

СПРАВОЧНИК
ПРОЕКТИРОВЩИКА

ВНУТРЕННИЕ
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
УСТРОЙСТВА

В ДВУХ ЧАСТЯХ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ КАНД. ТЕХН. НАУК И. Г. СТАРОВОРОВА

Издание третье, переработанное и дополненное

Часть I
ОТОПЛЕНИЕ, ВОДОПРОВОД,
КАНАЛИЗАЦИЯ



МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ
1975

Рекомендовано к переизданию Главпромстройпроектом Госстроя СССР
16 февраля 1972 г.

Авторы: доктора техн. наук профессора В. Н. Богословский, С. Ф. Копьев;
кандидаты техн. наук Л. И. Друскин, А. Г. Егиазаров, А. Н. Сканава,
И. Г. Староверов, Б. М. Хлыбов, В. Н. Цветков, И. С. Шаповалов,
В. П. Щеглов; инженеры Н. И. Березина, Н. А. Меринов, Л. М. Михайлов,
Л. Ф. Моор, А. К. Пахомова, М. Ф. Филиппов, М. М. Ястребов.

Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства.
В 2-х ч. Под. ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. Ч. I. Отопление, водо-
провод, канализация. М., Стройиздат, 1975. 429 с. Авт.: В. Н. Богословский,
С. Ф. Копьев, Л. И. Друскин и др.

В справочнике приведены основные сведения по расчету теплового режима поме-
щений, выбору, конструированию и расчету систем отопления зданий и сооружений.

Рассмотрено устройство и приведен расчет систем горячего водоснабжения. Даны
основные схемы присоединения потребителей к тепловым сетям, а также расчет и вы-
бор оборудования для тепловых вводов.

Приведены сведения по устройству, расчету и проектированию внутренних систем
водоснабжения, канализации и газоснабжения жилых, общественных и промышленных
зданий и сооружений.

Даны приложения для подбора отопительного и санитарно-технического оборудо-
вания. Изд. 2-е вышло в 1967 г.

Справочник предназначен для инженерно-технических работников проектных орга-
низаций.

Табл. 353, рис. 282.

| | Стр. | | Стр. |
|---|------|--|------|
| ловие | 6 | Глава 13. Водяное отопление | 69 |
| Раздел I | | | |
| Общая часть | | | |
| а 1. Некоторые физические величины | 7 | 13.1. Общие сведения | 69 |
| Раздел II | | | |
| Тепловой режим здания | | | |
| а 2. Внутренние и наружные климатические условия | 11 | 13.2. Классификация систем | 70 |
| Метеорологические условия в помещениях | 11 | 13.3. Этапы проектирования системы | 72 |
| Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года | 12 | 13.4. Выбор системы | 72 |
| а 3. Теплопередача через ограждения | 13 | 13.5. Конструирование системы | 73 |
| Стационарная теплопередача | 13 | 13.6. Гидравлический расчет систем отопления | 78 |
| Нестационарная теплопередача | 15 | 13.7. Гидравлический расчет вертикальной одноструйной тупиковой системы | 83 |
| Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями | 19 | 13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы | 92 |
| а 4. Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций | 21 | 13.9. Гидравлический расчет горизонтальной одной системы | 96 |
| а 5. Влагопередача и влажностный режим ограждений | 21 | 13.10. Гидравлический расчет гравитационной системы | 99 |
| а 6. Защитные свойства наружных ограждений. Общая последовательность расчета | 23 | Глава 14. Паровое отопление низкого и высокого давления | 102 |
| а 7. Теплозащитные свойства ограждений | 23 | 14.1. Классификация схем систем парового отопления | 103 |
| Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче | 23 | 14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления | 103 |
| Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения | 25 | 14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата | 104 |
| Теплозащита световых проемов и дверей | 25 | 14.4. Конструктивные указания | 104 |
| Требуемая теплоустойчивость ограждений | 25 | 14.5. Применение арматуры | 104 |
| Требуемая теплоустойчивость полов | 26 | 14.6. Расчет паропроводов | 104 |
| а 8. Воздухо-влажностные свойства ограждений | 26 | 14.7. Расчет конденсатопроводов | 110 |
| 1. Требуемые воздухозащитные свойства | 26 | 14.8. Указания по выбору и расчету оборудования | 114 |
| 2. Требуемые влагозащитные свойства | 27 | Глава 15. Воздушное отопление | 118 |
| а 9. Инфильтрация наружного воздуха через ограждения | 27 | 15.1. Общие сведения | 118 |
| 9.1. Инфильтрация наружного воздуха в промышленных зданиях | 27 | 15.2. Расчет систем воздушного отопления | 118 |
| 9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях | 28 | 15.3. Примеры расчета воздушного отопления | 121 |
| Раздел III | | | |
| Отопление | | | |
| а 10. Классификация систем отопления и область их применения | 30 | Глава 16. Панельно-лучистое отопление | 121 |
| 10.1. Основные виды систем отопления | 30 | 16.1. Общие сведения | 121 |
| 10.2. Область применения систем отопления | 30 | 16.2. Подбор отопительных панелей | 124 |
| а 11. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания | 33 | 16.3. Тепловой расчет | 124 |
| 11.1. Тепловой баланс помещения | 33 | Глава 17. Электрическое отопление | 135 |
| 11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания | 40 | 17.1. Классификация систем | 135 |
| 11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям | 41 | 17.2. Область применения | 135 |
| Глава 12. Отопительные приборы | 41 | 17.3. Инфракрасное электроотопление | 135 |
| 12.1. Виды отопительных приборов | 41 | 17.4. Лучисто-конвективное электроотопление | 141 |
| 12.2. Теплопередача отопительных приборов | 41 | 17.5. Электровоздушное отопление | 141 |
| 12.3. Выбор и размещение отопительных приборов | 55 | Глава 18. Особенности отопления сельскохозяйственных зданий и сооружений | 143 |
| 12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора | 55 | 18.1. Животноводческие помещения | 143 |
| 12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме | 56 | 18.2. Птицеводческие помещения | 146 |
| 12.6. Определение размера и числа приборов | 66 | 18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей | 148 |
| 12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора | 67 | Глава 19. Печное отопление | 158 |
| 12.8. Установка отопительных приборов | 67 | 19.1. Классификация печей | 158 |
| 12.4. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов | 68 | 19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах | 152 |
| | | 19.3. Проектирование и расчет | 153 |
| | | 19.4. Основания под печи и дымовые каналы | 168 |
| | | 19.5. Противопожарные мероприятия | 170 |
| | | Раздел IV | |
| | | Горячее водоснабжение | |
| | | Глава 20. Внутренние системы горячего водоснабжения | 172 |
| | | 20.1. Классификация систем | 172 |
| | | 20.2. Требования, предъявляемые к воде | 173 |
| | | 20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды | 173 |
| | | 20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла | 174 |
| | | 20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды | 176 |
| | | 20.6. Определение диаметров подающих труб | 181 |
| | | 20.7. Определение диаметров циркуляционных труб | 182 |
| | | 20.8. Конструктивные указания | 184 |
| | | Раздел V | |
| | | Тепловые вводы | |
| | | Глава 21. Присоединение жилых зданий, а также общественных и коммунальных потребителей тепла к водяным тепловым сетям | 186 |
| | | 21.1. Системы теплоснабжения | 186 |

| | |
|---|-----|
| урный график водяных тепловых сетей | 187 |
| гезометрический график тепловых сетей | 187 |
| 21. Присоединение систем отопления | 187 |
| 21. Присоединение систем горячего водоснабжения | 189 |
| Глава 22. Присоединение промышленных предприятий к водяным тепловым сетям и паропроводам | 191 |
| 22.1. Основные положения по выбору схем присоединения | 191 |
| 22.2. Сбор и возврат конденсата | 192 |
| Глава 23. Контрольно-измерительные приборы и автоматика | 192 |
| Глава 24. Расчет и выбор оборудования для тепловых вводов | 193 |
| 24.1. Элеваторы | 193 |
| 24.2. Скоростные водоводяные подогреватели | 195 |
| 24.3. Скоростные пароводяные подогреватели | 200 |

Раздел VI

Водопровод

| | |
|---|-----|
| Глава 25. Общие сведения | 202 |
| 25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода | 202 |
| 25.2. Источники и качество воды | 202 |
| Глава 26. Системы и схемы водопровода | 203 |
| 26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений | 203 |
| 26.2. Противопожарные системы водопровода | 210 |
| Глава 27. Нормативные данные | 214 |
| 27.1. Нормы водопотребления. Коэффициенты неравномерности и расходы воды | 214 |
| 27.2. Свободные напоры | 217 |
| Глава 28. Водопроводные сети | 218 |
| 28.1. Особенности прокладки сетей | 218 |
| 28.2. Изоляция трубопроводов | 219 |
| 28.3. Вводы | 220 |
| 28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода | 223 |
| 28.5. Защита трубопроводов от коррозии | 224 |
| 28.6. Водопроводная арматура и оборудование | 225 |
| 28.7. Раздача литьевой воды | 223 |
| 28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий | 228 |
| Глава 29. Счетчики расхода воды (водомеры) | 231 |
| 29.1. Размещение счетчиков | 231 |
| 29.2. Выбор и расчет счетчиков | 232 |
| 29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды | 238 |
| Глава 30. Гидравлический расчет водопроводных сетей | 233 |
| 30.1. Методика расчета | 233 |
| 30.2. Расчетные формулы | 233 |
| 30.3. Определение диаметров трубопроводов | 236 |
| 30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах | 237 |
| 30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети | 237 |
| Глава 31. Насосы и насосные установки | 238 |
| 31.1. Типы насосов | 238 |
| 31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов | 238 |
| 31.3. Расположение насосных установок | 238 |
| 31.4. Пневматические насосные установки | 241 |
| Глава 32. Водонапорные баки и резервуары | 243 |
| 32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров | 243 |
| 32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров | 243 |
| 32.3. Оборудование водонапорных баков | 244 |
| Глава 33. Строительство водопровода в особых природных условиях | 245 |
| 33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов | 246 |
| 33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах | 247 |
| 33.3. Строительство водопровода в северной строительнo-климатической зоне | 248 |

| | | |
|------|--|------|
| Стр. | Раздел VII | Стр. |
| | Канализация | |
| | Глава 34. Общие сведения | 251 |
| | 34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства | 251 |
| | 34.2. Объемно-планировочные требования | 251 |
| | Глава 35. Системы и схемы канализации | 251 |
| | 35.1. Классификация и характеристика систем канализации | 251 |
| | 35.2. Схемы канализации зданий различного назначения | 253 |
| | 35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод | 255 |
| | Глава 36. Приемники сточных вод | 26 |
| | 36.1. Назначение приемников | 26 |
| | 36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств | 26 |
| | Глава 37. Канализационные сети | 26 |
| | 37.1. Трубопроводы и лотки | 26 |
| | 37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации | 26 |
| | 37.3. Стояки | 26 |
| | 37.4. Ревизии и прочистки | 26 |
| | 37.5. Выпуски канализации | 26 |
| | Глава 38. Гидравлический расчет трубопроводов | 2 |
| | 38.1. Расчетные формулы | 2 |
| | 38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов | 2 |
| | 38.3. Диаметры стояков и отводных линий | 2 |
| | Глава 39. Насосные установки | 2 |
| | 39.1. Характеристика установок | 2 |
| | 39.2. Места расположения резервуаров и насосов | 2 |
| | 39.3. Пневматическая эжекторная установка | 2 |
| | Глава 40. Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства | 2 |
| | 40.1. Назначение установок | 2 |
| | 40.2. Классификация установок и сооружений | 2 |
| | Глава 41. Водостоки зданий | 2 |
| | 41.1. Назначение и схемы водостоков зданий | 2 |
| | 41.2. Размещение воронок | 2 |
| | 41.3. Расчет водостоков | 2 |
| | 41.4. Сети водостоков | 2 |
| | Глава 42. Сети канализации при строительстве зданий в особых природных условиях | 2 |
| | 42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов | 2 |
| | 42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах | 2 |
| | 42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительнo-климатической зоне | 2 |
| | Раздел VIII | |
| | Газоснабжение | |
| | Глава 43. Общие сведения | 2 |
| | 43.1. Общие положения | 2 |
| | 43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давления в газовых сетях | 2 |
| | 43.3. Гидравлический расчет газопроводов | 2 |
| | 43.4. Трубы и арматура | 2 |
| | 43.5. Устройство внутренних газопроводов | 2 |
| | 43.6. Отвод продуктов сгорания | 2 |
| | Глава 44. Газоснабжение жилых и общественных зданий | 2 |
| | 44.1. Бытовые газовые приборы | 2 |
| | 44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливаются газовые приборы | 2 |
| | 44.3. Размещение газовых приборов | 2 |
| | 44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях | 2 |
| | Глава 45. Газоснабжение промышленных предприятий | 2 |
| | 45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий | 2 |

| | Стр. | | Стр. |
|--|------|--|------|
| 45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий | 298 | <i>Приложение VI.</i> Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха | 371 |
| Раздел IX | | <i>Приложение VII.</i> Вентили запорные | 371 |
| Расчетные таблицы | | <i>Приложение VIII.</i> Задвижки | 375 |
| Глава 46. Таблицы для гидравлического расчета систем отопления | 300 | <i>Приложение IX.</i> Клапаны | 377 |
| Глава 47. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных сетей | 345 | <i>Приложение X.</i> Клапаны обратные | 379 |
| Глава 48. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей | 350 | <i>Приложение XI.</i> Конденсатоотводчики | 380 |
| Приложения | | <i>Приложение XII.</i> Арматура | 384 |
| Материалы и санитарно-техническое оборудование | 351 | 3. Оборудование систем водяного и парового отопления | 394 |
| 1. Трубы и соединительные части к ним | 351 | <i>Приложение XIII.</i> Отопительные агрегаты | 394 |
| <i>Приложение I.</i> Трубы стальные и соединительные части к ним | 351 | <i>Приложение XIV.</i> Панели отопительные | 396 |
| <i>Приложение II.</i> Трубы чугунные напорные раструбные | 358 | <i>Приложение XV.</i> Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные секционные | 398 |
| <i>Приложение III.</i> Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942 0—69 — ГОСТ 6942.30—69 | 358 | <i>Приложение XVI.</i> Элеваторы водоструйные | 400 |
| <i>Приложение IV.</i> Трубы неметаллические | 364 | 4. Оборудование систем электрического отопления | 401 |
| 2. Арматура | 367 | <i>Приложение XVII.</i> Нагревательные приборы систем электрического отопления | 401 |
| <i>Приложение V.</i> Краны | 367 | 5. Оборудование систем горячего водоснабжения и газоснабжения | 403 |
| | | <i>Приложение XVIII.</i> Водонагреватели местные для горячего водоснабжения | 403 |
| | | <i>Приложение XIX.</i> Плиты газовые | 404 |
| | | 6. Оборудование систем водоснабжения и канализации | 405 |
| | | <i>Приложение XX.</i> Санитарно-технические приборы | 405 |
| | | <i>Приложение XXI.</i> Установка санитарно-технических приборов | 411 |
| | | 7. Оборудование общего назначения | 419 |
| | | <i>Приложение XXII.</i> Насосы | 419 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке настоящего издания справочника почти все его основные разделы подверглись коренной переработке с учетом последних теоретических исследований и новых нормативных данных. В справочник внесены уточнения и дополнения в соответствии с Санитарными нормами СН 245-71, новой редакцией глав СНиП II-Г.1-70, СНиП II-А.7-71, СНиП II-А.6-72 и др.

В разделе «Тепловой режим здания» рассмотрены методы расчета и инженерные средства обеспечения заданного теплового и воздушного режимов зданий различного назначения. Используются результаты современных исследований по теплообмену в помещении, теплопередаче через ограждения и в элементах систем отопления; по нестационарному тепловому режиму в ограждениях, помещении, элементах систем; по выбору расчетных нагрузочных климатических характеристик, защитных ограждений и тепловой мощности систем. Даны методы расчета воздухопроницаемости и влажностного режима ограждений, необходимые для выбора конструктивных элементов здания и производительности систем отопления.

В главе «Отопительные приборы» систематизированы типы выпускаемых приборов, схемы их присоединения к трубам и формулы для расчета плотности теплового потока. Дана единая аналитическая методика расчета площади нагревательной поверхности всех современных отопительных приборов и приведены разработанные авторами главы обобщенные номограммы для ее определения.

В главе «Водяное отопление» изложен новый материал по динамике гидравлического давления в системе, присоединенной к наружным теплопроводам. Приведены способы гидравлического расчета систем с постоянным и переменным перепадом температуры воды в стояках. Для широко распространенной вертикальной однотрубной тупиковой системы дана новая методика гидравлического расчета, разработанная авторами главы и проверенная в проектной практике института Моспроект-1. Для двухтрубной системы приведено построение контрольного графика изменения циркуляционного давления в магистралях.

Глава «Воздушное отопление» переработана с учетом обеспечения устойчивой циркуляции перегретого воздуха в помещении, нормируемых величин скоростей воздуха в рабочей зоне при взаимодействии приточных струй в условиях стеснения. В применяемые при расчете распределения воздуха в помещении формулы введены скоростные и температурные коэффициенты приточных воздухораспределительных устройств.

В разделе «Тепловые вводы» особое внимание уделено новым двухступенчатым схемам присоединения,

обеспечивающим значительное снижение значений расчетных расходов воды в тепловой сети. В главе «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» дополнительно рассмотрены вопросы автоматизации.

Разделы «Водопровод» и «Канализация» также переработаны с учетом последних исследований и нормативных документов.

Из книги исключена глава «Газовое отопление», поскольку системы газоводяного и газозвоздушного отопления по своему устройству в принципе не отличаются от обычных систем местного и воздушного отопления. Что же касается инфракрасного газового отопления, то в соответствии с СН 245-71 оно может быть применено только при условии полного удаления продуктов сгорания наружу (минуя помещение). Отсутствие газовых горелок заводского изготовления, отвечающих этим требованиям, а также отсутствие методики расчета подобного рода систем не дают возможности привести в настоящем издании справочника соответствующие данные¹.

Приложения скорректированы в соответствии с действующими ГОСТами и нормами по состоянию на 1/1 1974 г.

Отдельные главы справочника составлены следующими авторами: глава 1 — инж. Н. И. Березиной; главы 2—9 — д-ром техн. наук В. Н. Богословским; главы 10 и 11 — канд. техн. наук В. П. Щегловым; главы 12 и 13 — канд. техн. наук А. Н. Скандави и инж. Л. М. Михайловым; глава 14 — инж. Н. И. Березиной; глава 15 — инж. Л. Ф. Моором; глава 16 — канд. техн. наук И. С. Шаповаловым; глава 17 — канд. техн. наук В. Н. Цветковым и инж. Н. И. Березиной; глава 18 — канд. техн. наук А. Г. Егiazаровым; глава 19 — инж. Н. А. Мериновым; глава 20 — д-ром техн. наук [С. Ф. Копьевым] и канд. техн. наук Б. М. Хлыбовым; главы 21—24 — инж. М. Ф. Филипповым; главы 25—42 — инж. А. К. Пахомовой; главы 43—45 — канд. техн. наук Л. И. Друскиным; главы 46—48 — инженерами Н. И. Березиной, А. К. Пахомовой и М. М. Ястребовым. Приложения составлены кандидатами техн. наук И. Г. Староверовым, И. С. Шаповаловым, Л. И. Друскиным и инженерами А. К. Пахомовой и М. Ф. Филипповым.

¹ При отсутствии людей в помещениях и при целесообразности устройства в них инфракрасного отопления для его проектирования могут быть использованы материалы, приведенные во «Временных указаниях по расчету, проектированию и устройству систем газового инфракрасного отопления». М., 1970.

Раздел I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Глава I. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ТАБЛИЦА 11

Продолжение табл. 11

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

| Температура, t, °C | Параметры 1 м³ сухого воздуха | | | Упругость водяного пара, полностью насыщенного воздуха, мм рт. ст. | Содержания, г, водяного пара, полностью насыщенного воздуха | | |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--|---|-------------------------|--------------------------------------|
| | масса, кг | объем, м³ | | | в 1 м³ влажного воздуха | в 1 кг влажного воздуха | на 1 кг сухой части влажного воздуха |
| | | при t °C (исходная температура 0 °C), 1+αt | при 0 °C (исходная температура t °C), (1+αt)⁻¹ | | | | |
| -20 | 1,396 | 0,927 | 1,079 | 0,927 | 1,1 | 0,8 | 0,77 |
| -19 | 1,39 | 0,93 | 1,075 | 1,015 | 1,2 | 0,85 | 0,86 |
| -18 | 1,385 | 0,934 | 1,071 | 1,116 | 1,3 | 0,92 | 0,93 |
| -17 | 1,379 | 0,938 | 1,066 | 1,207 | 1,4 | 1,03 | 1,04 |
| -16 | 1,374 | 0,941 | 1,062 | 1,308 | 1,5 | 1,1 | 1,11 |
| -15 | 1,368 | 0,945 | 1,058 | 1,4 | 1,6 | 1,19 | 1,2 |
| -14 | 1,363 | 0,949 | 1,054 | 1,549 | 1,7 | 1,29 | 1,3 |
| -13 | 1,358 | 0,952 | 1,05 | 1,68 | 1,9 | 1,39 | 1,4 |
| -12 | 1,353 | 0,956 | 1,046 | 1,831 | 2 | 1,49 | 1,5 |
| -11 | 1,348 | 0,959 | 1,042 | 1,985 | 2,2 | 1,64 | 1,65 |
| -10 | 1,342 | 0,963 | 1,038 | 2,14 | 2,3 | 1,78 | 1,79 |
| -9 | 1,337 | 0,967 | 1,034 | 2,267 | 2,5 | 1,91 | 1,93 |
| -8 | 1,332 | 0,971 | 1,03 | 2,455 | 2,7 | 2,06 | 2,08 |
| -7 | 1,327 | 0,974 | 1,026 | 2,658 | 2,9 | 2,23 | 2,25 |
| -6 | 1,322 | 0,978 | 1,023 | 2,876 | 3,1 | 2,38 | 2,4 |
| -5 | 1,317 | 0,982 | 1,019 | 3,16 | 3,4 | 2,58 | 2,6 |
| -4 | 1,312 | 0,985 | 1,015 | 3,368 | 3,6 | 2,78 | 2,8 |
| -3 | 1,308 | 0,989 | 1,011 | 3,644 | 3,9 | 3,09 | 3,1 |
| -2 | 1,303 | 0,993 | 1,007 | 3,941 | 4,2 | 3,28 | 3,29 |
| -1 | 1,298 | 0,996 | 1,004 | 4,263 | 4,5 | 3,57 | 3,58 |
| 0 | 1,293 | 1 | 1 | 4,58 | 4,9 | 3,78 | 3,8 |
| 1 | 1,288 | 1,004 | 0,996 | 4,94 | 5,2 | 4,07 | 4,15 |
| 2 | 1,284 | 1,007 | 0,993 | 5,302 | 5,6 | 4,4 | 4,48 |
| 3 | 1,279 | 1,011 | 0,989 | 5,687 | 6 | 4,71 | 4,77 |
| 4 | 1,275 | 1,015 | 0,986 | 6,097 | 6,4 | 5,05 | 5,1 |
| 5 | 1,270 | 1,018 | 0,982 | 6,534 | 6,8 | 5,35 | 5,4 |
| 6 | 1,265 | 1,022 | 0,979 | 6,998 | 7,3 | 5,7 | 5,78 |
| 7 | 1,261 | 1,026 | 0,975 | 4,492 | 7,7 | 6,1 | 6,21 |
| 8 | 1,256 | 1,029 | 0,972 | 8,017 | 8,3 | 6,6 | 6,65 |
| 9 | 1,252 | 1,033 | 0,968 | 8,574 | 8,8 | 7 | 7,13 |
| 10 | 1,248 | 1,037 | 0,965 | 9,2 | 9,4 | 7,5 | 7,63 |
| 11 | 1,243 | 1,04 | 0,961 | 9,84 | 9,9 | 8 | 8,15 |
| 12 | 1,239 | 1,044 | 0,958 | 10,52 | 10,6 | 8,6 | 8,75 |
| 13 | 1,235 | 1,048 | 0,955 | 11,222 | 11,2 | 9,2 | 9,35 |
| 14 | 1,23 | 1,051 | 0,951 | 11,988 | 12 | 9,8 | 9,97 |
| 15 | 1,226 | 1,055 | 0,948 | 12,79 | 12,8 | 10,5 | 10,6 |
| 16 | 1,222 | 1,059 | 0,945 | 13,63 | 13,6 | 11,2 | 11,4 |
| 17 | 1,217 | 1,062 | 0,941 | 14,53 | 14,4 | 11,9 | 12,1 |
| 18 | 1,213 | 1,066 | 0,938 | 15,48 | 15,3 | 12,7 | 12,9 |
| 19 | 1,209 | 1,07 | 0,935 | 16,48 | 16,2 | 13,5 | 13,8 |

| Температура t, °C | Параметры 1 м³ сухого воздуха | | | Упругость водяного пара, полностью насыщенного воздуха, мм рт. ст. | Содержание, г, водяного пара, полностью насыщенного воздуха | | |
|-------------------|-------------------------------|--|--|--|---|-------------------------|--------------------------------------|
| | масса, кг | объем, м³ | | | в 1 м³ влажного воздуха | в 1 кг влажного воздуха | на 1 кг сухой части влажного воздуха |
| | | при t °C (исходная температура 0 °C), 1+αt | при 0 °C (исходная температура t °C), (1+αt)⁻¹ | | | | |
| 20 | 1,205 | 1,073 | 0,932 | 17,53 | 17,2 | 14,4 | 14,7 |
| 21 | 1,201 | 1,077 | 0,929 | 18,65 | 18,2 | 15,8 | 15,6 |
| 22 | 1,197 | 1,081 | 0,925 | 19,83 | 19,3 | 16,3 | 16,8 |
| 23 | 1,193 | 1,084 | 0,922 | 21,07 | 20,4 | 17,3 | 17,7 |
| 24 | 1,189 | 1,088 | 0,919 | 22,38 | 21,6 | 18,4 | 18,8 |
| 25 | 1,185 | 1,092 | 0,916 | 23,76 | 22,9 | 19,5 | 20 |
| 26 | 1,181 | 1,095 | 0,913 | 25,21 | 24,2 | 20,7 | 21,4 |
| 27 | 1,177 | 1,099 | 0,91 | 26,74 | 25,6 | 22 | 22,6 |
| 28 | 1,173 | 1,103 | 0,907 | 28,35 | 27 | 23,4 | 24 |
| 29 | 1,169 | 1,106 | 0,904 | 30,04 | 28,5 | 24,8 | 25,6 |
| 30 | 1,165 | 1,11 | 0,901 | 31,82 | 30,1 | 26,3 | 27,2 |
| 31 | 1,161 | 1,114 | 0,898 | 33,7 | 31,8 | 27,8 | 28,8 |
| 32 | 1,157 | 1,117 | 0,895 | 35,06 | 33,5 | 29,5 | 30,6 |
| 33 | 1,154 | 1,121 | 0,892 | 37,73 | 35,4 | 31,2 | 32,5 |
| 34 | 1,15 | 1,125 | 0,889 | 39,8 | 37,3 | 33,1 | 34,4 |
| 35 | 1,146 | 1,128 | 0,886 | 42,18 | 39,3 | 35 | 35,6 |
| 36 | 1,142 | 1,132 | 0,884 | 44,56 | 41,4 | 37 | 38,8 |
| 37 | 1,139 | 1,136 | 0,881 | 47,07 | 43,6 | 39,2 | 41,1 |
| 38 | 1,135 | 1,139 | 0,878 | 49,69 | 45,9 | 41,4 | 43,5 |
| 39 | 1,132 | 1,143 | 0,875 | 52,44 | 48,3 | 43,8 | 46 |
| 40 | 1,128 | 1,147 | 0,872 | 55,32 | 50,8 | 46,3 | 48,9 |
| 41 | 1,124 | 1,15 | 0,869 | 58,34 | 53,4 | 48,9 | 51,7 |
| 42 | 1,121 | 1,154 | 0,867 | 61,5 | 56,1 | 51,6 | 54,8 |
| 43 | 1,117 | 1,158 | 0,864 | 64,80 | 58,9 | 54,5 | 58 |
| 44 | 1,114 | 1,161 | 0,861 | 68,26 | 61,9 | 57,5 | 61,3 |
| 45 | 1,111 | 1,165 | 0,858 | 71,88 | 65 | 60,7 | 65 |
| 46 | 1,107 | 1,169 | 0,856 | 75,65 | 68,2 | 64 | 68,9 |
| 47 | 1,103 | 1,172 | 0,853 | 79,6 | 71,5 | 67,5 | 72,8 |
| 48 | 1,1 | 1,176 | 0,85 | 83,7 | 75 | 71,7 | 77 |
| 49 | 1,096 | 1,18 | 0,848 | 88,02 | 78 | 75 | 81,5 |
| 50 | 1,093 | 1,183 | 0,845 | 92,51 | 83,3 | 79 | 86,3 |
| 51 | 1,089 | 1,187 | 0,843 | 97,2 | 86,3 | 83,2 | 91,3 |
| 52 | 1,086 | 1,191 | 0,84 | 102,1 | 90,4 | 87,7 | 96,6 |
| 53 | 1,083 | 1,194 | 0,837 | 107,2 | 94,6 | 92,3 | 102 |
| 54 | 1,08 | 1,198 | 0,835 | 112,5 | 99,1 | 97,2 | 108 |
| 55 | 1,076 | 1,202 | 0,832 | 118 | 103,6 | 102,3 | 114 |
| 56 | 1,073 | 1,205 | 0,83 | 123,8 | 108,4 | 107,6 | 121 |
| 57 | 1,07 | 1,209 | 0,827 | 129,8 | 113,3 | 113,2 | 128 |
| 58 | 1,067 | 1,213 | 0,825 | 136,1 | 118,5 | 119,1 | 136 |
| 59 | 1,063 | 1,216 | 0,822 | 142,6 | 123,8 | 125,2 | 144 |
| 60 | 1,06 | 1,22 | 0,82 | 149,4 | 129,3 | 131,7 | 152 |

ЭНТАЛЬПИЯ ВОЗДУХА ПРИ ДАВЛЕНИИ 760 мм рт. ст.

ТАБЛИЦА 12

| Температура t, °C | Значения i, ккал/кг, при относительной влажности воздуха φ, % | | | | | | | | | | |
|-------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| -35 | -8,32 | -8,33 | -8,34 | -8,34 | -8,35 | -8,36 | -8,37 | -8,38 | -8,38 | -8,39 | -8,4 |
| -30 | -7,06 | -7,07 | -7,09 | -7,1 | -7,12 | -7,13 | -7,14 | -7,16 | -7,17 | -7,19 | -7,2 |
| -25 | -5,77 | -5,79 | -5,81 | -5,84 | -5,86 | -5,88 | -5,91 | -5,93 | -5,95 | -5,98 | -6 |
| -20 | -4,42 | -4,46 | -4,5 | -4,54 | -4,57 | -4,61 | -4,65 | -4,68 | -4,72 | -4,76 | -4,8 |
| -15 | -2,9 | -2,97 | -3,04 | -3,11 | -3,18 | -3,25 | -3,32 | -3,39 | -3,46 | -3,53 | -3,6 |
| -10 | -1,46 | -1,55 | -1,65 | -1,74 | -1,84 | -1,93 | -2,02 | -2,12 | -2,21 | -2,31 | -2,4 |
| -9 | -1,13 | -1,23 | -1,34 | -1,44 | -1,54 | -1,65 | -1,75 | -1,85 | -1,95 | -2,06 | -2,16 |
| -8 | -0,79 | -0,91 | -1,02 | -1,13 | -1,25 | -1,36 | -1,47 | -1,58 | -1,7 | -1,81 | -1,92 |
| -7 | -0,45 | -0,57 | -0,7 | -0,82 | -0,94 | -1,07 | -1,19 | -1,31 | -1,44 | -1,56 | -1,68 |

| Температура <i>t</i> , °C | Значения <i>l</i> , ккал кг, при относительной влажности воздуха φ, % | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| -5 | -0,1 | -0,23 | -0,37 | -0,5 | -0,64 | -0,77 | -0,9 | -1,04 | -1,17 | -1,31 | -1,44 |
| -5 | 0,27 | 0,12 | -0,03 | -0,18 | -0,32 | -0,47 | -0,62 | -0,76 | -0,91 | -1,05 | -1,2 |
| -4 | 0,64 | 0,48 | 0,32 | 0,16 | 0 | -0,16 | -0,32 | -0,48 | -0,64 | -0,8 | -0,96 |
| -3 | 1,02 | 0,85 | 0,67 | 0,5 | 0,32 | 0,15 | -0,03 | -0,2 | -0,37 | -0,55 | -0,72 |
| -2 | 1,42 | 1,23 | 1,04 | 0,85 | 0,66 | 0,47 | 0,28 | 0,09 | -0,1 | -0,29 | -0,48 |
| -1 | 1,82 | 1,62 | 1,41 | 1,2 | 1 | 0,79 | 0,58 | 0,38 | 0,17 | -0,03 | -0,24 |
| 0 | 2,24 | 2,02 | 1,79 | 1,57 | 1,34 | 1,12 | 0,89 | 0,67 | 0,45 | 0,22 | 0 |
| 1 | 2,66 | 2,42 | 2,17 | 1,93 | 1,69 | 1,44 | 1,2 | 0,96 | 0,72 | 0,48 | 0,24 |
| 2 | 3,08 | 2,82 | 2,56 | 2,3 | 2,04 | 1,78 | 1,52 | 1,26 | 1 | 0,74 | 0,48 |
| 3 | 3,52 | 3,24 | 2,95 | 2,67 | 2,39 | 2,11 | 1,83 | 1,55 | 1,28 | 1 | 0,72 |
| 4 | 3,96 | 3,66 | 3,36 | 3,06 | 2,76 | 2,46 | 2,16 | 1,86 | 1,56 | 1,26 | 0,96 |
| 5 | 4,43 | 4,1 | 3,78 | 3,45 | 3,13 | 2,81 | 2,48 | 2,16 | 1,84 | 1,52 | 1,2 |
| 6 | 4,9 | 4,55 | 4,2 | 3,86 | 3,51 | 3,16 | 2,82 | 2,47 | 2,13 | 1,78 | 1,44 |
| 7 | 5,39 | 5,02 | 4,65 | 4,27 | 3,9 | 3,53 | 3,16 | 2,79 | 2,42 | 2,05 | 1,68 |
| 8 | 5,91 | 5,51 | 5,1 | 4,7 | 4,3 | 3,9 | 3,51 | 3,11 | 2,71 | 2,32 | 1,92 |
| 9 | 6,43 | 6 | 5,57 | 5,14 | 4,71 | 4,28 | 3,86 | 3,43 | 3,01 | 2,58 | 2,16 |
| 10 | 6,98 | 6,51 | 6,05 | 5,59 | 5,13 | 4,67 | 4,22 | 3,76 | 3,3 | 2,85 | 2,4 |
| 11 | 7,54 | 7,04 | 6,55 | 6,05 | 5,56 | 5,07 | 4,58 | 4,1 | 3,61 | 3,12 | 2,64 |
| 12 | 8,12 | 7,59 | 7,06 | 6,54 | 6,01 | 5,48 | 4,96 | 4,44 | 3,92 | 3,4 | 2,88 |
| 13 | 8,73 | 8,16 | 7,59 | 7,02 | 6,46 | 5,9 | 5,34 | 4,78 | 4,23 | 3,67 | 3,12 |
| 14 | 9,35 | 8,75 | 8,14 | 7,53 | 6,93 | 6,33 | 5,74 | 5,14 | 4,55 | 3,95 | 3,36 |
| 15 | 10 | 9,35 | 8,7 | 8,06 | 7,42 | 6,78 | 6,14 | 5,5 | 4,86 | 4,23 | 3,6 |
| 16 | 10,7 | 9,98 | 9,29 | 8,61 | 7,92 | 7,23 | 6,55 | 5,87 | 5,19 | 4,51 | 3,84 |
| 17 | 11,4 | 10,6 | 9,91 | 9,17 | 8,43 | 7,7 | 6,97 | 6,24 | 5,52 | 4,8 | 4,08 |
| 18 | 12,1 | 11,3 | 10,6 | 9,76 | 8,97 | 8,18 | 7,4 | 6,62 | 5,85 | 5,09 | 4,32 |
| 19 | 12,9 | 12 | 11,2 | 10,4 | 9,51 | 8,68 | 7,85 | 7,02 | 6,2 | 5,38 | 4,56 |
| 20 | 13,7 | 12,8 | 11,9 | 11 | 10,1 | 9,19 | 8,3 | 7,42 | 6,54 | 5,67 | 4,8 |
| 21 | 14,5 | 13,5 | 12,6 | 11,6 | 10,7 | 9,71 | 8,77 | 7,83 | 6,9 | 5,96 | 5,04 |
| 22 | 15,4 | 14,3 | 13,3 | 12,3 | 11,3 | 10,3 | 9,25 | 8,25 | 7,26 | 6,27 | 5,28 |
| 23 | 16,3 | 15,2 | 14,1 | 13 | 11,9 | 10,8 | 9,75 | 8,68 | 7,62 | 6,57 | 5,52 |
| 24 | 17,2 | 16 | 14,9 | 13,7 | 12,5 | 11,4 | 10,3 | 9,12 | 7,99 | 6,87 | 5,76 |
| 25 | 18,2 | 16,9 | 15,7 | 14,4 | 13,2 | 12 | 10,8 | 9,57 | 8,37 | 7,18 | 6 |
| 26 | 19,2 | 17,9 | 16,5 | 15,2 | 13,9 | 12,6 | 11,3 | 10 | 8,76 | 7,5 | 6,24 |
| 27 | 20,3 | 18,8 | 17,4 | 16 | 14,6 | 13,3 | 11,9 | 10,5 | 9,16 | 7,82 | 6,48 |
| 28 | 21,4 | 19,9 | 18,4 | 16,9 | 15,4 | 13,9 | 12,5 | 11 | 9,57 | 8,14 | 6,72 |
| 29 | 22,5 | 20,9 | 19,3 | 17,7 | 16,2 | 14,6 | 13 | 11,5 | 9,98 | 8,46 | 6,96 |
| 30 | 23,8 | 22 | 20,3 | 18,6 | 17 | 15,3 | 13,7 | 12 | 10,4 | 8,79 | 7,2 |
| 31 | 25 | 23,2 | 21,4 | 19,6 | 17,8 | 16 | 14,3 | 12,6 | 10,8 | 9,13 | 7,44 |
| 32 | 26,4 | 24,2 | 22,5 | 20,6 | 18,7 | 16,8 | 14,9 | 13,1 | 11,3 | 9,47 | 7,68 |
| 33 | 27,8 | 25,7 | 23,6 | 21,6 | 19,6 | 17,6 | 15,6 | 13,7 | 11,7 | 9,81 | 7,92 |
| 34 | 29,2 | 27 | 24,8 | 22,6 | 20,5 | 18,4 | 16,3 | 14,2 | 12,2 | 10,2 | 8,16 |
| 35 | 30,7 | 28,4 | 26,1 | 23,8 | 21,5 | 19,3 | 17 | 14,8 | 12,7 | 10,8 | 8,4 |
| 36 | 32,3 | 29,8 | 27 | 24,9 | 22,5 | 20,1 | 17,8 | 15,5 | 13,2 | 10,9 | 8,64 |
| 37 | 34 | 31,3 | 28,7 | 26,1 | 23,6 | 21 | 18,5 | 16,1 | 13,7 | 11,3 | 8,88 |
| 38 | 35,7 | 32,9 | 30,1 | 27,4 | 24,7 | 22 | 19,3 | 16,7 | 14,2 | 11,6 | 9,12 |
| 39 | 37,6 | 34,6 | 31,7 | 28,7 | 25,8 | 23 | 20,2 | 17,4 | 14,7 | 12 | 9,36 |
| 40 | 39,6 | 36,4 | 33,2 | 30,1 | 27 | 24 | 21,1 | 18,1 | 15,2 | 12,4 | 9,6 |
| 41 | 41,6 | 38,2 | 34,8 | 31,5 | 28,3 | 25,1 | 21,9 | 18,8 | 15,8 | 12,8 | 9,84 |
| 42 | 43,7 | 40,1 | 36,5 | 33 | 29,6 | 26,2 | 22,9 | 19,6 | 16,4 | 13,2 | 10,1 |
| 43 | 46 | 42,1 | 38,3 | 34,6 | 30,9 | 27,3 | 23,8 | 20,4 | 17 | 13,6 | 10,3 |
| 44 | 48,3 | 44,2 | 40,2 | 36,2 | 32,4 | 28,6 | 24,8 | 21,2 | 17,6 | 14 | 10,6 |
| 45 | 50,8 | 46,4 | 42,2 | 38 | 33,9 | 29,8 | 25,9 | 22 | 18,2 | 14,5 | 10,8 |
| 46 | 53,4 | 48,8 | 44,3 | 39,8 | 35,4 | 31,1 | 26,9 | 22,8 | 18,8 | 14,9 | 11 |
| 47 | 56,2 | 51,2 | 46,4 | 41,6 | 37 | 32,5 | 28,1 | 23,7 | 19,5 | 15,3 | 11,3 |
| 48 | 59 | 53,8 | 48,6 | 43,6 | 38,7 | 33,9 | 29,2 | 24,6 | 20,2 | 15,8 | 11,5 |
| 49 | 62,1 | 56,5 | 51 | 45,7 | 40,5 | 35,4 | 30,4 | 25,6 | 20,9 | 16,3 | 11,8 |
| 50 | 65,3 | 59,3 | 53,5 | 47,8 | 42,3 | 36,9 | 31,7 | 26,6 | 21,6 | 16,7 | 12 |
| 51 | 68,7 | 62,3 | 56,1 | 50,1 | 44,2 | 38,5 | 33 | 27,6 | 22,3 | 17,2 | 12,2 |
| 52 | 72,2 | 65,4 | 58,8 | 52,4 | 45,2 | 40,2 | 34,3 | 28,6 | 23,1 | 17,7 | 12,5 |
| 53 | 76 | 68,7 | 61,7 | 54,9 | 48,3 | 42 | 35,8 | 29,7 | 23,8 | 18,2 | 12,7 |
| 54 | 80 | 72,2 | 64,7 | 57,5 | 50,5 | 43,8 | 37,2 | 30,9 | 24,7 | 18,8 | 13 |
| 55 | 84,2 | 75,9 | 68 | 60,3 | 52,9 | 45,7 | 38,8 | 32,1 | 25,6 | 19,3 | 13,2 |
| 56 | 88,5 | 79,5 | 71,2 | 63,1 | 55,2 | 47,7 | 40,3 | 33,3 | 26,4 | 19,8 | 13,4 |
| 57 | 93,1 | 83,4 | 74,8 | 66,2 | 57,7 | 49,8 | 42 | 34,6 | 27,3 | 20,4 | 13,7 |
| 58 | 98 | 87,6 | 78,4 | 69,3 | 60,3 | 51,9 | 43,7 | 35,9 | 28,2 | 21 | 13,9 |
| 59 | 103,1 | 91,7 | 82,2 | 72,6 | 63,1 | 54 | 45,5 | 37,2 | 29,2 | 21,6 | 14,2 |
| 60 | 108,7 | 96,1 | 86,2 | 76 | 66,1 | 56,3 | 47,3 | 38,6 | 30,2 | 22,1 | 14,4 |
| 65 | 142 | 126 | 110,6 | 96,2 | 82,5 | 70,1 | 57,9 | 46,6 | 35,7 | 25,4 | 15,6 |
| 70 | 190 | 166 | 143,5 | 123,4 | 104,6 | 87,5 | 71,5 | 56,3 | 42,3 | 30,2 | 16,8 |

ТАБЛИЦА 13

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАСЫЩЕННОГО ПАРА
(ПО ВУКАЛОВИЧУ)

Продолжение табл. 13

| Давление p , кгс/см ² | Температура t , °C | Удельный объем V , м ³ /кг | Объемная масса γ , кг/м ³ | Энтальпия h , ккал/кг | | Удельная теплота испарения r , ккал/кг |
|---------------------------------------|-------------------------|--|--|----------------------------|-------|--|
| | | | | жидкости | пара | |
| 0,99 | 6,7 | 131,6 | 0,007599 | 6,73 | 600,2 | 593,5 |
| 0,95 | 32,55 | 28,72 | 0,03482 | 32,57 | 611,5 | 578,9 |
| 0,9 | 45,45 | 14,95 | 0,06689 | 45,45 | 617 | 571,6 |
| 0,8 | 59,67 | 7,789 | 0,1284 | 59,65 | 623,1 | 563,4 |
| 0,7 | 68,68 | 5,324 | 0,1878 | 68,66 | 626,8 | 558,1 |
| 0,6 | 75,42 | 4,066 | 0,2459 | 75,41 | 629,5 | 554,1 |
| 0,5 | 80,86 | 3,289 | 0,3031 | 80,86 | 631,6 | 550,7 |
| 0,4 | 85,45 | 2,782 | 0,3595 | 85,47 | 633,5 | 548 |
| 0,3 | 89,45 | 2,408 | 0,4153 | 89,49 | 635,1 | 545,6 |
| 0,2 | 92,99 | 2,125 | 0,4706 | 93,05 | 636,4 | 543,3 |
| 0,1 | 96,18 | 1,903 | 0,5255 | 96,26 | 637,6 | 541,3 |
| 0 | 99,09 | 1,725 | 0,5797 | 99,19 | 638,8 | 539,6 |
| 0,1 | 101,76 | 1,578 | 0,6337 | 101,87 | 639,8 | 537,9 |
| 0,2 | 104,25 | 1,455 | 0,6873 | 104,38 | 640,7 | 536,3 |
| 0,3 | 106,56 | 1,35 | 0,7407 | 106,72 | 641,6 | 534,9 |
| 0,4 | 108,74 | 1,259 | 0,7943 | 108,92 | 642,3 | 533,4 |
| 0,5 | 110,79 | 1,181 | 0,8467 | 110,99 | 643,1 | 532,1 |
| 0,6 | 112,73 | 1,111 | 0,9001 | 112,95 | 643,8 | 530,8 |
| 0,7 | 114,57 | 1,05 | 0,9524 | 114,81 | 644,5 | 529,7 |
| 0,8 | 116,33 | 0,9954 | 1,0046 | 116,6 | 645,1 | 528,5 |

| Давление p , кгс/см ² | Температура t , °C | Удельный объем V , м ³ /кг | Объемная масса γ , кг/м ³ | Энтальпия h , ккал/кг | | Удельная теплота испарения r , ккал/кг |
|---------------------------------------|-------------------------|--|--|----------------------------|-------|--|
| | | | | жидкости | пара | |
| 0,9 | 118,01 | 0,9462 | 1,057 | 118,3 | 645,7 | 527,4 |
| 1 | 119,62 | 0,9018 | 1,109 | 119,94 | 646,3 | 526,4 |
| 1,5 | 126,79 | 0,7318 | 1,367 | 127,2 | 648,7 | 521,5 |
| 2 | 132,88 | 0,6169 | 1,621 | 133,4 | 650,7 | 517,3 |
| 2,5 | 138,19 | 0,5338 | 1,873 | 138,9 | 652,4 | 513,5 |
| 3 | 142,92 | 0,4709 | 2,124 | 143,7 | 653,9 | 510,2 |
| 3,5 | 147,2 | 0,4215 | 2,373 | 148,1 | 655,2 | 507,1 |
| 4 | 151,11 | 0,3817 | 2,61 | 152,1 | 656,3 | 504,2 |
| 5 | 158,08 | 0,3214 | 3,111 | 159,3 | 658,3 | 498,9 |
| 6 | 164,17 | 0,2778 | 3,6 | 165,7 | 659,9 | 494,2 |
| 7 | 169,61 | 0,2488 | 4,085 | 171,4 | 661,2 | 489,8 |
| 8 | 174,53 | 0,2189 | 4,508 | 176,5 | 662,3 | 485,8 |
| 9 | 179,04 | 0,198 | 5,051 | 181,3 | 663,3 | 482,1 |
| 10 | 183,2 | 0,181 | 5,54 | 185,6 | 663,9 | 478,3 |
| 11 | 187,1 | 0,166 | 6,03 | 189,8 | 664,6 | 474,8 |
| 12 | 190,71 | 0,154 | 6,5 | 193,6 | 665,3 | 471,7 |
| 13 | 194,13 | 0,143 | 7 | 197,3 | 665,8 | 468,5 |
| 14 | 197,36 | 0,134 | 7,46 | 200,7 | 666,3 | 465,6 |
| 15 | 200,43 | 0,126 | 7,94 | 204 | 666,8 | 462,8 |
| 16 | 203,5 | 0,119 | 8,4 | 207,2 | 667,2 | 460 |

ТАБЛИЦА 14

УДЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ V ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

| Давление p , кгс/см ² | Значения V , м ³ /кг, при температуре перегретого водяного пара t , °C | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 |
| 0 | 1,83 | 1,93 | 2,02 | 2,12 | 2,21 | 2,31 | 2,4 | 2,5 | 2,59 | 2,69 |
| 0,2 | 1,52 | 1,6 | 1,68 | 1,76 | 1,84 | 1,92 | 2 | 2,08 | 2,16 | 2,24 |
| 0,4 | 1,3 | 1,37 | 1,44 | 1,51 | 1,58 | 1,65 | 1,71 | 1,78 | 1,85 | 1,92 |
| 0,6 | 1,13 | 1,2 | 1,26 | 1,32 | 1,38 | 1,44 | 1,5 | 1,56 | 1,62 | 1,67 |
| 0,8 | 1,01 | 1,06 | 1,12 | 1,17 | 1,22 | 1,28 | 1,33 | 1,38 | 1,44 | 1,5 |
| 1 | 0,9 | 0,95 | 1 | 1,05 | 1,1 | 1,15 | 1,2 | 1,25 | 1,3 | 1,34 |
| 1,5 | — | 0,76 | 0,8 | 0,84 | 0,88 | 0,92 | 0,96 | 0,99 | 1,03 | 1,07 |
| 2 | — | 0,63 | 0,66 | 0,7 | 0,73 | 0,76 | 0,79 | 0,83 | 0,86 | 0,89 |
| 2,5 | — | 0,53 | 0,57 | 0,6 | 0,62 | 0,65 | 0,68 | 0,71 | 0,73 | 0,77 |
| 3 | — | — | 0,49 | 0,52 | 0,54 | 0,57 | 0,59 | 0,62 | 0,64 | 0,67 |
| 4 | — | — | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,45 | 0,47 | 0,49 | 0,51 | 0,53 |
| 5 | — | — | 0,32 | 0,34 | 0,35 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,43 | 0,44 |
| 6 | — | — | — | 0,29 | 0,3 | 0,32 | 0,33 | 0,35 | 0,36 | 0,38 |
| 7 | — | — | — | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,29 | 0,3 | 0,32 | 0,33 |
| 8 | — | — | — | 0,22 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,29 |
| 9 | — | — | — | 0,2 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,26 |
| 10 | — | — | — | — | 0,19 | 0,2 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 |
| 11 | — | — | — | — | 0,17 | 0,18 | 0,19 | 0,2 | 0,21 | 0,22 |
| 12 | — | — | — | — | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,2 |
| 13 | — | — | — | — | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,19 |
| 14 | — | — | — | — | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 |
| 15 | — | — | — | — | — | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 |
| 16 | — | — | — | — | — | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,15 |

ТАБЛИЦА 15

ЭНТАЛЬПИЯ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

| Давление p кгс/см ² | Значения i , ккал/кг, при температуре перегретого водяного пара t , °C | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 |
| 0 | 649 | 658,4 | 667,8 | 677,2 | 686,6 | 696 | 705,5 | 715,1 | 724,7 | 734,3 |
| 0,2 | 648,5 | 658,7 | 667,5 | 676,9 | 686,4 | 695,8 | 705,3 | 714,9 | 724,5 | 734,2 |
| 0,4 | 648 | 657,7 | 667,2 | 676,7 | 686,1 | 695,6 | 705,1 | 714,7 | 724,3 | 734 |
| 0,6 | 647,5 | 657,3 | 666,9 | 676,4 | 685,9 | 695,4 | 704,9 | 714,5 | 724,2 | 733,9 |
| 0,8 | 647 | 656,9 | 666,6 | 676,1 | 685,7 | 695,2 | 704,8 | 714,4 | 724 | 733,8 |
| 1 | 646,5 | 656,5 | 666,4 | 675,9 | 685,4 | 695 | 704,6 | 714,2 | 723,9 | 733,7 |
| 1,5 | — | 656,6 | 665,3 | 675,2 | 684,8 | 694,4 | 704 | 713,7 | 723,5 | 733,3 |
| 2 | — | 654,5 | 664,7 | 674,5 | 684,2 | 693,9 | 703,6 | 713,4 | 723,2 | 733 |
| 2,5 | — | 653,3 | 664 | 674 | 683,7 | 693,5 | 703,3 | 713,1 | 723 | 732,9 |
| 3 | — | — | 663,1 | 673,2 | 683 | 692,9 | 702,7 | 712,6 | 722,5 | 732,4 |
| 4 | — | — | 661,3 | 671,7 | 681,7 | 691,7 | 701,7 | 711,7 | 721,8 | 731,8 |
| 5 | — | — | 659,4 | 670,1 | 680,6 | 690,7 | 700,9 | 710,9 | 721,1 | 731,2 |
| 6 | — | — | — | 668,8 | 679,5 | 689,7 | 699,9 | 710,1 | 720,3 | 730,5 |
| 7 | — | — | — | 667,3 | 678,2 | 688,7 | 699 | 709,3 | 719,6 | 729,9 |
| 8 | — | — | — | 665,5 | 676,8 | 687,5 | 698,1 | 708,5 | 718,9 | 729,3 |
| 9 | — | — | — | 663,8 | 675,4 | 686,5 | 697,2 | 707,7 | 718,2 | 728,6 |
| 10 | — | — | — | — | 674,2 | 685,7 | 696,8 | 707,5 | 718 | 728,3 |
| 11 | — | — | — | — | 672,8 | 684,6 | 695,8 | 706,7 | 717,3 | 727,7 |
| 12 | — | — | — | — | 671,2 | 683,4 | 694,8 | 705,8 | 716,5 | 727,1 |
| 13 | — | — | — | — | 669,7 | 682,2 | 693,8 | 705 | 715,8 | 726,4 |
| 14 | — | — | — | — | 668,1 | 680,9 | 692,8 | 704,1 | 715,1 | 725,8 |
| 15 | — | — | — | — | — | 679,6 | 691,8 | 703,3 | 714,3 | 725,1 |
| 16 | — | — | — | — | — | 678,3 | 690,7 | 702,4 | 713,6 | 724,5 |

ТАБЛИЦА 16

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

| Температура t , °C | Давление p , кгс/см ² | Объемная масса γ , кг/м ³ | Энтальпия i , ккал/кг | Удельная теплоемкость c , ккал/(кг·°C) | Теплопроводность λ , ккал/(м·ч·°C) | Температуропроводность 10^4 а, м ² /ч | Динамическая вязкость 10^6 μ , кгс/см ² | Кинематическая вязкость 10^6 ν , м ² /с |
|----------------------|------------------------------------|---|-------------------------|--|--|--|--|--|
| 0 | 0 | 999,8 | 0 | 1,005 | 0,48 | 4,8 | 182,5 | 1,79 |
| 10 | 0 | 999,6 | 10,01 | 1,001 | 0,484 | 4,9 | 133 | 1,3 |
| 20 | 0 | 998,2 | 20,03 | 0,999 | 0,51 | 5,1 | 102 | 1 |
| 30 | 0 | 995,6 | 30 | 0,998 | 0,525 | 5,3 | 81,7 | 0,805 |
| 40 | 0 | 992,2 | 39,93 | 0,998 | 0,539 | 5,4 | 66,6 | 0,659 |
| 50 | 0 | 988 | 49,95 | 0,999 | 0,552 | 5,6 | 56 | 0,556 |
| 60 | 0 | 983,2 | 59,94 | 0,999 | 0,565 | 5,7 | 48 | 0,479 |
| 70 | 0 | 977,7 | 69,93 | 1,001 | 0,574 | 5,9 | 41,4 | 0,415 |
| 80 | 0 | 971,8 | 79,95 | 1,002 | 0,581 | 6 | 36,3 | 0,366 |
| 90 | 0 | 965,3 | 89,98 | 1,005 | 0,585 | 6,1 | 32,1 | 0,326 |
| 100 | 0,03 | 958,3 | 100,04 | 1,007 | 0,587 | 6,1 | 28,8 | 0,295 |
| 110 | 0,46 | 951 | 110,12 | 1,01 | 0,589 | 6,1 | 26 | 0,268 |
| 120 | 1,02 | 943,1 | 120,3 | 1,014 | 0,59 | 6,2 | 23,5 | 0,244 |
| 130 | 1,75 | 934,8 | 130,4 | 1,019 | 0,59 | 6,2 | 21,6 | 0,226 |
| 140 | 2,68 | 926,1 | 140,4 | 1,025 | 0,589 | 6,2 | 20 | 0,212 |
| 150 | 3,85 | 916,9 | 150,9 | 1,032 | 0,588 | 6,2 | 18,9 | 0,202 |
| 160 | 5,3 | 907,4 | 161,3 | 1,04 | 0,587 | 6,2 | 17,5 | 0,19 |
| 170 | 7,08 | 897,3 | 171,7 | 1,048 | 0,584 | 6,2 | 16,6 | 0,181 |
| 180 | 9,23 | 886,9 | 182,2 | 1,057 | 0,58 | 6,2 | 15,6 | 0,173 |
| 190 | 11,8 | 876 | 192,8 | 1,066 | 0,576 | 6,2 | 14,8 | 0,166 |

Глава 2. ВНУТРЕННИЕ И НАРУЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТАБЛИЦА 21

ЗНАЧЕНИЯ $t_{п}$ (И)

| Категория работы | Теплоотдача организма, ккал/ч | Значения $t_{п}$ (И), °С |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Легкая | До 120 | 21 |
| Средней тяжести | » 250 | 18,5 |
| Тяжелая | Более 250 | 16 |

2.1. Метеорологические условия в помещениях

Микроклимат помещения характеризуется совокупностью температуры воздуха и поверхностей, обращенных в помещение, влажностью и подвижностью воздуха. Значения параметров микроклимата следует принимать в зависимости от назначения помещения и времени года исходя из требований комфорта для находящихся в помещении людей и нормального протекания технологического процесса.

А. Температура помещения. Температурные условия в помещении определяются температурой воздуха $t_{в}$ и температурой внутренних поверхностей t_{i} . Радиационной температурой t_{R} называют среднюю температуру внутренних поверхностей, которую определяют относительно человека, стоящего в середине помещения, т. е.

$$t_{R} = \sum \Phi_{ч-i} \tau_i, \quad (2.1)$$

где $\Phi_{ч-i}$ — коэффициенты облученности (угловой коэффициент) окружающих поверхностей, имеющих различные температуры τ_i , с поверхности тела человека¹.

Приближенно радиационную температуру допускается определять осредненной по площадям поверхности F_i :

$$t_{R} \approx \frac{\sum F_i \tau_i}{\sum F_i}. \quad (2.2)$$

Интенсивность суммарного лучисто-конвективного теплообмена в помещении характеризуется результирующей температурой помещения $t_{п}$, принимаемой для обычных помещений с небольшой подвижностью воздуха

$$t_{п} = \frac{t_{в} + t_{R}}{2}. \quad (2.3)$$

Б. Температурная обстановка в помещении. Параметры микроклимата должны находиться в определенных сочетаниях между собой, соответствующих условиям комфорта для человека. Температурная обстановка в помещении должна находиться в «зоне комфортности тепловой обстановки».

Первое условие комфортности определяет температурную обстановку, при которой человек (находясь в середине помещения) отдает все явное тепло, не испытывая ни перегрева, ни переохлаждения. Математическая запись первого условия связывает между собой температуру воздуха $t_{в}$, радиационную температуру t_{R} и температуру помещения $t_{п}$ (И), определяемую по табл. 21 в зависимости от интенсивности физической работы, выполняемой человеком.

Для холодного периода года

$$t_{R} = 1,57 t_{п} (И) - 0,57 t_{в} \pm 1,5. \quad (2.4)$$

Определять температуры $t_{в}$ и $t_{п}$ необходимо для помещений, имеющих большие охлажденные поверхности (два и более наружных ограждения) или развитые нагретые поверхности (например, при панельно-лучи-

стом отоплении). Для обычных помещений $t_{в}$ и t_{R} можно принимать равными $t_{п}$.

Второе условие комфортности ограничивает интенсивность лучистого теплообмена, когда человек находится вблизи нагретых или охлажденных панелей в толчке и в стенах (расчетным является расстояние до стены 1 м).

Допустимая температура поверхности (для холодного периода года) определяется по формулам: для нагретой поверхности

$$\tau_{п}^{\text{доп}} \leq 19,2 + \frac{8,7}{\Phi_{ч-п}}; \quad (2.5)$$

для охлажденной поверхности

$$\tau_{п}^{\text{доп}} \geq 23 - \frac{5}{\Phi_{ч-п}}. \quad (2.6)$$

где $\Phi_{ч-п}$ — коэффициент облученности нагретой или охлажденной поверхности с наиболее невыгодно расположенной элементарной площадкой на поверхности тела человека (графики коэффициентов облученности приведены во II части справочника).

Исключение составляют окна, температура поверхности которых в помещении должна быть не ниже определенной по формуле

$$\tau_{ок}^{\text{доп}} \geq 14 - \frac{4,4}{\Phi_{ч-ок}}. \quad (2.7)$$

В. Расчетные условия в помещении и их обеспечение. Расчетные значения метеорологических условий в рабочей зоне помещений следует принимать по табл. 2.2 (составленной по табл. 5 СН 245-71 и табл. 1 главы СНиП II-Г.7-62). Следует иметь в виду, что для помещений с сильно развитыми нагретыми и охлажденными поверхностями приведенные в табл. 2.2 значения $t_{в}$ соответствуют температуре помещения $t_{п}$. Необходимая температура воздуха $t_{в}$ в этих помещениях должна определяться по формуле (2.4).

Система отопления и наружные ограждения должны обеспечивать поддержание в помещении заданных тепловых условий в течение всего холодного периода года. В зависимости от назначения помещения допускаются различные частота и продолжительность отклонения от расчетных внутренних условий. Численной характеристикой этих показателей является коэффициент обеспеченности $k_{об}$. Коэффициент обеспеченности:

$$k_{об,n} = n/N; \quad (2.8)$$

по продолжительности отклонений

$$k_{об,\Delta z} = \Delta z / \Delta Z. \quad (2.9)$$

¹ В. Н. Богословский. Строительная теплофизика. М., «Высшая школа», 1970.

НОРМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В РАБОЧЕЙ ИЛИ ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ЗОНЕ ПОМЕЩЕНИЙ В ХОЛОДНЫЙ И ПЕРЕХОДНЫЙ (ТЕМПЕРАТУРА НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НИЖЕ 10 °С) ПЕРИОДЫ ГОДА

| Помещения | Категория работы | На постоянных рабочих местах | | | | | | Допустимая температура воздуха в постоянных рабочих мест, °С |
|--|------------------|----------------------------------|--|---|----------------------------------|--|---|--|
| | | оптимальные | | | допустимые | | | |
| | | температура воздуха $t_{в}$, °С | относительная влажность воздуха $\Phi_{в}$, % | скорость движения воздуха $u_{в}$, м/с | температура воздуха $t_{в}$, °С | относительная влажность воздуха $\Phi_{в}$, % | скорость движения воздуха $u_{в}$, м/с | |
| Производственные, характеризующиеся незначительными избытками явного тепла — 20 ккал/(м ³ ·ч) и менее | Легкая | 20—22 | 30—60 | Не более 0,2 | 17—22 | Не более 75 | Не более 0,3 | 15—22 |
| | Средней тяжести | 17—19 | 30—60 | Не более 0,3 | 15—20 | То же | Не более 0,5 | 13—20 |
| | Тяжелая | 16—18 | 30—60 | То же | 13—18 | » | То же | 12—18 |
| Производственные, характеризующиеся значительными избытками явного тепла — более 20 ккал/(м ³ ·ч) | Легкая | 20—22 | 30—60 | Не более 0,2 | 17—24 | » | » | 15—26 |
| | Средней тяжести | 17—19 | 30—60 | Не более 0,3 | 16—22 | » | » | 15—24 |
| | Тяжелая | 16—18 | 30—60 | То же | 13—17 | » | » | 12—19 |
| Жилые, общественные и административные | — | 19—21 | 40—60 | » | По соответствующим главам СНиП | | | |

где n и Δz — число случаев и продолжительность подержания расчетных внутренних условий;

N и ΔZ — общее число случаев и общая продолжительность холодного периода года.

При определении коэффициента обеспеченности для холодного периода года за один случай принимается разное похолодание.

Значения коэффициентов обеспеченности $k_{об, n}$ и $k_{об, \Delta z}$ в зависимости от назначения помещения, для холодного периода года приведены в табл. 2.3.

ТАБЛИЦА 2.3

КОЭФФИЦИЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАСЧЕТНЫХ ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ

| Помещения | $k_{об, n}$ | $k_{об, \Delta z}$ | Требования к микроклимату |
|---|-------------|--------------------|---------------------------|
| С повышенными санитарно-гигиеническими условиями | 0,9 | 0,98 | Повышенные |
| С круглосуточным пребыванием людей или постоянным технологическим режимом | | | Высокие |
| С ограниченным во времени пребыванием людей | | | Средние |
| С кратковременным пребыванием людей | | | Низкие |

2.2. Расчетные характеристики наружного климата для холодного периода года

Температура наружного воздуха и скорость ветра. Для холодного периода года определяющими являются температура наружного воздуха и скорость ветра.

Для расчета сопротивления теплопередаче ограждения в главе СНиП II-A-7-71 приняты средние температуры наиболее холодных суток и пятидневок; для расчета мощности системы отопления в главе СНиП II-G-7-62 принята температура наиболее холодной пятидневки. Значения этих температур приведены в табл. 1 главы СНиП II-A-6-72.

В соответствии с главой СНиП II-A-7-71 расчетную скорость ветра для теплотехнического расчета ограждений следует принимать равной максимальной из средних скоростей ветра (по румбам за январь), повторяемость которых составляет 16% и более (см. табл. 5 главы СНиП II-A-6-72). Расчетную скорость ветра при расчете воздушного режима зданий высотой 15—30 м следует увеличивать на 15%, а зданий высотой 31—50 м — на 40%. Для расчета влажностного режима ограждений данные следует брать из карты влажностно-климатических характеристик районов СССР, приведенной в главе СНиП II-A-7-71.

Принятые в Строительных нормах и правилах расчетные наружные температуры соответствуют коэффициенту обеспеченности $k_{об, n}$ примерно равному 0,92.

Температура и продолжительность отопительного периода. В Строительных нормах и правилах, исходя из предположения о незначительном различии теплового баланса зданий основных потребителей тепла, продолжительность $\Delta z_{от, n}$ и средняя температура $t_{от, n}$ отопительного периода определяются для всех зданий по числу дней в году с устойчивой средней суточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже (по средним многолетним данным). Значения $\Delta z_{от, n}$ и $t_{от, n}$ приведены в табл. 1 главы СНиП II-A-6-72.

Для зданий со сложным тепловым балансом (в котором внутренние тепловыделения являются значительными) при определении годовых затрат тепла, режима регулирования и при необходимом специальном расчете, характеристик отопительного периода (по годовому ходу

параметров климата) и составляющих теплового баланса помещения.

Изменение произвольного параметра климата X (температуры и энтальпии воздуха, интенсивности солнечной радиации) во времени можно определить по формуле

$$X = X_{\Gamma} + A_X \cos 2\pi \frac{z}{365}, \quad (2.10)$$

где X_{Γ} — среднегодовое значение параметра X ;
 A_X — амплитуда его изменения;

z — время в сутках от z_{\max} , соответствующего максимальному значению параметра X .

Значения X_{Γ} , A_X и z_{\max} для различных климатических параметров и географических районов могут быть получены по данным метеорологических наблюдений, приведенным в «Справочнике по климату СССР» и главе СНиП II-A.6-72.

Тепловой баланс помещения Q_{Π} в годовом ходе с учетом гармонического характера изменения влияющих на него факторов также можно представить в виде

$$Q_{\Pi} = Q_{\Pi, \Gamma} + A_{Q_{\Pi}} \cos 2\pi \frac{z}{365}, \quad (2.11)$$

где $Q_{\Pi, \Gamma}$ — среднегодовое значение теплового баланса помещения;

$A_{Q_{\Pi}}$ — амплитуда его изменения.

Расход тепла на отопление в любой момент отопительного периода определяется величиной Q_{Π} . Когда тепловой баланс помещения становится отрицательным, появляется потребность в отоплении. Продолжительность отопительного периода в сутках

$$\Delta z_{\text{от,п}} = \frac{365}{\pi} \arccos \frac{Q_{\Pi, \Gamma}}{A_{Q_{\Pi}}}. \quad (2.12)$$

Годовые затраты тепла на отопление $Q_{\text{от,г}}$ приблизительно равны интегралу изменения Q_{Π} в пределах $\Delta z_{\text{от,п}}$:

$$Q_{\text{от,г}} = \int_{\Delta z_{\text{от,п}}} Q_{\Pi} dz \approx 0,143 m n A_{Q_{\Pi}} \left[116 - \frac{Q_{\Pi, \Gamma}}{A_{Q_{\Pi}}} (91,2 + 0,5 \Delta z_{\text{от,п}}) \right], \quad (2.13)$$

где m — число часов работы системы отопления в сутки;
 n — число дней работы системы отопления в неделю.

Глава 3. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ

3.1. Стационарная теплопередача

А. Сопротивление теплопередаче и распределение температуры в сечении многослойного ограждения. Передача тепла через ограждение состоит из сложного лучисто-конвективного теплообмена на его внутренней и наружной поверхностях, теплопроводности через материальные слои конструкции и теплопередачи через воздушные прослойки в ограждении.

При теплопередаче, когда по направлению движения тепла имеются последовательно и параллельно соединенные элементы, пользуются следующими правилами сложения термических сопротивлений.

Если сопротивления R_i расположены последовательно по направлению движения тепла, то общее термическое сопротивление R равно их сумме:

$$R = \sum R_i. \quad (3.1)$$

Если сопротивления расположены параллельно, то общая проводимость $1/R$ равна сумме параллельно расположенных проводимостей $1/R_i$:

$$1/R = \sum 1/R_i. \quad (3.2)$$

Общее сопротивление теплопередаче многослойного ограждения R , равно сумме сопротивлений теплопроводности отдельных материальных слоев R_i , теплопередаче воздушной прослойки $R_{в,пр}$ и теплообмену на внутренней $R_{в}$ и наружной $R_{н}$ поверхностях ограждения:

$$R_0 = R_{в} + \sum R_i + R_{в,пр} + R_{н}. \quad (3.3)$$

Коэффициент теплопередачи ограждения k (величина, обратная R_0) определяется в виде

$$\frac{1}{k} = R_0 = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_{в,пр} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \quad (3.4)$$

где $\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$ — коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, ккал/(м²·ч·°C) (см. пп. Б и В этой главы); δ_i , λ_i — толщина и теплопроводность i -го слоя материала в ограждении.

Теплопроводность строительного материала в ограждающей конструкции здания зависит от влажностного состояния внутренней и наружной сред и определяется при теплотехническом расчете ограждений по рекомендациям главы 5 справочника и табл. 1 и 2 главы СНиП II-A.7-71.

Тепловой поток, проходящий через ограждение,

$$q = \frac{1}{R_0} (t_{п} - t_{н}) = k (t_{п} - t_{н}), \quad (3.5)$$

где $t_{п}$ — температура помещения;

$t_{н}$ — температура наружного воздуха (внешней среды, окружающей ограждение).

Распределение температуры в сечениях многослойного ограждения определяется тем, что падение температуры в пределах каждого слоя пропорционально его термическому сопротивлению. В произвольном продольном сечении ограждения x температура t_x равна:

$$t_x = t_{п} - \frac{R_{п-x}}{R_0} (t_{п} - t_{н}), \quad (3.6)$$

где $R_{п-x}$ — сопротивление теплопередаче от помещения до сечения x .

Б. Теплообмен на поверхности в помещении. При теплотехническом расчете наружного ограждения коэффициент теплообмена на внутренней поверхности определяется по табл. 3.1 (составленной по табл. 6 главы СНиП II-A.7-71).

Однако этих рекомендаций недостаточно для полного расчета теплообмена на поверхности ограждения или на нагретой поверхности (особенно при лучистом и конвективном отоплении), расчета ниспадающих холодных и восходящих нагретых токов воздуха, выявления конвективных и лучистых составляющих теплообмена в помещении, определения теплового облучения поверхности сосредоточенным источником, расчета конденсации или испарения влаги с поверхности и т. д.

На охлажденной или нагретой поверхности в помещении происходит сложный лучисто-конвективный теп-

ТАБЛИЦА 3.1
КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА
НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ α_B

| Поверхности | α_B , ккал/(м ² ·ч·°С) |
|---|--|
| Стен, полов и потолков (гладких или с выступающими ребрами) при отношении высоты h ребер к расстоянию a между гранями соседних ребер $h/a \leq 0,3$ | 7,5 |
| Потолков с выступающими ребрами при соотношении $h/a > 0,3$ | 6,5 |

Примечание. Для потолков с лессонами при отношении $h/a > 0,3$ (где a — меньшая сторона лессона) следует принимать $\alpha_B = 6$ ккал/(м²·ч·°С).

лообмен. В результате тепловой поток q на поверхности, имеющей температуру τ , складывается из конвективного q_k и лучистого q_l потоков:

$$q = q_k + q_l = \alpha_k (t_B - \tau) + \alpha_l (t_R - \tau) = \alpha_B (t_B - \tau). \quad (3.7)$$

Конвективный теплообмен между воздухом (t_B) и поверхностью (τ) определяется коэффициентом конвективного теплообмена

$$\alpha_k = A \sqrt{\Delta t + 60 \frac{v_B^2}{h}} \pm 0,12 j, \quad (3.8)$$

где A — коэффициент, принимаемый равным: для вертикальных поверхностей 1,43; для горизонтальных поверхностей при направлении потока тепла сверху вниз 1, при направлении снизу вверх 1,86;
 Δt — разность температур t_B и τ , °С;
 v_B — общая подвижность (скорость) воздуха в помещении, м/с;
 h — высота помещения, м;
 j — интенсивность фильтрации воздуха через поверхность в кг/(м²·ч) [в формуле (3.8) при эксфильтрации принимается знак плюс, при инфильтрации — минус].

Коэффициент лучистого теплообмена на поверхности помещения

$$\alpha_l = C_{пр} b. \quad (3.9)$$

где $C_{пр}$ — приведенный коэффициент излучения поверхностей F_τ и F_{t_R} , имеющих температуру τ и t_R :

$$C_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{C_\tau} + \frac{F_\tau}{F_{t_R}} \left(\frac{1}{C_{t_R}} - \frac{1}{C_0} \right)}; \quad (3.10)$$

C_τ , C_{t_R} , C_0 — коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей (табл. 3.2) и абсолютно черного тела ($C_0 = 4,96$), ккал/(м²·ч·°К⁴);

b — температурный коэффициент:
 $b = 0,81 + 0,005 (\tau + t_R); \quad (3.11)$

t_R — радиационная температура помещения, определяемая по формулам (2.1)

и (2.2) в данном случае относительно поверхности, для которой рассчитывается α_l .

В помещениях (с поверхностями из бетона, кирпича или покрытыми краской, оклеенными бумагой) приведенный коэффициент излучения можно принимать равным 4,2.

ТАБЛИЦА 3.2
КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПОМЕЩЕНИИ

| Материал | Коэффициент излучения |
|-----------------------------|-----------------------|
| Мрамор | 4,6 |
| Кирпич обыкновенный красный | 4,6 |
| Бетон (гладкая поверхность) | 3,2 |
| Штукатурка | 4,6 |
| Дерево неокрашенное | 4 |
| Алюминий | 0,27 |
| Краски масляные | 4 |
| Стекло оконное | 4,6 |

Общий коэффициент теплообмена на поверхности в помещении

$$\alpha = \alpha_k \frac{t_B - \tau}{t_B - \tau} + \alpha_l \frac{t_R - \tau}{t_B - \tau}. \quad (3.12)$$

При $t_B \approx t_B \approx t_R$, согласно формуле (3.12),

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l. \quad (3.13)$$

На рис. 3.1 приведены средние значения α на плоской поверхности большой площади в зависимости от ее расположения в помещении и разности температур $t_B - \tau$.

Если против поверхности, для которой определяется α_l , находится другая (или другие) поверхность с температурой t_B , значительно отличающейся от t_R , то в формуле (3.7) необходимо учесть дополнительный радиационный поток на поверхность, имеющей температуру τ ,

$$q_R = C_{пр} \Phi_{\tau-t} F_{л} b (t_B - \tau), \quad (3.14)$$

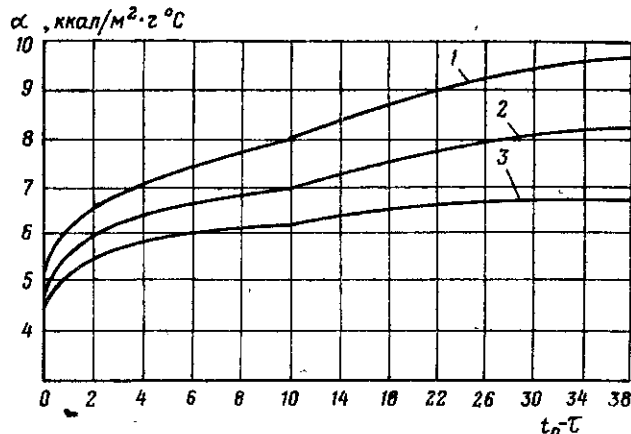


Рис. 3.1. Зависимость коэффициента теплообмена на поверхностях от их расположения в помещении и от разности температур

1 — нагретый пол, охлажденный потолок; 2 — стена; 3 — нагретый потолок, охлажденный пол

где

$$C_{пр} = \frac{C_{п} C_{\tau}}{C_0}; \quad (3.15)$$

$F_{п}$, $C_{п}$ и $\tau_{п}$ — площадь, коэффициент излучения и температура поверхности;
 b — температурный коэффициент, определяемый по формуле (3.11), для температур $\tau_{п}$ и τ ;
 $\Phi_{п-\tau}$ — коэффициент облученности поверхности F_{τ} с поверхности $F_{п}$.

При конденсации водяных паров на поверхности или при испарении с нее влаги происходит выделение теплоты фазового превращения воды $q_{ф}$, которое должно быть учтено в формуле (3.7) как составляющая общего теплообмена:

$$q_{ф} = i r \cdot 10^{-3}, \quad (3.16)$$

где r — скрытая теплота фазового превращения воды, ккал/кг;

$$r = 597,3 + 0,43 t_{в} - \tau; \quad (3.17)$$

i — интенсивность конденсации или испарения влаги, г/м²·ч:

$$i = \beta (e_{в} - E_{\tau}); \quad (3.18)$$

$e_{в}$ — упругость водяных паров в воздухе помещения, мм рт. ст.;
 E_{τ} — упругость водяного пара, полностью насыщающего воздух при температуре поверхности τ , мм рт. ст. (см. табл. 1.1);
 β — коэффициент массообмена на поверхности в помещении, г/(м²·ч·мм рт. ст.):

$$\beta \approx 3 \Delta t^{1/2} \Delta e^{2/3}; \quad (3.19)$$

Δt — разность температур $t_{в}$ и τ ;
 Δe — разность упругостей $e_{в}$ и E_{τ} .

Дополнительные потоки тепла $q_{р}$ и $q_{ф}$ могут быть учтены при расчете общего теплообмена на поверхности с помощью условной температуры помещения

$$t_{п.усл} = t_{п} \pm \frac{q_{р}}{\alpha} \pm \frac{q_{ф}}{\alpha} \quad (3.20)$$

(при дополнительных тепловыделениях на поверхности принимается знак плюс, при теплоотдаче — минус). При использовании $t_{п.усл}$ общий поток тепла на поверхности

$$q = \alpha (t_{п.усл} - \tau). \quad (3.21)$$

В. Теплообмен на наружной поверхности ограждений здания. При теплотехническом расчете ограждения коэффициент теплообмена на наружной поверхности определяется по табл. 3.3 (составленной по табл. 7 главы СНиП II-A.7-71).

Г. Теплопередача через воздушную прослойку. Сопротивление теплопередаче замкнутых (герметичных) воздушных прослоек в зависимости от их толщины и расположения, а также от направления теплового потока следует определять по табл. 3.4 (составленной по табл. 4 главы СНиП II-A.7-71).

Сопротивление теплопередаче вентилируемых (негерметичных) воздушных прослоек следует определять специальным расчетом. При расчете ограждения со сплошной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, допускается при определении R_0 учитывать только часть конструкции, расположенную между прослойкой и помещением.

ТАБЛИЦА 3.3

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДЕНИЯ $\alpha_{н}$

| Поверхности | Значения $\alpha_{н}$, ккал/(м ² ·ч·°С), в условиях | |
|--|---|--------------------------------------|
| | зимних | летних |
| Наружных стен и заповнений световых проемов | 20 | $b+10 \sqrt{\frac{v_{н}}{v_{в}}}$ |
| Покровов | 20 | $7,5+2,2 \sqrt{\frac{v_{н}}{v_{в}}}$ |
| Выходящие на чердак | 10 | 10 |
| Над холодными подвалом и подпольем | 5 | 5 |
| Вентилируемых воздушных прослоек и холодных (проветриваемых) подполий зданий, сооружаемых в северной строительной - климатической зоне | 15 | 15 |

ТАБЛИЦА 3.4

ТЕРМИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАМКНУТЫХ ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК $R_{в.пр}$

| Толщина прослойки, мм | Значения $R_{в.пр}$, м ² ·ч·°С/ккал, для горизонтальных прослоек при потоке тепла | | | |
|-----------------------|---|---------------|---|---------------|
| | снизу вверх и для вертикальных прослоек при температуре воздуха в прослойке | | сверху вниз при температуре воздуха в прослойке | |
| | положительной | отрицательной | положительной | отрицательной |
| 10 | 0,15 | 0,17 | 0,15 | 0,18 |
| 20 | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,22 |
| 30 | 0,16 | 0,19 | 0,19 | 0,24 |
| 50 | 0,16 | 0,2 | 0,2 | 0,26 |
| 100 | 0,17 | 0,21 | 0,21 | 0,27 |
| 150 | 0,18 | 0,21 | 0,22 | 0,28 |
| 200—300 | 0,18 | 0,22 | 0,22 | 0,28 |

Примечание. Величины $R_{в.пр}$ определены при разности температур на поверхностях прослоек, равной 10°. Величины, приведенные в таблице, необходимо умножать:

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| при разности температур 8° | на коэффициент 1,05 |
| » » » 6° | » 1,1 |
| » » » 4° | » 1,15 |
| » » » 2° | » 1,2 |

3.2. Нестационарная теплопередача

При пуске системы отопления, прекращении подачи тепла, регулировании теплоподдачи, периодическом и прерывистом отоплении, изменяющихся бытовых и технологических тепловыделениях в помещении и элементах системы возникают процессы нестационарной теплопередачи. Их можно разделить на две основные группы: 1) переходные, когда изменяется распределение температуры от одного стационарного состояния к другому; 2) периодически изменяющиеся.

А. Переходные тепловые процессы. При расчете разогрева (остывания) емких нагревательных приборов или расширительного сосуда системы и расчете со-

ставляющих теплового баланса промышленных помещений (при охлаждении или нагревании изделий) необходимо рассматривать переходный процесс нагревания (охлаждения) тел. Изменение температуры t тел с большой теплопроводностью (емкости с водой, нагревательные приборы систем отопления, металлические предметы) определяется их теплоемкостью C и интенсивностью теплообмена на поверхности. Изменение во времени z относительной избыточной температуры

$$\Theta = \frac{t - t_{\text{кон}}}{t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}}} = e^{-\frac{z}{CR_{\text{п}}}} \quad (3.22)$$

где $t_{\text{нач}}$, $t_{\text{кон}}$ — начальное и конечное значения температуры тела;

C — теплоемкость тела:

$$C = c \gamma V; \quad (3.23)$$

$c\gamma$ — объемная теплоемкость, ккал/(м³·°C);
 V — объем тела, м³;

$R_{\text{п}}$ — сопротивление теплообмену на поверхности площадью F :

$$R_{\text{п}} = 1/\alpha F; \quad (3.24)$$

α — коэффициент теплообмена на поверхности, определяемый по формуле (3.12) или рис. 3.1.

Количество тепла q , ккал/(м²·ч), проходящее через поверхность F в момент времени z ,

$$q = \frac{1}{R_{\text{п}}} (t - t_{\text{кон}}); \quad (3.25)$$

Полное количество тепла, полученное или отданное телом за первые часы до момента времени z , когда температура изменилась от $t_{\text{нач}}$ до t ,

$$Q = C (t_{\text{нач}} - t). \quad (3.26)$$

При изменении подачи тепла в помещение, которое может быть при пуске или прекращении отопления, регулировании, аварийных ситуациях, изменении технологических или бытовых тепловыделений, в конструкциях происходит процесс *одностороннего разогрева или охлаждения*. Вследствие этого необходимо определить допустимость изменения температуры поверхности (во избежание перегрева, образования конденсата и т. д.).

При одностороннем нагреве (охлаждении) или при изменении теплового потока на поверхности температурное поле в ограждении имеет вид, приведенный на рис. 3.2, где

$$\Theta = \frac{t(x, z) - t(x, 0)}{t(x, \infty) - t(x, 0)} = \frac{t(x, z) - t(x, 0)}{qR_0} = f(F_0, x/l), \quad (3.27)$$

здесь $t(x, z)$, $t(x, 0)$, $t(x, \infty)$ — температура в сечении x ограждения в моменты времени z , 0 и ∞ ;

q — измененный тепловой поток на поверхности, под влиянием которого возник переходный тепловой процесс;

R_0 — общее сопротивление теплопередаче ограждения (l — толщина ограждения с учетом слоев, сопротивление которых эквивалентно сопротивлению теплообмену на поверхностях; $l = R_0 \lambda$; λ — коэффициент теплопроводности материала ограждения);

F_0 — критерий Фурье:

$$F_0 = \frac{z}{CR_0}; \quad (3.28)$$

C — теплоемкость ограждения, равная $c\gamma\delta$ (δ — толщина ограждения без эквивалентных слоев).

На рис. 3.2 построено температурное поле в ограждении для случая одностороннего разогрева, когда тепловой поток на поверхности ограждения изменяется от

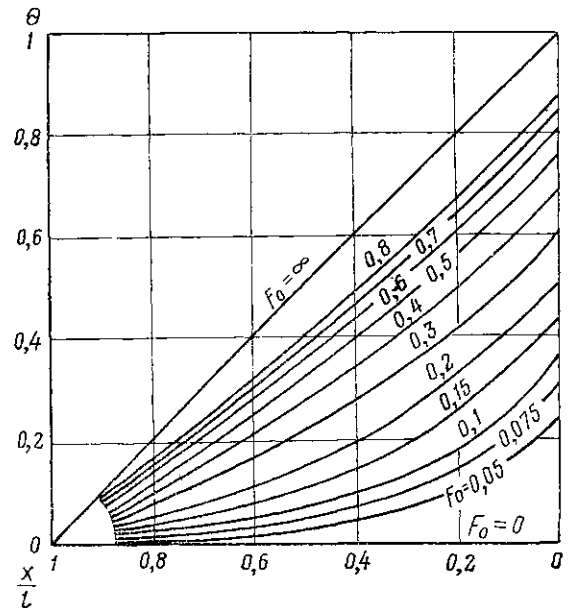


Рис. 3.2. Температурное поле в ограждении для случая одностороннего нагрева (охлаждения), когда задано изменение теплового потока на поверхности

нуля до q . Этот график и формулу (3.27) можно применить и для случая охлаждения или произвольного изменения теплового потока на поверхности от одного значения к другому. В последнем случае q соответствует новому значению теплового потока, а Θ определяет относительную избыточную (к начальному стационарному состоянию) температуру.

Б. Периодические тепловые процессы. При периодически изменяющихся внешних и внутренних тепловых воздействиях в ограждениях помещения происходят тепловые процессы, определяемые их теплоустойчивостью. *Теплоустойчивость* есть свойство ограждения сохранять относительное постоянство температуры при колебаниях теплового потока. Теплоустойчивость ограждения проявляется относительно колебаний внутренних тепловых воздействий в помещении и относительно изменений наружной температуры.

Теплоустойчивость ограждения относительно колебаний внутренних тепловых воздействий. Это свойство характеризуется коэффициентом теплоусвоения его внутренней поверхности Y , ккал/(м²·ч·°C), который равен отношению амплитуды колебания теплового потока на поверхности A_q к амплитуде колебания температуры поверхности A_t :

$$Y = A_q/A_t. \quad (3.29)$$

При определении Y учитывается только «слой резких колебаний» δ , м, в пределах которого показатель тепловой инерции D [см. формулу (3.43)] равен 1. Для однородной конструкции

$$D = RS = 1 \text{ и } \delta = \lambda/S, \quad (3.30)$$

где $R = \delta/\lambda$ — сопротивление теплопроводности «слоя резких колебаний»;

S — коэффициент теплоусвоения материала ограждения, ккал/(м²·ч·°C):

$$S = \sqrt{\frac{2\pi\lambda c\gamma}{T}}. \quad (3.31)$$

Для периода колебаний $T = 24$ ч

$$S_{24} = 0,51 \sqrt{\lambda c \gamma}. \quad (3.32)$$

При расчете коэффициента теплоусвоения ограждения Y могут встретиться следующие характерные случаи.

1. Если первый материальный слой ограждения, непосредственно примыкающий к внутренней поверхности ограждения, имеет $D_1 \geq 1$,

$$Y = S_1, \quad (3.33)$$

где S_1 — коэффициент теплоусвоения материала первого слоя.

2. Если $D_1 < 1$:

$$Y = \frac{R_1 S_1^2 + Y_2}{1 + R_1 Y_2}, \quad (3.34)$$

где R_1, S_1 — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материала первого слоя;

Y_2 — коэффициент теплоусвоения поверхности второго слоя в ограждении, определяемый по уравнениям (3.33) и (3.34), с той лишь разницей, что в формулах первый слой заменяется на второй.

3. Если вся толща ограждения имеет $D = \Sigma RS < 1$, при расчете Y по п. 2 коэффициент теплоусвоения на наружной поверхности принимается равным α_n .

4. Для внутренних ограждений, разделяющих помещения, при определении Y учитывается только часть конструкции до тепловой оси симметрии ограждения между помещениями. Если D этой части конструкции меньше 1, то Y определяют по формуле (3.34), принимая коэффициент теплоусвоения поверхности на оси симметрии ограждения равным нулю. Поэтому, например, для однородного внутреннего ограждения, если D до оси симметрии менее 1,

$$Y = R_{0,c} S^2, \quad (3.35)$$

где $R_{0,c}$ — сопротивление теплопроводности части конструкции до оси симметрии.

5. Если ограждение не обладает теплоинерционностью (воздушная прослойка, окно), то $S_1 = 0$. Поэтому для окна

$$Y_{ок} = \frac{\alpha_n}{1 + R_1 \alpha_n}, \quad (3.36)$$

где

$$R_1 = R_{ок} - R_b - R_n.$$

Связь между изменениями теплового потока A_q на поверхности ограждения и температуры помещения A_{t_n} устанавливает коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м²·ч·°C):

$$B = \frac{0,9 A_q}{A_{t_n}}, \quad (3.37)$$

который связан с Y зависимостью

$$\frac{1}{B} \approx \frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_b}; \quad B \approx \frac{1}{\frac{1}{Y} + \frac{1}{\alpha_b}} = \frac{\alpha_b Y}{Y + \alpha_b}. \quad (3.38)$$

Из первой записи видно, что сопротивление теплопоглощению $1/B$ равно сумме сопротивлений теплоусвоению $1/Y$ и теплообмену $1/\alpha_b$.

При однородном ограждении и правильных гармонических колебаниях изменение теплового потока q опережает изменение температуры поверхности t на величину $\varepsilon_y = T/8$ и температуры помещения t_n на величину

$$\varepsilon_b = \frac{T}{8} - B \left(\frac{\alpha_b}{Y} \right) T; \quad (3.39)$$

значения B (α_b/Y) даны в табл. 3.5.

ТАБЛИЦА 3.5

ЗНАЧЕНИЯ B (α_b/Y)

| α_b/Y | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 4 | 8 |
|--|------|-----|------|-----|-----|-----|
| $B \left(\frac{\alpha_b}{Y} \right) 10^2$ | 12,5 | 8,4 | 6,25 | 4,1 | 2,4 | 1,3 |

Теплоустойчивость ограждения относительно изменений наружной температуры. Это свойство характеризуется двумя показателями:

а) показателем сквозного затухания колебаний Φ наружной температуры при прохождении температурной волны через ограждение:

$$\Phi = A_{t_n}/A_{t_b}. \quad (3.40)$$

где A_{t_n} и A_{t_b} — амплитуды колебаний температуры наружного воздуха и температуры внутренней поверхности наружного ограждения;

б) показателем запаздывания температурных колебаний ε , равным отставанию во времени колебаний температуры внутренней поверхности ограждения от колебаний температуры наружного воздуха при проникании через ограждение температурной волны.

Показатели Φ и ε для однородного или многослойного ограждения, теплотехнические свойства которого в основном определяются двумя слоями (теплоизоляционным и конструктивным), равны:

$$\Phi = 2^D \left(0,83 + 3 \frac{\Sigma R}{D} \right) \beta_{сл} \beta_{в.пр}; \quad (3.41)$$

$$\varepsilon = 2,7 D - 0,4, \quad (3.42)$$

где D — показатель тепловой инерции ограждения:

$$D = \Sigma RS, \quad (3.43)$$

R, S — сопротивление теплопроводности и коэффициент теплоусвоения материальных слоев в ограждении;

$\beta_{сл}$ — коэффициент, учитывающий расположение двух основных слоев в конструкции ограждения:

$$\beta_{сл} = 0,85 + 0,15 S_2/S_1; \quad (3.44)$$

S_1, S_2 — коэффициенты теплоусвоения материала основных слоев в порядке их расположения по ходу температурной волны (от наружной к внутренней поверхности);
 $\beta_{в.пр}$ — коэффициент, учитывающий влияние воздушной прослойки.

$$\beta_{в.пр} = 1 + 0,5 R_{в.пр} \frac{D}{\Sigma R} \quad (3.45)$$

Величина ϕ для однородных ограждений (при $\beta_{с.л} = 1$ и $\beta_{в.пр} = 1$) определяется по рис. 3.3.

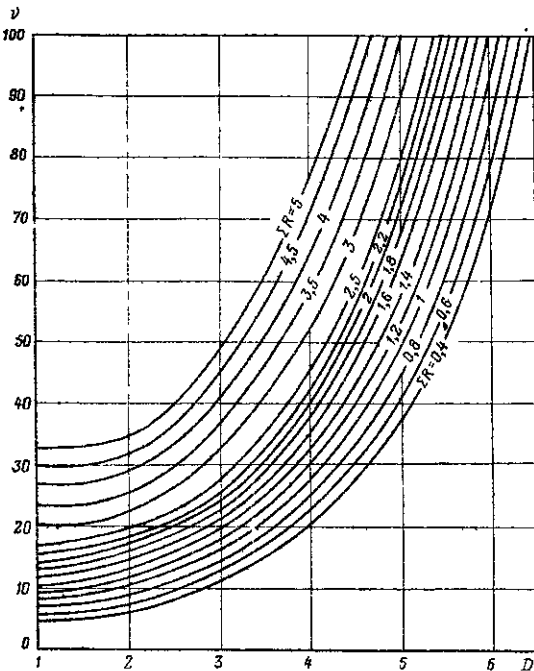


Рис. 3.3. Показатель сквозного затухания колебаний наружной температуры в однородном ограждении

При D ограждения, приблизительно равном 1,5 или меньше, показатель ϕ равен своему минимально возможному значению:

$$\phi = \phi_{\min} = R_0 / R_B \quad (3.46)$$

Теплоустойчивость ограждения при понижении температуры в период резкого похолодания. Для зимних условий характерным изменением наружной температуры является разовое резкое похолодание, когда наружная температура изменяется по кривой, близкой к треугольной. Для определения изменения температуры внутренней поверхности и теплопотерь через ограждения с разной тепловой инерцией необходим расчет затухания разового понижения наружной температуры¹.

Теплоустойчивость пола. Характеристикой теплоустойчивости пола (при контакте ноги человека с полом) является показатель тепловой активности B_0 . Для пола из однородного материала B_0 равен коэффициенту тепловой активности b , ккал/(м²·ч^{1/2}·°C):

$$B_0 = b = \sqrt{\lambda c \gamma} \quad (3.47)$$

Если толщина верхнего слоя материала конструкции оказывается такой, что величина, обратная критерию Фурье, $1/Fo'$ для этого слоя

$$\frac{1}{Fo'} = \frac{\Delta_1^2 c \gamma_1}{\lambda_1 \Delta \tau} \leq 3 \quad (3.48)$$

то

$$B_0 = b_1 (1 + k) \quad (3.49)$$

где $\Delta_1, \lambda_1, c \gamma_1$ — толщина, теплопроводность и объемная теплоемкость первого (верхнего) слоя;

$\Delta \tau$ — приведенное время контакта ноги с полом, принимаемое равным 0,1 ч;

b_1 — коэффициент тепловой активности первого слоя:

$$b_1 = \sqrt{\lambda_1 c \gamma_1} \quad (3.50)$$

k — коэффициент, значения которого в зависимости от отношения b_2/b_1 (коэффициентов тепловой активности второго и первого слоев) и от $1/Fo'$ приведены в табл. 3.6.

ТАБЛИЦА 3.6

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА k

| b_2/b_1 | $1/Fo'$ | | | | |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,01 | 0,1 | 0,5 | 1 | 2,5 |
| 0,2 | -0,7 | -0,55 | -0,27 | -0,12 | -0,03 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0,75 | 0,42 | 0,15 | 0,06 | 0,01 |
| 3 | 1,4 | 0,7 | 0,24 | 0,09 | 0,02 |

Если второй слой имеет $1/Fo'$ также ≤ 3 , то показатель его тепловой активности определяется по формуле (3.49) с заменой b_1 на b_2 .

Теплоустойчивость помещения. Теплоустойчивость помещения называется его свойство поддерживать относительное постоянство температуры при периодически изменяющихся теплопоступлениях. Теплоустойчивость помещения характеризуется двумя показателями:

а) показателем теплоусвоения помещения

$$Y_{\text{пом}} = \Sigma Y_i F_i \quad (3.51)$$

где Y_i, F_i — коэффициенты теплоусвоения и площади поверхностей, обращенных в помещение;

б) показателем теплопоглощения помещения

$$P_{\text{пом}} = P_{\text{огр}} + P_{\text{вент}} \quad (3.52)$$

где $P_{\text{огр}}$ — показатель теплопоглощения поверхностей всех ограждений в помещении:

$$P_{\text{огр}} = \Sigma B_i F_i \approx \frac{1}{\frac{1}{Y_{\text{пом}}} + \frac{1}{\Lambda}} \quad (3.53)$$

B_i и F_i — коэффициенты теплопоглощения и площади отдельных поверхностей;

Λ — показатель интенсивности теплообмена на всей площади ограждений помещения:

$$\Lambda = \bar{\alpha} \Sigma F_i \quad (3.54)$$

¹ См. сноску на с. 11.

$\bar{\alpha}$ — осредненный по всем поверхностям помещения коэффициент теплообмена;

$P_{\text{вент}}$ — показатель теплопоглощения в результате вентиляционного воздухообмена:

$$P_{\text{вент}} = L\gamma; \quad (3.55)$$

L — воздухообмен в помещении, м³/ч;

γ — объемная теплоемкость воздуха, равная 0,3 ккал/(м³·°C).

Неравномерность поступления тепла в помещение, например от нагревательного устройства при периодическом отоплении, характеризуется коэффициентом неравномерности

$$M = \frac{Q_{\text{макс}} - Q_{\text{мин}}}{2Q_{\text{ср}}}, \quad (3.56)$$

где $Q_{\text{ср}}$, $Q_{\text{макс}}$, $Q_{\text{мин}}$ — среднее за период, максимальное и минимальное теплоступление в помещении.

При правильных гармонических колебаниях теплоступлений

$$M = A_Q / Q_{\text{ср}}, \quad (3.57)$$

где A_Q — амплитуда изменения теплоступлений:

$$A_Q = \frac{Q_{\text{макс}} - Q_{\text{мин}}}{2}. \quad (3.58)$$

При прерывистой подаче тепла, т. е. когда в течение m часов в помещение поступает постоянное количество тепла $Q_{\text{макс}}$, а в течение n часов подачи тепла нет и $Q_{\text{мин}} = 0$:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{макс}} m}{m + n}; \quad (3.59)$$

$$M = \frac{n + m}{2m}. \quad (3.60)$$

где $n + m = T$ — общий период прерывистой подачи тепла.

При прерывистой подаче тепла

$$P_{\text{огр}} = \frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda}, \quad (3.61)$$

где Ω — коэффициент прерывистости, определяемый по табл. 3.7.

ТАБЛИЦА 3.7
КОЭФФИЦИЕНТ ПРЕРЫВИСТОСТИ Ω

| m/T | 0 | 1/8 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 7/8 | 1 |
|----------|---|------|------|------|------|------|------|------|---|
| Ω | 0 | 0,73 | 0,84 | 0,84 | 0,76 | 0,63 | 0,45 | 0,24 | 0 |

Расчетом теплоустойчивости помещения можно определить наибольшие отклонения температуры помещения от среднего значения $A t_{\text{п}}$. Амплитуда $A t_{\text{п}}$ при гармонических колебаниях теплоступлений

$$A t_{\text{п}} \approx \frac{0,9 A_Q}{1/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda + L\gamma}; \quad (3.62)$$

при прерывистых теплоступлениях

$$A t_{\text{п}} = \frac{0,9 Q_{\text{макс}}}{\frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda} + L\gamma}, \quad (3.63)$$

При отоплении пропусками или при сменной работе системы отопления ее установочная мощность $Q_{\text{уст.от}}$ должна быть в 2М раз больше $Q_{\text{ср}}$.

Режим работы отопления пропусками определяется по допустимому колебанию температуры в помещении $A t_{\text{п}}^{\text{доп}}$ по главе СНиП II-Г.7-62. Из формулы (3.63) следует, что М при этом должно быть равно:

$$M = \frac{A t_{\text{п}}^{\text{доп}}}{1,8 Q_{\text{ср}}} \left(\frac{1}{\Omega/Y_{\text{пом}} + 1/\Lambda} + L\gamma \right). \quad (3.64)$$

3.3. Теплопередача через элементы ограждений с двухмерными температурными полями

В ограждающих конструкциях, особенно в стеновых панелях современных зданий, фактически нельзя выделить площадь, в пределах которой обеспечивается одномерность температурного поля. Основную площадь ограждения занимают участки, примыкающие к наружным и внутренним углам, откосам оконных проемов, стыкам внутренних и наружных ограждений, теплопроводным включениям. В этих участках формируются сложные двух- и трехмерные температурные поля, часто приводящие к увеличению теплопотерь и понижению температуры внутренней поверхности ограждений.

Расчет состоит в определении фактических потерь тепла через сложные элементы и наиболее низкой температуры их внутренней поверхности.

Потери тепла удобно определять с помощью фактора формы f сложного элемента ограждения, который показывает, во сколько раз количество тепла, проходящего через внутреннюю поверхность шириной в два калибра af (один калибр равен условной толщине ограждения λR_0) элемента с многомерным температурным полем, больше потерь тепла через поверхность гладкого ограждения (одномерное поле) в пределах тех же двух калибров.

Ниже приведены факторы формы и температуры поверхностей простейших характерных элементов однородных ограждений с двухмерными температурными полями (рис. 3.4). Для сложных конструкций необходим расчет температурного поля методами конечных разностей, электротепловой аналогии или с помощью ЭВМ.

Наружный угол. Фактор формы $f_{\text{уг}} = 0,68$ по наружному обмеру ограждения и $f_{\text{уг}} = 1,18$ по внутреннему обмеру. Наиболее низкая температура t_x внутренней поверхности в углу определяется по формуле

$$\frac{t_{\text{в}} - t_x}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \approx 0,18 (1 - 0,2 R_0). \quad (3.65)$$

Откос оконного проема. Фактор формы $f_{\text{отк}} = 1,5$ (при определении $af = 2\lambda R_0'$, где R_0' — сопротивление теплопередаче внутренней части ограждения до оси заполнения оконного проема).

Стык внутреннего и наружного ограждений. Фактор формы стыка $f_{\text{ст}} = 0,95$ по наружному обмеру и $f_{\text{ст}} = 1,2$ по внутреннему обмеру (в одну сторону от оси стыка).

Теплопроводное включение (рис 35, а).
Фактор формы $f_{\text{вкл}}$ в одну сторону от оси включения равен

$$f_{\text{вкл}} = 1 + \frac{a}{4\lambda} (k_{\text{т.вкл}} - k), \quad (3.66)$$

где $k_{\text{т.вкл}}$, k — коэффициенты теплопередачи, рассчитанные по сечениям соответственно теплопроводного включения и основной конструкции;

a — ширина включения;

λ — теплопроводность теплоизоляционного материала основной конструкции.

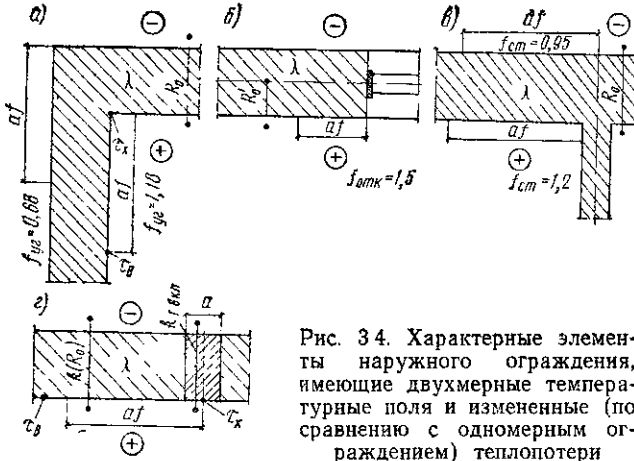


Рис. 34. Характерные элементы наружного ограждения, имеющие двухмерные температурные поля и измененные (по сравнению с одномерным ограждением) теплототери

a — наружный угол; b — откос оконного проема; c — стык внутреннего и наружного ограждения; e — теплопроводное включение

Наиболее низкая температура внутренней поверхности ограждения в зоне включения

$$\tau_x = \tau_b - \eta (\tau_b - \tau_{\text{т.вкл}}), \quad (3.67)$$

где η — коэффициент, определяемый по рис. 35, б;
 $\tau_{\text{т.вкл}}$ — температура внутренней поверхности ограждения, имеющего коэффициент теплопередачи $k_{\text{т.вкл}}$.

Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения. Для расчета теплопотерь через сложные ограждения необходимо пользоваться приведенным сопротивлением теплопередаче $R_{0 \text{ пр}}$, которое может заметно отличаться от сопротивления теплопередаче по глади ограждения R_0 . Для простенков трехслойных панелей

$$R_{0 \text{ пр}} \approx 0,6 R_0 + (0,3 \dots 0,08), \quad (3.68)$$

где 0,3 и 0,08 относятся к умножителю с λ , соответственно, равной 0,15 и 0,08

В других случаях приведенное сопротивление может быть определено по формуле

$$R_{0 \text{ пр}} = R_0 \frac{1}{1 + \frac{1}{F} \sum a f_i (f_i - 1) l_i}, \quad (3.69)$$

где R_0 — сопротивление теплопередаче по глади ограждения;

F — площадь ограждения по внутреннему или внешнему обмеру;

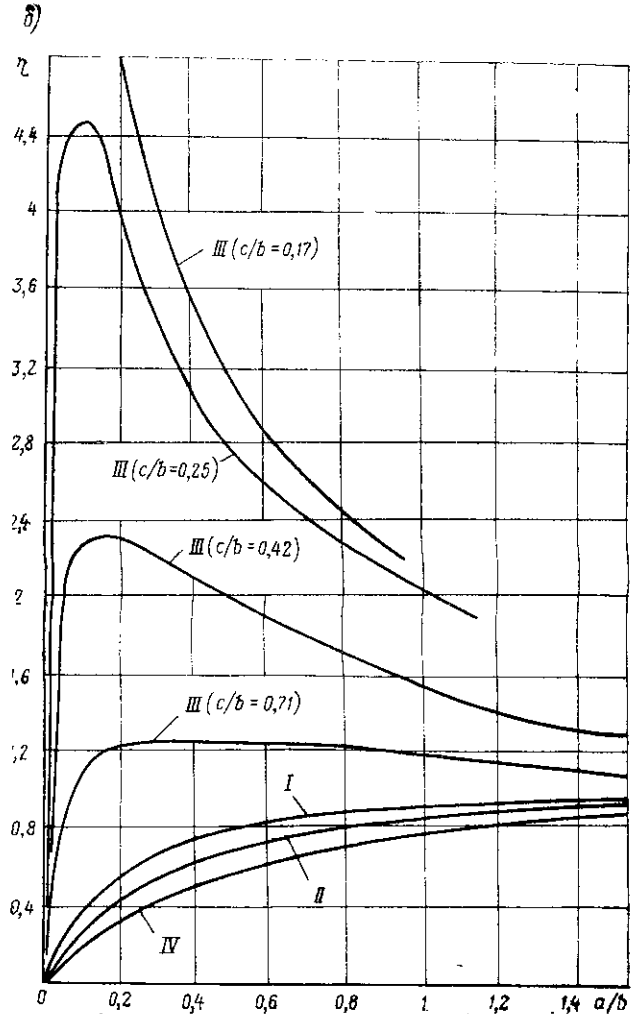
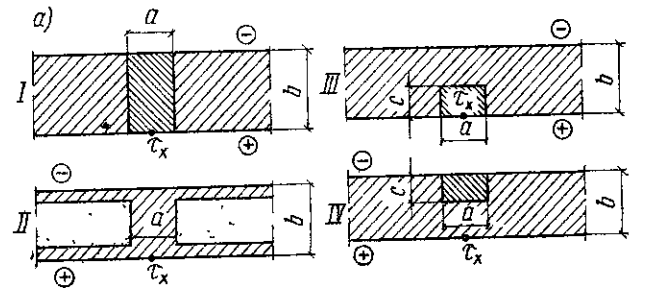


Рис 35 Виды теплопроводных включений (а) и кривые зависимости температурного коэффициента η от размеров и вида включения (б) для III вида включения при разных c/b

f_i , l_i , $a f_i$ — фактор формы, протяженность и ширина в два калибра участка i -го элемента конструкции с двухмерным температурным полем.

Глава 4. ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

ля массива ограждений и панелей характерен ла-
ный режим фильтрации воздуха и воздухопрони-
аемость определяется формулой

$$j = \frac{1}{R_n} \Delta p, \quad (4.1)$$

где j — расход воздуха, кг/(м²·ч);
 Δp — разность давлений воздуха с двух сторон ограждения, мм вод. ст. или кгс/м²;
 R_n — сопротивление воздухопроницанию ограждения, мм вод. ст.·м²·ч/кг.

Для многослойных ограждений R_n равно сумме сопротивлений воздухопроницанию отдельных слоев, расположенных последовательно по движению воздуха:

$$R_n = \sum R_{n,i}. \quad (4.2)$$

Сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев материалов приведены в приложении 4 главы СНиП II-A.7-71

Для отверстий характерен турбулентный режим движения воздуха; расход воздуха

$$j = i \Delta p^{1/2}, \quad (4.3)$$

где i — коэффициент воздухопроницаемости (проводимости), кг/(м²·ч·мм вод. ст.^{1/2}).

Общий расход воздуха, кг/ч, через всю площадь отверстия

$$G = \left(\frac{\Delta p}{S} \right)^{1/2}, \quad (4.4)$$

где S — характеристика сопротивления воздухопроницанию отверстия, мм вод. ст. (кг/ч)².

Для окон, закрытых дверей и ворот промышленных зданий

$$S_{\text{ок}} = \frac{\sum \xi_{\text{ш}}}{(15,9 \cdot 10^3)^2 (\delta_{\text{ш}} l_{\text{ш}})^2 \gamma}, \quad (4.5)$$

где $\sum \xi_{\text{ш}}$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений щелей притвора (4 — для притвора одинарной двери, 8 — двойной);

$(15,9 \cdot 10^3)^2$ — числовой коэффициент ($2g \cdot 3600^2$);
 $\delta_{\text{ш}}$, $l_{\text{ш}}$ — ширина и длина щелей притвора;
 γ — объемная масса воздуха, проходящего через притвор.

Для открытых проемов

$$S_{\text{пр}} = \frac{1}{(15,9 \cdot 10^3)^2 (\mu_{\text{пр}} F_{\text{пр}})^2 \gamma}, \quad (4.6)$$

где $\mu_{\text{пр}}$, $F_{\text{пр}}$ — коэффициент расхода (обычно 0,65) и площадь проема (отверстия).

Для вытяжных шахт, участков воздухопроводов и каналов

$$S_{\text{ш}} = \frac{R\beta' l + z}{G^2} \quad (4.7)$$

где $R\beta' l + z$ — потери давления на трение и местные сопротивления при расходе воздуха G

Воздухопроницаемость окон гражданских зданий характеризуется смешанным режимом фильтрации, для которого

$$\Delta p = A j + B j^2 \quad (4.8)$$

или

$$j = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4B \Delta p}}{2B}, \quad (4.9)$$

Параметры A и B приведены в табл. 11 главы СНиП II-A.7-71, там же приведены значения коэффициента воздухопроницаемости i окон при Δp , равной 1 мм вод. ст.

Глава 5. ВЛАГОПЕРЕДАЧА И ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДЕНИЙ

Перенос влаги в ограждающих конструкциях происходит аналогично передаче тепла. Термодинамическим показателем влажностного состояния материала является потенциал влажности θ , измеряемый градусами влажности (°В). При гигроскопической влажности материалов за потенциал влажности принимают парциальное давление водяного пара, мм рт. ст., в воздухе, находящемся во влажностном равновесии с материалом.

Влажностное состояние материала, воздуха помещений и окружающей ограждение наружной среды оценивается относительным потенциалом влажности φ_{θ} (при гигроскопической влажности — относительной влажностью воздуха φ).

Сопротивление влагопередаче отдельных слоев ограждения $R_{n,i}$ вычисляется по формуле

$$R_{n,i} = \delta_i / \mu_i, \quad (5.1)$$

где δ_i — толщина слоя материала, м;

μ_i — проводимость влаги материалом [размерность в шкале парциального давления водяного пара г/(м²·ч·мм рт. ст.)], принимаемая по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-A.7-71.

Сопротивление влагопередаче многослойного ограждения принимается равным сумме сопротивлений влагопередаче слоев

Расчетные величины сопротивлений влагопередаче некоторых листовых материалов и тонких слоев пароизоляции приведены в таблице приложения 5. главы СНиП II-A.7-71.

Выбор расчетных значений теплофизических характеристик влажных материалов в ограждениях. Теплофизические характеристики строительных материалов в ограждении определяются графами A , B и B^* табл. 1 приложения 2 СНиП II-A.7-71 в зависимости от влажностного состояния материала в ограждении. Для однослойных ограждений влажностное состояние материалов может быть определено по табл. 2 приложения 2 СНиП II-A.7-71. Для многослойных конструкций данных Строительных норм и правил недостаточно. Ниже приведены рекомендации для расчета влажностного состояния таких конструкций.

Относительный потенциал влажности материала φ_{θ} находится по потенциалу влажности материала слоя в конструкции многослойного ограждения θ_i и максимальному сорбционному потенциалу влажности $\theta_{m,c}$, соответствующему среднегодовой температуре материала слоя t_i , по формулам:

при $\theta_{m,c} < 40^\circ \text{В}$

$$\varphi_{\theta} = \frac{\theta_i - 8,1}{\theta_{m,c} - 8,1}; \quad (5.2)$$

при $\theta_{м.с} > 40^\circ\text{В}$

$$\varphi_{\theta} = \frac{\theta_i - 8,1}{0,862 \theta_{м.с} + 24,7} \quad (5.3)$$

Максимальный сорбционный потенциал влажности $\theta_{м.с}$ определяется по табл. 5.1.

ТАБЛИЦА 5.1

МАКСИМАЛЬНЫЕ СОРЕБЦИОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

| $t, ^\circ\text{C}$ | $\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$ | $t, ^\circ\text{C}$ | $\theta_{м.с}, ^\circ\text{В}$ |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| -20 | 8,7 | -3 | 15,5 | +6 | 19,7 |
| -15 | 10,3 | -2 | 16 | +7 | 20,5 |
| -10 | 12,5 | -1 | 16,3 | +8 | 20,8 |
| -9 | 13 | 0 | 16,7 | +9 | 21,8 |
| -8 | 13,5 | +1 | 17,1 | +10 | 23 |
| -7 | 13,8 | +2 | 17,5 | +15 | 31,7 |
| -6 | 14,2 | +3 | 18 | +20 | 100 |
| -5 | 14,7 | +4 | 18,3 | +25 | 236,5 |
| -4 | 15 | +5 | 19,2 | +30 | 414 |

ТАБЛИЦА 5.2

СРЕДНЕГОДОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР И ПОТЕНЦИАЛА ВЛАЖНОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

| Помещения | Влажностный режим | Среднегодовые значения | | |
|--|-------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------|
| | | $t_{в.г}, ^\circ\text{C}$ | $\theta_{в}, ^\circ\text{В}$ | $\varphi_{\theta_{в}}$ |
| Проектные бюро, чертежные залы, библиотеки | Сухой | 19 | 23 | 0,45 |
| Жилые дома, поликлиники, детские ясли | Нормальный | 19 | 24,5 | 0,5 |
| Душевые, раздевалки при них, Бани, прачечные | Влажный Мокрый | 25 30 | До 61 Более 61 | До 0,75 Более 0,75 |

Потенциал влажности произвольного слоя ограждения

$$\theta_i = \theta_{в} + \frac{R_{п.в-i}}{R_{п.о}} (\theta_{в} - \theta_{н}), \quad (5.4)$$

где $R_{п.в-i}, R_{п.о}$ — сопротивления влагопередаче соответственно от внутренней среды до центра рассматриваемого слоя i и общее для ограждения;

$\theta_{в}$ и $\theta_{н}$ — потенциалы влажности соответственно внутренней среды (табл. 5.2) и наружной среды (табл. 5.3) в зависимости от климатической зоны (см. карту главы СНиП II-A.7-71).

Среднегодовая температура рассматриваемого слоя ограждения

$$t_i = t_{в.г} - \frac{R_{в-i}}{R_0} (t_{в.г} - t_{н.г}), \quad (5.5)$$

где $t_{в.г}$ — среднегодовая температура внутренней среды помещения (см. табл. 5.2);

$t_{н.г}$ — среднегодовая наружная температура района постройки (см. табл. 1 главы СНиП II-A.6-72);

$R_{в-i}$ — сопротивление теплопередаче от внутренней среды до середины рассматриваемого слоя i .

Теплофизические характеристики строительных материалов принимаются по табл. 1 приложения 2 главы СНиП II-A.7-71 при $\varphi_{\theta} \leq 1,1$ по графе А; при $1,1 < \varphi_{\theta} < 1,3$ по графе Б; при $\varphi_{\theta} \geq 1,3$ по графе Б*.

Пример 5.1. Определить толщину утепляющего слоя стены прачечной. Внутренний железобетонный слой 40 мм, гидроизоляция поверхности железобетонной плиты — покрытие поливинилхлоридным лаком за четыре раза, утеплитель — шлакопемзобетон $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$. Район постройки — г. Липецк ($t_{в.г} = 5,1^\circ\text{C}$). Параметры внутренней среды: $t_{в} = 30^\circ\text{C}$, $\varphi_{в} = 80\%$. Ограждение легкой массивности, $R_0^{\text{ТР}} = 1,16 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C/ккал}$.

Выполним предварительный расчет, задавшись характеристиками по графе Б: $\lambda_{жб} = 1,40$; $\lambda_{шб} = 0,55 \text{ ккал/(м} \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C)}$:

$$R_{шб} = R_0^{\text{ТР}} - \left(R_{в} + \frac{\delta_{жб}}{\lambda_{жб}} + R_{н} \right) = 1,16 - \left(0,133 + \frac{0,04}{1,4} + 0,05 \right) = 0,948.$$

ТАБЛИЦА 5.3

ПОТЕНЦИАЛЫ ВЛАЖНОСТИ НАРУЖНОЙ СРЕДЫ

| Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-A. 7-71) | $\varphi_{\theta_{н}}$ | $\theta_{н}$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, $^\circ\text{C}$ | | | | | | |
|---|------------------------|--|------|------|-------|------|------|------|
| | | -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| Влажная | 2,3 | 23,7 | 24,9 | 26,5 | 28,55 | 29,7 | 31,2 | 33 |
| Нормальная | 2 | 21,7 | 22,8 | 24,1 | 25,5 | 26,8 | 28,2 | 29,7 |
| Сухая | 1,4 | 17,6 | 18,4 | 19,3 | 20,3 | 21,2 | 22,2 | 23,2 |

Продолжение табл. 5.3

| Нормируемая влажностная зона (по карте главы СНиП II-A. 7-71) | $\varphi_{\theta_{н}}$ | $\theta_{н}$ при среднегодовой наружной температуре района строительства, $^\circ\text{C}$ | | | | |
|---|------------------------|--|------|------|-------|------|
| | | +4 | +5 | +6 | +8 | +10 |
| Влажная | 2,3 | 34,8 | 36,7 | 38,3 | 121,5 | 181 |
| Нормальная | 2 | 31,2 | 33 | 34,8 | 65,8 | 120 |
| Сухая | 1,4 | 24,3 | 25,6 | 26,8 | 29,5 | 32,6 |

Толщина утеплителя $\delta = 0,55 \cdot 0,948 = 0,53$ м.

На основе данных предварительного расчета определяем соотношение теплопередаче слоев, воспользовавшись нормативными данными по паропроницаемости:

железобетон: $\mu = 0,004$ г/(м²·ч·мм рт. ст.); $R_{п-жб} = 0,04$; $0,004 = 10$ м²·ч·мм рт. ст. г;
гидроизоляция: $R_{п-г} = 58$ м²·ч·мм рт. ст./г;
шлакопемзобетон: $\delta = 0,53$ м; $\mu_{шб} = 0,011$; $R_{п-шб} = 0,53$; $0,011 = 18,2$ м²·ч·мм рт. ст./г.

По табл. 5.2 для прачечных $\theta_{в} > 61^{\circ}$ В, принимаем $\theta_{в} = 62^{\circ}$ В
Согласно табл. 5.3, при среднегодовой температуре $5,1^{\circ}$ С для сухой зоны $\theta_{н} = 25,7^{\circ}$ Р

Потенциал влажности и температура утеплителя:

$$\theta_{шб} = 62 - \frac{10 + 58 + \frac{48,2}{2}}{10 + 58 + 48,2} (62 - 25,7) = 33,2^{\circ} \text{ В.}$$

$$t_{шб} = 30 - \frac{0,133 + \frac{0,04}{1,4} + \frac{0,53}{2 \cdot 0,55}}{1,16} (30 - 5,1) = 16,2^{\circ} \text{ С}$$

Согласно табл. 5.1, температуре $t_{шб} = 16,2^{\circ}$ С соответствует $\theta_{м.с} = 35,6^{\circ}$ В;

$$\Phi_{\theta_{шб}} = \frac{33,2 - 8,1}{35,6 - 8,1} = 0,915 < 1,1$$

Принимаем теплофизические характеристики по графе А:

$\lambda_{шб} = 0,4$.

Толщина слоя утеплителя $\delta = 0,4 \cdot 0,948 = 0,38$ м.

Повторный расчет $\Phi_{\theta_{шб}}$ при толщине утеплителя 0,38 м полученный результат не изменяет.

Глава 6. ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ. ОБЩАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА

Ограждения здания должны обладать требуемыми теплозащитными свойствами и быть в достаточной степени воздухо- и влагонепроницаемыми. Теплозащитные свойства наружных ограждений определяют двумя показателями: сопротивлением теплопередаче R_0 и теплоустойчивостью, которую оценивают по характеристике тепловой инерции ограждения D . Величина R_0 определяет сопротивление ограждения передаче тепла в стационарных условиях, а теплоустойчивость характеризует сопротивляемость ограждения передаче изменяющихся во времени периодических тепловых воздействий.

Наиболее важным является определение расчетного сопротивления теплопередаче R_0 основной части (глади) конструкции ограждения; с этого определения и начинают теплотехнический расчет ограждения: R_0 должно быть равно или больше минимально допустимого по санитарно-гигиеническим соображениям (требуемого) сопротивления $R_0^{ТР}$ теплопередаче:

$$R_0 \geq R_0^{ТР}. \quad (6.1)$$

Это условие необходимо, но недостаточное, поскольку при определении R_0 должны учитываться также и технико-экономические показатели. Если оказывается, что экономически оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения

$$R_0^{опт} > R_0^{ТР}, \quad (6.2)$$

то расчетное сопротивление должно определяться по формуле

$$R_0 \approx R_0^{опт}. \quad (6.3)$$

В этом случае сопротивление R_0 будет больше минимально допустимого $R_0^{ТР}$ и целесообразно в экономическом отношении.

После определения R_0 глади ограждения следует проверить теплозащитные свойства сложных элементов конструкции (стыков, углов, включений). Необходимым и достаточным условием этого расчета является отсутствие выпадения конденсата на поверхностях конструкций ($\tau_x > t_p$).

Для расчета теплопотерь и тепловых условий в помещении часто требуется кроме R_0 рассчитать приведенное сопротивление $R_0^{пр}$ теплопередаче ограждения.

Для зданий, расположенных в южных районах, дополнительно проверяют теплоустойчивость ограждений в расчетных летних условиях. Недостаточную теплоустойчивость ограждения для зимнего периода года учитывают увеличением сопротивления ограждения теплопередаче при расчете $R_0^{ТР}$.

Проверяют теплоустойчивость конструкции полов.

Для заполнения оконных и дверных проемов теплозащитные свойства регламентируются только сопротивлением теплопередаче конструкции, которое должно быть не ниже требуемого. Допустимая воздухопроницаемость окон, дверей, стыков конструкций, стен и перекрытий здания определяется нормируемыми сопротивлением воздухопроницанию, расходом воздуха, дополнительными затратами тепла или понижением температуры внутренней поверхности конструкции при инфильтрации.

Влагозащитные свойства ограждения должны исключать переувлажнение материалов за счет атмосферной влаги и диффузии водяных паров из помещения.

Процессы передачи тепла, фильтрации воздуха и переноса влаги взаимосвязаны, и одно явление оказывает влияние на другое, поэтому определение тепло-, воздухо- и влагозащитных свойств должно проводиться как общий расчет требуемых защитных свойств наружных ограждений здания.

Глава 7. ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

7.1. Требуемое (минимально допустимое) сопротивление теплопередаче

Требуемое сопротивление теплопередаче наружного ограждения выбирается исходя из условия удовлетворения санитарно-гигиеническим требованиям и определяется по формуле

$$R_0^{ТР} = R_{в} \frac{(t_{в} - t_{н}) n}{\Delta t^{н}}, \quad (7.1)$$

где $R_{в}$ — сопротивление теплообмену на внутренней поверхности ограждения, определяемое с учетом данных табл. 3.1 или в отдельных случаях, отмеченных в главе 2, по методике, изложенной там же;

$t_{в}$, $t_{н}$ — расчетные температуры внутреннего (см. п. 2.1) и наружного (см. п. 2.2) воздуха;

$\Delta t^{н}$ — нормируемый перепад температур на внутренней поверхности ограждения; принимается по табл. 7.1 (составленной по табл. 2 главы СНиП II-A.7-71);

n — коэффициент, уменьшающий расчетную разность температур для ограждений, непосредственно не соприкасающихся с на-

ружным воздухом; определяется по табл. 7.2 (составленной по табл. 1 главы СНиП II-A.7-71).

ТАБЛИЦА 7.2

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА α

| Ограждения | Коэффициент α |
|--|----------------------|
| 1. Наружные стены, покрытия, перекрытия над проездами, а также перекрытия над холодными (проветриваемыми) подпольями зданий и сооружений, возводимых в районах северной строительного-климатической зоны | 1 |
| 2. Чердачные перекрытия со стальной, черепичной или асбестоцементной кровлей по разреженной обрешетке и покрытия с вентилируемыми простояками | 0,9 |
| 3. Чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов | 0,8 |
| 4. Стены и перекрытия (за исключением указанных в поз. 8 и 9), отделяющие отапливаемые помещения от сообщающихся с наружным воздухом неотапливаемых помещений (например, тамбуров) | 0,7 |
| 5. Стены и перекрытия, отделяющие отапливаемые помещения от неотапливаемых, не сообщающихся с наружным воздухом | 0,4 |
| 6. Перекрытия над подпольями, расположенными ниже уровня земли, при непрерывной конструкции цоколя с $R_0 = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{ккал}$ | 0,4 |
| 7. То же, и перекрытия над холодными подпольями, расположенными выше уровня земли | 0,75 |
| 8. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами, расположенными ниже уровня земли или имеющими наружные стены, выступающие над уровнем земли до 1 м, с окнами в наружных стенах подвалов | 0,6 |
| 9. То же, без окон | 0,4 |

ТАБЛИЦА 7.1

НОРМИРУЕМЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУР Δt^H

| Помещения | Δt^H , °C, не более | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|
| | для наружных стен | для покрытий и чердачных перекрытий |
| 1. Жилые, а также помещения больниц и детских яслей-садов | 6 | 4 |
| 2. Помещения поликлиник и школ | 6 | 4,5 |
| 3. Помещения общественных зданий (за исключением указанных в поз. 1 и 2), административных зданий, а также вспомогательных зданий и промышленных предприятий (за исключением помещений с влажным и мокрым режимами) | 7 | 5,5 |
| 4. Отапливаемые помещения производственных зданий с расчетной относительной влажностью воздуха менее 50% | 10 | 8 |
| 5. То же, от 50 до 60% | 8 | 7 |
| 6. Помещения производственных зданий с избыточными тепловыделениями и расчетной относительной влажностью внутреннего воздуха не более 45% | 12 | 12 |
| 7. Помещения производственных зданий (промышленных, сельскохозяйственных и других предприятий) с расчетной влажностью внутреннего воздуха выше 60%: | | |
| а) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях стен и потолков | $t_b - t_p$ | $t_b - t_p - 1$ |
| б) в которых не допускается конденсация влаги на внутренних поверхностях потолков | 7 | $t_b - t_p - 0,5$ |

ТАБЛИЦА 7.3

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАРУЖНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

| D | <4 | 4—7 | >7 |
|-------|-----------|-------------------------------|-----------|
| t_n | $t_{n,1}$ | $\frac{t_{n,1} + t_{n,5}}{2}$ | $t_{n,5}$ |

Примечание. Температурный перепад между расчетной температурой воздуха и температурой поверхности пола следует принимать равным: 2 °C для полов жилых зданий, больниц, детских яслей-садов; 2,5 °C для полов общественных зданий, за исключением указанных выше, а также для полов производственных зданий с постоянными рабочими местами, если на них не предусмотрены специальные мероприятия против охлаждения ног работающих. На участках, где отсутствуют постоянные рабочие места, Δt^H не нормируется.

Расчетная наружная температура принимается равной средней за наиболее холодные сутки $t_{n,1}$, наиболее холодную пятидневку $t_{n,5}$ и средней между ними в зависимости от показателя тепловой инерции ограждения D (табл. 7.3).

Тепловая инерция D определяется по формуле (3.43).

Практически расчет R_0^{TP} проводится в следующем порядке:

1) задаются температурой наружного воздуха и рассчитывают R_0^{TP} ;

2) находят термическое сопротивление утеплителя и показатель тепловой инерции ограждения;

3) при несоответствии принятой в п. 1 температуры полученной в п. 2 тепловой инерции расчет повторяют.

7.2. Оптимальное (по технико-экономическим показателям) сопротивление теплопередаче ограждения

Применение современных дешевых и эффективных утеплителей позволяет увеличить сопротивление теплопередаче ограждения сверх требуемого и тем самым улучшить микроклимат в помещении и уменьшить расходы тепла на отопление. В ряде случаев увеличение толщины теплоизоляции ограждения оказывается экономически оправданным.

Экономической характеристикой, определяющей рациональность конструктивного решения, является величина приведенных затрат

$$П = K + ЭT, \quad (7.2)$$

где K — капиталовложения в ограждения и системы отопления и кондиционирования, руб/м²,
 $Э$ — эксплуатационные затраты, руб/(год·м²);
 T — нормативный срок окупаемости дополнительных капиталовложений, год.

Оптимальное сопротивление теплопередаче ограждения R_0^{opt} соответствует минимуму приведенных затрат и определяется по формуле

$$R_0^{opt} = \left(\frac{B_k + B_\varepsilon T}{\lambda k_{огр}} \right)^{1/2}, \quad (7.3)$$

где

$$B_k = (t_{пз} - t_{нз}) S_{с.от} (1 + C_{с.от} T) + (t_{усл.н.л} - t_{п.л}) S_{с.к} (1 + C_{с.к} T); \quad (7.4)$$

$$B_\varepsilon = (t_{пз} - t_{усл.от.п}) \Delta z_{от.п} S_T + (t_{усл.охл} - t_{п.л}) \Delta z_{охл} S_X; \quad (7.5)$$

$$k_{огр} = S_{из} (1 + C_{огр} T), \quad (7.6)$$

$t_{пз}$, $t_{п.л}$ — расчетные значения температуры помещения для зимы и лета;

$t_{нз}$, $t_{усл.от.п}$, $\Delta z_{от.п}$ — расчетная зимняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность отопительного периода,

$t_{усл.н.л}$, $t_{усл.охл}$, $\Delta z_{охл}$ — расчетная условная летняя температура, средняя условная наружная температура и продолжительность охлаждающего периода,

$S_{с.от}$, $S_{с.к}$ — приращение стоимости систем отопления и кондиционирования при изменении установочной мощности на 1 ккал/ч соответственно по теплу и холоду,

$C_{с.от}$, $C_{с.к}$, $C_{огр}$ — ежегодные отчисления на амортизацию и текущий ремонт от капитальных затрат соответственно на систему отопления, систему кондиционирования и ограждения в долях единицы в год,

S_T , S_X , $S_{из}$ — стоимость тепла, холода, руб/ккал, и теплоизоляции в конструкции ограждения, руб/м³.

Все данные для расчета R_0^{opt} в соответствии с рекомендацией Строительных норм и правил следует прини-

мать по «Пособию по теплотехническому расчету ограждающих конструкций», которое подготовлено НИИ строительной физики к изданию в дополнение и развитие главы СНиП II-A-7-71.

7.3. Теплозащита световых проемов и дверей

Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов в зависимости от разности расчетных внутренних и наружных температур и назначения помещения приведено в табл. 3 главы СНиП II-A-7-71.

Сопротивление теплопередаче дверей (кроме балконных) и ворот следует принимать не менее $0,6 R_0^{тр}$, определенного по формуле (7.1) для стен здания.

Фактические значения R_0 различных конструкций заполнения световых и дверных проемов приведены в табл. 7.4

ТАБЛИЦА 7.4

СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЗАПОЛНЕНИЙ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ (ОКОН И БАЛКОННЫХ ДВЕРЕЙ) И НАРУЖНЫХ ДВЕРЕЙ

| Заполнение проемов | R_0 | Значения k для расчета теплопотерь в зданиях | |
|---|-------|--|-----------|
| | | крупнопанельных | кирпичных |
| Одинарное остекление в одинарном переплете | 0,2 | 5 | — |
| Двойное остекление в спаренных переплетах | 0,4 | 2,5 | 3 |
| То же, в раздельных двойных переплетах | 0,44 | 2,3 | 2,7 |
| Тройное остекление, одинарное плюс спаренное | 0,6 | 1,7 | — |
| Остекление из пустотных стеклянных блоков на тяжелом растворе | 0,5 | 2 | — |
| То же, на легком растворе | 0,6 | 1,7 | — |
| Двери стеклянные одинарные | 0,18 | 5,5 | 5,5 |
| То же, двойные | 0,31 | 3,2 | 3,2 |
| Магазинные витрины, вентилируемые | 0,25 | 4 | 4 |
| Витражи со стальными переплетами | 0,3 | 3,3 | 3,3 |
| Наружные двери и ворота одинарные | 0,25 | 4 | 4 |
| То же, двойные | 0,5 | 2 | 2 |
| Внутренние двери одинарные | 0,4 | 2,5 | 2,5 |

Примечания 1 Коэффициенты приведены для окон и дверей в деревянных переплетах и коробках. При применении металлических и железобетонных переплетов и коробок приведенные значения следует увеличить на 10%.

2 В крупнопанельных зданиях потери тепла через откосы оконного проема, учитываются в $R_0^{пр}$ наружной стены. В кирпичных зданиях они учтены в коэффициенте теплопередачи окна.

7.4. Требуемая теплоустойчивость ограждений

Теплоустойчивость наружных ограждений должна исключать заметные изменения температуры внутренней поверхности зимой при разовых понижениях температу-

ТАБЛИЦА 81

**ТРЕБУЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ОКОН ЗДАНИЙ
ВЫСОТОЙ ДО 14 ЭТАЖЕЙ**

| Здания | i^{TP} при расчетных температурах наружного воздуха t_n , °C | | | |
|-------------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| | до -15 | от -16 до -30 | от -31 до -45 | от -46 и ниже |
| 5-этажные | 16 | 9,5 | 7 | 5 |
| 6—9-этажные | 13 | 7,5 | 5 | 3,5 |
| 10—14-этажные | 10 | 5,5 | 3,5 | 2,4 |

Примечание Значения i^{TP} , указанные в таблице, уменьшаются на 15% при v_n от 5,1 до 7 м/с, на 30% при v_n от 7,1 до 9 м/с, на 40% при v_n более 9 м/с

ТАБЛИЦА 82

**МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ РАСХОДЫ ВОЗДУХА,
ПРОНИКАЮЩЕГО ЧЕРЕЗ ОКНА ЖИЛЫХ
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

| Средняя температура наиболее холодной пяти- дневки, °C | —10 и вы- ше | От -11 | От -21 | От -31 | От -41 | От -51 |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | до -20 | до -30 | до -40 | до -50 | и ниже |
| $j_{доп}$, кг/(м ² ·ч) | 25 | 17 | 13 | 11 | 9 | 8 |

ры, летом при суточных колебаниях наружной температуры и интенсивности падающей солнечной радиации.

При выборе зимней расчетной температуры t_n принимается во внимание теплоинерционность ограждения, поэтому при расчете R_o^{TP} учитывается теплоустойчивость ограждения при разовом понижении температуры зимой. Кроме этого, в нормах предлагается R_o^{TP} наружных стен помещений с повышенной или высокой обеспеченностью увеличивать на 10% для однослойных и на 20% для многослойных панелей. Для наружных ограждающих конструкций этой же категории помещений при $D \leq 2,5$ предлагается R_o^{TP} увеличивать на 30%.

В летних условиях теплоустойчивость ограждений должна обеспечивать колебание температуры внутренней поверхности с амплитудой A_{τ_B} не более допустимой $A_{\tau_B}^{доп}$:

$$A_{\tau_B} \leq A_{\tau_B}^{доп} = 2,5 - 0,1 (t_{VII} - 20), \quad (7.7)$$

где t_{VII} — средняя за июль температура наружного воздуха.

Определение A_{τ_B} необходимо проводить (см. раздел 3.2Б) при $t_n = const$ в условиях расчетных летних суток при колебаниях условной наружной температуры, учитывающей действие солнечной радиации.

Проверить теплоустойчивость ограждений для летних условий не требуется, если $D > 4$ для стен и $D > 5$ для перекрытий или при t_{VII} меньше 20°С.

7.5. Требуемая теплоустойчивость полов

Для помещений повышенной и высокой обеспеченности показатель тепловой активности пола B_o по (3.49) должен быть не более 10, средней обеспеченности — не более 12 (согласно табл. 8 главы СНиП II-A.7-71). Для помещений, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием людей и температура поверхности пола в которых более 23°С, проверить теплоустойчивость конструкции пола не требуется.

Глава 8. ВОЗДУХО-ВЛАГОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОГРАЖДЕНИЙ

8.1. Требуемые воздухозащитные свойства

Требуемые значения коэффициентов воздухопроницаемости окон и балконных дверей i^{TP} в жилых домах, административных и общественных зданиях, в помещениях промышленных зданий с большим количеством работающих, при расположении рабочих мест вблизи окон, принимают по табл. 8.1.

В помещениях промышленных зданий со значительными избытками тепла воздухопроницаемость окон не нормируется

Для жилых зданий высотой более 14 этажей воздухозащита окон определяется из расчета воздушного режима здания исходя из максимально допустимых расходов воздуха $j^{доп}$ (табл. 8.2).

Допустимые значения воздухопроницаемости стыковых соединений наружных панелей и блоков в наружных стенах определяются из условия, что при инфильтрации

через них воздуха температура на внутренней поверхности стыка (со стороны помещения) t_x не опустится ниже температуры точки росы воздуха помещения t_p .

При расчете t_x следует пользоваться графиком, приведенным на рис. 8.1. При этом расход инфильтрующего воздуха определяется для первого этажа с наветренной стороны здания. Для расчета сложных конструкций необходимо определять температурное поле или иметь данные экспериментальных исследований.

Допустимые величины сопротивлений воздухопроницанию наружных стен определяются в зависимости от назначения здания для жилых, административных и общественных зданий дополнительные теплопотери от инфильтрации через толщу наружных стен не должны превышать 5% основных, для промышленных — 10%.

Наружные стены и перекрытия должны иметь сопротивление воздухопроницанию R_n не ниже требуемого R_n^{TP} :

$$R_n \geq R_n^{TP} = \epsilon \Delta p, \quad (8.1)$$

где Δp — разность давлений воздуха с внутренней и наружной поверхностями ограждения первого этажа с наветренной стороны здания;
 ϵ — коэффициент, принимаемый по табл. 9 главы СНиП II-A.7-71.

Расчетная разность давления Δp для зданий с естественной вытяжной вентиляцией определяется, согласно Строительным нормам и правилам, по формуле

$$\Delta p = 0,55 H (v_n - v_b) + 0,03 v_n (\beta \theta)^2, \quad (8.2)$$

- где H — высота здания, м;
 $\gamma_{вн}$ — разность объемных масс воздуха снаружи и внутри здания;
 β — коэффициент, равный: 0,6 — для районов европейской части СССР, расположенных севернее 62° с. ш., районов Сибири южнее 70° с. ш., Средней Азии и Кавказа; 1,2 — для Приморского края; 1 — для районов, расположенных на высоте более 500 м над уровнем моря, и для остальной территории СССР;
 v — расчетная скорость ветра (см. главу 2), но не менее 5 м/с (и не менее 8 м/с для I подзоны северной строительно-климатической зоны).

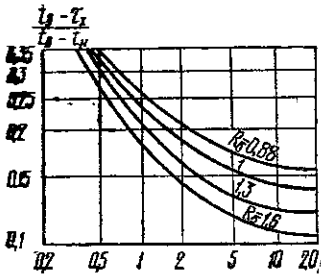


Рис. 81. Зависимость относительной избыточной минимальной температуры внутренней поверхности ограждения от отношения теплопроводности материала ограждения к теплоемкости потока воздуха, проходящего через метр щели ($J = \lambda/c$)

Сопротивление воздухопроницанию внешних слоев ограждения, отделяющих рыхлый теплоизоляционный слой или воздушную прослойку от наружного воздуха, должно быть не менее 0,4 м²·ч·мм вод. ст./кг.

Внутренние перекрытия в здании, двери в квартире, внутренние стены должны иметь максимально возможную по конструктивным решениям величину сопротивления воздухопроницанию, но не ниже 50 м²·ч·мм вод. ст./кг.

Внутренние двери здания (за исключением внутриквартирных) следует выполнять с максимальным уплотнением притворов.

Воздухопроницаемость наружных входных дверей существующими нормативными документами не ограничивается. Двери принимаются максимально герметичными в соответствии с конструктивным решением входа.

8.2. Требуемые влагозащитные свойства

Влагозащитные свойства конструкции должны быть такими, чтобы влажность материалов ограждений при нормальных условиях эксплуатации была не больше допустимой. Допустимые влажности различных материалов в конструкции ограждения даны в табл. 12 главы СНиП II-A.7-71.

Для предупреждения переувлажнения материалов рекомендуется внутренние слои ограждения делать более плотными и менее влагопроницаемыми. Желательно, чтобы сопротивление влагопроницанию внутренней части конструкции для помещений влажных μ с нормальным влажным режимом было больше требуемого — $R_{п}^{тп} = 12$ м²·ч·мм рт. ст./г или больше сопротивления влагопроницанию наружной части ограждения в 1,2 раза при нормальной влажности помещения и в 1,5 раза для влажных помещений. Наружные ограждения помещений с сухим режимом, однослойные и с герметичной конст-

рукцией имеют удовлетворительный влажный режим. В остальных случаях следует проверять влажный режим ограждения специальным расчетом. В районах с продолжительными дождями и сильными ветрами необходимо ограждения зданий с наружной стороны защищать водонепроницаемым слоем.

Глава 9. ИНФИЛЬТРАЦИЯ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ¹

По рекомендациям главы СНиП II-Г.7-62 теплопотоки на инfiltrацию воздуха в обычных случаях учитываются при расчете добавочных теплопотерь в процентах к основным (см. главу 11). Расход тепла на нагревание инfiltrующегося воздуха для жилых зданий следует принимать исходя из воздухообмена, требуемого нормами (глава СНиП II-Л.1-71), а в помещениях промышленных, общественных и вспомогательных зданий — определять по расчету.

При расчете теплопотерь учитывают инfiltrацию только через окна, двери и ворота, так как количество воздуха, инfiltrующегося через массивные ограждения и стыковые соединения панелей, сравнительно мало.

Теплопотери помещения от инfiltrации наружного воздуха

$$Q_{н.пом} = \sum c G_{н} (t_{вн} - t_{н}) A, \quad (9.1)$$

где c — удельная массовая теплоемкость воздуха, равная 0,24 ккал/(кг·°С);

$G_{н}$ — количество наружного воздуха, поступающего в помещение через неплотности окон, дверей и ворот, кг/ч;

A — коэффициент, учитывающий подогрев инfiltrующегося воздуха в конструкции окна (0,8 — для двойных и тройных окон в отдельных переплетах; 1 — для одинарных окон, окон в спаренных переплетах, дверей и ворот).

Расход воздуха через наружные ограждения определяется при расчете воздушного режима здания.

9.1. Инfiltrация наружного воздуха в промышленных зданиях

По особенностям воздушного режима помещения промышленные здания можно разбить на два типа.

Помещения с аэрацией в зимний период. В этих помещениях инfiltrация либо не учитывается (при удельных теплоизбытках более 50 ккал/м³·ч), либо учитывается при расчете аэрационного воздухообмена.

Помещения без аэрации в зимний период. Для этих помещений инfiltrационный расход воздуха определяется по формуле

$$G_{н.пом} = F_{н.о} j_{\Delta y} B_{н.пом}, \quad (9.2)$$

где $F_{н.о}$ — площадь одного наружного ограждения помещения, равная Hl (где H — высота помещения; l — длина стены);

$j_{\Delta y}$ — единица расхода инfiltrационного воздуха, кг/м²·ч;

$B_{н.пом}$ — коэффициент, показывающий, сколько еди-

¹ По материалам В. П. Титова.

ниц расхода составляет инфильтрация в рассматриваемом случае

Единица расхода инфильтрационного воздуха через 1 м² поверхности наружного ограждения

$$i_{\Delta T} = 0,036 i_{н.о.} (H \Delta t)^{1/2}, \quad (9.3)$$

где Δt — разность наружной и внутренней температуры воздуха,

$i_{н.о.}$ — средний по площади ограждения коэффициент воздухопроницаемости.

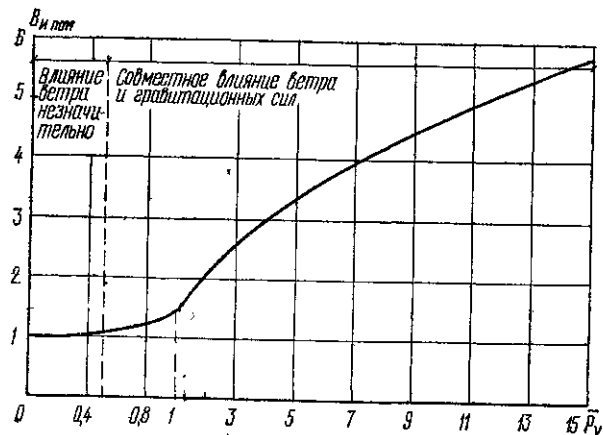


Рис 91 Зависимость коэффициента $V_{н.пом}$ для помещения с двусторонним остеклением от относительного ветрового давления \bar{p}_v

Для наружных ограждений, имеющих окна, двери или ворота разной конструкции, величина $i_{н.о.}$ определяется как средневзвешенная по площади:

$$i_{н.о.} = \frac{\sum i_k F_k}{F_{н.о.}}, \quad (9.4)$$

где i_k — коэффициент воздухопроницаемости конструкции,

F_k — площадь, занимаемая этой конструкцией.

Для нестандартных окон, дверей и ворот площадью F_k при ширине щели притворов $\delta_{щ}$, м (обычно для окон в деревянных переплетах 0,001, в металлических 0,0005, для ворот и дверей 0,002), и длине щелей притворов $l_{щ}$, м, коэффициент воздухопроницаемости

$$i_k = 8700 \frac{\delta_{щ} l_{щ}}{F_k}. \quad (9.5)$$

Коэффициент $V_{н.пом}$ для помещений с односторонним остеклением равен 0,5. Для помещений с двусторонним остеклением $V_{н.пом}$ определяется по рис 91, где скорость ветра v_n учитывается с помощью относительного ветрового давления

$$\bar{p}_v = 12 \frac{v_n^2 \gamma_n}{H \Delta t}. \quad (9.6)$$

В многопролетных зданиях инфильтрация рассчитывается для помещений, расположенных в крайних пролетах; при этом влияние смежных помещений можно учесть введением относительной воздухопроницаемости отверстий между смежными помещениями.

$$\bar{i}_{отв} = 22,2 \cdot 10^3 \frac{F_{отв}}{i_{н.о.} F_{н.о.}}, \quad (9.7)$$

где $F_{отв}$ — суммарная площадь отверстий в перегородке, разделяющей помещения

В этом случае коэффициент $V_{н.пом}$ определяется по рис 92. При $i_{отв} > 7,1$ значения коэффициента $V_{н.пом}$ следует определять по рис 91.

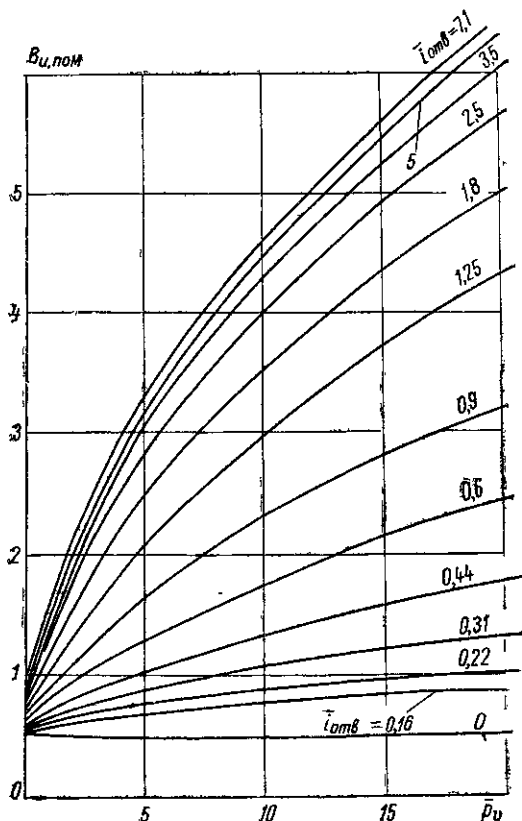


Рис 92 Зависимость коэффициента $V_{н.пом}$ для помещения, расположенного в крайнем пролете многопролетного здания и соединенного с остальными помещениями открытым проемом, от относительного ветрового давления \bar{p}_v при различных $i_{отв}$

9.2. Инфильтрация наружного воздуха в гражданских зданиях

По особенностям воздушного режима гражданские здания можно разделить на следующие типы.

1 Здания до 5 этажей — жилые, административные и культурно-бытовые, инфильтрация в зимнее время учитывается в виде процентных надбавок к основным теплопотерям

2 Многоэтажные здания (N — число этажей) при балансе воздуха приточной и вытяжной вентиляции; инфильтрация в зимнее время учитывается по формулам (91) и (92), величина $V_{н.пом}$ для любого n -го этажа определяется по рис 93, где $n = n/N$

3 Многоэтажные здания с вытяжной канальной

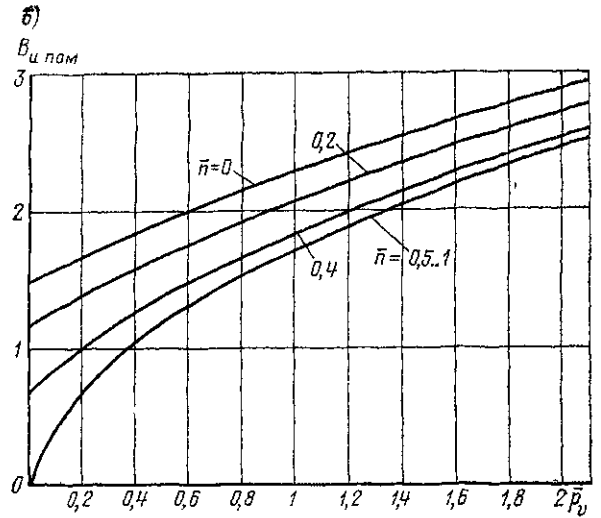
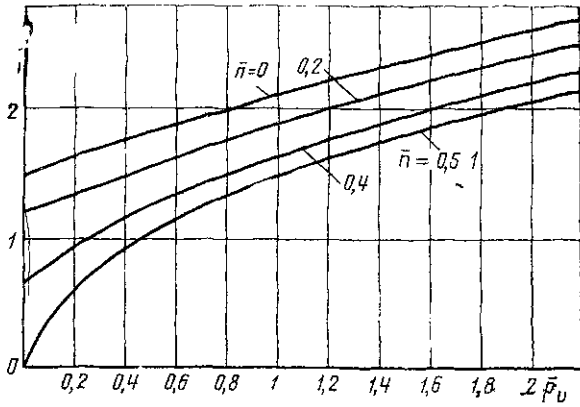


Рис 9.3. Зависимость коэффициента $V_{в пом}$ для помещений многоэтажного общественного здания от относительного ветрового давления \bar{p}_v при различном \bar{n}

a — для многосекционного здания (пластины); *б* — для односекционного здания (башни)

естественной вентиляцией; инфильтрация в зимнее время учитывается расчетом воздушного режима здания.

4 Здания с высокими помещениями (магазины, ре-

стораны, вокзалы, спортзалы и т. п.); инфильтрация в зимнее время учитывается так же, как и в промышленных зданиях (см. п. 9 1).

Раздел III. ОТОПЛЕНИЕ

Глава 10. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

10.1. Основные виды систем отопления

Системы отопления подразделяются на местные и центральные.

Местными называют системы отопления, в которых генератор тепла, теплопроводы и отопительные приборы конструктивно объединены в одном устройстве.

К этим системам относят печное, газовое (при сжигании газа непосредственно в отопительных приборах) и электрическое отопление. Радиус действия местных систем отопления ограничен одной комнатой (при печном отоплении — двумя-тремя комнатами).

Центральными называют системы отопления, в которых генератор (например, котел) вынесен за пределы отапливаемых помещений и теплоноситель от генератора к местам потребления подается через систему труб.

Центральные системы, применяемые в нашей отопительной практике, подразделяют

по теплоносителю — на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные (пароводя-

ные, водоводяные, парвоздушные, водовоздушные и др.); в последних циркулируют различные виды теплоносителя или один теплоноситель, но с разными параметрами;

по способу перемещения теплоносителя — на системы с естественной циркуляцией за счет разности плотностей охлажденного и нагретого теплоносителя (воды или воздуха) и системы с механическим побуждением циркуляции насосами в водяных системах и вентиляторами в воздушных;

по начальной температуре воды — на системы с температурой воды 95—105 °С (105° однотрубные системы отопления) и системы с температурой воды более 105 °С;

по величине начального давления пара — на системы низкого давления (с начальным давлением пара от 0,05 до 0,7 кгс/см²) и системы высокого давления (с начальным давлением пара более 0,7 кгс/см²).

10.2. Область применения систем отопления

Системы отопления и теплоноситель выбирают в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм в зависимости от назначения помещений и технологического процесса. Указания по выбору систем отопления даны в табл. 10.1.

ТАБЛИЦА 10.1

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ И ДОПУСКАЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| № п п | Здания, сооружения и помещения | Системы | |
|-------|--|---|--|
| | | рекомендуемые | допускаемые |
| 1 | Жилые дома, общежития, гостиницы, дома отдыха, санатории, пансионаты, школы и другие учебные заведения, административные здания, научные и проектные учреждения, конструкторские бюро, поликлиники, амбулатории, аптеки, здравпункты, пионерские лагеря круглогодичного действия | Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками (конвекторы в школе следует предусматривать только для вспомогательных помещений) | Квартирного воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, при централизованном теплоснабжении в жилых домах, монтируемых из блоков-квартир и блоков-комнат, а также в жилых домах до двух этажей, воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в зданиях с числом этажей пять и более и в помещениях большого объема (например, залы заседаний, аудитории, столовые, классы); квартирного водяного отопления (с генератором тепла) без централизованного теплоснабжения с применением топлива, не требующего непрерывного надзора за горением, для жилых домов до двух этажей, газового отопления с приборами, имеющими герметизированный газовый тракт, при наличии централизованного теплоснабжения в зданиях до двух этажей (кроме больниц и школ), печного отопления в зданиях до двух этажей |
| 2 | Детские сады и ясли | Водяного отопления с применением радиаторов, панелей стальных и бетонных, панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками | Лучистого отопления (теплоноситель воздух); печного отопления в одноэтажных зданиях с числом мест до 50, возводимых в сельских местностях |
| 3 | Больницы, родильные дома и другие лечебные заведения | Водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей, панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стойками | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; печного отопления в одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности |

Продолжение табл. 10.1

| № п.п. | Здания, сооружения и помещения | Системы | |
|--------|---|--|---|
| | | рекомендуемые | допускаемые |
| 4 | Гимнастические залы, бассейны, крытые стадионы и другие отапливаемые спортивные сооружения | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей | Парового отопления низкого давления, газового отопления с инфракрасными излучателями (кроме пионерских лагерей); печного отопления в небольших одноэтажных зданиях, возводимых в сельской местности |
| 5 | Бани, прачечные, душевые павильоны | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией (в раздевальных и мыльных помещениях бань на 200 мест и более, в душевых павильонах с числом мест более 25, в стиральном, сушильном, гладильном и других цехах прачечных); водяного отопления с применением стальных панелей и гладких труб; парового отопления низкого давления с применением радиаторов | Печного отопления в зданиях, возводимых в сельской местности (бани с числом мест не более 50) |
| 6 | Рестораны, столовые, кафе, буфеты, магазины, закусочные | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, в помещениях большого объема (обеденные и торговые залы), водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками | Парового отопления низкого давления в зданиях объемом до 500 м ³ ; газового отопления с инфракрасными излучателями в неутепленных и полукрытых помещениях; печного отопления в зданиях до двух этажей с числом посадочных мест до 200; печного отопления в одноэтажных зданиях магазинов площадью до 50 м ² , возводимых в сельской местности |
| 7 | Железнодорожные вокзалы, аэропорты | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией, водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей | Панельного отопления в вестибюлях и проходах (с обогреваемой поверхностью пола); парового отопления низкого давления, печного отопления в одноэтажных зданиях вокзалов вместимостью до 50 пассажиров |
| 8 | Зрелищные предприятия: а) кинотеатры, клубы и другие подобные предприятия, а также размещенные в них зрительные и другие залы с числом мест до 200 | Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб | Парового отопления низкого давления; печного отопления в одноэтажных зданиях со зрительными залами с числом мест до 200, возводимых в сельской местности |
| | б) зрительные и другие залы с числом мест 200 и более | То же | Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией, водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов в залах с числом мест до 500 и как дежурные при большей вместимости залов |
| | в) театры вместимостью от 800 до 1500 человек | Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов, стальных панелей и гладких труб | — |
| | г) театры меньшей вместимости (при реконструкции) | То же | Парового отопления низкого давления |
| 9 | Музеи, выставки, читальные залы, архивы и библиотеки, здания книгохранилищ и архивов | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного отопления с применением радиаторов и стальных панелей; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; кондиционирования воздуха | Воздушного отопления; печного отопления в одноэтажных библиотечных зданиях с читальным залом до 100 мест, возводимых в сельской местности |
| | Производственные помещения с повышенными требованиями к чистоте воздуха | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками | Водяного отопления с применением панелей |

| № п.п. | Здания, сооружения и помещения | Системы | |
|--------|---|---|---|
| | | рекомендуемые | допускаемые |
| 11 | Производственные помещения, технологический процесс в которых не сопровождается выделением пыли (в том числе сельскохозяйственные производственные здания, отнесенные по пожарной опасности к категориям Д и Г) | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; воздушного отопления с применением отопительно-рециркуляционных агрегатов; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов, конвекторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками | Воздушного отопления с применением огневоздушных газовых воздухонагревателей; газового отопления с инфракрасными излучателями с отводом продуктов сгорания; лучистого отопления с высокотемпературными излучателями, расположенными под потолком; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м ² (в сельских и лесных районах — до 1000 м ²) |
| 12 | Производственные помещения, технологический процесс в которых связан с выделением: а) невзрывоопасной и негорючей неорганической пыли и аэрозолей, негорючих и не поддерживающих горение газов и паров б) невзрывоопасной и невоспламеняющейся органической возгоняемой недовитой пыли (например, древесной, мушной и др.) в) взрывоопасных воспламеняющихся газов, паров и пыли, а также горючих материалов г) легковозгораемых ядовитых веществ | Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления высокого и низкого давления с применением радиаторов; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками Воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией; водяного и парового отопления низкого давления с применением радиаторов В соответствии со специальными указаниями министерств и ведомств | Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м ² (в сельских и лесных районах — до 1000 м ²) Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м ² (в сельских и лесных районах — до 1000 м ²) |
| 13 | Производственные здания и помещения различного назначения, характеризующиеся значительными влаговыведениями | По согласованию с органами санитарного надзора Воздушного отопления, совмещенного с приточной вентиляцией; водяного и парового отопления с применением чугунных радиаторов и ребристых труб | Печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м ² (в сельских и лесных районах — до 1000 м ²) |
| 14 | То же, характеризующиеся значительными тепловыделениями | При достаточных тепловыделениях и возможности использования их для обогрева помещений системы отопления не предусматриваются (требуемые температуры воздуха в помещениях поддерживаются за счет имеющихся избытков тепла) При недостаточных тепловыделениях и невозможности использования их для обогрева помещений надлежит предусматривать устройство систем отопления постоянного или периодического действия: воздушного, совмещенного с вентиляционной или отопительно-рециркуляционными агрегатами | — Водяного и парового отопления с применением радиаторов и ребристых труб; панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками; печного отопления в одноэтажных зданиях с площадью отапливаемых помещений до 500 м ² (в сельских и лесных районах — до 1000 м ²) |
| 15 | Производственные неутепленные здания или помещения, а также отдельные рабочие зоны | Газового или электрического отопления с инфракрасными излучателями, действующими периодически; воздушного отопления со струйной подачей воздуха, действующей периодически, для обслуживания отдельных участков рабочей зоны | — |
| 16 | Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий: административно-канторские помещения, конструкторские бюро, пункты питания, здравпункты, помещения общественных организаций и др.: а) при теплоносителе для промышленного предприятия воде б) при теплоносителе для промышленного предприятия паре: для зданий объемом более 1500 м ³ то же, 1500 м ³ и менее | Водяного отопления с применением радиаторов, конвекторов и стальных панелей Панельного отопления с замоноличенными нагревательными элементами и стояками Парового отопления низкого давления с применением радиаторов и конвекторов | — — Печного отопления в зданиях с более двух этажей |

Продолжение табл. 10.1

| № п.п. | Здания, сооружения и помещения | Системы | |
|--------|--|--|-------------|
| | | рекомендуемые | допускаемые |
| | в) бытовые помещения независимо от их объема | Водяного и парового отопления высокого давления с применением радиаторов и конвекторов | |

Примечания: 1. Предельные температуры теплоносителя для нагревательных приборов (из любого материала и независимо от рода теплоносителя), устанавливаемых на высоте до 1 м от уровня пола, принимаются согласно Строительным нормам и правилам. Для зданий по поз. 1 и 9, а также для помещений здравпунктов, пунктов питания и административно-контрольных помещений, размещаемых в отдельно стоящих зданиях промышленных предприятий, указанных в поз. 16, следует принимать температуру до 105 °С, в поз. 2, 3 — температуру 85 °С. Для производственных помещений по поз. 12а, цехов углеподготовки электростанций и коксохимических заводов при теплоносителе постоянных параметров следует принимать температуру до 130 °С, а переменных параметров — до 150 °С; для помещений по поз. 12б при теплоносителе постоянных параметров — до 110 °С, переменных параметров — до 130 °С; температуру для помещений по поз. 12в, г — по специальным указаниям министерств и ведомств, согласованным с органами Государственного пожарного надзора. В помещениях, указанных в поз. 15, температура принимается в соответствии с применяемыми отопительными приборами.

2. В системах панельного отопления в качестве теплоносителей применяется низкотемпературная вода. Отопительные панели следует предусматривать встраиваемыми в наружные стены, перегородки, полы и потолки. В помещениях детских яслей и садов рекомендуется предусматривать панели с обогреваемой поверхностью полов согласно главе СНиП II-Л.3-71 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования». В помещениях плавательных бассейнов необходимо предусматривать панели с обогреваемой поверхностью пола, а в помещениях зданий больниц, родильных домов (в операционных, родовых и наркозных) и других лечебных учреждений — панели с обогреваемой поверхностью потолков. Температуру поверхности потолков, пола и стен при панельном отоплении следует принимать в соответствии с указаниями, приведенными в главе 16.

3. В системах воздушного отопления для подогревания воздуха можно использовать горячую воду, пар и газ.

4. В зданиях и помещениях различного назначения в отдельных случаях для отопления допускается использование электроэнергии с трансформацией ее в тепловую. Целесообразность такого решения должна быть подтверждена технико-экономическим расчетом, учитывающим местные условия, температуру теплоотдающих поверхностей и теплоносителя. Возможность использования электроэнергии для отопления должна быть согласована с энергоснабжающими организациями.

5. Для систем отопления может быть применен теплоноситель, используемый для технологических нужд, если это допустимо по санитарно-техническим требованиям и по механической прочности нагревательных приборов, а также если система обеспечивает циркуляцию теплоносителя.

6. В целях унификации оборудования, приборов и материалов нужно, как правило, принимать в системах отопления единый теплоноситель.

7. Для отопления складских зданий следует принимать системы отопления те же, что и для производственных, с учетом противопожарных и санитарных требований (в зависимости от вида хранимых в них материалов).

8. Системы отопления с инфракрасными и высокотемпературными излучателями в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускаются.

9. При применении систем отопления с инфракрасными и высокотемпературными темными излучателями следует предусматривать специальные противопожарные мероприятия по согласованию с органами Государственного пожарного надзора.

10. Печное отопление в зданиях и помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В, не допускается, в школьных помещениях печное отопление устраивают в соответствии с нормативными данными.

Глава 11. РАСЧЕТНАЯ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

11.1. Тепловой баланс помещения

А. Основные потери тепла через наружные ограждения. Основные потери тепла через ограждающие конструкции зданий определяют по формуле

$$Q = Fkn(t_b - t_n), \quad (11.1)$$

где F — площадь ограждения, м²;
 $k=1/R_0$ — коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, ккал/(м²·ч·°С) (R_0 — сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м²·ч·°С/ккал);
 n — поправочный коэффициент к расчетной разности температур, принимаемый по табл. 7.2;
 t_b — расчетная температура внутреннего воздуха, °С;
 t_n — то же, наружного воздуха, °С;

Сопротивление теплопередаче R_0 и коэффициенты теплопередачи k для стен, чердачных перекрытий, бесчердачных покрытий, заполненных световых проемов и наружных ворот и дверей приведены в разделе 11.

Обмер поверхностей ограждающих конструкций здания. Размеры ограждений (рис. 11.1) принимают следующими (с точностью до 0,1 м):

1) высота стен первого этажа h_1 при наличии пола, расположенного на грунте, — между уровнями полов первого и второго этажей; при наличии пола на лагах — от нижнего уровня подготовки пола первого этажа до уровня пола второго этажа; при наличии неотопливаемого подвала — от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня пола второго этажа; в одноэтажных зданиях с чердачным перекрытием — то же, но с измерением высоты до верха утепленного перекрытия;

2) высота стен промежуточного этажа h_2 — между уровнями полов данного и вышележащего этажей; высота стен верхнего этажа h_3 — от уровня пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия; высота стен одноэтажных производственных зданий с бесчердачным перекрытием — от уровня пола на грунте до пересечения внутренней грани стены с верхней поверхностью бесчердачного перекрытия; высота стен верхнего этажа зданий с бесчердачным перекрытием — та же (только от уровня чистого пола);

3) длина наружных стен (по внешнему периметру здания) в угловых помещениях l и l_1 — от линии пересечения наружных поверхностей стен до осей внутренних стен; в неугловых помещениях l_2 — между осями внутренних стен;

ТАБЛИЦА 11.1

Продолжение табл. 11.1

**РАСЧЕТНАЯ ВНУТРЕННЯЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА $t_{в}$
В ЖИЛЫХ, БЫТОВЫХ, КОММУНАЛЬНЫХ
И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

| Помещения | $t_{в}$, °C | Помещения | $t_{в}$, °C |
|---|--------------|--|--------------|
| Жилые здания (СНиП II-Л.1-71) | | Учебные кабинеты и классы, лаборатории с выделением вредностей и учебно-производственные мастерские, гардеробная, вестибюль, актальный зал | 16 |
| Ванная индивидуальная, совмещенный санитарный узел, ванная или душевая общие в общежитии | 25 | Спортивный зал | 15 |
| Кабина для личной гигиены женщины | 23 | Примечание. Расчетную температуру воздуха в помещениях столовой и буфета принимать по нормам проектирования предприятий общественного питания | |
| Изолятор в отдельных зданиях общежитий и в общежитиях комплексах, палата, комната для персонала, кабинет физиотерапии, процедурная | 20 | Высшие учебные заведения (СНиП II-Л.6-67) | |
| Жилая комната квартиры и общежития, ванная с индивидуальным нагревателем, совмещенный санитарный узел с индивидуальным нагревателем, умывальня индивидуальная, гардеробная, комната для чистки и глажения одежды, умывальня общая в общежитии, вестибюль, общий коридор, лестничная клетка в общежитии, помещения для культурно-массовых мероприятий и индивидуальной подготовки к занятиям, комната отдыха, помещение для комеданта и воспитателя, служебная комната для обслуживающего персонала в общежитии, приемные, парикмахерские, кабинет врача | 18 | Лаборатории с точными измерительными приборами, рентгеновский кабинет | 20 |
| Уборные индивидуальная и общая, вестибюль, общий коридор, передняя, лестничная клетка в квартирном доме, кладовые и бельевые в общежитии и вестибюль в изоляторе | 16 | Аудитории, учебные кабинеты, чертежные залы, залы курсового и дипломного проектирования и лаборатории без выделения производственных вредностей, моечные при лабораториях, книгохранилища, помещения для администрации и общественных организаций, фотолаборатория | 18 |
| Кухня квартиры и общежития, кубовая в негазифицированных зданиях, постирочная, гладильня, сушильня в общежитии, сушилка для одежды и обуви в общежитии | 15 | Актные залы, лаборатории, препаративные и другие помещения с выделением производственных вредностей, вестибюль, гардероб в отдельном помещении | 16 |
| Машинное помещение лифтов, электроцитовая, мусоросборочная камера | 5 | Примечание. Расчетные температуры воздуха в помещениях, не указанных в таблице, следует принимать по действующим нормам проектирования общественных зданий и промышленных предприятий | |
| Примечания: 1. В районах с $t_{н} = -31^{\circ}\text{C}$ и ниже расчетную температуру воздуха в жилых помещениях квартир и общежитий принимать 20°C . | | Бани (СНиП II-Л.13-62) | |
| 2. В угловых помещениях квартир расчетная температура воздуха должна быть на 2° выше температуры, указанной в таблице. | | Вестибюль с гардеробом и кассой, ожидальная, парикмахерская, административные помещения | 18 |
| Детские ясли-сады (СНиП II-Л.3-71) | | Раздевальня, душевая и ванная кабина | 25 |
| Детская комната, уборная, умывальня, приемная, комната для заболевших детей, комната для кормления грудных детей, внутренняя лестничная клетка, фильтры | 20 | Мыльная комната (общая и душевая) | 30 |
| Комната для медицинского персонала, горшечная | 22 | Парильня | 40 |
| Раздевальня, комната для административно-хозяйственного персонала, прачечная, столовая, буфет | 18 | Помещение для баков | 5 |
| Кухня | 15 | Дезинфекционное отделение (чистая и грязная половны) | 15 |
| Комната для хранения чистого белья | 15 | Уборная | 20 |
| Душевая, ванная и раздевальня при них | 25 | Прачечные (СНиП II-Л.14-62) | |
| Профессионально-технические училища (СНиП II-Л.5-68) | | Помещение для приема грязного белья, помещение для сортировки и разметки грязного белья, сушильно-гладильный цех, помещение для разборки чистого белья, стиральный цех с установками для замочки и бучення белья, кладовая для хранения чистого белья, уборная | 15 |
| Душевые | 25 | Помещение для баков | 5 |
| Раздевальни при душевых, умывальни в отдельном помещении | 22 | Лаборатория | 18 |
| Лаборатории без выделения вредностей с точными измерительными приборами, кабинет врача | 20 | Кинотеатры (СНиП II-Л.15-68) | |
| Кабинеты технического черчения и чертежные залы, административно-служебные и общественные организации, библиотечно-книгохранилище, уборные | 18 | Кассовые кабинеты, электросплавная, мастерская киномеханика, плакатная мастерская, столярная мастерская, контора, кабинеты директора, администратора, комната для персонала, моечная буфета | 18 |
| | | Проекционная, буфет в отдельном помещении, заготовочная буфета | 16 |
| | | Аккумуляторная с кислотными и щелочными аккумуляторами, санитарные узлы | 15 |
| | | Зрительные залы, распределительные кулуары и фойе, курительная | 14 |
| | | Кассовый вестибюль, перемоточная, кладовая буфета, кладовая для уборочного инвентаря | 12 |

Продолжение табл. 11.1

Продолжение табл. 11.1

| Помещения | $t_{в}, ^\circ\text{C}$ |
|---|-------------------------|
| Магазины (СНиП II-Л.7-70) | |
| Зал демонстрации новых товаров | 18 |
| Помещение для приемки новых товаров и подготовки товаров к продаже, гладильные, помещение для хранения инвентаря, упаковочных материалов и бельевого | 16 |
| Торговые залы непродовольственных товаров | 15 |
| Торговые залы продовольственных товаров, кладовые обуви, парфюмерных товаров | 12 |
| Разгрузочные помещения, разгрузочные, помещения для хранения тары, кладовые бакалейных, гастрономических, хлебных, хозяйственных, табачных товаров | 10 |
| Кладовые рыбных товаров, овощей | 8 |
| Примечания: 1. Дежурное отопление должно поддерживать в нерабочее время температуру в торговых залах 10°C . | |
| 2. В административных и бытовых помещениях внутреннюю температуру следует принимать в соответствии со СНиП II-М.3-68 «Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. Нормы проектирования». | |
| Предприятия общественного питания (СНиП II-Л.8-71) | |
| Кабинет врача | 20 |
| Помещения для отдыха посетителей, игр, кабинет зав производством, кабинет директора, контора, касса, помеще для официантов, кладовщика, совета к | 18 |
| Зал, раздаточная, буфет, гостинио-аванзал, помещение для продажи полуфабрикатов и кулинарных изделий, цехи заготовочный, холодный, мясной, рыбный, обработки зелени, овощей, птидегольевой, помещение для фреоновых холодильных установок, помещение для подготовки яиц, помещение для мучниа изделий и приго-твления пельменей, для резки хлеба, под-готовки мороженого, сервизная, помещене для хранения музыкальных инструментов, заседанция и загрузочная | 16 |
| Кладовая сухих продуктов, инвентари-зационная кладовая вино-водочных изде-лий, помещене для хранения пива | 12 |
| Кладовая кондитерских изделий | 6 |
| Горячий цех, помещене для выпечки рских изделий, кладовая общей, ри камере пищевых отходов | 5 |
| Кладовая фруктов, ягод, овощей, напик-ков | 4 |
| Охлажденные камеры для овощных по-луфабрикатов, молочных продуктов, пище-вых отходов | 2 |

| Помещения | $t_{в}, ^\circ\text{C}$ |
|--|-------------------------|
| Охлаждаемая камера для рыбы | -2 |
| Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий (СНиП II-М.3-68) | |
| Душевые, фотария | 25 |
| Помещения для обогрева работающих | 22—24 |
| Гардеробные для пребывания людей с обнаженным телом, преддушевые, помеще-ния для личной гигиены женщин, для кормления грудных детей | 23 |
| Помещения для отдыха, обеспыливания рабочей одежды при самообслуживании, ремонта рабочей одежды, ремонта обуви, конструкторские бюро, библиотеки | 20 |
| Гардеробные для уличной и рабочей одежды, химической чистки рабочей одеж-ды рабочие помещения для обществен-ных организаций, помещения архивов, ра-диоузлов и телефонных станций | 18 |
| Вестибули, гардеробные для уличной одежды, умывальни, помещения для суш-ки рабочей одежды, помещения для обеспыливания рабочей одежды (при обслужи-вании), залы совещаний и собраний, све-токопировальные мастерские | 16 |
| Гаражи | |
| Диспетчерская комната шоферов | 18 |
| Помещение для стоянки автомобилей (без ремонта), кузнечно-рессорное (тепло-вое) отделение | 6 |
| Помещение для стоянки автомобилей (с ремонтом), помещене для регенерации масла | 15 |
| Помещение для обслуживания автомоби-лей (профилактикий), помещене для ре-монта (разборочно-сборочный цех), поме-шение для испытания двигателей (испыта-тельная станция), слесарно-механическое отделение, сварочное отделение, медницо-радиаторное помещене, электротехниче-ское отделение, карбюраторное, столярное, жестяничное, агрегатное, шиномонтажное, вулканизационная, отдел главного механи-ка | 16 |
| Помещение аккумуляторного отделения: для разборки и ремонта аккумулято-ров, зарядная | 16 |
| склад готовых аккумуляторов | 10 |
| Малярное отделение | 20 |
| Компрессорная, складское помещене | 10 |
| Склад резины | 5 |

4) длина внутренних стен — от внутренних поверх-ностей наружных стен до осей внутренних стен l_3 или между осями внутренних стен l_4 ;

5) длина и ширина потолков и полов над подвалами и подпольями — между осями внутренних стен l_4 и от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен l_3 и l_5 ;

6) ширина l_6 и высота l_7 окон, фонарей и дверей — по наименьшим размерам проемов в свету.

Расчетная разность температур за-ружного и внутреннего воздуха. При про-ектировании систем отопления учитывают разность рас-четных внутренней и зимней наружной температур.

Расчетные температуры внутреннего воздуха непро-изводственных помещений принимают в зависимости от назначения помещений (табл. 11.1). В производственных помещениях при расчете теплопотерь за расчетную внут-реннюю температуру принимают:

для наружных стен и остекленных поверхностей на высоту 3 м от пола и через полы температуру воздуха в рабочей зоне $t_{p.з}$;
 для стен и остекленных поверхностей выше 3 м среднюю температуру

$$\frac{t_{p.з} + t_{в.з}}{2};$$

для покрытий и фонарей температуру воздуха под перекрытием $t_{в.з}$.

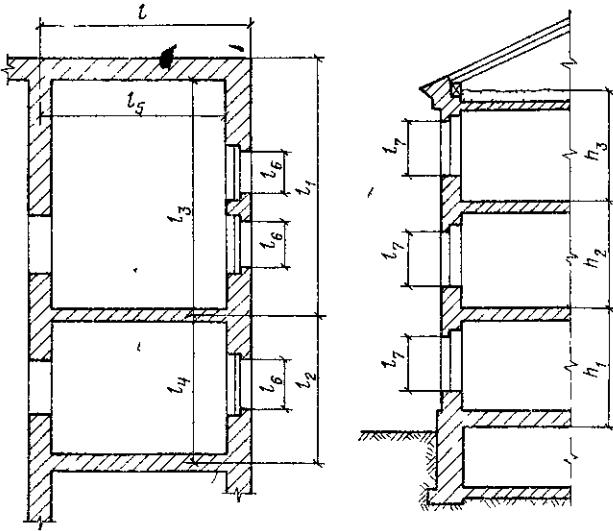


Рис. 11.1. Обмер поверхностей ограждений

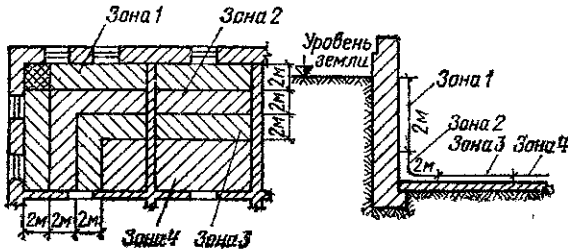


Рис. 11.2. К расчету теплотерь через полы и стены, заглубленные ниже уровня земли

Температура верхней зоны при обогревании помещений сосредоточенным потоком воздуха

$$t_{в.з} = t_{p.з} + 3^{\circ}\text{C}. \quad (11.2)$$

Для перекрытий над неотапливаемыми подвалами, у которых часть наружных стен высотой 1 м и более расположена над поверхностью земли, расчетная разность температур определяется с учетом температуры воздуха в подвале, подсчитываемой по балансу тепла, поступающего в подвал и теряемого через наружные ограждения.

Для бесчердачного перекрытия с вентилируемой воздушной прослойкой температура воздушной прослойки принимается равной температуре наружного воздуха. Теплообмен через ограждения между смежными

отапливаемыми помещениями учитывается только при разности расчетных температур внутреннего воздуха этих помещений более 5° .

Температура воздуха в производственных и вспомогательных помещениях в нерабочее время (при необходимости поддержания в них положительной температуры) принимается равной 5°C , если по особым условиям помещения или особенностям технологии производства не требуется другая температура.

Для ограждений, отделяющих отапливаемые помещения от неотапливаемых, расчетная разность температур принимается как для наружных стен с поправочным коэффициентом (см. табл. 7.2).

Теплопотери через полы на грунте, на лагах и через стены, углубленные в землю. Теплопотери через полы, расположенные на грунте, подсчитываются по зонам с учетом расстояния последних от наружных стен. Зонай называется полоса шириной 2 м, параллельная наружной стене (рис. 11.2). Зоны нумеруются, начиная от наружной стены. Часть площади первой зоны, примыкающей к углу наружных стен, измеряют дважды (на рисунке эта площадь показана двойной штриховкой).

Теплопотери через отдельные зоны пола определяют по формуле

$$Q = F \frac{1}{R} (t_{в} - t_{н}), \quad (11.3)$$

где F — площадь какой-либо зоны, м^2 ;
 R — сопротивление теплопередаче конструкции пола этой же зоны, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$.

Сопротивления теплопередаче конструкции пола принимают:

для неутепленных полов $R_{н.п}$ по табл. 11.2;
 для утепленных полов $R_{ут.п}$ по формуле

$$R_{ут.п} = R_{н.п} + \sum \frac{l_{ут.сл}}{\lambda_{ут.сл}}, \quad (11.4)$$

где $l_{ут.сл}$ — толщина утепляющего слоя, м;
 $\lambda_{ут.сл}$ — теплопроводность утепляющего слоя, $\text{ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

для полов на лагах $R_{л}$ по формуле

$$R_{л} = 1,18/R_{ут.п}. \quad (11.5)$$

ТАБЛИЦА 11.2
 СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ
 НЕУТЕПЛЕННЫХ ПОЛОВ $R_{н.п}$

| Зона | $R_{н.п}$, $\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{ккал}$ | $1/R_{н.п}$, $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ |
|-----------|--|---|
| Первая | 2,5 | 0,4 |
| Вторая | 5 | 0,2 |
| Третья | 10 | 0,1 |
| Четвертая | 16,5 | 0,06 |

Примечание. Неутепленными полами считаются полы, конструкция которых независимо от толщины состоит из слоев материалов, имеющих теплопроводность $\lambda \geq 1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$. Утепленными полами считаются полы с утепляющими слоями из материалов, имеющих теплопроводность $\lambda < 1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Теплопотери через подземную часть наружных стен отапливаемых помещений определяют так же, как и теплопотери через полы, т. е. по зонам шириной 2 м с отсчетом их от поверхности земли. Сами полы в этом случае рассматривают как продолжение стен (см. рис. 11.2). Сопротивления теплопередаче в этом случае

ТАБЛИЦА 11.5

КОЭФФИЦИЕНТ B , УЧИТЫВАЮЩИЙ ДОЛЮ ТЕПЛА, ПОГЛОЩЕННОГО МАТЕРИАЛОМ, ЗА 1 ч

| Продолжительность нахождения материалов в помещении, ч | Значения коэффициента B | | |
|--|--|------------------------|------------|
| | для несypyчких материалов и транспорта | для сыпучих материалов | для одежды |
| 1 | 0,5 | 0,4 | 0,35 |
| 2 | 0,3 | 0,25 | 0,2 |

ТАБЛИЦА 11.6

ОБЩИЙ РАСХОД Q' НА ОБОГРЕВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТОВАРНОГО ВАГОНА

| Вагон | Грузоподъемность вагона, т | Значения Q' , тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| | | -15 | | -20 | | -25 | | -30 | | -35 | |
| | | при внутренней температуре помещения, °С | | | | | | | | | |
| | | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 |
| Крытый } Платформа } | 16,5 | 27,6 | 41,4 | 34,5 | 48,3 | 41,4 | 55,2 | 48,3 | 61,1 | 55,2 | 69 |
| | | 20 | 30 | 25 | 35 | 30 | 40 | 35 | 45 | 40 | 50 |
| Крытый } Платформа } | 20 | 39 | 58,4 | 48,7 | 68,2 | 58,4 | 78 | 68,2 | 87,7 | 78 | 97,5 |
| | | 25 | 37,5 | 31,2 | 43,7 | 37,5 | 50 | 43,7 | 56,2 | 50 | 62,5 |
| Крытый } Платформа } | 50 | 72 | 108 | 90 | 126 | 108 | 141 | 126 | 162 | 144 | 180 |
| | | 60 | 90 | 75 | 105 | 90 | 120 | 105 | 146 | 120 | 150 |
| Хоппер | 60 | 54 | 81 | 67,5 | 94,5 | 81 | 108 | 94,5 | 121,5 | 108 | 135 |

ТАБЛИЦА 11.7

ОБЩИЙ РАСХОД ТЕПЛА Q' НА ОБОГРЕВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ

| Автомобиль | Значения Q' , тыс. ккал, при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, °С | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | -10 | | -15 | | -20 | | -25 | | -30 | | -35 | | -40 | |
| | при внутренней температуре помещения, °С | | | | | | | | | | | | | |
| | | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | +5 | +15 | |
| «Москвич» 408 и 412 | 0 | 0,4 | 0 | 0,8 | 0,2 | 1,3 | 0,6 | 1,7 | 1 | 2,1 | 1,4 | 2,5 | 1,9 | 3 |
| «Москвич» 433 | 0 | 0,6 | 0 | 1,3 | 0,5 | 1,8 | 1 | 2,3 | 1,6 | 2,9 | 2,1 | 3,4 | 2,6 | 3,9 |
| «Волга», ГАЗ-24 | 0 | 0,4 | 0 | 1 | 0 | 1,5 | 0,5 | 2,1 | 1,2 | 2,7 | 1,7 | 3,3 | 2,3 | 3,9 |
| ЗИЛ-111 | 0 | 1 | 0 | 2,3 | 0,2 | 3,6 | 1,4 | 4,9 | 2,8 | 6,1 | 4 | 7,4 | 5,3 | 8,7 |
| ГАЗ-69 и 594 | 0 | 1,2 | 0,1 | 2 | 0,9 | 2,7 | 1,6 | 3,5 | 2,4 | 4,3 | 3,2 | 5 | 3,9 | 5,8 |
| ПАЗ-651 | 0 | 4,2 | 1,8 | 6,2 | 3,8 | 8,1 | 5,7 | 10,1 | 7,7 | 12 | 9,6 | 14 | 11,6 | 15,9 |
| ЗИЛ-157 | 0 | 4,9 | | 8,5 | 3,2 | 12,1 | 6,8 | 15,7 | 10,4 | 19,3 | 14 | 22,9 | 17,6 | 26,5 |
| ПАЗ-695Б | 0 | 4,7 | 1,6 | 7 | 3,9 | 9,3 | 6,2 | 11,6 | 8,5 | 13,9 | 10,8 | 16,2 | 13,1 | 18,5 |
| УАЗ-450А | 0 | 1,6 | 0,3 | 2,5 | 1,2 | 3,4 | 2,2 | 4,3 | 3,1 | 5,2 | 4 | 6,2 | 4,9 | 7,1 |
| РАФ-08 | 0 | 1,4 | 0,4 | 2,1 | 1,1 | 2,9 | 1,9 | 3,6 | 2,7 | 4,4 | 3,5 | 5,2 | 4,2 | 5,9 |
| РАФ-10 | 0 | 1,3 | 0,1 | 2,1 | 0,9 | 2,8 | 1,7 | 3,7 | 2,6 | 4,5 | 3,4 | 5,3 | 4,2 | 6,1 |
| ЗИЛ-130, 150 и 164 | 0 | 5,8 | 2,2 | 8,5 | 5 | 11,5 | 7,8 | 14,1 | 10,5 | 16,9 | 13,4 | 19,7 | 16,2 | 22,5 |
| ГАЗ-51 и 51А | 0 | 3,3 | 1,2 | 5 | 2,9 | 6,6 | 4,5 | 8,2 | 6,2 | 9,9 | 7,8 | 11,5 | 9,4 | 13,2 |
| МАЗ-500 и 504 | 0 | 15,5 | 0,6 | 8,3 | 3,5 | 11,2 | 6,4 | 14,1 | 9,3 | 17,1 | 12,3 | 19,9 | 15,2 | 22,9 |

ТЕПЛОПТЕРИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИИ

| № помеще- ния | Внутрен- няя тем- пература помеще- ния, °С | Ориен- тация | Ограж- дение ¹ | Размер огра- ждения, м | Площадь огражде- ния F, м ² | Разность темпера- тур (t _в -t _н) ⁿ , град | Кoeffи- циент теплопе- редачи k, ккал/(м ² × × ч.°С) | Основные теплопо- тери Q, ккал/ч | Добавочные теплопотери, % в зависимости | | | Добавоч- ные те- плопотери, ккал/ч | Общие теплопо- тери, ккал/ч |
|------------------|--|-----------------|------------------------------|---------------------------|--|---|---|---|--|---------------------------|--------|---|--------------------------------------|
| | | | | | | | | | от ориен- тации | от ско- рости ветра | прочие | | |
| 101 | 20 | ЮВ | Н. ст. | 4,83×3,3 | 15,93 | 46 | 0,89 | 652 | 5 | 5 | — | 65 | 717 |
| | | СВ | Н. ст. | 6,56×3,3 | 21,6 | 46 | 0,89 | 884 | 10 | — | — | 133 | 1017 |
| | | ЮВ | Д. о | 2(1,2×1,6) | 3,84 | 46 | 2,3—0,89 | 248 | 5 | 5 | — | 25 | 273 |
| | | — | П | 4,3×6,96 | 26,24 | 18,4 | 0,6 | 290 | — | — | — | — | 290 |
| Σ = 2297 | | | | | | | | | | | | | |
| 102 | 18 | ЮВ | Н. ст. | 4×3,3 | 13,2 | 44 | 0,89 | 511 | 5 | 5 | — | 51 | 562 |
| | | ЮВ | Д. о. | 1,2×1,6 | 1,92 | 44 | 2,3—0,89 | 119 | 5 | 5 | — | 12 | 131 |
| | | — | П | 4×6,06 | 24,24 | 17,6 | 0,6 | 256 | — | — | — | — | 256 |
| Σ = 949 | | | | | | | | | | | | | |
| 201 | 20 | ЮВ | Н. ст. | 4,83×3 | 14,49 | 46 | 0,89 | 593 | 5 | 5 | — | 59 | 652 |
| | | СВ | Н. ст. | 6,56×3 | 19,68 | 46 | 0,89 | 806 | 10 | 5 | — | 121 | 927 |
| | | ЮВ | Д. о | 2(1,2×1,6) | 3,84 | 46 | 1,41 | 248 | 5 | 5 | — | 25 | 273 |
| | | — | Пт | 4,33×6,06 | 26,24 | 36,8 | 0,7 | 676 | — | — | — | — | 676 |
| Σ = 2528 | | | | | | | | | | | | | |
| 202 | 18 | ЮВ | Н. ст. | 4×3 | 12 | 44 | 0,89 | 470 | 5 | 5 | — | 47 | 517 |
| | | ЮВ | Д. о. | 1,2×1,6 | 1,92 | 44 | 1,41 | 119 | 5 | 5 | — | 12 | 131 |
| | | — | Пт | 4×6,06 | 24,24 | 35,2 | 0,7 | 593 | — | — | — | — | 593 |
| Σ = 1241 | | | | | | | | | | | | | |

¹ Н. ст. — наружная стена; Д. о. — окно с двойным остеклением; П — пол; Пт — потолок.

определяют так же, как для неутепленных или утепленных полов.

Добавочные теплопотери. При определении общих теплопотерь через ограждающие конструкции учитывают приведенные в табл. 11.3 добавочные теплопотери в процентах к основным.

Для ориентировочных расчетов расход тепла на подогревание воздуха, поступающего за счет инфильтрации в производственные помещения промышленных зданий, может быть принят в размере 15—50% теплопотерь помещения (см. главу 9).

Б. Определение расхода тепла на нагревание наружного воздуха, одежды, материалов и транспорта. Расход тепла на нагревание наружного воздуха, поступающего через ворота, не снабженные тамбурами, шлюзами или воздушными завесами, при продолжительности открывания ворот в общей сложности не более 15 мин в смену определяют путем введения коэффициента $n=3$ на теплопотери через ворота; при большей продолжительности открывания ворот — по количеству воздуха, поступающего в помещение, и по нагреву его за определенный промежуток времени.

Общее количество наружного воздуха, поступающего через ворота при кратковременном открывании их, в зданиях с небольшими тепловыделениями можно приближенно (см. главу 9) определять по формуле

$$G_B = A + (a + kv) F, \quad (11.6)$$

где A и a — параметры, определяемые в зависимости от расчетной зимней температуры наружного воздуха (табл. 11.4);

k — условный коэффициент, равный 0,25 для ворот размером 3×3 м и 0,2 для ворот размером 4×4 м;

v — скорость ветра, м/с;

F — площадь поперечного сечения шахт и открываемых фрагуг в фонарях, м².

Расход тепла Q , ккал/ч, на нагревание материала определяют по формуле

$$Q = G_M c_B (t_B - t_M), \quad (11.7)$$

где G_M — расход материала, кг/ч;

c — удельная теплоемкость материала, ккал/(кг·°С);

B — коэффициент, учитывающий долю тепла, поглощенного материалом за 1 ч (табл. 11.5);

t_B — температура внутреннего воздуха помещения, °С;

t_M — температура вносимого материала, °С.

Температуру материала, поступающего из одного помещения в другое, следует принимать по данным технологического проекта. Температура материала, поступающего снаружи, может быть принята для металла и металлических изделий равной зимней наружной температуре t_n , принимаемой для расчета отопления; для других несыпучих материалов — на 10° выше t_n ; для сыпучих материалов (песок, руда, уголь и пр.) — на 15° выше t_n .

Расход тепла на обогревание транспорта, въезжающего в помещение, определяют по формуле

$$Q = Q' B, \quad (11.8)$$

где Q' — общий расход тепла на обогревание железнодорожных вагонов (табл. 11.6) или автомашин (табл. 11.7), ккал.

Пример 11.1. Определить теплопотери жилых помещений (t_B для средних помещений 18°С, для угловых 20°С), расположенных в первом и втором этажах здания (рис. 11.3). Здание

(защищенное) находится на застроенной площадке в Серпухове ($t_n = -26°С$).

Конструкция ограждений и коэффициенты их теплопередачи: наружные стены — из крупных шлакобетонных блоков с наружным фактурным слоем (плотность 1400 кг/м³, $k = 0,89$ ккал/(м²·ч·°С); окна с двойными деревянными переплетами, $k = 2,3$ ккал/м²·ч·°С; пол над неотапливаемым подвалом, $k = 0,6$ ккал/(м²·ч·°С); чердачное перекрытие, $k = 0,7$ ккал/(м²·ч·°С). Крыша покрыта листовой сталью по сплошному настилу.

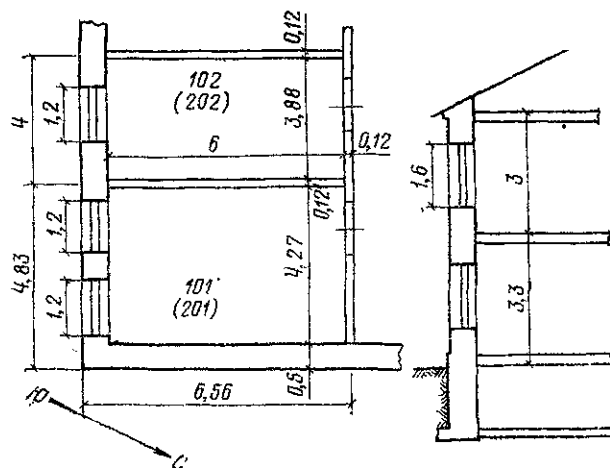


Рис. 11.3. К расчету теплопотерь помещений

Прежде чем приступить к подсчетам, нумеруют все помещения поэтажно. Помещение подвального этажа нумеруют с № 1, помещения первого этажа — с № 101, помещения второго этажа — с № 201 и т. д. Теплопотери лестничной клетки определяют как для одного помещения. Каждую лестничную клетку обозначают буквами А, Б и т. д. Результаты расчета заносят в бланк (табл. 11.8).

При расчете теплопередачи через наружные стены площадь окон не вычитают, но вместо коэффициента теплопередачи окна принимают разность между коэффициентом теплопередачи окна и наружной стены.

Для полов над неотапливаемым подвалом, расположенным ниже уровня земли, без окон в наружных стенах подвала разность температур принята с коэффициентом $n=0,4$, т. е. для угловых помещений 44-0,4=17,6°С и для угловых 46-0,4=18,4°С. Для чердачного перекрытия разность температур принята с коэффициентом 0,8, т. е. соответственно 44-0,8=35,2°С и 46-0,8=36,8°С.

11.2. Расчетная теплопроизводительность системы отопления здания

Фактическая расчетная теплопроизводительность системы отопления, ккал/ч:

$$Q_{с.о.} = Q_{зд} + Q' + Q''.$$

где $Q_{зд}$ — расчетные теплопотери отапливаемого здания;

Q' — дополнительные теплопотери, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистральных трубопроводах, проходящих в неотапливаемых помещениях;

Q'' — дополнительные теплопотери, связанные с размещением поверхностей нагрева у наружных ограждений и прочие.

Суммарная величина дополнительных теплопотерь не должна превышать 15% расчетных.

11.3. Расход тепла на отопление по укрупненным измерителям

Ориентировочные значения теплотеря здания определяют по формуле

$$Q = \alpha x V (t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}), \quad (11.9)$$

где α — поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий: $\alpha \approx 0,54 + 22/(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$;
 x — удельная тепловая характеристика здания, ккал/м³·ч·°С;
 V — наружный объем здания (или его отапливаемой части), м³.

Удельная тепловая характеристика здания любого назначения может быть определена по формуле, предложенной Н. С. Ермолаевым:

$$x = \frac{P}{S} [k_{\text{ст}} + \rho_0 (k_{\text{ок}} - k_{\text{ст}})] + \frac{1}{h} (0,9k_{\text{пот}} + 0,6k_{\text{пола}}), \quad (11.10)$$

где P — периметр здания, м;
 S — площадь здания, м²;
 h — высота здания, м;
 ρ_0 — коэффициент остекления, т. е. отношение площади остекления к площади вертикальных наружных ограждений;
 $k_{\text{ст}}, k_{\text{ок}}, k_{\text{пот}}, k_{\text{пола}}$ — коэффициенты теплопередачи соответственно стен, окон, потолка, пола.

Глава 12. ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

12.1. Виды отопительных приборов

Отопительные приборы систем центрального отопления делятся на пять основных видов: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы (с гладкой поверхностью), конвекторы, ребристые трубы (с ребристой поверхностью).

По высоте отопительные приборы подразделяются на высокие (высотой более 600 мм), средние (от 400 до 600 мм) и низкие (менее 400 мм). Приборы высотой менее 200 мм именуются плинтусными.

Техническая характеристика выпускаемых отопительных приборов дана в табл. 12.1 и 12.2. В табл. 12.3 дается сравнительная теплотехническая характеристика отопительных приборов

12.2. Теплопередача отопительных приборов

Нагревательная поверхность отопительных приборов согласно нормам измеряется и указывается в проектах в эквивалентных квадратных метрах.

Эквивалентным квадратным метром (экм) называется площадь нагревательной поверхности отопительного прибора, отдающая в 1 ч 435 ккал тепла при разности средней температуры теплоносителя и воздуха 64,5° и соблюдении условий испытания: площадь поверхности испытываемых отопительных приборов должна быть равной приблизительно 2 экм; испытанная должна проводиться одновременно и в одинаковых условиях с работой эталонного отопительного прибора (открыто установленный у стены радиатор М-132, состоящий из семи

секций, теплоноситель подается в верхнюю пробку в количестве 17,4 кг/ч на 1 экм).

Тепловой поток, передаваемый через нагревательную поверхность приборов, зависит от коэффициента теплопередачи $k_{\text{пр}}$, ккал/(ч·экм·°С), определяемого по формулам:

при теплоносителе паре

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t^n; \quad (12.1a)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t_{\text{ср}}^n \left(\frac{G_{\text{отн}}}{F_{\text{р}}} \right)^{\rho}; \quad (12.1б)$$

для остальных отопительных приборов

$$k_{\text{пр}} = m \Delta t_{\text{ср}}^n G_{\text{отн}}^{\rho}, \quad (12.1в)$$

где $\Delta t = t_{\text{нас}} - t_{\text{в}}$ — разность между температурой насыщенного пара $t_{\text{нас}}$ в приборе и температурой окружающего воздуха $t_{\text{в}}$, °С;

$\Delta t_{\text{ср}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}$ — разность между средней температурой воды $t_{\text{ср}}$ в приборе и $t_{\text{в}}$, °С;

m, n, ρ — экспериментальные численные показатели;
 $F_{\text{р}}$ — расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора, экм;

$G_{\text{отн}}$ — относительный расход воды в приборе:
 для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$G_{\text{отн}} = G/17,4; \quad (12.2a)$$

для конвекторов типа КП и «Прогресс»

$$G_{\text{отн}} = G/35; \quad (12.2б)$$

для остальных отопительных приборов

$$G_{\text{отн}} = G/300; \quad (12.2в)$$

здесь G — действительный расход воды в приборе, кг/ч.

Плотность теплового потока на 1 экм площади нагревательной поверхности приборов $q_{\text{в}}$, ккал/(ч·экм), определяется по формуле

$$q_{\text{в}} = k_{\text{пр}} \Delta t, \quad (12.3)$$

в частности:

при теплоносителе паре

$$q_{\text{в}} = m \Delta t^{1+n}; \quad (12.4a)$$

при теплоносителе воде:

для радиаторов секционных и панельных колончатых

$$q_{\text{в}} = \frac{m_1}{\varphi F_{\text{р}}^{\rho}} \Delta t_{\text{ср}}^{1+n}; \quad (12.4б)$$

для остальных отопительных приборов

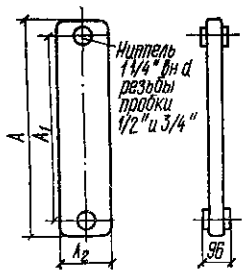
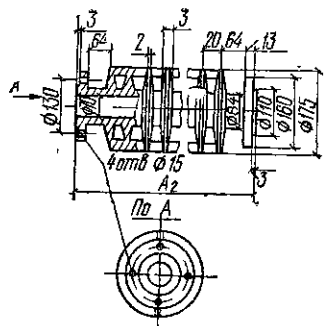
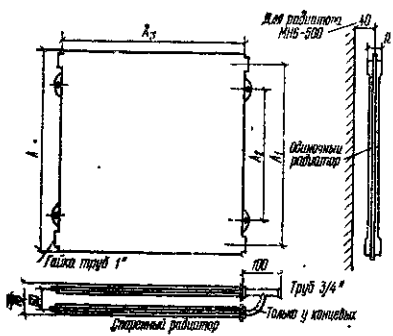
$$q_{\text{в}} = \frac{m_1}{\varphi} \Delta t_{\text{ср}}^{1+n}, \quad (12.4в)$$

где φ — поправочный коэффициент, учитывающий расход воды и схему присоединения отопительного прибора (табл. 12.4); определяется по табл. 12.5:

$$\varphi = \frac{m_1}{m G_{\text{отн}}^{\rho}}, \quad (12.5)$$

m_1 — одно из экспериментальных значений коэффициента m , принятое за базовое для различных схем присоединения какого-либо прибора.

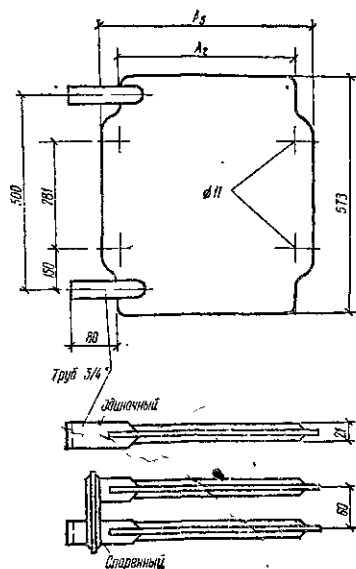
ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

| Эквив | Вид и тип прибора | Единица измерения | Площадь нагревательной поверхности f | | Строительные размеры, мм | | | | Емкость, л | Масса, кг |
|--|--|-------------------|--|-------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
| | | | м ² | экв | A | A ₁ | A ₂ | A ₃ | | |
| Радиаторы чугунные секционные | | | | | | | | | | |
|  <p>Ниппель 1/4" в н.д. резьбы проходки 1/2" и 3/4"</p> | M-140-AO | 1 секция | 0,299 | 0,35 | 582 | 500 | 140 | — | 1,43 | 8,23 |
| | M-140 | то же | 0,244 | 0,31 | 582 | 500 | 140 | — | 1,55 | 7,44 |
| | M-140-AO-300 | » | 0,17 | 0,217 | 382 | 300 | 140 | — | 1,1 | 5,29 |
| | M-90 | » | 0,2 | 0,26 | 582 | 500 | 90 | — | 1,25 | 6,58 |
| | РД-90с | » | 0,203 | 0,275 | 582 | 500 | 90 | — | 1,5 | 6,95 |
| Рёбристые трубы чугунные | | | | | | | | | | |
|  | Труба с круглыми ребрами (ГОСТ 1816-64) длиной, м: | | | | | | | | | |
| | 0,75 | шт. | 1,5 | 1,03 | — | — | 750 | — | 2,88 | 26,3 |
| | 1 | » | 2 | 1,38 | — | — | 1000 | — | 3,55 | 35 |
| | 1,5 | » | 3 | 2,07 | — | — | 1500 | — | 5,8 | 52,5 |
| | 2 | » | 4 | 2,76 | — | — | 2000 | — | 7,7 | 70 |
| Радиаторы стальные штампованные панельные колончатые | | | | | | | | | | |
|  | Однорядные концевые (и проходные с индексом А): | | | | | | | | | |
| | MЗ-500-1 | 1 панель | 0,64 | 0,83 | 564 | 500 | 370 | 518 | 2,7 | 7,5 |
| | MЗ-500-2 | то же | 0,96 | 1,25 | 564 | 500 | 370 | 766 | 4 | 11 |
| | MЗ-500-3 | » | 1,2 | 1,56 | 564 | 500 | 370 | 952 | 5 | 13,8 |
| | MЗ-500-4 | » | 1,6 | 2,08 | 564 | 500 | 370 | 1262 | 6,65 | 18,8 |
| | MЗ-350-1 | » | 0,425 | 0,6 | 406 | 350 | 250 | 518 | 1,5 | 5,77 |
| | MЗ-350-2 | » | 0,637 | 0,89 | 406 | 350 | 250 | 766 | 2,25 | 8,65 |
| | MЗ-350-3 | » | 0,828 | 1,16 | 406 | 350 | 250 | 1014 | 2,8 | 10,8 |
| MЗ-350-4 | » | 1,062 | 1,49 | 406 | 350 | 250 | 1262 | 3,75 | 14,4 | |

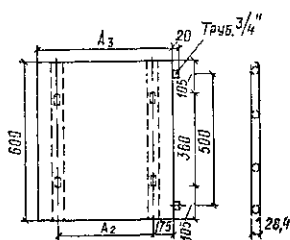
Продолжение табл. 12.1

| Эскиз | Вид и тип прибора | Единица измерения | Площадь нагревательной поверхности, f | | Строительные размеры, мм | | | | Емкость, л | Масса, кг |
|-------|--|-------------------|---|-------|--------------------------|-------|-------|-------|------------|-----------|
| | | | m^2 | $эмк$ | A | A_1 | A_2 | A_3 | | |
| | Спаренные концевые (и проходные с индексом А): | | | | | | | | | |
| | 2МЗ-500-1 | 1 комплект | 1,28 | 1,41 | 564 | 500 | 370 | 518 | 5,4 | 15,3 |
| | 2МЗ-500-2 | то же | 1,92 | 2,12 | 564 | 500 | 370 | 766 | 8 | 22,3 |
| | 2МЗ-500-3 | » | 2,4 | 2,65 | 564 | 500 | 370 | 952 | 10 | 27 |
| | 2МЗ-500-4 | » | 3,2 | 3,53 | 564 | 500 | 370 | 1262 | 13,3 | 37 |
| | 2МЗ-350-1 | » | 0,85 | 1,01 | 406 | 350 | 250 | 518 | 3 | 11,85 |
| | 2МЗ-350-2 | » | 1,275 | 1,52 | 406 | 350 | 250 | 766 | 4,5 | 17,6 |
| | 2МЗ-350-3 | » | 1,656 | 1,97 | 406 | 350 | 250 | 1014 | 5,6 | 21,9 |
| | 2МЗ-350-4 | » | 2,125 | 2,52 | 406 | 350 | 250 | 1262 | 7,5 | 29,1 |
| | Одиночные проходные: | | | | | | | | | |
| | МН6-500-1 | 1 панель | 0,64 | 0,83 | 564 | 500 | 370 | 543 | 2,3 | 8,59 |
| | МН6-500-2 | то же | 0,96 | 1,25 | 564 | 500 | 370 | 791 | 3,5 | 12,1 |
| | МН6-500-3 | » | 1,2 | 1,56 | 564 | 500 | 370 | 977 | 4,5 | 14,85 |
| | МН6-500-4 | » | 1,6 | 2,08 | 564 | 500 | 370 | 1287 | 6,1 | 19,89 |

Радиаторы стальные штампованные панельные эмеевиковые

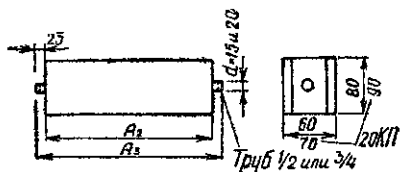


| | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|------------|------|------|-----|-----|------|------|------|-------|
| | Одиночные: | | | | | | | | | |
| | ЗС-11-3 | 1 панель | 0,73 | 0,97 | 573 | 500 | 525 | 545 | 3,34 | 8,37 |
| | ЗС-11-4 | то же | 0,93 | 1,24 | 573 | 500 | 674 | 694 | 4,26 | 10,55 |
| | ЗС-11-5 | » | 1,13 | 1,51 | 573 | 500 | 824 | 844 | 5,22 | 12,1 |
| | ЗС-11-6 | » | 1,35 | 1,81 | 573 | 500 | 1000 | 1018 | 6,26 | 14,2 |
| | ЗС-11-7 | » | 1,6 | 2,13 | 573 | 500 | 1170 | 1190 | 7,34 | 16,74 |
| | Спаренные: | | | | | | | | | |
| | ЗС-21-3 | 1 комплект | 1,46 | 1,65 | 573 | 500 | 525 | 545 | 6,7 | 16,84 |
| | ЗС-21-4 | то же | 1,86 | 2,1 | 573 | 500 | 674 | 694 | 8,6 | 21,34 |
| | ЗС-21-5 | » | 2,26 | 2,57 | 573 | 500 | 824 | 844 | 10,5 | 24,44 |
| | ЗС-21-6 | » | 2,7 | 3,08 | 573 | 500 | 1000 | 1018 | 12,6 | 28,5 |
| | ЗС-21-7 | » | 3,2 | 3,62 | 573 | 500 | 1170 | 1190 | 14,7 | 33,48 |
| | Листотрубные одиночные: | | | | | | | | | |
| | КЛТ-1 | 1 панель | 0,81 | 0,77 | 600 | 500 | — | 600 | 0,68 | 7,4 |
| | КЛТ-2 | то же | 1,08 | 1,03 | 600 | 500 | 450 | 800 | 0,94 | 9,3 |
| | КЛТ-3 | » | 1,35 | 1,29 | 600 | 500 | 650 | 1000 | 1,21 | 11,25 |
| | КЛТ-4 | » | 1,62 | 1,55 | 600 | 500 | 850 | 1200 | 1,47 | 13,2 |
| | КЛТ-5 | » | 1,89 | 1,8 | 600 | 500 | 1050 | 1400 | 1,73 | 15,15 |
| | КЛТ-6 | » | 2,16 | 2,06 | 600 | 500 | 1250 | 1600 | 1,98 | 18,45 |
| | КЛТ-7 | » | 2,7 | 2,58 | 600 | 500 | 1650 | 2000 | 2,54 | 23 |
| | Листотрубные спаренные: | | | | | | | | | |
| | 2КЛТ-1 | 1 комплект | 1,62 | 1,31 | 600 | 500 | — | 600 | 1,36 | 15,3 |
| | 2КЛТ-2 | то же | 2,16 | 1,75 | 600 | 500 | 450 | 800 | 1,88 | 19,1 |
| | 2КЛТ-3 | » | 2,7 | 2,19 | 600 | 500 | 650 | 1000 | 2,42 | 23 |
| | 2КЛТ-4 | » | 3,24 | 2,64 | 600 | 500 | 850 | 1200 | 2,94 | 25,9 |
| | 2КЛТ-5 | » | 3,78 | 3,06 | 600 | 500 | 1050 | 1400 | 3,46 | 30,8 |
| | 2КЛТ-6 | » | 4,32 | 3,5 | 600 | 500 | 1250 | 1600 | 3,96 | 37,4 |
| | 2КЛТ-7 | » | 5,4 | 4,38 | 600 | 500 | 1650 | 2000 | 5,08 | 46,5 |



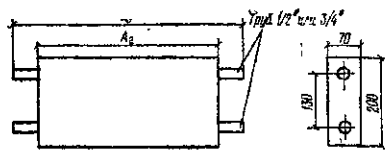
| Эскиз | Вид и тип прибора | Единица измерения | Площадь нагревательной поверхности f | | Строительные размеры, мм | | | | Емкость, л | Масса, кг |
|-------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|-----|--------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
| | | | м ² | экм | A | A ₁ | A ₂ | A ₃ | | |

Конвекторы плинтусные стальные без кожуха



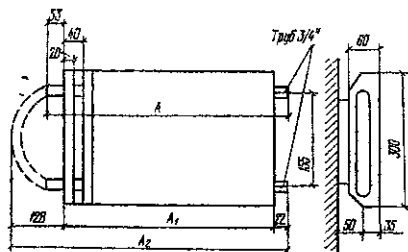
| | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|------|------|---|---|------|------|-------|------|
| 15КП-0,5 | 1 конвектор | 0,37 | 0,25 | — | — | 450 | 500 | 0,1 | 1,75 |
| 15КП-0,75 | то же | 0,55 | 0,34 | — | — | 700 | 750 | 0,15 | 2,6 |
| 15КП-1 | » | 0,73 | 0,46 | — | — | 950 | 1000 | 0,2 | 3,4 |
| 15КП-1,25 | » | 0,95 | 0,6 | — | — | 1200 | 1250 | 0,25 | 4,2 |
| 15КП-1,5 | » | 1,14 | 0,7 | — | — | 1450 | 1500 | 0,3 | 5 |
| 15КП-1,75 | » | 1,37 | 0,86 | — | — | 1700 | 1750 | 0,35 | 5,9 |
| 20КП-0,5 | » | 0,49 | 0,28 | — | — | 450 | 500 | 0,18 | 2,38 |
| 20КП-0,75 | » | 0,68 | 0,42 | — | — | 700 | 750 | 0,25 | 3 |
| 20КП-1 | » | 0,91 | 0,57 | — | — | 950 | 1000 | 0,34 | 4 |
| 20КП-1,25 | » | 1,15 | 0,72 | — | — | 1200 | 1250 | 0,42 | 5,2 |
| 20КП-1,5 | » | 1,43 | 0,89 | — | — | 1450 | 1500 | 0,503 | 6 |
| 20КП-1,75 | » | 1,67 | 1,04 | — | — | 1700 | 1750 | 0,587 | 7,2 |

Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»



| | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|---|---|------|------|---|-------|--|
| Прогресс-15: | | | | | | | | | | |
| № 1 | 1 конвектор | 0,88 | 0,5 | — | — | 400 | 517 | — | 3,95 | |
| № 2 | то же | 1,11 | 0,63 | — | — | 500 | 617 | — | 4,98 | |
| № 3 | » | 1,33 | 0,75 | — | — | 600 | 717 | — | 5,92 | |
| № 4 | » | 1,55 | 0,88 | — | — | 700 | 817 | — | 6,95 | |
| № 5 | » | 1,77 | 1 | — | — | 800 | 917 | — | 7,9 | |
| № 6 | » | 1,99 | 1,13 | — | — | 900 | 1017 | — | 8,95 | |
| № 7 | » | 2,21 | 1,25 | — | — | 1000 | 1117 | — | 9,88 | |
| № 8 | » | 2,43 | 1,38 | — | — | 1100 | 1217 | — | 10,9 | |
| № 9 | » | 2,65 | 1,5 | — | — | 1200 | 1317 | — | 11,85 | |
| Прогресс-20: | | | | | | | | | | |
| № 1 | 1 конвектор | 0,88 | 0,48 | — | — | 400 | 517 | — | 4,13 | |
| № 2 | то же | 1,1 | 0,6 | — | — | 500 | 617 | — | 5,16 | |
| № 3 | » | 1,32 | 0,72 | — | — | 600 | 717 | — | 6,2 | |
| № 4 | » | 1,54 | 0,84 | — | — | 700 | 817 | — | 7,22 | |
| № 5 | » | 1,76 | 0,96 | — | — | 800 | 917 | — | 8,25 | |
| № 6 | » | 1,98 | 1,08 | — | — | 900 | 1017 | — | 9,3 | |
| № 7 | » | 2,2 | 1,2 | — | — | 1000 | 1117 | — | 10,3 | |
| № 8 | » | 2,42 | 1,32 | — | — | 1100 | 1217 | — | 11,35 | |
| № 9 | » | 2,64 | 1,45 | — | — | 1200 | 1317 | — | 12,45 | |

Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»

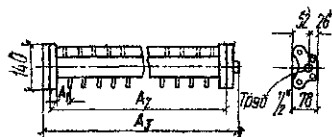


| | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|---|-----|---|---|------|------|------|---|-------|
| Концевые и проходные однорядные. | | | | | | | | | | |
| A-12 | 1 конвектор | — | 0,6 | — | — | 555 | 460 | 610 | — | 5,62 |
| A-16 | то же | — | 0,8 | — | — | 715 | 620 | 770 | — | 7,27 |
| A-20 | » | — | 1 | — | — | 875 | 780 | 930 | — | 8,97 |
| A-24 | » | — | 1,2 | — | — | 1035 | 940 | 1090 | — | 10,63 |
| A-28 | » | — | 1,4 | — | — | 1195 | 1100 | 1250 | — | 12,29 |
| A-32 | » | — | 1,6 | — | — | 1355 | 1260 | 1410 | — | 13,95 |
| A-36 | » | — | 1,8 | — | — | 1515 | 1420 | 1570 | — | 15,61 |
| A-40 | » | — | 2 | — | — | 1675 | 1580 | 1730 | — | 17,27 |

Продолжение табл. 12 1

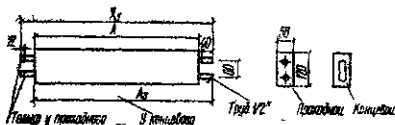
| Эскиз | Вид и тип прибора | Единица измерения | Площадь нагревательной поверхности f | | Строительные размеры, мм | | | | Емкость, л | Масса кг |
|-------|-------------------|-------------------|--|-----|--------------------------|----------------|----------------|----------------|------------|----------|
| | | | м ² | экв | A | A ₁ | A ₂ | A ₃ | | |

Конвекторы плинтусные чугунные одноканальные

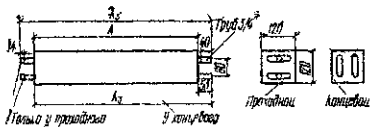


| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------|-------|---|------|-----|-----|-------|------|
| ЛТ-10-0,3 | 1 конвектор | 0,27 | 0,265 | — | 37,5 | 295 | 349 | 0,565 | 5,4 |
| ЛТ-10-0,6 | то же | 0,54 | 0,53 | — | 40 | 601 | 655 | 1,15 | 10,8 |

Нагреватели конвекторов с кожухом «Комфорт»



| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|---------------|------|------|------|---|---|------|---|------|--|
| Двухтрубный проходной: | | | | | | | | | | |
| K17 | 1 нагреватель | 1,61 | 1,24 | 600 | — | — | 706 | — | 4,2 | |
| K18 | то же | 2,68 | 2,15 | 1000 | — | — | 1106 | — | 6,9 | |
| K19 | > | 3,75 | 2,87 | 1400 | — | — | 1506 | — | 9,6 | |
| Двухтрубный концевой | | | | | | | | | | |
| K23 | > | 1,61 | 1,24 | 600 | — | — | 653 | — | 4,2 | |
| K24 | > | 2,68 | 2,15 | 1000 | — | — | 1053 | — | 6,9 | |
| K25 | > | 3,75 | 2,87 | 1400 | — | — | 1453 | — | 9,6 | |
| Четырехтрубный проходной | | | | | | | | | | |
| K30 | > | 1,1 | 1,53 | 600 | — | — | 706 | — | 8,2 | |
| K31 | > | 3,66 | 2,55 | 1000 | — | — | 1106 | — | 10,8 | |
| K32 | > | 5,13 | 3,57 | 1400 | — | — | 1506 | — | 15 | |
| Четырехтрубный концевой | | | | | | | | | | |
| K33 | > | 1,1 | 1,53 | 600 | — | — | 653 | — | 8,2 | |
| K34 | > | 3,66 | 2,55 | 1000 | — | — | 1053 | — | 10,8 | |
| K35 | > | 5,13 | 3,57 | 1400 | — | — | 1453 | — | 15 | |



Примечание. Характеристика отопительных приборов, снятых с производства, дана во 2-м изд. настоящего справочника (Стройиздат, 1967)

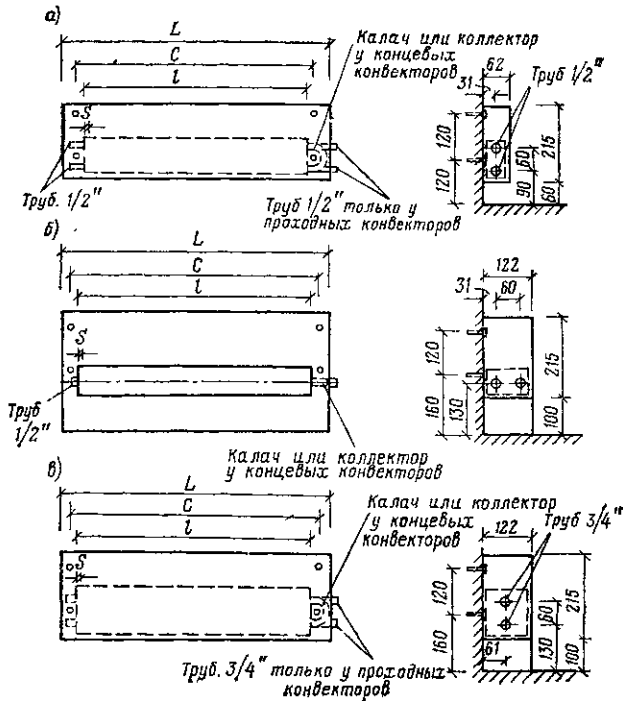


Рис. 12.1. Конвектор «Комфорт» .

а — двухтрубный настенный Н_Н-1...3; б — двухтрубный настенный Н_Н-5...12 и напольный Н-4...12; в — четырехтрубный настенный Н_Н-13...15 и напольный Н-13...15

ТАБЛИЦА 12.2

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНВЕКТОРОВ С КОЖУХОМ

| Марка конвектора | | | | Площадь нагревательной поверхности $f_{\text{н}}$, экм | Размеры, мм | | | | Масса, кг | |
|---|--------------------|------------|-----------|---|-------------|------|------|------------------|-------------|------------|
| настенного | | напольного | | | L | l | C | s (шаг пластины) | настенно-го | напольного |
| проходного | концевого | проходного | концевого | | | | | | | |
| <i>Конвекторы «Комфорт» двухтрубные (рис. 12.1, а, б)</i> | | | | | | | | | | |
| Н _Н -1А | Н _Н -1 | — | — | 0,76 | 710 | 600 | 620 | 7,5 | 5,5 | — |
| Н _Н -2А | Н _Н -2 | — | — | 1,27 | 1110 | 1000 | 1020 | 7,5 | 8,7 | — |
| Н _Н -3А | Н _Н -3 | — | — | 1,78 | 1510 | 1400 | 1420 | 7,5 | 11,6 | — |
| — | — | — | Н-4 | 0,81 | 710 | 600 | 620 | 10 | — | 6,9 |
| Н _Н -5А | Н _Н -5 | Н-5А | Н-5 | 0,985 | 710 | 600 | 620 | 7,5 | 7 | 7,3 |
| Н _Н -6А | Н _Н -6 | Н-6А | Н-6 | 1,24 | 710 | 600 | 620 | 5 | 8 | 8 |
| — | — | Н-7А | Н-7 | 1,39 | 1110 | 1000 | 1025 | 10 | — | 10,2 |
| Н _Н -8А | Н _Н -8 | Н-8А | Н-8 | 1,79 | 1110 | 1000 | 1025 | 7,5 | 10 | 11 |
| Н _Н -9А | Н _Н -9 | Н-9А | Н-9 | 2,15 | 1110 | 1000 | 1025 | 5 | 11,5 | 12,5 |
| — | — | Н-10А | Н-10 | 1,9 | 1510 | 1400 | 1420 | 10 | — | 13,2 |
| Н _Н -11А | Н _Н -11 | Н-11А | Н-11 | 2,3 | 1510 | 1400 | 1420 | 7,5 | 13 | 14 |
| Н _Н -12А | Н _Н -12 | Н-12А | Н-12 | 2,87 | 1510 | 1400 | 1420 | 5 | 15,5 | 15,7 |
| <i>Конвекторы «Комфорт» четырехтрубные (рис. 12.1, в)</i> | | | | | | | | | | |
| Н _Н -13А | Н _Н -13 | Н-13А | Н-13 | 1,53 | 710 | 600 | 620 | 7,5 | 11 | 12 |
| Н _Н -14А | Н _Н -14 | Н-14А | Н-14 | 2,55 | 1110 | 1000 | 1020 | 7,5 | 15 | 17 |
| Н _Н -15А | Н _Н -15 | Н-15А | Н-15 | 3,57 | 1510 | 1400 | 1420 | 7,5 | 20 | 23 |

Продолжение табл. 12.2

| Марка конвектора | | Площадь нагревательной поверхности конвектора f_0 , экм | | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|--|-----------|---|-----------|-------------|------|------|----|-----------|
| проходного | концевого | проходного | концевого | L | l | C | S | |
| <i>Конвекторы «Комфорт-20» (высота кожуха 275 мм, расстояние от пола 150 мм)</i> | | | | | | | | |
| 400A | | 0,8 | 0,75 | 500 | 400 | 425 | 10 | 7,2 |
| 500A | 500 | 1 | 0,95 | 600 | 500 | 525 | 10 | 8,4 |
| 400A | 400 | 1,2 | 1,1 | 500 | 400 | 425 | 5 | 8,8 |
| 500A | 500 | 1,5 | 1,4 | 600 | 500 | 525 | 5 | 10,5 |
| 600A | 600 | 1,8 | 1,7 | 700 | 600 | 625 | 5 | 12,2 |
| 700A | 700 | 2,1 | 2 | 800 | 700 | 725 | 5 | 13,9 |
| 800A | 800 | 2,4 | 2,3 | 900 | 800 | 825 | 5 | 15,5 |
| 900A | 900 | 2,7 | 2,6 | 1000 | 900 | 925 | 5 | 17,2 |
| 1000A | 1000 | 3 | 2,9 | 1100 | 1000 | 1025 | 5 | 19 |
| 1100A | 1100 | 3,3 | 3,2 | 1200 | 1100 | 1125 | 5 | 20,6 |
| 1200A | 1200 | 3,6 | 3,5 | 1300 | 1200 | 1225 | 5 | 22,5 |

ТАБЛИЦА 12.3

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
ДЛИНОЙ 1 м (ПРИ $\Delta t_{\text{ср}} = 64,5$ °С И РАСХОДЕ ВОДЫ 300 кг/ч)
И ДЛИНА 1 экм ПРИБОРОВ

| Вид и тип отопительного прибора | Глубина прибора, мм | Теплопередача, ккал/(ч·м) | Длина 1 экм, мм | Расход воды при испытании прибора, кг/ч |
|--|---------------------|---------------------------|-----------------|---|
| Рadiator чугунный секционный М-140-АО | 140 | 1670 | 277 | 35 |
| То же, М-140-АО-300 | 140 | 1040 | 447 | 35 |
| » М-90 | 90 | 1245 | 372 | 35 |
| » РД-90с | 90 | 1310 | 353 | 35 |
| Рибристая труба чугунная | 175 | 744 | 725 | 35 |
| Рadiator стальной штампованный панельный колончатый МЗ-500 одиночный | 18 | 743 | 625 | 35 |
| То же, спаренный | 78 | 1260 | 368 | 35 |
| Рadiator стальной штампованный панельный змеевиковый ЗС-11 одиночный | 21 | 880 | 515 | 22 |
| То же, ЗС-21 спаренный | 101 | 1555 | 363 | 22 |
| То же, КЛТ листотрубный одиночный | 28 | 565 | 800 | 190 |
| То же, 2КЛТ листотрубный спаренный | 107 | 960 | 471 | 190 |
| Конвектор плитусный стальной 15КП одиночный | 60 | 212 | 2175 | 35 |
| То же, 20КП одиночный | 70 | 285 | 1755 | 47 |
| Конвектор «Прогресс-15» одиночный | 70 | 525 | 900 | 52 |

Продолжение табл. 12.3

| Вид и тип отопительного прибора | Глубина прибора, мм | Теплопередача, ккал/(ч·м) | Длина 1 экм, мм | Расход воды при испытании прибора, кг/ч |
|--|---------------------|---------------------------|-----------------|---|
| Конвектор «Прогресс-20» однорядный | 70 | 500 | 944 | 118 |
| Конвектор «Аккорд» однорядный | 60 | 514 | 846 | 300 |
| Конвектор плитусный чугунный ЛТ-10 однорядный | 78 | 352 | 1230 | 300 |
| Конвектор «Комфорт» двухтрубный настенный: | | | | |
| Н _н -1 при s=7,5 мм | 62 | 467 | 935 | 300 |
| Н _н -5 при s=7,5 » | 122 | 603 | 720 | 300 |
| Н _н -6 при s=5 » | 122 | 756 | 573 | 300 |
| Н _н -10 при s=10 » | 122 | 546 | 795 | 300 |
| Конвектор «Комфорт» четырехтрубный напольный Н-14 (при s=7,5 мм) | 122 | 1000 | 435 | 300 |
| Конвектор «Комфорт-20»: | | | | |
| при s=5 мм | 160 | 1120 | 389 | 300 |
| » s=10 » | 160 | 750 | 583 | 300 |
| Регистр из четырех рядов гладких труб: | | | | |
| d _y =32 мм | 42 | 374 | 1165 | — |
| d _y =100 » | 108 | 960 | 455 | — |

Примечание. В последней графе указан расход воды, необходимый для передачи 435 ккал/ч тепла через 1 экм (для радиаторов — 870 ккал/ч через 2 экм).

КОЭФФИЦИЕНТ ϕ , УЧИТЫВАЮЩИЙ РАСХОД ВОДЫ И СХЕМУ

| Вид и тип отопительного прибора | № схемы присоединения по табл. 12.4 | Значения коэффициента ϕ при расходе воды | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | | | |
| Радиаторы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые: при $\frac{G_{отн}}{F_p} \leq 7$ | 1 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | |
| | 2 | 1,16 | 1,13 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | |
| | 3 | 1,14 | 1,12 | 1,09 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | |
| | Для всех схем при | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Радиаторы стальные штампованные панельные эмеевиконные То же, листотрубные | 1 | 1,09 | 1,05 | 1,01 | 1 | 0,97 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | |
| | | 1 | 1,19 | 1,15 | 1,12 | 1,11 | 1,09 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | |
| | | Конвекторы плинтусные стальные без кожуха | 15КП | 1 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| | | | 2 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| | | | 3 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| | | | 4 | 1,02 | 1,01 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| 5 | | | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| 6 | | | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |
| 7 | | | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 0,97 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| 20КП | | 1 | 0,8 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | |
| 2 | 0,83 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | | |
| 3 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | | |
| 4 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,8 | 0,8 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,75 | 0,75 | | |
| 5 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | | |
| 6 | 0,89 | 0,87 | 0,85 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | | |
| 7 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | | |
| Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10 | 1 | 1,06 | 1,03 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | | |
| | 2 | 1,09 | 1,05 | 1,02 | 1,01 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | | |
| | 3 | 1,13 | 1,09 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | | |
| | 4 | 1,16 | 1,13 | 1,09 | 1,08 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | | |
| | 5 | 1,13 | 1,09 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | | |
| | 6 | 1,16 | 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | |
| | 7 | 1,21 | 1,17 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,1 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | |
| Рибристые трубы чугунные | 1 | 0,95 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | | |
| | 2 | 1,05 | 1,02 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | | |
| | 3 | 1,16 | 1,12 | 1,1 | 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | |
| Конвекторы низкие стальные двухтрубные. «Прогресс-15» | 2 | 1,15 | 1,12 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | | |
| | 4 | 1,32 | 1,3 | 1,26 | 1,25 | 1,23 | 1,22 | 1,21 | 1,2 | 1,19 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,17 | 1,17 | 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | | |
| | 5 | 1,22 | 1,19 | 1,16 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | |
| | 7 | 1,2 | 1,17 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,1 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | |
| | 8 | 1,29 | 1,26 | 1,22 | 1,21 | 1,2 | 1,19 | 1,18 | 1,17 | 1,15 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,13 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | |
| | 9 | 1,43 | 1,4 | 1,36 | 1,34 | 1,33 | 1,31 | 1,3 | 1,29 | 1,28 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,26 | 1,26 | 1,25 | 1,25 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | |
| | «Прогресс 20» | 2 | 0,88 | 0,86 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,76 | 0,76 | 0,76 | |
| | | 4 | 1 | 0,97 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | |
| | | 5 | 0,93 | 0,91 | 0,89 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 |
| 7 | | 1,03 | 1,01 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | |
| 9 | | 1 | 0,97 | 0,95 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | |
| «Аккорд» | 2 | 1,18 | 1,14 | 1,1 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | | |
| | 4 | 1,35 | 1,3 | 1,26 | 1,24 | 1,23 | 1,22 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | |
| | 5 | 1,24 | 1,19 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | |
| | 7 | 1,37 | 1,32 | 1,28 | 1,27 | 1,25 | 1,25 | 1,24 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,23 | |
| | 9 | 1,33 | 1,28 | 1,24 | 1,23 | 1,22 | 1,22 | 1,2 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,19 | 1,18 | 1,18 | 1,16 | 1,16 | 1,16 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | |

ТАБЛИЦА 12.5

ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА ИЛИ БЛОКА ПРИБОРОВ

к подводке к прибору или к блоку приборов G, кг/ч

| G, кг/ч | 200 | | | 300 | | | 400 | | | 500 | | 600 | | 700 | | 800 | | 900 | | 1000 | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 25 | 50 | 75 | 0 | 35 | 70 | 0 | 35 | 70 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 |
| 0,37 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 |
| 0,48 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 |
| 0,63 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 |

соединения φ = 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 |
| 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 |
| 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 |
| 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 |
| 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,89 | 0,89 |
| 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,6 |
| 0,71 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,63 | 0,62 |
| 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,64 |
| 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,69 | 0,69 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 |
| 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 |
| 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| 1,01 | 1 | 1 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 |
| 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 |
| 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,8 | 0,8 |
| 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,91 | 0,9 | 0,89 | 0,89 |
| 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |
| 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,89 |
| 1,13 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 |
| 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1 | 1 | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| 1,1 | 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 |
| 1,22 | 1,22 | 1,21 | 1,21 | 1,2 | 1,19 | 1,19 | 1,18 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,16 | 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,11 |
| 0,76 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,79 | 0,79 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,77 |
| 0,8 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,78 | 0,75 | 0,75 | 0,74 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,7 |
| 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,84 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,8 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,75 |
| 0,94 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,89 | 0,89 | 0,88 | 0,87 | 0,87 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,84 |
| 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,17 | 1,17 | 1,16 | 1,16 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,14 |
| 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| 1,19 | 1,19 | 1,18 | 1,18 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 |
| 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,14 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| 1,28 | 1,28 | 1,26 | 1,26 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 |

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОПИЙ КНИГ

для проектировщиков и технических специалистов

| Вид и тип отопительного прибора | № схемы присоединения по табл. 12.4 | Значения коэффициента ϕ при расходе воды | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|------|
| | | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Конвекторы с кожухом «Комфорт» при шаге пластин: 5 мм | 1 | 1,42 | 1,34 | 1,29 | 1,26 | 1,24 | 1,23 | 1,2 | 1,17 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,07 |
| | 2 | 1,39 | 1,32 | 1,27 | 1,24 | 1,22 | 1,21 | 1,18 | 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,06 |
| | 3 | 1,44 | 1,37 | 1,32 | 1,28 | 1,27 | 1,25 | 1,22 | 1,2 | 1,2 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,13 | 1,11 | 1,09 |
| | 4 | 1,54 | 1,46 | 1,4 | 1,37 | 1,35 | 1,34 | 1,3 | 1,27 | 1,27 | 1,26 | 1,25 | 1,23 | 1,22 | 1,21 | 1,2 | 1,2 | 1,18 |
| 7,5 мм | 1 | 1,28 | 1,23 | 1,2 | 1,19 | 1,16 | 1,15 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,09 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,06 |
| | 2 | 1,25 | 1,21 | 1,18 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,04 |
| | 3 | 1,3 | 1,25 | 1,22 | 1,21 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,13 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,08 |
| | 4 | 1,36 | 1,3 | 1,27 | 1,26 | 1,23 | 1,22 | 1,2 | 1,19 | 1,18 | 1,17 | 1,15 | 1,15 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,13 | 1,12 |
| 10 мм | 1 | 1,2 | 1,16 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,1 | 1,09 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,04 | 1,04 |
| | 2 | 1,18 | 1,14 | 1,1 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 |
| | 3 | 1,22 | 1,18 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,12 | 1,11 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 |
| | 4 | 1,25 | 1,2 | 1,16 | 1,15 | 1,14 | 1,14 | 1,13 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,08 | 1,08 |
| Конвекторы с кожухом «Комфорт-20» | 1 | 2,05 | 1,78 | 1,64 | 1,52 | 1,41 | 1,34 | 1,28 | 1,22 | 1,21 | 1,19 | 1,17 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,1 | 1,09 |
| | 2 | 2 | 1,74 | 1,6 | 1,48 | 1,38 | 1,31 | 1,25 | 1,19 | 1,19 | 1,16 | 1,15 | 1,14 | 1,12 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,08 |
| | 3 | 2,1 | 1,83 | 1,68 | 1,56 | 1,45 | 1,38 | 1,31 | 1,25 | 1,24 | 1,21 | 1,2 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,12 |
| | 4 | 2,28 | 1,98 | 1,82 | 1,69 | 1,57 | 1,49 | 1,42 | 1,35 | 1,25 | 1,22 | 1,2 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,13 | 1,12 |
| Гладкотрубные приборы | 1 | Вне зависимости от расхода воды принимается значение ϕ : | | | | | | | | | | | | | | | $d_y < 32$ мм | |
| | 2, 3, 4 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,06 1,15 | |

ТАБЛИЦА 12.4
СХЕМЫ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
К ТРУБАМ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Продолжение табл. 12.4

| № схемы | Схема присоединения | № схемы | Схема присоединения | № схемы | Схема присоединения | № схемы | Схема присоединения |
|---------|---|---------|--|---------|---------------------|---------|---------------------|
| | Рadiator чугунный или стальной колончатый | | Конвекторы типа КП, ЛТ-10, «Прогресс», «Аккорд», ребристые и гладкие трубы | | | | Конвектор «Комфорт» |
| 1 | | 1 | | 5 | | 1 | |
| 2 | | 2 | | 6 | | 2 | |
| 3 | | 3 | | 7 | | 3 | |
| | | 4 | | 8 | | 4 | |
| | | | | 9 | | | |

Продолжение табл. 12.5

| в подводке к прибору или блоку приборов G, кг/ч | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 200 | | | | 300 | | | 400 | | | 500 | | 600 | | 700 | | 800 | | 900 | | 1000 | |
| 0 | 25 | 50 | 75 | 0 | 35 | 70 | 0 | 35 | 70 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 50 |
| 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 |
| 1,15 | 1,15 | 1,14 | 1,12 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 | 1,11 |
| 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 |
| 1,11 | 1,11 | 1,1 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 1,02 | 1,02 | 1,01 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,06 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 |
| 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,06 |
| 1,08 | 1,06 | 1,05 | 1,03 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 | 1,02 |
| 1,06 | 1,04 | 1,03 | 1,01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1,11 | 1,08 | 1,07 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 |
| 1,11 | 1,09 | 1,08 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |

 $d_y = 40 \dots 100 \text{ мм}$ 1,2
1,4

ТАБЛИЦА 12.6

ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА 10 м ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОДАЮЩЕЙ МАГИСТРАЛИ
НАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| d_y , мм | 25—32 | 40 | 50 | 76×3 | 89×3,5 | 108×4 | 133×4 | 159×5 |
|---------------------|-------|-----|-----|------|--------|-------|-------|-------|
| Δt_m , град | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |

ТАБЛИЦА 12.7

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАТЕКАНИЯ α И ЗНАЧЕНИЕ $\frac{0,5}{\alpha}$ ДЛЯ УЗЛОВ С РАДИАТОРАМИ
СЕКЦИОННЫМИ И ПАНЕЛЬНЫМИ КОЛОНЧАТЫМИ

| Узел | Присоединение | Подводка с замыкающим участком | α | $\frac{0,5}{\alpha}$ |
|----------------------|---------------|--------------------------------|----------|----------------------|
| С трехходовым краном | Одностороннее | — | 1 | 0,5 |
| | Двустороннее | — | 0,5 | 1 |
| С проходным краном | Одностороннее | Смещенным ¹ | 0,5 | 1 |
| | | Осевым | 0,33 | 1,5 |
| | Двустороннее | Смещенным | 0,2 | 2,5 |
| | | Осевым | 0,17 | 3 |

¹ При подводках с утками для этого узла $\alpha = 0,33$ и $\frac{0,5}{\alpha} = 1,5$; для остальных узлов значения α и $\frac{0,5}{\alpha}$ не изменяются.

**РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОвого ПОТОКА НА 1 ЭКМ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ВЫПУСКАЕМЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

| Вид и тип отопительного прибора | № схемы присоединения по табл. 12.4 | Расчетная формула | | | | | |
|---|-------------------------------------|--|------|------|---|------|------|
| | | $k_{пр}, \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{экм}\cdot^{\circ}\text{C})$ | | | $q_{э}, \text{ ккал}/(\text{ч}\cdot\text{экм})$ | | |
| Раднаторы чугунные секционные и стальные штампованные панельные колончатые при $\frac{G_{отн}}{F_p} \leq 7$ » $\frac{G_{отн}}{F_p} > 7$ | 1 | $1,79 \Delta t_{ср}^{0,32} G^{0,03}_{отн}$ | | | $\frac{1,89}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$ | | |
| | 2 | $3,28 \Delta t_{ср}^{0,15} G^{0,08}_{отн}$ | | | $\frac{3,85}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,15}$ | | |
| | 3 | $1,98 \Delta t_{ср}^{0,24} G^{0,07}_{отн}$ | | | $\frac{2,27}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,24}$ | | |
| | 1 | $1,89 \Delta t_{ср}^{1,32}$ | | | $1,89 \Delta t_{ср}^{1,32}$ | | |
| | 2 | $3,85 \Delta t_{ср}^{1,15}$ | | | $3,85 \Delta t_{ср}^{1,15}$ | | |
| | 3 | $2,27 \Delta t_{ср}^{1,24}$ | | | $2,27 \Delta t_{ср}^{1,24}$ | | |
| Раднаторы стальные штампованные панельные эмеевиковые*: при $G \leq 300 \text{ кг/ч}$ » $G > 300$ » | | $2,3 \Delta t_{ср}^{0,32} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,1}$ $2,3 \Delta t_{ср}^{0,32}$ | | | $\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$ | | |
| То же, листотрубные* | | $3,04 \Delta t_{ср}^{0,2} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,08}$ | | | $\frac{2,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,2}$ | | |
| Конвекторы плинтусные стальные без кожуха** 15КП 20КП | | $m \Delta t_{ср}^{0,206} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,028}$ $m \Delta t_{ср}^{0,214} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,074}$ | | | $\frac{2,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,206}$ $\frac{2,11}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,214}$ | | |
| № схемы присоединения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| m для 15КП | 2,86 | 2,78 | 2,69 | 2,6 | 2,74 | 2,66 | 2,57 |
| m для 20КП | 2,71 | 2,62 | 2,54 | 2,46 | 2,45 | 2,45 | 2,3 |
| Конвекторы плинтусные чугунные ЛТ-10 (при многорядной установке расстояние между осями кабалов 200 мм) | | $m \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{300}\right)^{0,045}$ | | | $\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$ | | |
| № схемы присоединения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| m | 1,94 | 1,89 | 1,82 | 1,77 | 1,82 | 1,78 | 1,7 |
| Ребристые трубы чугунные* | | $m \Delta t_{ср}^{0,3} \left(\frac{G}{35}\right)^{0,01}$ | | | $\frac{1,75}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,3}$ | | |
| № схемы присоединения | 1 | 2 | | 3 | | | |
| m | 1,94 | 1,75 | | 1,58 | | | |

Продолжение табл. 12 8

| Вид и тип отопительного прибора | № схемы присоединения по табл. 12 4 | Расчетная формула | | | | |
|---|-------------------------------------|---|------|------------------------|---|------|
| | | $k_{пр}$, ккал/(ч·эсм·°C) | | | q_9 , ккал/(ч·эсм) | |
| Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Прогресс»*: | | | | | | |
| «Прогресс-15» | | $m \Delta t_{ср}^{0,32} \left(\frac{G}{35} \right)^{0,061}$ | | | $\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$ | |
| «Прогресс-20» | | $m \Delta t_{ср}^{0,14} \left(\frac{G}{35} \right)^{0,07}$ | | | $\frac{2,96}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,14}$ | |
| № схемы присоединения | 2 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| m для «Прогресс-15» | 1,73 | 1,5 | 1,63 | 1,65 | 1,54 | 1,39 |
| m для «Прогресс-20» | 3,48 | 3,02 | 3,3 | 2,98 | 3,08 | 2,78 |
| Конвекторы низкие стальные двухтрубные «Аккорд»: | | | | | | |
| при $G \leq 300$ кг/ч | | $m \Delta t_{ср}^{0,2} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,045}$ | | | $\frac{2,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,2}$ | |
| > $G > 300$ > | | $m \Delta t_{ср}^{0,2}$ | | | | |
| № схемы присоединения | 2 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| m | 2,93 | 2,53 | 2,76 | 2,49 | 2,57 | 2,32 |
| Конвекторы с кожухом типа «Комфорт»: | | | | | | |
| при $G \leq 300$ кг/ч и шаге пластин. | | | | | | |
| 5 мм | | $m \Delta t_{ср}^{0,35} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,12}$ | | | $\frac{1,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,35}$ | |
| 7,5 > | | $m \Delta t_{ср}^{0,35} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,08}$ | | | | |
| 10 > | | $m \Delta t_{ср}^{0,35} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,045}$ | | | | |
| при $G > 300$ кг/ч | | $m \Delta t_{ср}^{0,35}$ | | | | |
| № схемы присоединения | 1 | 2 | 3 | 4 при шаге пластин, мм | | |
| | | | | 5 | 7,5 | 10 |
| m | 1,57 | 1,6 | 1,54 | 1,44 | 1,49 | 1,51 |
| Конвекторы с кожухом «Комфорт-20»: | | | | | | |
| при $G < 100$ кг/ч | | $m \Delta t_{ср}^{0,35} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,34}$ | | | $\frac{1,6}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,35}$ | |
| > $G = 100 \dots 300$ кг/ч | | $m \Delta t_{ср}^{0,35} \left(\frac{G}{300} \right)^{0,15}$ | | | | |
| № схемы присоединения | 1 | 2 | | 3 | 4 | |
| m при $G < 100$ кг/ч | 1,85 | 2 | | 1,91 | 1,85 | |
| при $G = 100 \dots 300$ кг/ч | 1,58 | 1,6 | | 1,54 | 1,42 | |

| Вид и тип отопительного прибора | № схемы присоединения по табл. 12.4 | Расчетная формула | |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| | | $k_{гр}$, ккал/(ч·эм·°С) | $q_э$, ккал/(ч·эм)· |
| Гладкотрубные приборы | | $m \Delta t_{ср}^{0,32}$ | $\frac{1,9}{\varphi} \Delta t_{ср}^{1,32}$ |
| № схемы присоединения | | 1 | 2, 3, 4 |
| m при $d_y = 32$ мм | | 1,78 | 1,65 |
| m при $d_y = 40 \dots 100$ мм | | 1,58 | 1,35 |

* Формулы предварительные.

** Для конвекторов типа КП и «Прогресс» уравнения коэффициента теплопередачи отнесены к 1 м² физической поверхности приборов, поэтому значения m , помещенные в таблице, определены пересчетом по формуле $m = \frac{m_{м^2} \cdot 35^p}{k_{пер}}$,

где $m_{м^2}$ — численное значение m в уравнении коэффициента теплопередачи, отнесенное к 1 м²;

35 — расход воды в приборе при испытании (17,4·2≈35 кг/ч);

$k_{пер}$ — коэффициент пересчета нагревательной поверхности прибора с 1 м² на 1 эм по данным завода-изготовителя.

Средняя температура воды в отопительном приборе, присоединенном к стояку:
двухтрубному

$$t_{ср} = 0,5 (t_r - \Sigma \Delta t_m + t_o); \quad (12.6)$$

однотрубному

$$t_{ср} = t_r - \Sigma \Delta t_m - \frac{\Sigma Q_{нл} + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha} Q_{п}}{G_{ст}}. \quad (12.7)$$

где t_r — расчетная температура горячей воды, °С;

t_o — расчетная температура обратной воды в системе, °С;

$\Sigma \Delta t_m$ — суммарное понижение температуры воды в участках подающей магистрали, °С; определяется по формуле (13.56) или ориентировочно по табл. 12.6.

$\Sigma Q_{п}$ — сумма расчетных тепловых нагрузок приборов, расположенных по направлению движения воды в стояке до рассматриваемого отопительного прибора, ккал/ч;

$\Sigma Q_{тр}$ — сумма дополнительных потерь тепла трубами и приборами через ограждающие конструкции до рассматриваемого помещения (для одного этажа: открытого проложенного $Q_{тр} = 100$ ккал/ч; скрытого в борозде наружной стены $Q_{тр} = 200$ ккал/ч; изолированного в борозде $Q_{тр} = 150$ ккал/ч);

$Q_{п}$ — расчетное количество тепла, приходящееся на нагревательную поверхность в рассматриваемом помещении, ккал/ч;

α — коэффициент затекания воды в данный прибор, равный отношению расхода воды в приборе к расходу воды в стояке; для любых приборов при узле с трехходовым краном, а также для радиаторов секционных и панельных колончатых с унифицированными приборными узлами ($d_{3,y} = d_{ст} = 15$ или 20 мм) значения коэффициента затекания представлены в табл. 12.7, для других ото-

пительных приборов при узле с замыкающим участком их можно определить по рис. 13.22;

$G_{ст}$ — расчетный расход воды в стояке, кг/ч.

Формулы для определения плотности теплового потока на 1 эм площади нагревательной поверхности открыто установленных у наружного ограждения неокрашенных отопительных приборов приведены в табл. 12.8. По этим формулам находится полезная теплопередача, равная 95% полной (дополнительные теплопотери, связанные с установкой прибора у наружного ограждения, приняты равными 5% полной теплопередачи прибора).

ТАБЛИЦА 12.8

ВЛИЯНИЕ ОКРАСКИ ПОВЕРХНОСТИ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЧУ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА

| Радиатор | Состав и цвет красителя | Изменение теплопередачи прибора, % |
|---------------------|---|------------------------------------|
| Чугунный секционный | Цинковые белила | +2,2 |
| | Терракотовая краска, растворенная в бензине (матовая поверхность) | +0,9 |
| | То же, на натуральной олифе (блестящая поверхность) | -1,7 |
| Стальной панельный | Алюминиевая краска, растворенная в нитролаке | -8,5 |
| | То же | -13 |

На теплопередачу отопительного прибора оказывают действие также место установки в помещении, конструкция декоративного ограждения, состав и цвет окраски, а при теплоносителе воде еще и схема присоединения к трубам и движения воды в приборе (последний фактор отражен в формулах табл. 12.8). Окраска

... влияет на теплопередачу отопительных приборов с гладкой поверхностью (табл. 12.9) и практически не влияет на теплопередачу приборов с ребристой поверхностью.

12.3. Выбор и размещение отопительных приборов

При выборе вида и типа отопительного прибора принимаются во внимание назначение и архитектурно-технологическое решение помещения, место и длительность пребывания в нем людей, вид системы отопления, технико-экономические и санитарно-гигиенические показатели прибора.

Основные положения по выбору вида прибора:

при повышенных санитарно-гигиенических требованиях выбираются приборы с гладкой поверхностью, лучшие всего отопительные панели, совмещенные со строительными конструкциями; применение гладкотрубных приборов должно быть обосновано;

при нормальных санитарно-гигиенических требованиях используются приборы и с гладкой, и с ребристой поверхностью, причем рекомендуется выбирать не более одного-двух видов приборов для всего сооружения и размещать их под световыми проемами возможно ближе к полу помещения;

при пониженных санитарно-гигиенических требованиях в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, могут использоваться приборы любого вида; предпочтение отдается приборам с высокими технико-экономическими показателями.

Область применения отдельных видов отопительных приборов приведена в табл. 9 главы СНиП II-Г.7-62.

Отопительные приборы размещаются так, чтобы были обеспечены их осмотр, ремонт и очистка.

Для отопления лестничных клеток зданий до четырех этажей применяются радиаторы и конвекторы, здания в четыре этажа и более — высокие конвекторы, помещаемые при входе (без переноса на лестничные площадки). Установка прибора во входном тамбуре с наружной дверью не разрешается.

Отопительные приборы располагаются преимущественно под световыми проемами (под витринами — по всей их длине). При размещении приборов под окнами вертикальные оси прибора и оконного проема должны совпадать (в жилых зданиях, общежитиях, в бытовых помещениях промышленных предприятий допускается смещение приборов от оси проемов).

Ограждать отопительные приборы необходимо в помещениях для хранения взрыво- и пожароопасных газов, жидкостей и материалов. Ограждение декоративными решетками допускается при специальном обосновании. Ограждение или укрытие не должно уменьшать более чем на 15% теплопередачу открыто установленного прибора. Укрытие приборов в жилых зданиях не рекомендуется.

Присоединение труб к отопительному прибору выполняется одно- и двусторонним. Теплотехнически целесообразнее двустороннее присоединение, но в вертикальных системах конструктивно более рационально выполнять одностороннее присоединение.

В вертикальном отопительном приборе теплопередача зависит от схемы движения воды. Теплотехнически целесообразны схемы: сверху вниз в радиаторах двухтрубных систем и однострунных при $G_{отп}/F_p < 5$; снизу вниз в радиаторах однострунных систем при $G_{отп}/F_p > 5$. Схема движения воды в приборе снизу вверх характеризуется наименьшей теплопередачей. Ре-

комендуется обеспечивать последовательное движение теплоносителя в гладких и ребристых трубах и в плинтусных конвекторах, устанавливаемых в несколько рядов (из верхнего ряда в нижние).

12.4. Расчет площади нагревательной поверхности отопительного прибора

Общая площадь нагревательной поверхности (отопительных приборов и труб) F_3 , экм, для отопления помещения находится по формуле

$$F_3 = \frac{Q_p}{q_3} \beta_1, \quad (12.8)$$

где β_1 — поправочный коэффициент, учитывающий охлаждение воды в двухтрубном стояке; определяется по табл. 12.10 (при паровом или однострубном водяном стояке $\beta_1 = 1$).

Тепловая нагрузка Q_p в формуле (12.8) уменьшается при наличии в помещении кроме стояка транзитного теплопровода, полезная теплопередача которого составляет $0,95 q_{тр} l$ (где l — длина трубы, м). Теплопередача 1 м неизолированной вертикальной трубы $q_{тр}$ определяется по рис. 12.2. Полезную теплоотдачу замкнутого участка стояка в пределах помещения следует определять по данным главы 16.

ТАБЛИЦА 12.10
КОЭФФИЦИЕНТ β_1 , УЧИТЫВАЮЩИЙ ОХЛАЖДЕНИЕ ВОДЫ В ДВУХТРУБНЫХ СТОЯКАХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

| Число этажей в здании | Значения коэффициента β_1 для рассчитываемого отопительного прибора на этаже | | | | | |
|-------------------------------------|--|------|------|------|------|------|
| | 1-м | 2-м | 3-м | 4-м | 5-м | 6-м |
| Скрытая прокладка труб без изоляции | | | | | | |
| <i>Системы с верхней разводкой</i> | | | | | | |
| 2 | 1,05 | 1 | 1 | | | |
| 3 | 1,05 | 1,04 | 1 | | | |
| <i>Системы с нижней разводкой</i> | | | | | | |
| 2 | 1 | 1,03 | | | | |
| 3 | 1 | 1 | 1,03 | | | |
| 4 | 1 | 1 | 1,03 | 1,05 | | |
| 5 | 1 | 1 | 1,03 | 1,03 | 1,05 | |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1,03 | 1,03 | 1,05 |
| Открытая прокладка труб | | | | | | |
| <i>Системы с верхней разводкой</i> | | | | | | |
| 2 | 1,05 | 1 | | | | |
| 3 | 1,05 | 1,03 | 1 | | | |
| <i>Системы с нижней разводкой</i> | | | | | | |
| 2 | 1 | 1,05 | | | | |
| 3 | 1 | 1 | 1,05 | | | |
| 4 | 1 | 1 | 1,05 | 1,1 | | |
| 5 | 1 | 1 | 1,05 | 1,05 | 1,1 | |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1,05 | 1,05 | 1,1 |

Примечания: 1. При тепловой изоляции труб $\beta_1 = 1$.
2. При естественной циркуляции воды определяется действительное охлаждение воды в трубах.

Расчетная площадь нагревательной поверхности отопительного прибора F_p , экм, определяется по формулам:

для радиаторов секционных и панельных колончатых при $G_{отн}/F_p \leq 7$

$$F_p = F_3^{1+p} - F_{тр}; \quad (12.9)$$

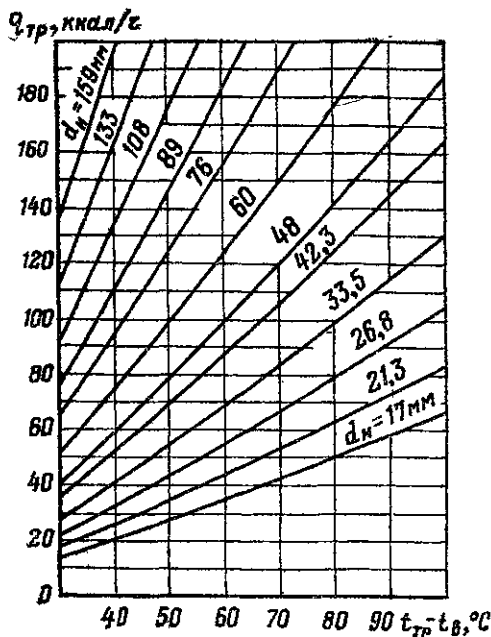


Рис. 12.2. Кривые для определения теплопередачи 1 м вертикальных гладких труб различных диаметров

для радиаторов при $\frac{G_{отн}}{F_p} > 7$ и для остальных отопительных приборов

$$F_p = F_3 - F_{тр}, \quad (12.10)$$

где $F_{тр}$ — площадь нагревательной поверхности вертикальных и горизонтальных участков стояка, открыто проложенного в помещении:

$$F_{тр} = f_в l_в + f_г l_г; \quad (12.11)$$

здесь $l_в$ и $l_г$ — длина вертикальных и горизонтальных труб;

$f_в$ и $f_г$ — площадь нагревательной поверхности, выражающая среднюю величину полезной теплопередачи в помещении 1 м вертикальных и горизонтальных труб (табл. 12.11).

ТАБЛИЦА 12.11

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБ СТОЯКОВ

| $d_н$, мм | 15 | 20 | 25 |
|---------------|------|-------|-------|
| $f_в$, экм/м | 0,1 | 0,125 | 0,155 |
| $f_г$ | 0,13 | 0,16 | 0,195 |

12.5. Определение площади нагревательной поверхности отопительного прибора по номограмме

Общая площадь нагревательной поверхности определяется по номограммам (рис. 12.3—12.11).

Номограммы составлены для теплоносителя, имеющего температуру $t_r = 150^\circ\text{C}$. Поэтому при $t_r < 150^\circ\text{C}$ при пользовании номограммами следует учитывать понижение температуры от 150°C до расчетной t_r по предшествовавшей фиктивной тепловой нагрузке Q_ϕ , определяемой по формуле

$$Q_\phi = G_{ст} c (150 - t_r) \text{ ккал/ч}. \quad (12.12)$$

Для однотрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} \left(Q_\phi + G_{ст} c \Sigma \Delta t_m + \Sigma Q_n + \Sigma Q_{тр} + \frac{0,5}{\alpha} Q_n \right). \quad (12.13)$$

Площадь F_3 определяется по номограмме, соответствующей принятому типу и виду отопительного прибора, с учетом $G_{отн}$, ΣQ_p , вычисленной по формуле (12.13), и произведения $Q_n \beta_2$, где β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки прибора (табл. 12.12). Для радиаторов секционных и панельных колончатых площадь F_3 находится при $\phi = 1$ и только в случае, когда получается $F_3 > F_7$ (по шкале F_7 при $G_{отн}/F_p = 7$), вводится поправочный коэффициент ϕ .

Для двухтрубной системы вычисляется

$$\Sigma Q_p = c (150 - t_{ср}) \quad (12.14)$$

при условной величине расхода воды $G_{отн} = 100$ кг/ч; $t_{ср}$ определяется по формуле (12.6). Площадь F_3 в этом случае находится по номограмме с учетом ΣQ_p , вычисленной по формуле (12.14), и произведения $Q_n \beta_1 \beta_2 \phi$, где β_1 принимается по табл. 12.10.

Пример 12.1. Найти величину ΣQ_p для каждого отопительного прибора — секционного радиатора в стояке (рис. 12.12) системы отопления с верхней разводкой при $t_r = 95^\circ\text{C}$, $t_o = 70^\circ\text{C}$, $G_{ст} = 300$ кг/ч. Стояк прокладывается открыто.

Суммарная величина понижения температуры воды в подающей магистрали $\Sigma \Delta t_m = 2^\circ\text{C}$.

По табл. 12.7 находим для одностороннего узла с трехходовым краем $\frac{0,5}{\alpha} = 0,5$.

Определяем по формуле (12.12) $Q_\phi = 300 \cdot 1 \cdot (150 - 95) = 16\,500$ и второе постоянное слагаемое в формуле (12.13)

$$G_{ст} c \Sigma \Delta t_m = 300 \cdot 1 \cdot 2 = 600,$$

где c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°C); $Q_\phi + G_{ст} c \Sigma \Delta t_m = 16\,500 + 600 = 17\,100$ ккал/ч.

По формуле (12.13) находим ΣQ_p для отопительных приборов:

первого по направлению движения воды

$$\Sigma Q_p^I = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 0 + 100 + 0,5 \cdot 1150) = 178;$$

второго

$$\Sigma Q_p^{II} = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 1150 + 200 + 0,5 \cdot 700) = 188;$$

третьего

$$\Sigma Q_p^{III} = 10^{-2} (16\,500 + 600 + 1850 + 300 + 0,5 \cdot 800) = 196 \text{ т. д.}$$

Расчеты ведутся непосредственно на схеме стояка и полученные значения ΣQ_p записываются в кружках около отопительных приборов (см. рис. 12.12).

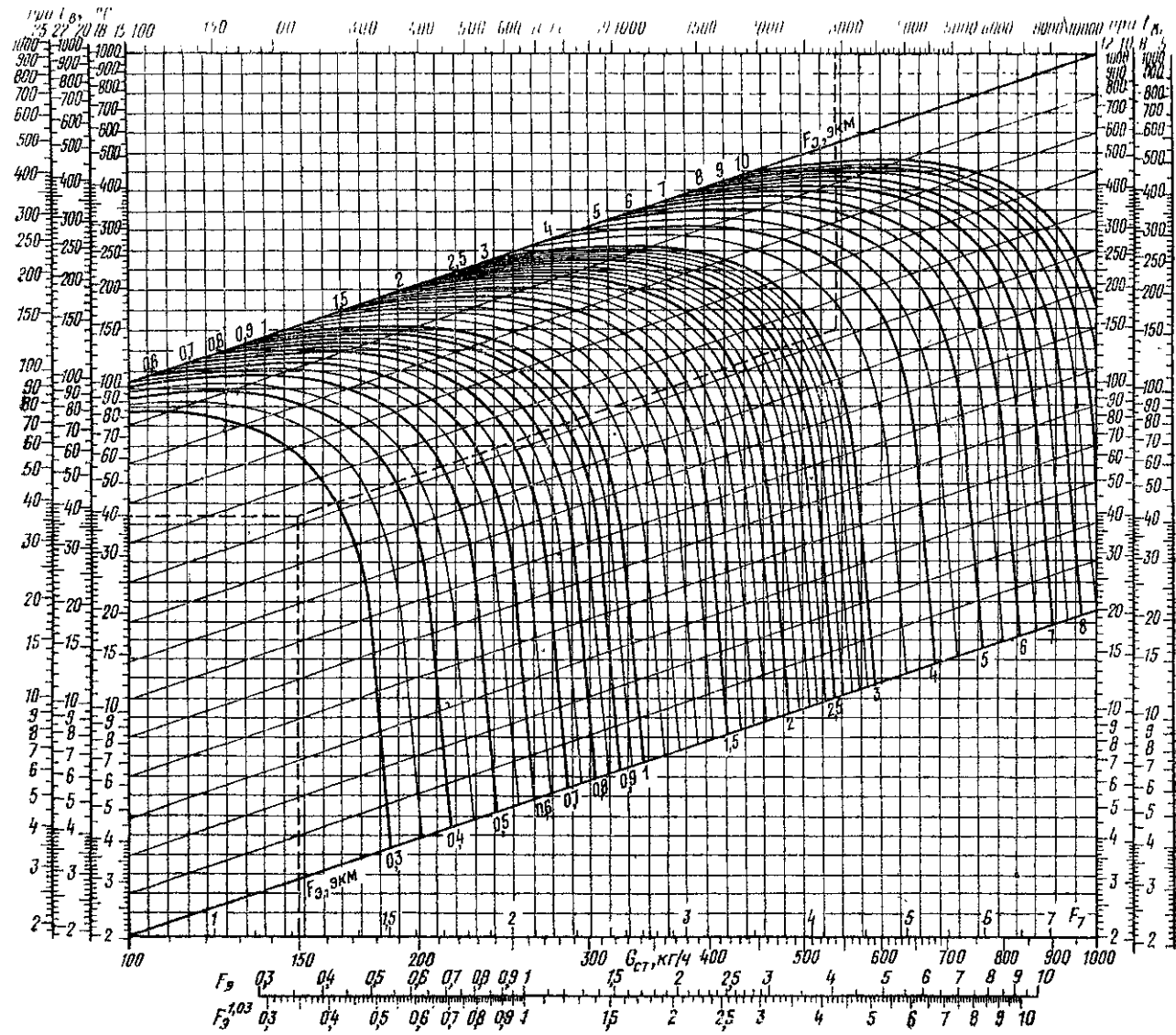
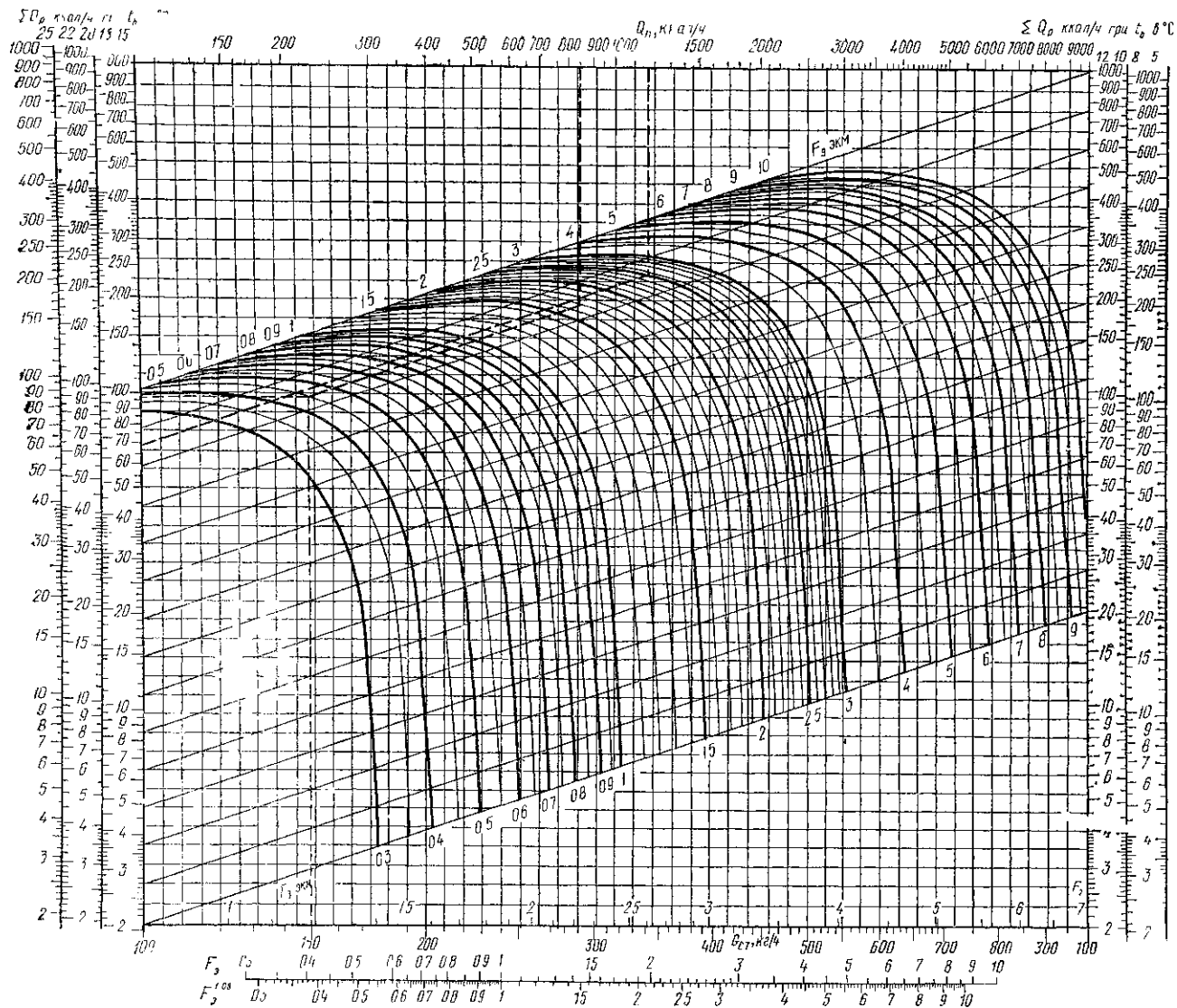


Рис. 123. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_3 в зависимости от $\Delta t_{cp}^{1,32}$ для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 1 (сверху вниз); радиаторов панельных змеевиков (тип ЗС); конвекторов «Прогресс-15» и гладкотрубных приборов



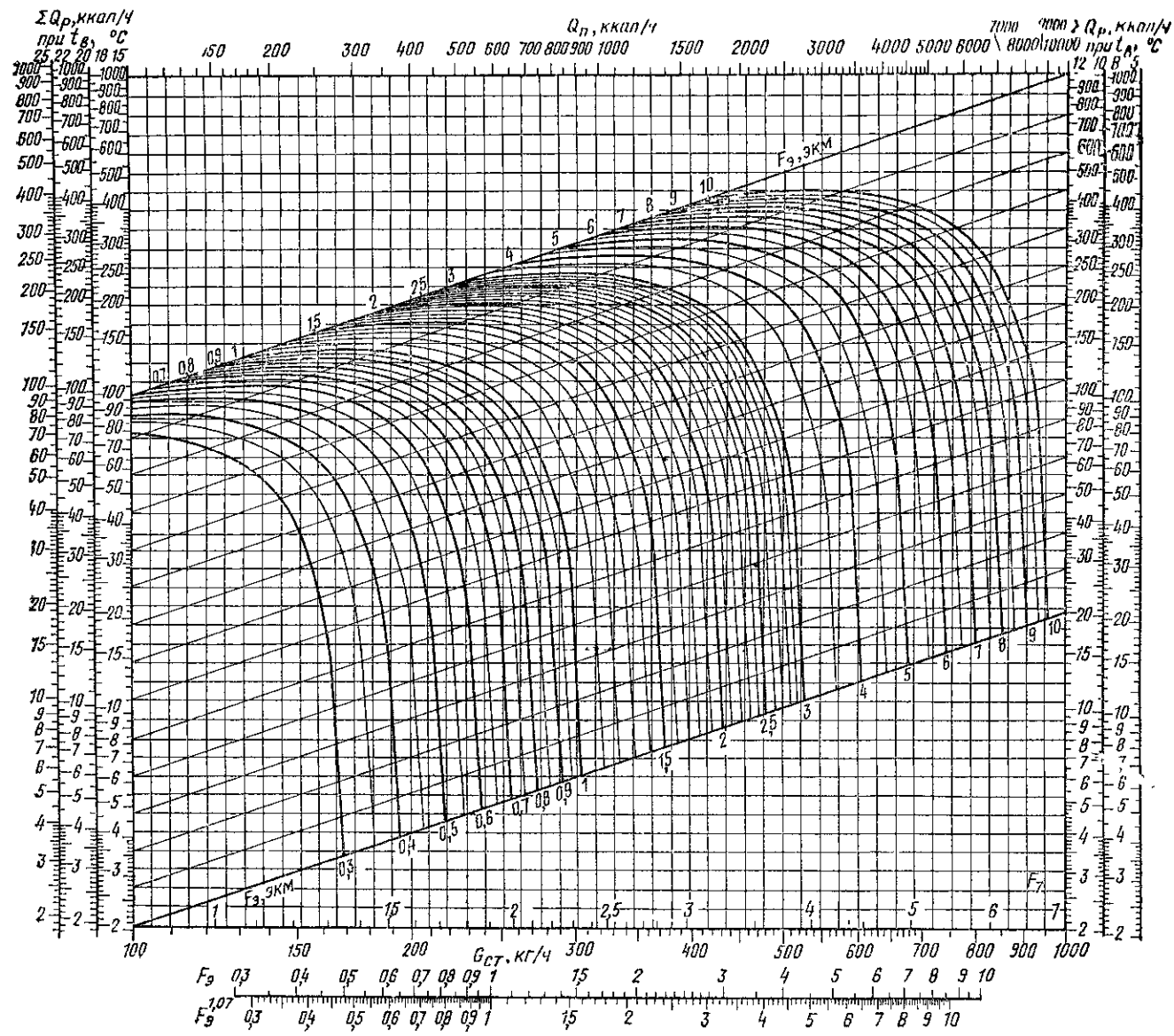


Рис. 12.5. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_a в зависимости от $\Delta t_{cp}^{1.24}$ для отопительных приборов — радиаторов секционных и панельных колончатых при схеме присоединения № 3 (спизу вверх)

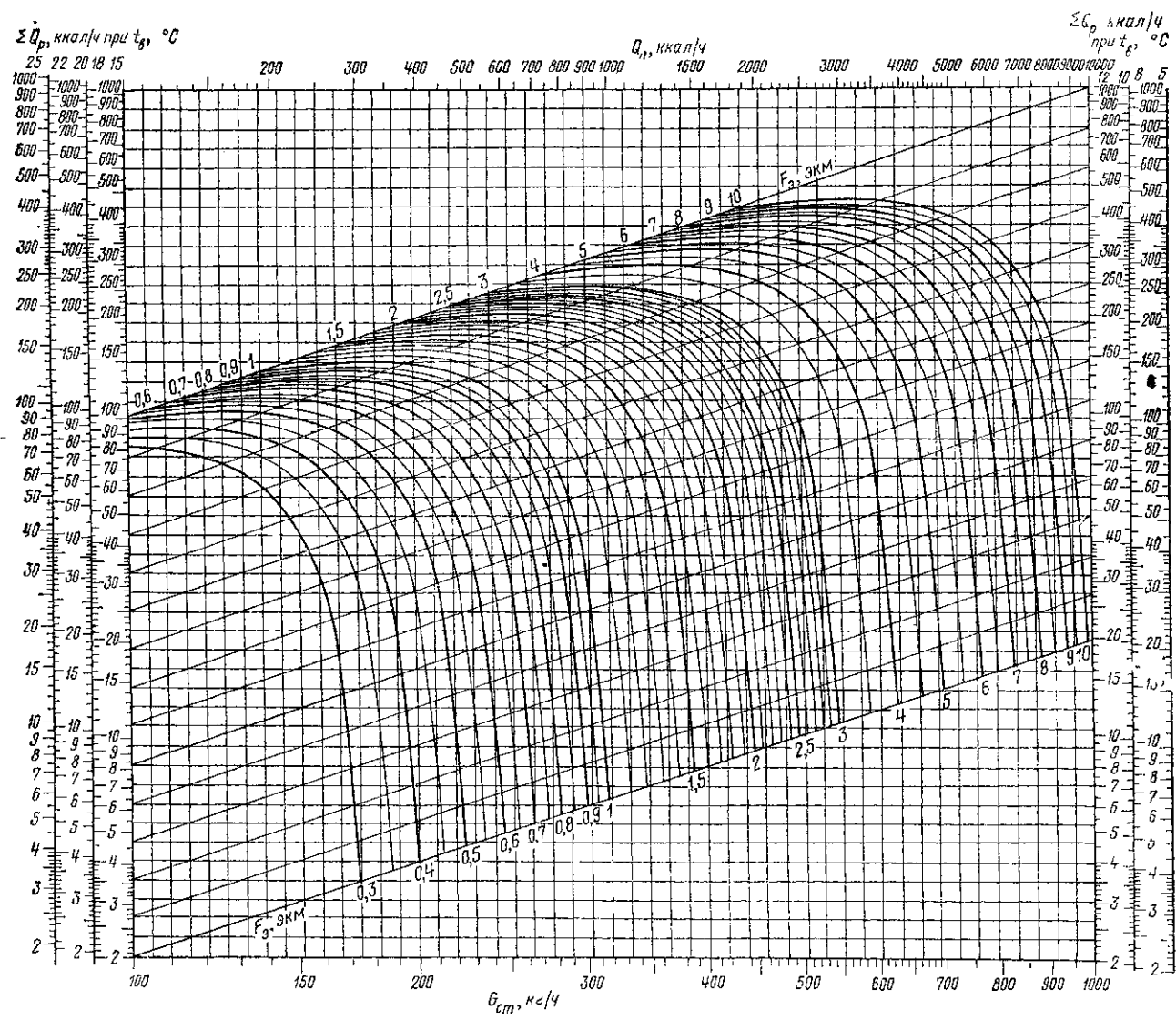


Рис 126 Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_0 в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,2}$ для отопительных приборов — радиаторов панельных листотрубных (тип КЛТ) и конвекторов «Аккорд»

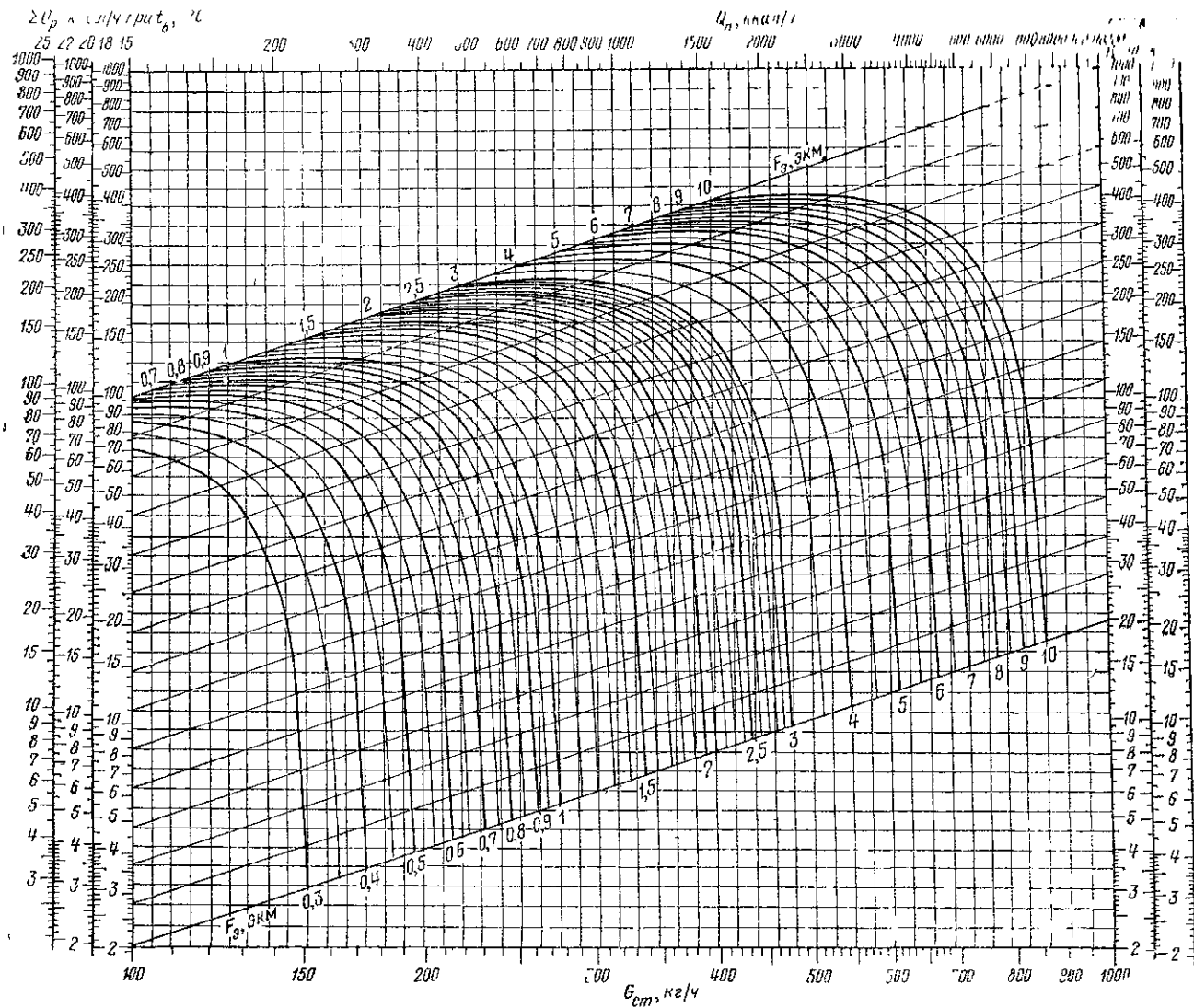


Рис 12.7. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_0 в зависимости от $\Delta t_{cp}^{1,14}$ для отопительных приборов — конвекторов «Прогресс-20»

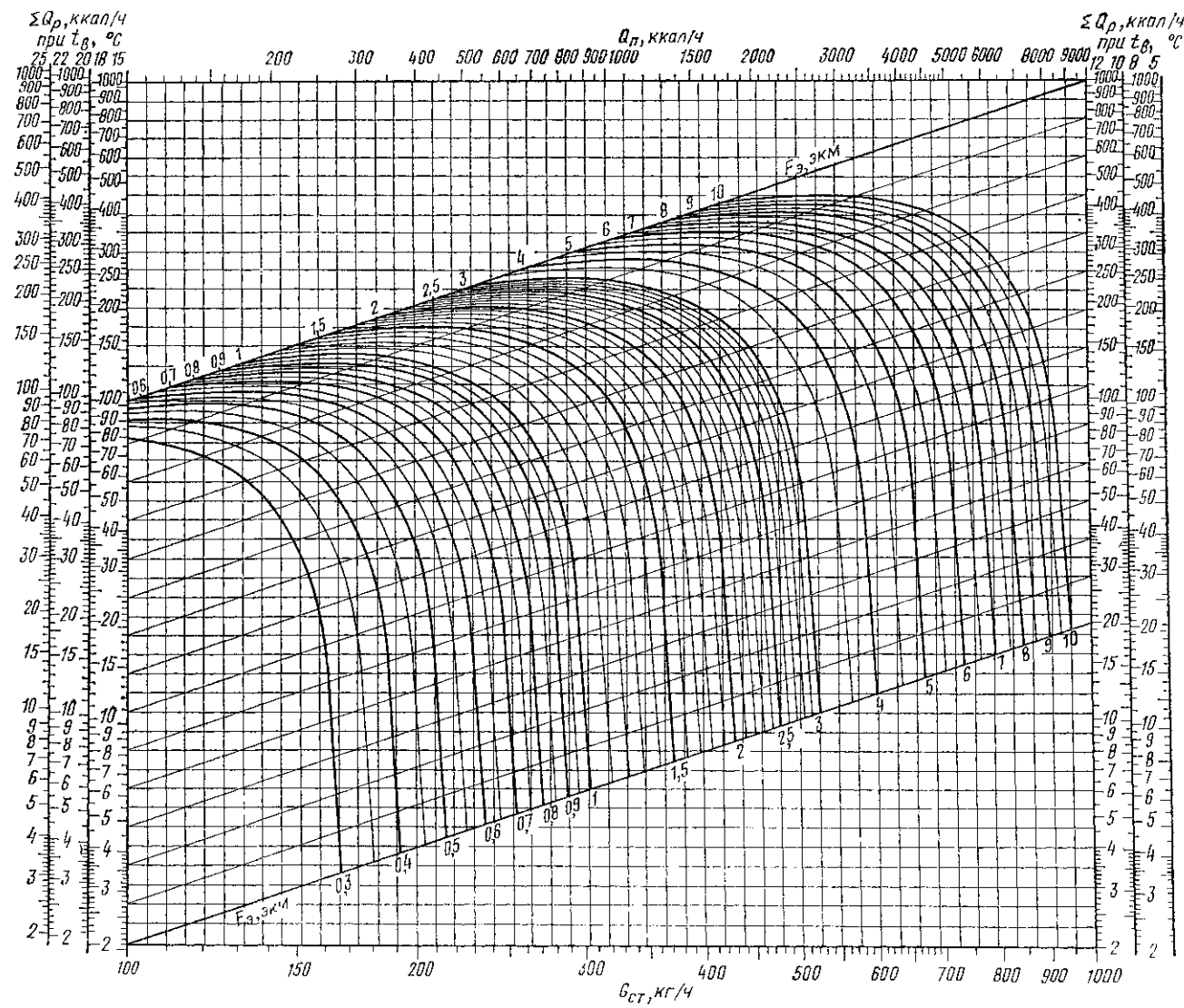


Рис. 12.8. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_3 в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,206}$ для отопительных приборов — конвекторов 15КП

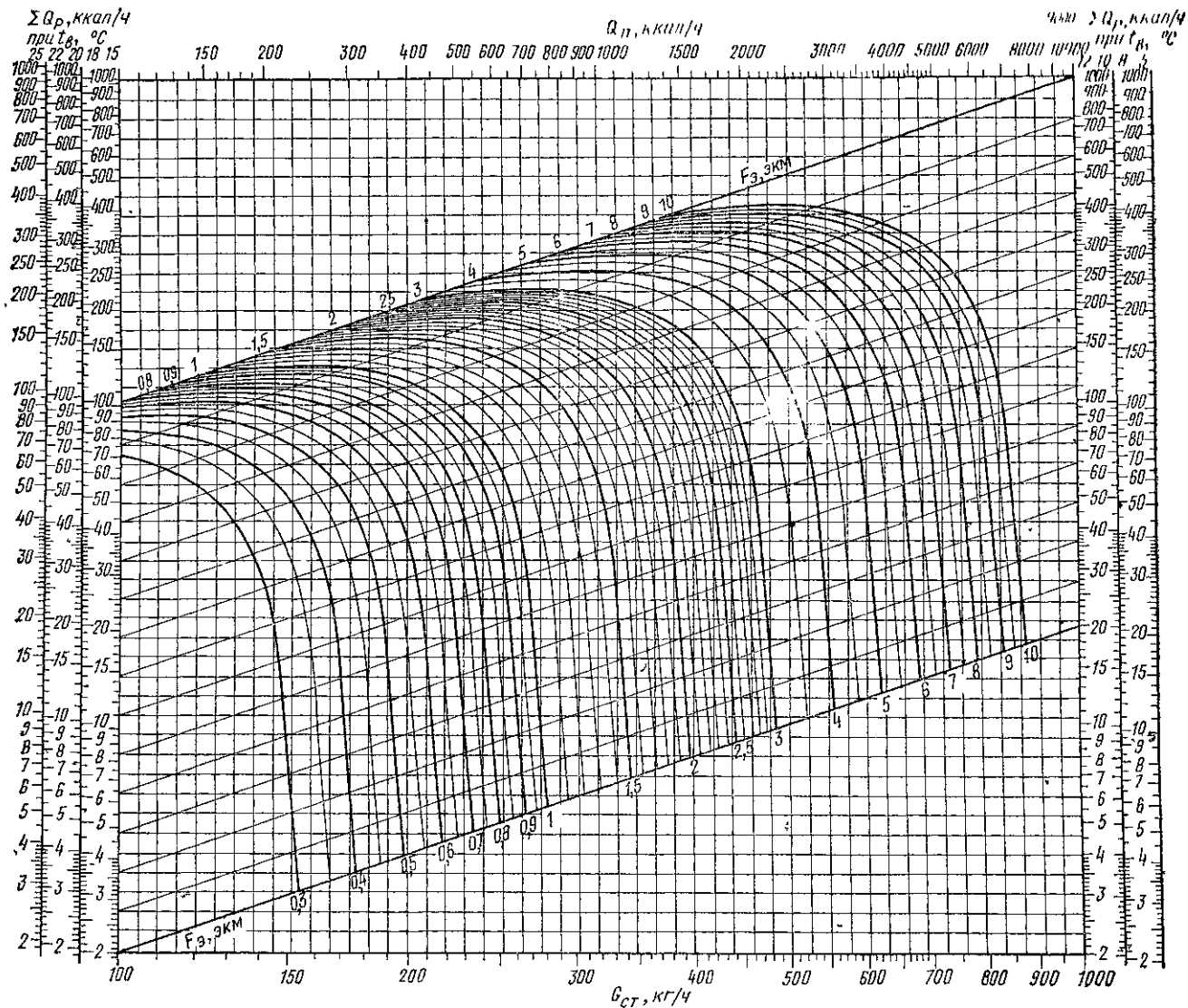


Рис 129 Номограмма определения площади нагревательной поверхности $F_{эв}$ в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,214}$ для отопительных приборов — конвекторов 20КП

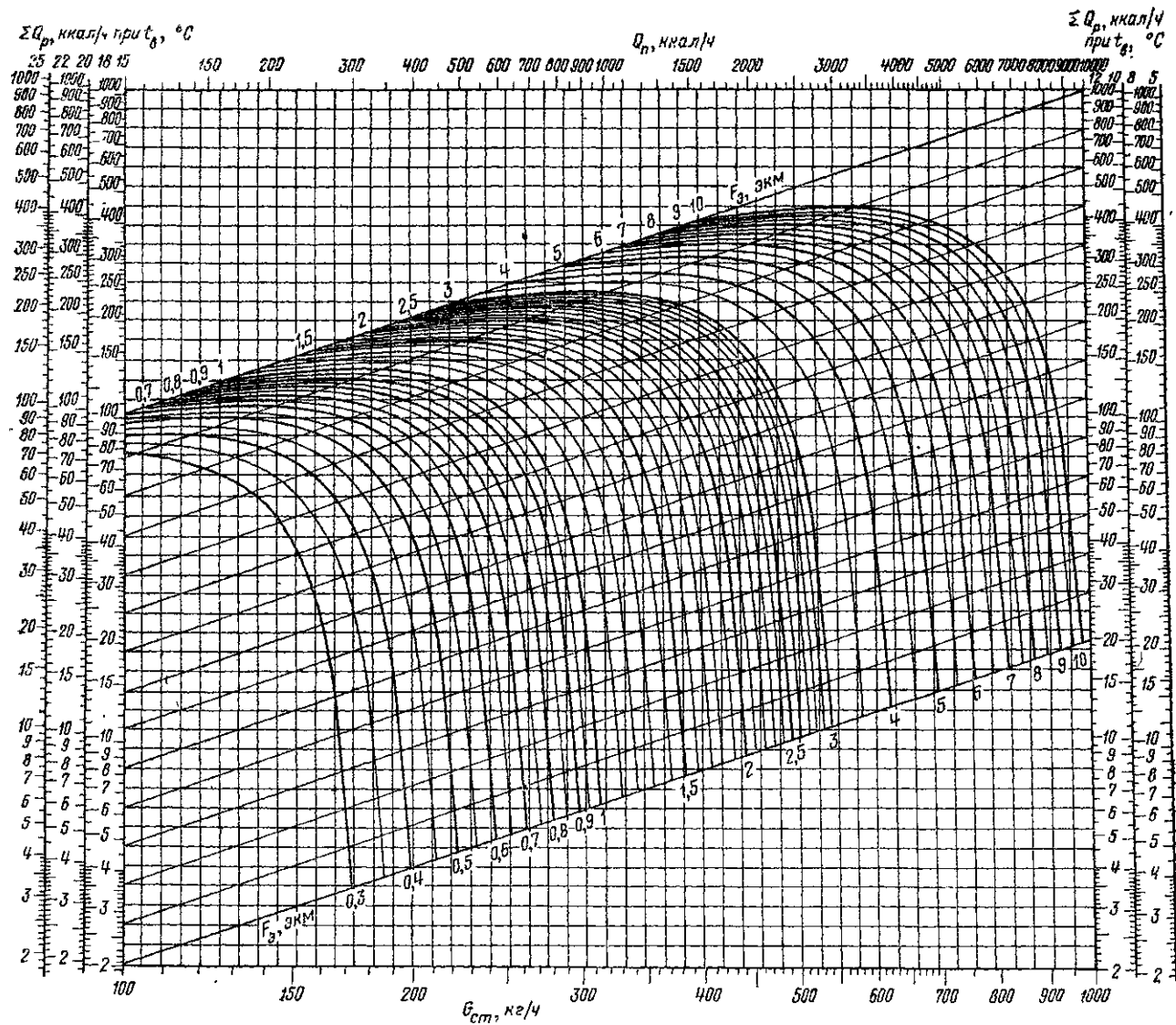


Рис. 12.10. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_a в зависимости от $\Delta t_{ср}^{1,3}$ для отопительных приборов — конвекторов чугунных ЛТ-10 и ребристых труб

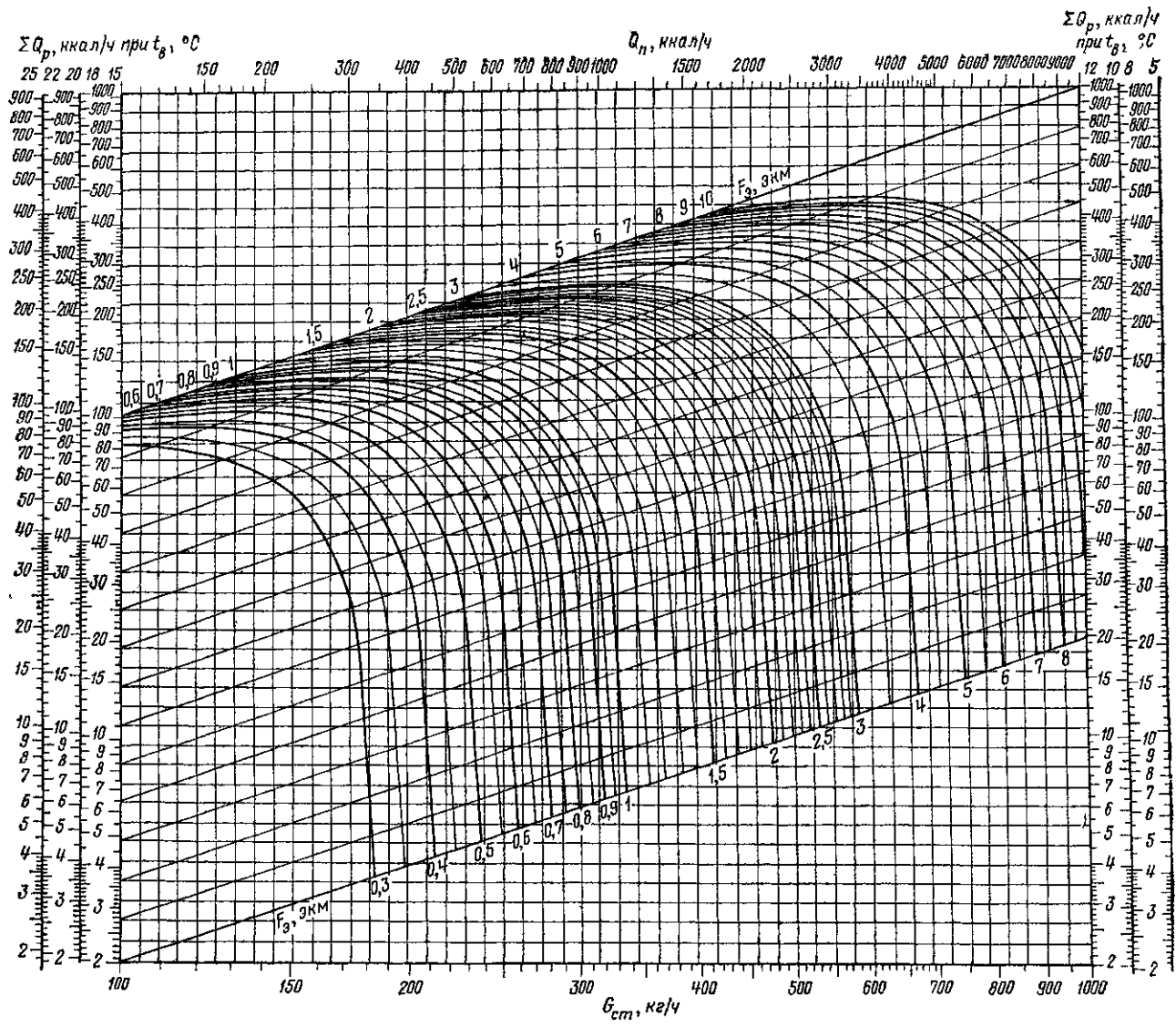
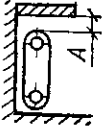
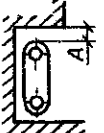


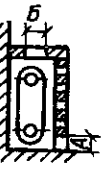


Рис. 12.11. Номограмма определения площади нагревательной поверхности F_2 в зависимости от $\Delta t_{cp}^{1.35}$ для отопительных приборов — конвекторов «Комфорт»

ТАБЛИЦА 12.12
КОЭФФИЦИЕНТ β_2 , УЧИТЫВАЮЩИЙ СПОСОБ
УСТАНОВКИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

| Эскиз установки | Способ установки | β_2 |
|---|---|--|
|  | Прибор установлен у стены без ниши и перекрыт доской в виде полки | При $A=40, 80$ и 100 мм $\beta_2=1,05, 1,03$ и $1,02$ |
|  | Прибор установлен в стенной нише | При $A=40, 80$ и 100 мм $\beta_2=1,11, 1,07$ и $1,06$ |
|  | Прибор установлен у стены без ниши и закрыт деревянным шкафом со щелями в его передней стене у пола и в верхней доске | При $A=260, 220, 181$ и 150 мм $\beta_2=1,12, 1,13, 1,19, 1,25$ |
|  | Прибор установлен, как и в предыдущем случае, но щель вырезана не в верхней части шкафа, а в верхней части передней доски | При $A=130$ мм $\beta_2=1,2$ при открытых щелях и $\beta_2=1,4$ при щелях, закрытых сетками |
|  | Прибор установлен у стены без ниши и закрыт шкафом, в верхней доске шкафа прорезана щель B , ширина которой не менее глубины прибора. Спереди шкаф закрыт деревянной решеткой, не доходящей до пола на расстояние A (не менее 100 мм) | При $A=100$ мм $\beta_2=1,15$ |

Продолжение табл. 12.12

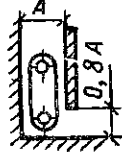
| Эскиз установки | Способ установки | β_2 |
|---|---|---------------|
|  | Прибор установлен у стены без ниши и закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние $0,8 A$ | $\beta_2=0,9$ |

Рис. 12.12. К расчету суммарной тепловой нагрузки ΣQ_p для каждого отопительного прибора на схеме однотрубного стояка

12.6. Определение размера и числа приборов

Размер каждого прибора и число отопительных приборов, подлежащих установке в помещении, определяют по следующим формулам.

1. Для радиаторов чугунных секционных находится минимальное число секций при допустимом уменьшении площади нагревательной поверхности в размере 5% (но не более 0,1 экм)

$$N_{\text{мин}} = \frac{F_p \beta_2 - z}{f_3 \beta_3} \quad (12.15)$$

где f_3 — площадь нагревательной поверхности одной секции, экм (см. табл. 12.1);

β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки радиатора (см. табл. 12.12): при открытой установке $\beta_2=1$;

β_3 — поправочный коэффициент, учитывающий число секций в радиаторе;

$$\beta_3 = 0,92 + \frac{0,16}{F_p}; \quad (12.16)$$

z — допустимое уменьшение устанавливаемой площади нагревательной поверхности против расчетной:

$$z = 0,05 F_p \beta_3. \quad (12.17)$$

Для определения числа секций можно использовать формулу (12.15) в преобразованном виде

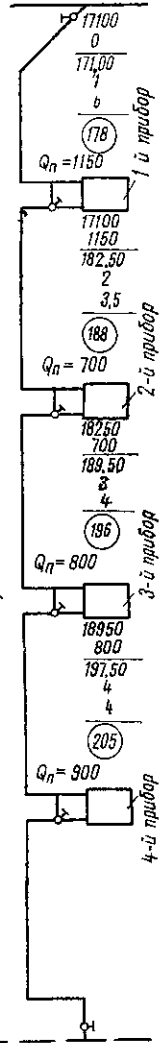


ТАБЛИЦА 12.13

РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СЕКЦИОННЫХ РАДИАТОРОВ F_p В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СЕКЦИЙ В РАДИАТОРЕ

| Число секций № | Радиатор | | | | |
|----------------|--|----------------|--------------|------|--------|
| | M-140-АО | M-140(M-140-A) | M-140-АО-300 | M-90 | РД-90с |
| | Площадь нагревательной поверхности одной секции, экм | | | | |
| | 0,35 | 0,31 | 0,217 | 0,26 | 0,275 |
| 2 | 0,84 | 0,76 | 0,59 | 0,67 | 0,7 |
| 3 | 1,18 | 1,07 | 0,8 | 0,93 | 0,97 |
| 4 | 1,52 | 1,37 | 1,01 | 1,18 | 1,25 |
| 5 | 1,84 | 1,67 | 1,22 | 1,43 | 1,5 |
| 6 | 2,16 | 1,98 | 1,43 | 1,68 | 1,73 |
| 7 | 2,54 | 2,26 | 1,64 | 1,93 | 2,01 |
| 8 | 2,82 | 2,52 | 1,85 | 2,19 | 2,28 |
| 9 | 3,15 | 2,83 | 2,06 | 2,44 | 2,56 |
| 10 | 3,49 | 3,1 | 2,27 | 2,69 | 2,8 |
| 11 | 3,82 | 3,39 | 2,47 | 2,94 | 3,06 |
| 12 | 4,12 | 3,68 | 2,68 | 3,19 | 3,3 |
| 13 | 4,45 | 3,96 | 2,89 | 3,45 | 3,57 |
| 14 | 4,77 | 4,26 | 3,1 | 3,7 | 3,86 |
| 15 | 5,08 | 4,58 | 3,31 | 3,95 | 4,06 |
| 16 | 5,42 | 4,82 | 3,52 | 4,2 | 4,32 |
| 17 | 5,73 | 5,09 | 3,73 | 4,45 | 4,54 |
| 18 | 6,05 | 5,39 | 3,94 | 4,71 | 4,8 |
| 19 | 6,37 | 5,67 | 4,15 | 4,96 | 5,07 |
| 20 | 6,7 | 5,96 | 4,36 | 5,21 | 5,33 |
| 21 | 7,01 | 6,24 | 4,57 | 5,46 | 5,59 |
| 22 | 7,34 | 6,58 | 4,78 | 5,71 | 5,85 |
| 23 | 7,65 | 6,81 | 4,99 | 5,97 | 6,11 |
| 24 | 7,99 | 7,1 | 5,2 | 6,22 | 6,37 |
| 25 | 8,31 | 7,38 | 5,41 | 6,47 | 6,57 |

$$N_{\text{мин}} = \frac{F_p \beta_2 - 0,168}{0,966 f_3} \quad (12.18)$$

или пользоваться табл. 12.13 при $\beta_2 = 1$.

При вычислении по формуле (12.18) к установке принимается ближайшее большее число секций.

2. Для радиаторов стальных панельных колончатых и змеевиковых, а также конвекторов с кожухом

$$N = \frac{F_p}{f_3} \quad (12.19)$$

где f_3 — площадь нагревательной поверхности одной панели (см. табл. 12.1) или конвектора (см. табл. 12.2), экм.

3. Для конвекторов без кожуха плитусных, конвекторов «Прогресс» и «Аккорд», для ребристых труб в одном ряду

$$N = \frac{F_p}{n f_3} \quad (12.20)$$

f_3 — площадь нагревательной поверхности конвекторов или ребристых труб принятой длины (см. табл. 12.1), экм

n — число рядов в приборе по вертикали.

Для гладкотрубных приборов длина греющих

$$l = \frac{F_p}{f_3} \beta_2 \quad (12.21)$$

— площадь нагревательной поверхности l м открытой горизонтальной трубы (табл. 12.14);

ТАБЛИЦА 12.14

ПЛОЩАДЬ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТКРЫТОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГЛАДКОЙ ТРУБЫ

| d_y , мм | 40 | 50 | 76×3 | 89×3,5 | 108×4 |
|---------------|------|-------|-------|--------|-------|
| f_3 , экм/м | 0,27 | 0,334 | 0,405 | 0,465 | 0,55 |

β_2 — поправочный коэффициент, учитывающий способ установки труб (см. табл. 12.12); при открытой установке $\beta_2 = 1$.

При округлении дробного расчетного числа отопительных приборов до целого допускается уменьшать расчетную площадь нагревательной поверхности F_p не более чем на 5% (но не более 0,1 экм).

12.7. Регулирование теплопередачи отопительного прибора

В системах водяного отопления применяется качественное и количественное регулирование: качественное — центральное (на тепловой станции), групповое (в центральном тепловом пункте) и местное (в тепловом пункте здания); количественное — кроме указанных мест, индивидуальное у каждого отопительного прибора. В системах парового отопления применяется количественное регулирование.

Индивидуальное количественное регулирование может быть ручным и автоматическим. Для ручного регулирования при использовании высокотемпературной воды и при паровом отоплении применяются вентили с золотником без прокладки; при использовании низкотемпературной воды — регулирующие краны. Вентили и краны с пониженным гидравлическим сопротивлением (шиберные, трехходовые и пр.) применяют в однострубных системах, с повышенным гидравлическим сопротивлением (двойной регулировки, «Термис», дроссельные и пр.) — в двухтрубных. Конвекторы «Комфорт» имеют регулирующие воздушные клапаны.

Для автоматического регулирования служат регуляторы прямого и косвенного действия, их гидравлическое сопротивление должно быть пониженным в однострубных и повышенным в двухтрубных системах.

12.8. Установка отопительных приборов

Расстояния от строительных конструкций зданий до отопительных приборов и между приборами следует принимать в соответствии с нормативными рекомендациями. Приборы с теплоносителем при температуре выше 105°С необходимо размещать на расстоянии не менее 50 мм от стораемых элементов зданий. При расположении приборов следует учитывать возможность прокладки подводов к ним по прямой линии.

В помещениях с производствами, отнесенными по взрыво- и пожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, не допускается размещать отопительные приборы в нишах, за исключением лестничных клеток, где выступы приборов не должны сокращать необходимой ширины проходов.

При смещенной установке отопительного прибора от оси светового проема стояк располагают на расстоянии 150±50 мм от откоса проема, а длину подводки принимают 360—400 мм при трубах $d_y = 15...20$ мм и 500 мм при трубах $d_y = 25$ мм.

ТАБЛИЦА 12.15
РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД

| Теплопровод | Размеры, мм | |
|-----------------------------|-------------|---------|
| | отверстия | борозды |
| Однотрубный стояк | 100×100 | 130×130 |
| Двухтрубный » | 150×100 | 200×130 |
| Подводка к прибору и сцепка | 100×100 | 60×60 |
| Магистраль | 250×300 | — |
| Главный стояк | 200×200 | 200×200 |

Устанавливают отопительные приборы на кронштейнах, болтах или металлических подставках. В помещениях с периодическим поступлением тепла предусматривается возможность выключения приборов.

Отопительные приборы без воздушного клапана для регулирования теплопередачи соединяют «на сцепке» в пределах одного помещения, за исключением вспомогательных помещений (коридоров, кладовых и т. п., а также кухонь жилых зданий), где допускается приборы присоединять на сцепке к приборам соседних помещений. Диаметр соединительных труб сцепки принимают по диаметру отверстий в приборах, длина сцепки не должна превышать 1,5 м. Число приборов, соединяемых на сцепке, при односторонней подводке к приборам от однотрубных и двухтрубных стояков должно быть не более двух.

Разносторонняя подводка труб к радиаторам от двухтрубных стояков рекомендуется при числе секций более 25 или при установке более двух приборов, соединенных на сцепке.

Размеры отверстий при открытой прокладке и борозд при скрытой прокладке в строительных конструкциях принимаются в зависимости от вида прокладываемого теплопровода (табл. 12.15).

12.9. Примеры расчета площади нагревательной поверхности отопительных приборов

Пример 12.2. Найти число секций чугунного радиатора М-140-АО, устанавливаемого без ниши под полкой (расстояние от прибора до полки 40 мм) на пятом этаже пятиэтажного здания, при скрытой прокладке труб двухтрубной системы водяного отопления с нижней прокладкой магистралей и насосной циркуляцией воды, если $t_{\text{Г}}=95^\circ\text{C}$, $t_{\text{О}}=70^\circ\text{C}$, $t_{\text{В}}=15^\circ\text{C}$, теплопотери помещения $Q_{\text{П}}=1000$ ккал/ч, понижение температуры воды в подающей магистрали $\Sigma \Delta t_{\text{М}}=2^\circ$.

Для прибора, расположенного на пятом этаже, принимаем схему присоединения № 2 (снизу вниз).

Количество воды, протекающей через радиатор:

$$G = \frac{1000}{1(95-70)} = 40 \text{ кг/ч.}$$

В приборах двухтрубных стояков $G_{\text{Отн}}/F_{\text{Р}} < 7$, по табл. 12.5

выходим: $\Phi=1,11$. Средняя температура воды в приборе по формуле (12.6) $t_{\text{СР}}=0,5(95-2+70)=81,5^\circ\text{C}$, откуда при $t_{\text{В}}=15^\circ\text{C}$ $\Delta t_{\text{СР}}=81,5-15=66,5^\circ$.

По формуле табл. 12.8 для радиатора, присоединенного по схеме № 2, при $G_{\text{Отн}}/F_{\text{Р}} < 7$

$$q_3 = \frac{3,85 \cdot 66,5^{1,15}}{1,11} = 430 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{экм)}$$

Площадь нагревательной поверхности по формуле (12.8)

$$F_3 = \frac{1000 \cdot 1,05}{430} = 2,44 \text{ экм,}$$

где $\beta_1=1,05$ по табл. 12.10.

Так как при скрытой прокладке стояка $F_{\text{Тр}}=0$, расчетная площадь нагревательной поверхности радиатора по формуле (12.9) составит ($\rho=0,08$ по формуле табл. 12.8):

$$F = F_3^{1+\rho} = 2,44^{1,08} = 2,6 \text{ экм}$$

Число секций радиатора М-140-АО по формуле (12.18)

$$N_{\text{мин}} = \frac{2,6 \cdot 1,05 - 0,168}{0,966 \cdot 0,35} = 7,6 \text{ секции,}$$

где $\beta_2=1,05$ по табл. 12.12; $f_3=0,35$ экм по табл. 12.1

Принимаем к установке ближайшее большее число секций — 8 секций.

Пример 12.3. Определить число секций радиатора М-140-АО, пользуясь номограммой и вспомогательной табл. 12.13, по условиям примера 12.2, когда $Q_{\text{П}}\Phi\beta_1=1000 \cdot 1,11 \cdot 1,05=1165$

При средней температуре воды в радиаторе $t_{\text{СР}}=81,5^\circ\text{C}$ вычисляем по формуле (12.14)

$$\Sigma Q_{\text{Р}} = (150 - 81,5) t = 68,5 \text{ ккал/ч.}$$

На номограмме (см. рис. 12.4) находим на шкале $\Sigma Q_{\text{Р}}$ соответствующей температуре внутреннего воздуха $t_{\text{В}}=15^\circ\text{C}$, точку $\Sigma Q_{\text{Р}}=68,5$. Двигаясь от этой точки вправо, параллельно наклонным линиям, до пересечения с вертикалью $Q_{\text{П}}\Phi\beta_1=1165$, определяем $F_3=2,5$ экм.

По шкале $F_3 \rightarrow F_3^{1,08}$ на номограмме находим $F = F_3^{1,08} = 2,5^{1,08} = 2,66$ экм.

Радиатор установлен под полкой ($\beta_2=1,05$), поэтому число секций определяем по величине $F_{\text{Р}} \beta_2=2,66 \cdot 1,05=2,8$ экм. По табл. 12.13 принимаем $N=8$ секций.

Пример 12.4. Определить число секций открыто устанавливаемого в помещении с теплопотерей $Q_{\text{П}}=800$ ккал/ч и $t_{\text{В}}=15^\circ\text{C}$ радиатора М-140-АО, если он присоединяется по схеме № 2 со смещенным замыкающим участком к открыто прокладываемому однотрубному стояку; $t_{\text{Г}}=105^\circ\text{C}$; $\Sigma \Delta t_{\text{М}}=3^\circ$; $\Sigma Q_{\text{П}}=1500$ ккал/ч; $\Sigma Q_{\text{Тр}}=100$ ккал/ч; $G_{\text{Ст}}=150$ кг/ч; $F_{\text{Тр}}=0,4$ экм.

Рассчитываем среднюю температуру воды в приборе по формуле (12.7):

$$t_{\text{СР}} = 105 - 3 - \frac{1500 + 100 + 1 \cdot 800}{150} = 86^\circ\text{C,}$$

принимая $\frac{0,5}{\alpha} = 1$ по табл. 12.7.

При температурном напоре $\Delta t_{\text{СР}}=86-15=71^\circ\text{C}$ вычисляем q_3 по формуле для радиаторов, присоединенных по схеме № 2 (табл. 12.8), задавшись $\Phi=1$:

$$q_3 = 3,85 \cdot 71^{1,15} = 497 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{экм)}$$

и находим предварительную площадь нагревательной поверхности

$$F_3^* = \frac{800}{497} = 1,61 \text{ экм.}$$

Тогда при $\alpha=0,5$

$$\frac{G_{\text{Отн}}}{F_{\text{Р}}} = \frac{150 \cdot 0,5}{17,4 \cdot 1,61} = 2,7 < 7.$$

Отыскиваем при $\frac{G_{\text{Отн}}}{F_{\text{Р}}} < 7$ и $G_{\text{Пр}}=150 \cdot 0,5=75$ кг/ч значение коэффициента Φ по табл. 12.5: $\Phi=1,05$.

Следовательно,

$$F_3 = 1,61 \cdot 1,05 = 1,69 \text{ экм;}$$

$$F_3^{1,08} = 1,69^{1,08} = 1,76 \text{ экм;}$$

$$F_{\text{Р}} = 1,76 - 0,4 = 1,36 \text{ экм}$$

Число секций радиатора находим по формуле (12.18):

$$N_{\text{мин}} = \frac{1,36 - 0,168}{0,966 \cdot 0,35} = 3,5.$$

Принимаем к установке 4 секции.

Пример 12.5. Определить число секций радиатора М-140-АО по условиям примера 12.4, пользуясь номограммой. По табл. 12.5 было найдено значение $\Phi=1,05$. Тогда $Q_{\text{п}}\Phi = 800 \cdot 1,05 = 840$. Подсчитываем по формуле (12.13).

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} \left[150(150 - 105) + 150 \cdot 3 + 1500 + 100 + \frac{0,5}{0,5} 800 \right] = 96.$$

На шкале $G_{\text{ст}}$ номограммы (см. рис. 12.4) находим точку $G_{\text{ст}} = 150$. Замечая, что $F_7 = 1,22$, движемся по вертикали вверх до пересечения с горизонтальной, соответствующей $\Sigma Q_p = 96$ на шкале при $t_p = 15^\circ \text{C}$.

Перемещаясь от найденной точки параллельно наклонным линиям до пересечения с вертикалью $Q_{\text{п}} = 800$ ккал/ч, находим, что $F_9 > F_7$. Производим пересчет F_9 по величине $Q_{\text{п}}\Phi = 840$; $F_9 = 1,7$ экм, откуда (по шкале $F_9 = F_3^{1+\rho}$)

$$F_3^{1+\rho} = 1,7^{1,08} = 1,77; \quad F_p = 1,77 - 0,4 = 1,37 \text{ экм}$$

По табл. 12.13 находим $N=4$ секции.

Пример 12.6. Определить с помощью номограммы площадь греющей поверхности конвектора «Прогресс-15», присоединенного по схеме № 4 (см. табл. 12.4), с трехходовым краном по условиям примера 12.4, но при $Q_{\text{п}} = 2480$ ккал/ч и $t_r = 145^\circ \text{C}$.

$$\text{Величина } \frac{0,5}{\alpha} = 0,5 \text{ (см. табл. 12.7).}$$

При расходе воды через прибор $G_{\text{пр}} = 150$ кг/ч устанавливаем по табл. 12.5 $\Phi = 1,17$ и вычисляем.

$$Q_{\text{п}} \Phi = 2480 \cdot 1,17 = 2900;$$

следовательно,

$$\Sigma Q_p = 10^{-2} [150(150 - 145) + 150 \cdot 3 + 1500 + 100 + 0,5 \cdot 2480] = 40.$$

По номограмме (рис. 12.3), произведя операции аналогично описанным в примере 12.5 (не обращая внимания на величину F_7), находим

$$F_9 = 3,3;$$

$$F_p = 3,3 - 0,4 = 2,9 \text{ экм.}$$

Глава 13. ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

13.1. Общие сведения

Водяное отопление применяется при местном и централизованном теплоснабжении.

Принципиальная схема системы насосного водяного отопления при местном теплоснабжении дана на рис. 13.1, а. На схеме показан открытый расширительный бак, присоединенный к общей обратной магистрали перед циркуляционным насосом.

Принципиальные схемы систем водяного отопления при централизованном водяном теплоснабжении изображены на рис. 13.1, б—д.

Независимую насосную систему (см. рис. 13.1, б) применяют для создания местного теплогидравлического режима в здании при $t_r < t_1$. В независимой гравитационной системе (см. рис. 13.1, а) отсутствует циркуляционный насос, расширительный бак присоединен к верхней точке труб.

Зависимую систему со смещением (см. рис. 13.1, г) используют для получения $t_r < t_1$, когда в ней допускается повышение гидростатического давления до давления, под которым находится вода в наружном обратном теплопроводе. Температура воды t_1 в наружном подающем теплопроводе понижается до температуры t_r с помощью смесительного насоса или смесительного аппарата — водоструйного элеватора. Зависимую систему без смещения (см. рис. 13.1, д) применяют, когда в ней допускается $t_r = t_1$ без местного качественного регулирования.

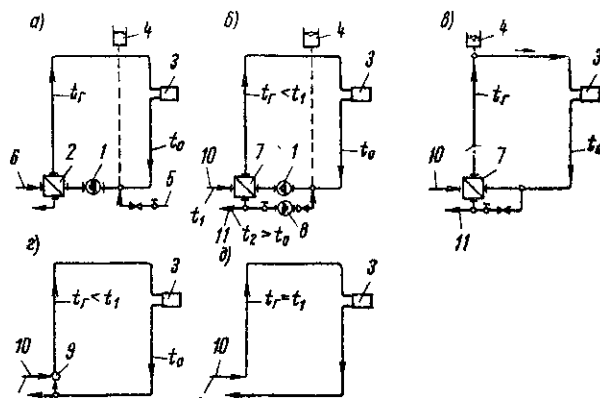


Рис. 13.1. Принципиальные схемы систем водяного отопления

а — при местном теплоснабжении; б, в, г, д — при централизованном теплоснабжении; 1 — циркуляционный насос; 2 — котел; 3 — отопительный прибор; 4 — расширительный бак; 5 — водопровод; 6 — подача топлива; 7 — теплообменник; 8 — подпиточный насос; 9 — смесительная установка; 10 — подающий теплопровод; 11 — обратный теплопровод

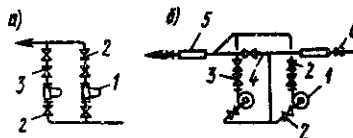


Рис. 13.2. Присоединение труб к циркуляционным насосам

а — отопительным; б — общепромышленным высоконапорным; 1 — насос; 2 — задвижка; 3 — обратный клапан; 4 — обводная труба с задвижкой (нормально закрыта); 5 — виброизолирующая вставка; 6 — неподвижная опора

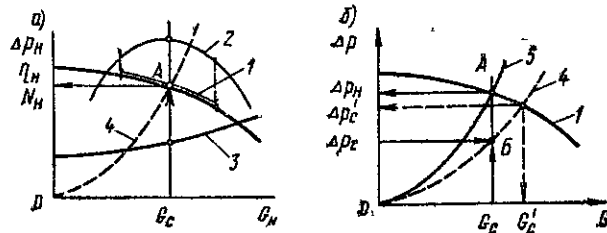


Рис 13.3. Характеристики насоса

а — отопительного; б — общепромышленного; 1 — давления; 2 — к. п. д.; 3 — мощность; 4 — характеристика системы отопления; 5 — то же, после диафрагмирования

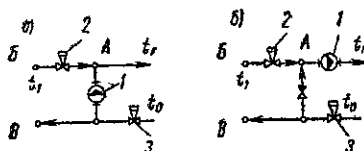


Рис. 13.4. Принципиальная схема установки смесительного насоса

а — на перемычке; б — на подающей магистрали; 1 — смесительный насос; 2 — регулятор температуры; 3 — регулятор расхода воды в системе отопления

В насосных системах водяного отопления устанавливают лопастные отопительные насосы (рис. 13.2, а) и центробежные насосы общепромышленного назначения (рис. 13.2, б).

Предпочтение отдается бесшумным отопительным насосам, непосредственно соединенным с электродвигателем.

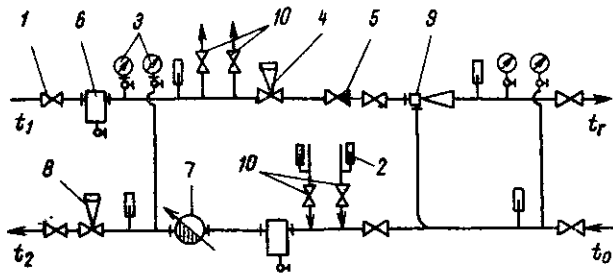


Рис. 13.5. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления с водоструйным элеватором и ответвлениями к системам вентиляции и кондиционирования воздуха

1 — задвижка; 2 — термометр; 3 — манометры; 4 — регулятор расхода; 5 — обратный клапан; 6 — грязевик; 7 — термометр; 8 — регулятор давления; 9 — водоструйный элеватор; 10 — ответвления

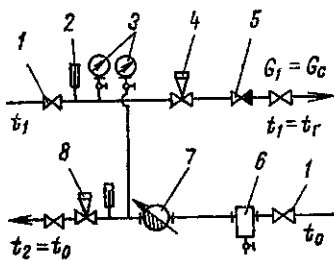


Рис. 13.6. Принципиальная схема местного теплового пункта системы отопления при $t_r = t_1$. Обозначения см. в экспликации к рис. 13.5

телями и закрепляемым на трубах без фундамента. Отопительный насос выбирают по заводской характеристике (рис. 13.3, а) в зависимости от общего расхода воды в системе отопления G_c , причем давление насоса, развиваемое в рабочей точке А, принимают за исходное при гидравлическом расчете труб системы.

Центробежный насос общепромышленного назначения выбирают (с учетом допустимого давления на всасывании) также по заводской характеристике (рис. 13.3, б) в зависимости от расхода воды G_c и гидравлического сопротивления Δp_c системы, причем избышек давления насоса в рабочей точке А (выраженный ординатой АБ) должен поглощаться диафрагмой.

Смесительный насос в зависимой системе отопления (см. рис. 13.1, г) можно устанавливать на перемычке между подающей и обратной магистралью (рис. 13.4, а) или на обратной либо подающей магистрали (рис. 13.4, б) системы.

Давление, создаваемое смесительным насосом на перемычке, а следовательно, и циркуляционное давление в системе отопления ограничено, так как смешение воды в общей точке А (см. рис. 13.4, а) происходит под определенным давлением в наружном подающем тепло-

проводе (в точке Б). Смесительный насос на обратной или подающей магистрали развивает циркуляционное давление в системе отопления независимо от разности давления в наружных теплопроводах (в точках В и В').

Водоструйный элеватор применяют в системе отопления без местного качественного регулирования. Схема установки водоструйного элеватора с контрольно-измерительными и другими приборами, характерными для местного теплового пункта зависимой системы отопления со смешением воды, изображена на рис. 13.5. Схема местного теплового пункта зависимой системы отопления без смешения воды дана на рис. 13.6.

13.2. Классификация систем

В системах водяного отопления теплопроводы различным образом соединяют с отопительными приборами и прокладывают в зданиях. В зависимости от этого системы водяного отопления различаются:

по схеме соединения труб с отопительными приборами — однотрубные с последовательным соединением и двухтрубные с параллельным соединением приборов;

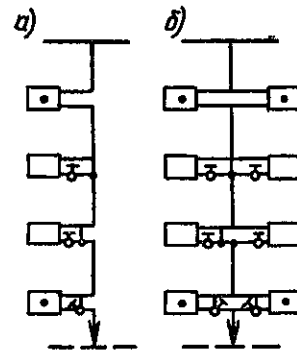


Рис. 13.7. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

по положению труб, соединяющих отопительные приборы, — вертикальные и горизонтальные;

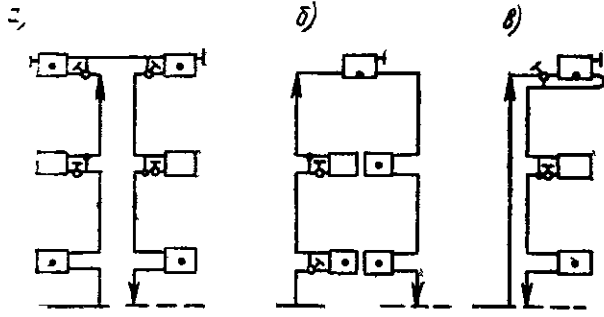
по расположению магистралей — с верхней разводкой при прокладке подающей магистрали выше отопительных приборов; с нижней разводкой при расположении подающей и обратной магистралей ниже приборов; с «опрокинутой» циркуляцией воды при прокладке обратной магистрали выше приборов;

по направлению движения воды в подающей и обратной магистралях — с тупиковым (встречным) и попутным (в одном направлении) движением воды; при встречном движении воды в двух частях каждого отопительного прибора, последовательно соединенных трубами, система носит название бифилярной (двухпоточной).

Отдельные стояки с различными трубными подводками к отопительным приборам (приборными узлами) при многократном повторении составляют вместе с магистралями и тепловым пунктом систему отопления.

Основные приборные узлы, встречающиеся в вертикальных однотрубных системах с верхней разводкой, показаны на рис. 13.7. При одностороннем (см. рис. 13.7, а) и двустороннем (см. рис. 13.7, б) присоединении отопительных приборов к стояку приборные узлы

... могут быть прочными (четвертый этаж, см. рис. 13.7), регулируемые с осевыми (третий этаж) и со смещенными (второй этаж) замыкающими участками или проточно-регулируемыми с трехходовыми кранами и обходными участками (первый этаж).



138 Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

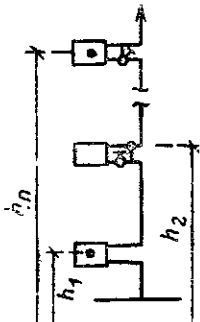
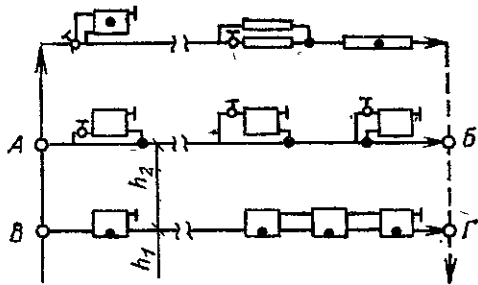
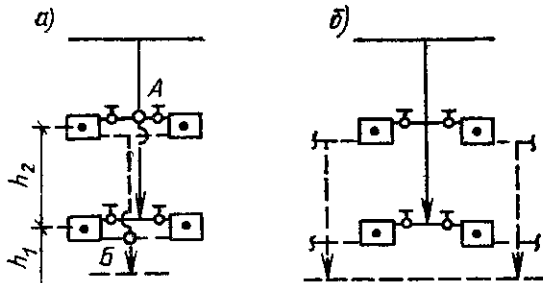


Рис. 13.9. Вертикальный однотрубный стояк системы отопления с опрокинутой циркуляцией воды



1310 Горизонтальная однотрубная система отопления



1311. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с верхней разводкой

На рис. 13.8 изображены три основных приборных узла, применяющихся в вертикальных однотрубных системах с нижней разводкой (системах с П-образными стояками). В верхнем этаже показаны проточно-регулируемые узлы систем, подпитываемых деаэрированной (см. рис. 13.8, а) и водопроводной (см. рис. 13.8, б—в) водой. Узел с осевым замыкающим участком не используется. На рис. 13.8, б дана схема стояка вертикальной бифилярной системы; на рис. 13.8, в — схема

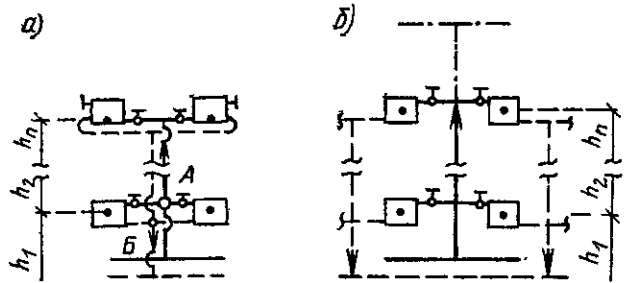


Рис. 13.12. Вертикальный двухтрубный стояк системы отопления с нижней разводкой

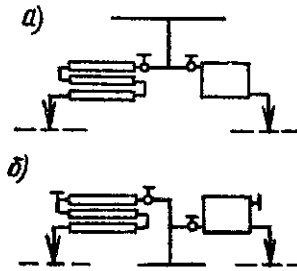


Рис. 13.13. Приборные узлы горизонтальной двухтрубной системы отопления

а — с верхней разводкой; б — с нижней разводкой

стояка для непарных приборов, а также для приборов со значительной тепловой нагрузкой.

Три основных приборных узла, использующихся в вертикальных однотрубных системах с опрокинутой циркуляцией воды, приведены на рис. 13.9.

Основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных однотрубных системах (проточные, регулируемые с осевыми замыкающими участками и проточно-регулируемые с обходными участками), показаны на рис. 13.10. Воздушные краны, установленные в верхней части приборов, могут быть индивидуальными и групповыми (на рисунке — справа внизу).

Стояки для вертикальных двухтрубных систем с верхней разводкой изображены на рис. 13.11. Один из стояков — столбовый с односторонним присоединением труб к отопительным приборам (см. рис. 13.11, а), другой — цепочный с разносторонним присоединением труб к приборам (см. рис. 13.11, б).

Схемы двух таких же стояков вертикальных двухтрубных систем с нижней разводкой, отличающиеся еще и способом сбора и удаления воздуха, показаны на рис. 13.12. В одном стояке воздух собирается в верхних отопительных приборах, присоединенных по схеме снизу вниз, и удаляется через воздушные краны (см. рис. 13.12, а), в другом стояке воздух собирается и удаляется централизованно (см. рис. 13.12, б; воздушные трубы показаны штрихпунктирной линией).

На рис. 13.13 приведены основные приборные узлы, встречающиеся в горизонтальных двухтрубных системах с верхней (рис. 13.13, а) и нижней (рис. 13.13, б) разводкой. Слева показано змеевиковое (последовательное) соединение трубами таких приборов, как гладкие и ребристые трубы, плитусные конвекторы, справа — присоединение радиаторов колончатых по схемам сверху вниз (см. рис. 13.13, а) и снизу вниз (см. рис. 13.13, б).

13.3. Этапы проектирования системы

Исходные данные для проектирования: назначение и технология, планировка и строительные конструкции здания; климат и положение здания на местности; источник теплоснабжения; температура помещений.

Расчет теплового режима. Теплотехнический расчет наружных ограждений, расчет теплового режима в помещениях, определение тепловых нагрузок для отопления.

Выбор системы. Выбор параметров воды и гидравлического давления в системе, а также вида отопительных приборов и конструкции системы (с технико-экономическим обоснованием в необходимых случаях).

Конструирование системы. Размещение отопительных приборов, стояков, магистралей и других элементов системы. Деление системы на части постоянного и периодического действия, на ветви для регулирования действия. Определение уклона труб; схемы движения, сбора и удаления воздуха; компенсации удлинения и тепловой изоляции труб; мест спуска и наполнения водой стояков и системы. Выбор вида запорно-регулирующей арматуры, а также ее размещение.

Конструирование схемы системы с нанесением тепловых нагрузок отопительных приборов и участков теплопроводов.

Расчет системы. Гидравлический и тепловой расчеты теплопроводов и отопительных приборов (см. главу 12).

До гидравлического расчета проводят предварительный тепловой расчет таких отопительных приборов, как конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые и т. п., при которых сопротивление по длине греющих труб $d_g = 15...20$ мм отражается на гидравлическом сопротивлении стояков. В этом случае размеры отопительных приборов уточняют после проведения гидравлического расчета. Допустимо также делать окончательный тепловой расчет любых отопительных приборов до гидравлического расчета двухтрубных систем при скрытой прокладке труб.

После гидравлического расчета проводят тепловой расчет таких отопительных приборов, как радиаторы секционные и панельные колончатые, ребристые и гладкие трубы $d_g = 32...100$ мм, гидравлическое сопротивление которых допустимо оценивать по местному сопротивлению на входе и выходе воды, а также тепловой расчет гравитационной системы отопления малоэтажных зданий. Размеры отопительных приборов устанавливают с учетом площади нагревательной поверхности теплопроводов в помещениях.

13.4. Выбор системы

При проектировании водяного отопления предпочтение отдается насосным однотрубным системам. Гравитационные системы допускаются применять при технико-экономическом обосновании их преимуществ перед насосными или при технологической необходимости

исключения шума и вибрации конструкций в здании; их целесообразно использовать в отдельно стоящих зданиях при относительно небольшой площади застройки и местном источнике тепла.

Однотрубные системы с проточными отопительными приборами дешевле других; они используются в тех случаях, когда применяются приборы с воздушными регулирующими клапанами (например, конвекторы «Комфорт») или когда индивидуальное регулирование теплопередачи приборов не является обязательным.

Проточно-регулируемые однотрубные системы с трехходовыми кранами рекомендуется применять при индивидуальном ручном регулировании теплопередачи отопительных приборов. Эти системы могут заменяться однотрубными системами с замыкающими участками у приборов для уменьшения гидравлического сопротивления приборных узлов. Следует принимать во внимание, что узел со смешанным замыкающим участком, хотя и обладает большим гидравлическим сопротивлением, чем узел с осевым замыкающим участком, способствует затеканию воды в отопительный прибор и компенсации теплового удлинения труб.

Вертикальные однотрубные системы рекомендуется применять в зданиях, имеющих три этажа и более; при прокладке труб вдоль вертикальных стыков наружных ограждающих конструкций появляется возможность влиять на их температурное поле. При использовании таких отопительных приборов, как радиаторы колончатые, наиболее рациональны системы с верхней разводкой.

Однотрубные системы с нижней разводкой целесообразны в бесчердачных зданиях с техническими подпольями и подвалами, а также при необходимости поэтажного включения системы в действие в процессе строительства здания. Однотрубные системы с опрокинутой циркуляцией воды применяются в зданиях повышенной этажности, в зданиях с отапливаемыми чердачными помещениями или с верхними техническими этажами, причем рекомендуется использовать отопительные приборы со стальными трубами в качестве греющих элементов (например, конвекторы, радиаторы панельные змеевиковые).

Однотрубные системы при расчетной разности температуры воды более 40° (например, $130-70^\circ$ С) следует разделять на две последовательно соединенные части с тем, чтобы разность температуры в каждой из них не превышала 45° С.

Горизонтальные однотрубные системы рекомендуется применять в протяженных зданиях, в зданиях с ленточным остеклением, в зданиях, где каждый этаж имеет различные технологические назначения и режим, особенно при значительном расходе воды в отопительных приборах (например, при относительном расходе воды в радиаторах более 5).

Бифилярные системы целесообразно применять при автоматическом поддержании заданной температуры воздуха в помещениях с помощью пофасадного (вертикальные системы) или поэтажного (горизонтальные системы) количественного регулирования теплопередачи отопительных приборов.

Вертикальные насосные двухтрубные системы с нижней разводкой могут применяться в бесчердачных зданиях ограниченного объема, состоящих из разноэтажных частей, с установкой регулирующих кранов повышенного гидравлического сопротивления у отопительных приборов.

Двухтрубные системы с верхней разводкой следует применять в малоэтажных зданиях, имеющих один-два этажа. Гравитационные двухтрубные системы с верхней

разводной используются для квартирного отопления при длине действия не более 30 м по горизонтали.

Для сокращения протяженности и диаметра магистралей рекомендуется применять системы с тупиковым движением воды. В насосных системах значительной протяженности при малой тепловой нагрузке стояков можно использовать для увязки потерь давления в параллельно соединенных участках (если расхождение при тупиковом движении воды превышает 15%) попутное движение воды в магистралах.

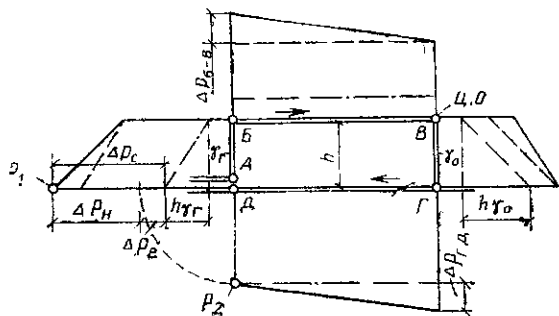


Рис. 13.14. Эпюра гидравлического давления в местной системе отопления, непосредственно соединенной с наружными теплопроводами

Для отопления помещений с периодическим пребыванием людей, помещений с резко меняющимися теплопотерями в результате воздействия ветра, солнечной радиации или других факторов следует предусматривать отдельные системы или ветви, отключаемые от общих систем отопления.

Рекомендуемые виды отопительных приборов для отопления зданий и сооружений различного назначения приведены в Строительных нормах и правилах.

Гидравлическое давление в системе. Давление в системе отопления, гидравлически независимой от наружной тепловой сети (см. рис. 13.1, а—в), определяется положением расширительного бака, давлением в нем (если бак закрытый) и давлением, развиваемым насосом.

Давление в зависимой системе отопления связано с давлением в наружных теплопроводах (см. главу 21). При построении эпюры гидравлического давления устанавливается его минимальная и максимальная величина и динамика изменения при циркуляции воды.

На рис. 13.14 изображена упрощенная эпюра гидравлического давления в зависимой системе отопления с двойными линиями между точками А, Б, В, Г, Д) высотой с одним центром охлаждения (ц.о) в точке В. Штрихпунктирными линиями показано изменение гидростатического давления в статическом режиме, причем в наиболее высоко расположенной точке В оно принимается избыточным (от 0,2 кгс/см² при $t_r < 100^\circ\text{C}$ до 4 кгс/см² при $t_r = 150^\circ\text{C}$). Гидростатическое давление p_2 в точке Д общей обратной магистрали дает необходимое давление в месте соединения системы отопления с наружным обратным теплопроводом (может поддерживаться на более высоком уровне регулятором давления («до себя») и является исходным для построения пьезометрических линий в расчетном динамическом режиме (сплошные линии на рисунке).

Гидравлическое давление в точке Г, наиболее низкая и удаленной от теплового пункта, выражает наи-

большее давление в обратной магистрали системы; оно не должно превосходить рабочего давления, допустимого для арматуры и отопительных приборов.

Гидравлическое давление в точке В показывает наименьшее давление в системе в динамическом режиме. Если, например, высота системы 20 м, потеря давления от точки В до точки Д $5 \cdot 10^3$ кгс/м² (0,5 кгс/см²), а давление в наружном обратном теплопроводе $p_2 = 2,5$ кгс/см², то давление в точке В составит:

$$p_B = 2,5 + 0,5 - 2 = 1 \text{ кгс/см}^2,$$

т.е. будет недостаточным для предотвращения вскипания воды, имеющей температуру $> 120^\circ\text{C}$.

Гидравлическое давление в точке Б выражает наибольшее давление в подающей магистрали в динамическом режиме.

Гидравлическое давление в точке А показывает наибольшее давление p_1 в подающей магистрали системы:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_c - \Delta p_e, \quad (13.1)$$

где Δp_c — гидравлическое сопротивление (потеря давления при циркуляции воды) системы;

Δp_e — естественное циркуляционное (гравитационное) давление, возникающее в системе.

13.5. Конструирование системы

А. Трубы. Для пропуска теплоносителя используют трубы металлические (стальные, медные, свинцовые и др.) и неметаллические (пластмассовые, стеклянные и др.). Наиболее широко применяют стальныешовные (сварные) и бесшовные (цельнотянутые) трубы, причем последние рекомендуется применять в местах, недоступных для ремонта.

Из стальных шовных труб в основном используются неоцинкованные (воздушные линии выполняют из оцинкованных труб) водогазопроводные трубы (ГОСТ 3262—62) обыкновенные, усиленные и легкие $d_y = 10, 15, 20, 25, 32, 40$ и 50 мм и стальные электросварные трубы (ГОСТ 10704—63*) $d = 76 \times 3; 89 \times 3,5; 108 \times 4; 133 \times 4; 159 \times 5$ мм и т. д. Усиленные трубы применяют в уникальных долговременных сооружениях со скрытой прокладкой труб; обыкновенные — при скрытой прокладке; легкие трубы предназначены под сварку или накатку резьбы для их соединения в системах с открытой прокладкой труб. Площади поперечного сечения обыкновенных, усиленных и легких труб одного и того же условного диаметра различны (например, для трубы $d_y = 20$ мм площади соответственно относятся как $1 \cdot 0,926 \cdot 1,057$), это следует иметь в виду при гидравлическом расчете.

В большинстве случаев применяется открытая прокладка отопительных труб, и их поверхность учитывается как нагревательная при расчете площади поверхности отопительных приборов (см. главу 12). По специальным технологическим, гигиеническим, архитектурно-планировочным и другим требованиям прокладка труб может быть скрытой: магистрали переносятся в техническое помещение, стояки и подводки к приборам скрываются в шахтах, каналах и бороздах (размеры см. табл. 12.15) или замоноличиваются (в местах расположения разборных соединений и арматуры предусматриваются люки).

Размеры подводов к отопительным приборам должны, как правило, унифицироваться (см. приложения № 20—22 к СН 419—70). Длина подводки или цепки не должна превышать 1,25—1,5 м, уклон подводки 5—

10 мм на всю ее длину (при длине до 0,5 м допускается прокладка подводки без уклона).

Необходимо обособлять стояки для отопления лестничных клеток; вертикальные стояки рекомендуются помещать в углах наружных стен; следует предусматривать изгибы труб для компенсации теплового удлинения стояков (рис. 13.15).

Магистраль системы в промышленном здании следует прокладывать под потолком, в средней зоне и у пола в пределах помещений.

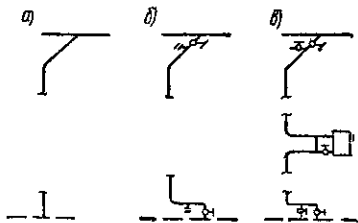


Рис. 13.15. Изгибы труб для компенсации удлинения вертикальных стояков систем отопления зданий различной этажности

В малоэтажном промышленном здании рационально применять горизонтальную однотрубную систему (обычную или бифилярную) с совмещением в одной трубе функций подводки, стояка и магистрали. Длину прямого участка поэтажных веток без компенсатора удлинения труб рекомендуется принимать не более 12 м.

В широком (шириной более 9 м) гражданском здании следует делить систему на две пофасадные части для проведения независимого эксплуатационного регулирования теплопередачи.

Магистрали в гражданских и вспомогательных зданиях промышленных предприятий, как правило, прокладывают в технических помещениях. В северной строительной-климатической зоне прокладывать магистрали на чердаках и в проветриваемых подпольях зданий не допускается.

При размещении магистралей следует обеспечивать свободный доступ к ним для осмотра, ремонта и смены, а также уклон 0,003 (при необходимости допустим уклон 0,002) и компенсацию теплового удлинения. Расстояние между осями труб двухтрубных неизолированных стояков $d_y \leq 32$ мм берется равным 80 мм с допустимым отклонением ± 5 мм, при этом подающие трубы располагаются справа. Расстояния от поверхности строительных конструкций до оси неизолированных стояков или горизонтальных труб принимаются: 35 мм при $d_y \leq 32$ мм, 50 мм при $d_y > 32$ мм с допуском ± 5 мм.

При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ.

Б. Запорно-регулирующая арматура. На подводках к отопительным приборам устанавливают арматуру: при однотрубных стояках — регулирующие краны для эксплуатационного регулирования, обладающие пониженным гидравлическим сопротивлением [ручные краны шиберные, трехходовые (КРТ по ГОСТ 10944—64) и четырехходовые; автоматические краны];

при двухтрубных стояках — регулирующие краны для пускового и эксплуатационного регулирования, обладающие повышенным гидравлическим сопротивлением [ручные краны двойной регулировки, «Термис», дрос-

сельные (КРД по ГОСТ 10944—64) и др.; автоматические краны].

Если в системе циркулирует вода с высокой температурой, пробковые регулирующие краны заменяют вентиляльными.

Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзнуть вода, — это относится к приборам при входе в лестничные клетки, у ворот, у загрузочных проемов.

Допускается установка одного общего регулирующего крана на трубе, подающей воду к группе отопительных приборов, расположенных в одном помещении; при наличии в помещении двух приборов, присоединенных к разным стоякам, регулирующий кран может быть установлен один у большего прибора.

Арматуру на стояках в малоэтажных (один—три этажа) зданиях не ставят (см. рис. 13.15, а). В четырех—семиэтажных зданиях на стояках устанавливают проходные (пробковые) краны (см. рис. 13.15, б) на расстоянии не более 120 мм от магистралей и тройники или муфты с пробками для выпуска воды и воздуха. При высокой температуре воды ($t_r \geq 100^\circ \text{C}$) вместо проходных кранов применяют вентили, а тройники с пробками заменяют спускными кранами. В зданиях, имеющих восемь и более этажей (см. рис. 13.15, в), установка спускных кранов (вместо тройников с пробками) обязательна независимо от температуры воды; проходные краны заменяют вентилями также и при гидростатическом давлении, превышающем 6 кгс/см².

На стояках в лестничных клетках запорные краны устанавливают независимо от числа этажей. Запорно-регулирующую и спускную арматуру предусматривают также и на отдельных ветвях системы.

В системе с нижней разводкой и воздушной линией запорные краны, кроме кранов в основании стояков, ставят на вертикальной воздушной трубе каждого стояка. В системе со спускной линией для опорожнения отдельных стояков или ветвей (в горизонтальной и в вертикальной в зданиях, имеющих технические этажи или более 16 этажей) устанавливают общий запорный кран на линии у бачка для разрыва струи при перепуске воды в канализационную сеть.

Основная запорно-регулирующая арматура, применяемая в местных тепловых пунктах системы отопления, показана на принципиальных схемах в п. 13.1.

В. Насосы. Циркуляционные насосы устанавливают по схемам, приведенным на рис. 13.2, и включают, как правило, в общую обратную магистраль системы. При необходимости уменьшить гидравлическое давление в теплообменниках или котлах насосы могут быть включены в общую подающую магистраль, причем техническая характеристика насосов должна соответствовать расчетной температуре горячей воды. Рабочий и резервный циркуляционные насосы снабжаются обратными клапанами для предотвращения обратной циркуляции воды при открытых задвижках. Можно устанавливать один отопительный насос, а резервный хранить на складе. При использовании центробежных насосов общепромышленного назначения (например, типа К) выполняется виброизоляция труб и обводная линия (см. рис. 13.2). Управление действием насосов автоматизируется с выбором периодичности в зависимости от марки насоса (например, 24 ч).

Смесительные насосы (см. рис. 13.4) устанавливают по тем же схемам и правилам, что и циркуляционные.

Подпиточный насос (см. схему системы отопления на рис. 13.1, б) применяют при недостаточном гидростатическом давлении в наружных теплопроводах для заполнения системы отопления и пополнения убыли воды

насос выбирают с относительно малой подачей и небольшим давлением, необходимым для подъема воды до высшей точки системы. Для подпитки системы используют деаэрированную воду из наружных трубопроводов.

Уменьшение действия подпиточного насоса автоматизируют для обеспечения необходимого гидростатического давления в системе (например, с использованием уровня в открытом расширительном баке; см. рис. 3.13 б).

Г. Противопожарные требования. Водяное отопление осуществляется в зданиях с производством, отнесенным к взрывопожарной и взрывной опасности к категориям А, Б, В и Е, если в помещениях выделяются, хранятся или перемещаются вещества, способные к самовозгоранию, взрыву, или разложению при взаимодействии с водой; если в помещениях могут выделяться газы, пары, пыль или аэрозоли, способные к самовоспламенению при соприкосновении с горячей поверхностью приборов и труб (например, пары сероуглерода). В промышленных зданиях, относящихся по взрывопожарной опасности к категориям А, Б, В и Е, отопительные приборы должны иметь гладкую поверхность и устанавливаться без ниш. Температура теплоносителя в системах отопления таких зданий ограничивается при наличии взрыво- и пожароопасной пыли 110°С (категории А, Б, Е) и 130°С (категория В).

Отопительные приборы должны быть снабжены экранирующими щитами в помещениях, предназначенных для наполнения и хранения баллонов для всех видов газа (ацетилена, водорода, метана, азота и т. п.), а также в помещениях для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, температура вспышки паров которых 28°С и ниже (бензин, бензол и т. п.), самовозгорающихся веществ (целлюлозы, табака и т. п.) и материалов в сгораемой упаковке.

От сгораемых элементов здания отопительные приборы и трубы при расчетной температуре воды $t_r > 105^\circ\text{C}$ должны отстоять не менее чем на 50 мм (приборы) и 100 мм (трубы).

При расчетной температуре воды $t_r \leq 100^\circ\text{C}$ трубы заключаются в гильзы из негорючих материалов (отходов листовой стали, обрезков труб и т. п.) в местах пересечения ими сгораемых конструкций здания. Установку гильз допускается не предусматривать в местах пересечения перекрытий стойками однетрубных систем с проточными приборами и со смещенными замыкающими участками.

Трубы при расчетной температуре воды $t_r > 105^\circ\text{C}$ в местах пересечения ими сгораемых конструкций кроме заключения в гильзы должны быть изолированы листовым асбестом толщиной не менее 5 мм.

Трубами системы отопления допустимо пересекать противопожарные преграды, но с прочной и плотной заделкой зазоров вокруг труб и свободным их расширением по обе стороны преград.

Прокладывать трубы системы отопления в каналах с технологическими трубопроводами, по которым транспортируются горючие жидкости, температура вспышки паров которых ниже 120°С, или горючие и агрессивные пары и газы, не допускается.

Д. Изоляция системы. Отопительные трубы и другие элементы системы необходимо изолировать для сокращения бесполезных теплопотерь и для снижения уровня звукового давления и вибрации в помещениях зданий.

Тепловую изоляцию предусматривают в местах, где возможно увеличение теплопотерь, бесполезных для отопления помещений (например, в холодных чердачных помещениях, в бороздах в наружных стенах, за

отопительными панелями, совмещенными с наружными стенами), и где может замерзнуть вода — в трубах (например, близ наружных дверей, ворот и других открываемых наружу проемов), воздухоборниках и расширительном баке. Применяют ее также для поддержания высокой температуры воды в транзитных подающих магистралях; при прокладке отопительных труб в искусственно охлаждаемых помещениях и в помещениях, опасных в отношении воспламенения или взрыва газов, паров, жидкостей и пыли; во избежание перегрева помещений или ожогов людей.

На трубы, поверхность которых является нагревательной для помещений (например, на трубы обратных магистралей в утепленных чердачных и подвальных помещениях, в технических этажах), тепловая изоляция не наносится, если ее отсутствие не вызывает опасности воспламенения материалов или взрыва пыли.

Тепловая изоляция должна обеспечивать коэффициент полезного действия не менее 0,75; выполняют ее из негорючих материалов в виде конструкции, сводящей к минимуму затраты ручного труда при производстве изоляционных работ и надежной в эксплуатации. Спротивление теплопроводности слоя изоляции принимается по расчету не менее $1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{C} / \text{ккал}$ для труб $d_y \leq 25 \text{ мм}$ и $1,42 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{C} / \text{ккал}$ для труб $d_y > 25 \text{ мм}$.

На покровно-защитный слой тепловой изоляции наносят цветковые обозначения для каждой из подающих и обратных труб в одном помещении.

Виброзвуковую изоляцию устраивают для помещений с длительным пребыванием людей. Фундаменты центробежных насосов общепромышленного назначения отделяют от конструкций здания и дополняют виброизолирующими амортизаторами. Магистрали системы изолируют от насосов двумя гибкими вставками длиной 900 мм из армированной резины, а в местах пересечения стен и перекрытий снабжают амортизирующими прокладками из резинового полотна или из асбестового картона. Зазоры между трубами, прокладками и строительными конструкциями заполняют упругой мастикой.

В насосном помещении для снижения уровня звукового давления выполняют акустическое покрытие стен и потолка звукопоглощающими плитами или штукатуркой.

В случае, когда вибрация и шум в здании недопустимы даже на низком уровне, насосное помещение устраивают вне здания или проектируют гравитационную систему отопления.

Е. Компенсация теплового удлинения труб. Удлинение стальной трубы при нагревании — приращение ее длины Δl , мм, определяется по формуле

$$\Delta l = 0,012 (t_r - 5) l, \quad (13.2)$$

где t_r — расчетная температура воды, °С;

l — длина прямого участка трубы, м.

Для ориентировочных расчетов можно полагать, что при низкотемпературной воде 1 м стальной подающей трубы предельно удлиняется на 1 мм, обратной трубы — на 0,8 мм; при высокой температуре воды труба удлиняется до 1,75 мм на 1 м.

При проектировании системы предусматривается компенсация усилий, возникающих при удлинении труб, с тем чтобы предотвратить недопустимую их деформацию и чтобы напряжения на изгиб в отводах не превосходили 800 кгс/см².

Компенсация удлинения подводов к отопительным приборам делается в горизонтальной однетрубной системе путем их изгиба (добавления уток); между каждым пятью-шестью приборами вставляются П-образные компенсаторы.

Специальный изгиб подводов необходим также при

длинных гладкотрубных приборах и при установке нескольких отопительных приборов «на сцепке».

Компенсация удлинения вертикальных стояков системы в малоэтажном здании обеспечивается их естественными изгибами в местах присоединения к подающей магистрали (см. рис. 13.15, а). В четырех-семиэтажных зданиях делают изгиб стояков также и в местах присоединения их к обратной магистрали (см. рис. 13.15, б). В зданиях, имеющих более семи этажей, для компенсации удлинения средней части стояков либо устанавливают П-образные компенсаторы (как и на главном стояке системы), либо выполняют специальные изгибы труб с отнесом отопительных приборов от оси стояков (см. рис. 13.15, в). В этом случае на стояках между компенсаторами устанавливают неподвижные опоры.

Для компенсации удлинения каждого этажестояка в вертикальной однотрубной системе можно использовать его изгибы при смещении замыкающего или обходного участка от оси стояка. Расстояние от стояка до смещенного замыкающего участка или до проточного отопительного прибора должно быть при низкотемпературной воде не менее 200 мм.

Компенсация удлинения магистралей выполняется прежде всего естественными их изгибами, связанными с планировкой здания, и только прямые магистрали значительной длины, особенно при высокой температуре воды, снабжаются П-образными компенсаторами¹. При проектировании П-образных компенсаторов неподвижные опоры размещают таким образом, чтобы тепловое удлинение участка магистрали между опорами не превышало 50 мм.

Расстояние между подвижными опорами принимают в зависимости от диаметра горизонтальных труб по табл. 13.1 (расстояние указано исходя из напряжения на изгиб 250 кгс/см², возникающего в металле трубы при просадке одной из опор).

ТАБЛИЦА 13.1

РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПОДВИЖНЫМИ ОПОРАМИ ТРУБ, м

| Труба d_y , мм | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
|-----------------------|-----|----|-----|-----|-----|----|
| Без тепловой изоляции | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
| С тепловой изоляцией | 1,5 | 2 | 2 | 2,5 | 3 | 3 |

Продолжение табл. 13.1

| Труба d_y , мм | 76×3 | 89×3,5 | 108×4 | 133×4 | 159×5 |
|-----------------------|------|--------|-------|-------|-------|
| Без тепловой изоляции | 6 | 6 | 6,5 | 7 | 8 |
| С тепловой изоляцией | 4 | 4 | 4,5 | 5 | 6 |

Ж. Перемещение и удаление воздушных скоплений. Подпитка водопроводной водой (см. рис. 13.1, а) вносит в систему свыше 30 г/т растворенного (абсорбиро-

ванного) воздуха; подпитка деаэрированной теплофикационной водой (см. рис. 13.1, б, в) — менее 1 г/т. Растворенный воздух переходит в свободное состояние при повышенной температуре и пониженном давлении воды, т. е. в верхней части подающих теплопроводов системы.

Организация перемещения и сбора свободного воздуха в системе, во избежание нарушения циркуляции воды, особенно важна при подпитке ее недеаэрированной водой.

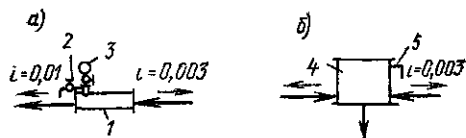


Рис. 13.16. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с верхней разводкой магистралей

а — подающей; б — обратной; 1 — горизонтальный проточный воздухооборник; 2 — спускной кран; 3 — автоматический воздухоотводчик; 4 — проточный расширительный бак; 5 — переливная труба

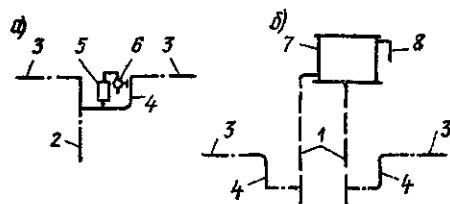


Рис. 13.17. Схемы удаления воздушных скоплений из системы водяного отопления с нижней разводкой

1 — соединительные трубы; 2 — воздушная труба стояка; 3 — воздушные трубы; 4 — воздушная петля; 5 — воздухооборник; 6 — спускной кран; 7 — расширительный бак; 8 — переливная труба

Перемещение и сбор свободного воздуха находятся в зависимости от скорости витания и всплывания воздушных пузырьков. Скорость витания пузырьков воздуха составляет: в вертикальных трубах 0,2—0,25 м/с, в наклонных и горизонтальных трубах 0,1—0,15 м/с. Скорость их всплывания не превышает скорости витания.

В насосной системе с верхней разводкой для перемещения пузырьков воздуха к воздухооборникам уклон магистралей рекомендуется делать против направления движения воды (рис. 13.16, а). Также делается уклон обратных магистралей и в насосной системе с опрокинутой циркуляцией воды для перемещения воздушных скоплений к центральному воздухооборнику или к расширительному баку, помещаемому над главным обратным стояком (рис. 13.16, б). В гравитационной системе с верхней разводкой допустим уклон (не менее 0,005) магистралей по направлению движения воды (см. рис. 13.1, в)

Диаметр проточного воздухооборника должен обеспечивать снижение скорости движения воды до величины менее 0,05 м/с и превышать диаметр магистрали по крайней мере в 2 раза. Длина воздухооборника должна гарантировать всплывание и скопление пузырьков воздуха для последующего удаления их в атмосферу (размеры воздухооборников типизированы).

¹ Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. Под ред. А. А. Николаева. М. Стройиздат, 1965.

В стояках насосной однострунной системы с нижней разводкой скорость движения воды должна быть не менее 0,25—0,3 м/с, с тем чтобы воздушные скопления не успели подняться в зону повышенного гидростатического давления и там абсорбировались. Воздушные краны, устанавливаемые на отопительных приборах верхнего этажа, предназначены для использования при проведении профилактических и ремонтных работ (см. рис. 13.8).

Магистраль систем $d_y > 50$ мм, а также ветви горизонтальных систем независимо от диаметра допускаются прокладывать без уклона при скорости движения воды не менее 0,25 м/с.

В двухтрубной системе с нижней разводкой для сбора воздушных скоплений используются отопительные приборы верхнего этажа и воздушные трубы (см. рис. 13.12). В последнем случае воздушные трубы стояков объединяются горизонтальной оцинкованной трубой $d_y = 15$ мм с воздушной петлей $h = 500$ мм, которая соединяется с вертикальным воздухооборитником (рис. 13.17, а) или с открытым расширительным баком (рис. 13.17, б). Воздух, скопившийся в воздухооборитниках, выпускают в атмосферу периодически вручную через спускные краны (см. рис. 13.16, 2 и 13.17, б) или через автоматические воздухоотводчики (см. рис. 13.16, 3) поплавково-клапанного типа. Удаление в атмосферу воздуха, поступающего в открытый расширительный бак, происходит непрерывно через переливную трубу.

Воздух, скопившийся в отопительных приборах верхнего этажа, выпускают периодически вручную через бессальниковые воздушные краны $d_y = 15$ мм с поворотным игольчатым штоком, закрывающим отверстие $d = 2$ мм, или через автоматические воздушные краны, действие которых основано на свойстве сухого материала пропускать воздух и задерживать воду и воздух при его увлажнении.

Воздухоотводящие трубки от воздухооборитников рекомендуются прокладывать в пределах холодных помещений под слоем общей тепловой изоляции рядом с отопительной магистралью и выводить в отапливаемые помещения (например, в лестничную клетку).

И. Расширительный бак. Расширительные баки (открытые и закрытые) применяют при тепловой мощности систем отопления одного или нескольких зданий до 5 Гкал/ч.

Открытый расширительный бак (рис. 13.18) устанавливают над верхней точкой системы; закрытый, находящийся под избыточным давлением, помещают чаще всего в тепловом пункте. Баки покрываются тепловой изоляцией.

На рис. 13.19 показаны схемы соединения открытого расширительного бака с системой. В насосной системе многоэтажного здания можно использовать схему с выводом контрольной трубы $d_y = 20$ мм и переливной трубы к раковине в тепловом пункте (см. рис. 13.19, а). Расширительная и циркуляционная трубы присоединяются к общей обратной магистрали преимущественно вблизи всасывающего патрубка циркуляционного насоса на расстоянии l не менее 2 м одна от другой. Диаметр расширительной трубы 32 мм, циркуляционной 25 мм, переливной 50 мм (для баков общей емкостью менее 500 л диаметры уменьшаются на один торговый размер).

В насосной системе многоэтажного здания переливная труба отводится к чугунному водосточному стояку, а вместо контрольной трубы устанавливают электрическую сигнализацию с автоматическим управлением теплоточной системы с помощью двух реле уровня, соединенных трубой 3' (см. рис. 13.19, б) с баком и ат-

мосферой. В 10—16-этажных зданиях расстояние l (см. рис. 13.19, а) может быть сокращено до конструктивно приемлемого минимума, а диаметры расширительной и циркуляционной труб уменьшены до 20—15 мм. При размещении бака в отапливаемом помещении циркуляционную трубу можно не устанавливать.

В гравитационной системе с верхней разводкой открытый расширительный бак присоединяют к высшей точке подающей магистрали (см. рис. 13.19, в).

Рис. 13.18. Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения к системе

- 1 — расширительной трубы;
- 2 — циркуляционной трубы;
- 3 — контрольной трубы;
- 3' — трубы реле уровня;
- 4 — переливной трубы; h_n — полезная высота бака

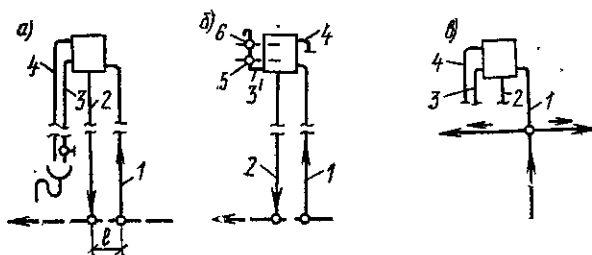
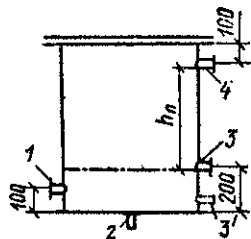


Рис. 13.19. Схемы присоединения открытого расширительного бака к магистрали

а — обратной в насосной системе с ручным контролем; б — то же, с автоматизированным сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; в — подающей в гравитационной системе; 1 — расширительная труба; 2 — циркуляционная труба; 3 — контрольная труба; 3' — трубы реле уровня; 4 — переливная труба; 5 — реле нижнего уровня воды; 6 — реле верхнего уровня воды

Полезный объем открытого расширительного бака определяют по формулам (размеры баков типизированы):

$$\text{при } t_r = 95^\circ \quad V_n = 0,045V_c; \quad (13.3a)$$

$$\text{» } t_r = 105^\circ \quad V_n = 0,051V_c; \quad (13.3б)$$

$$\text{» } t_r = 130 \dots 150^\circ \text{C} \quad V_n = 0,06V_c. \quad (13.3в)$$

где V_c — объем воды в отопительных приборах и трубах системы, л;

t_r — расчетная температура горячей воды в системе.

Объем воды во внутренних теплопроводах принимают на каждую 1000 ккал/ч тепловой мощности системы в размере 8 л при низкой температуре воды и 6 л при высокой температуре воды. Объем воды в наружных теплопроводах определяют по проекту тепловой сети. Объем воды в отопительных приборах приведен в табл. 13.2.

В закрытом расширительном баке воздушная или газовая (азот) подушка отделена от воды мембраной. Объем закрытого расширительного бака при начальном давлении в нем, равном атмосферному, превышает объем открытого бака. Искусственное повышение начального давления воздуха или газа в баке позволяет

ТАБЛИЦА 13.2

ОБЪЕМ ВОДЫ, ПРИХОДЯЩИЙСЯ НА 1000 ккал/ч
ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

| Прибор | Объем воды, л, при расчетной температуре воды в системе, °С | | |
|---|---|------|---------|
| | 95 | 105 | 130—150 |
| Радиатор чугунный секционный М-140-АО высотой 500 мм при схеме движения воды: сверху вниз снизу вверх | 10 | 9,3 | 7,5 |
| | 12 | 11,2 | 9 |
| Радиатор стальной панельный колончатый | 8,25 | 7,7 | 6,2 |
| Рибристая труба чугунная круглая | 6,5 | 6 | 5 |
| Панель бетонная | 2 | 1,85 | 1,5 |
| Конвектор ЖКП | 1,25 | 1,16 | 1 |
| Конвектор 15КП | 0,88 | 0,82 | 0,7 |
| Конвектор «Комфорт» | 0,8 | 0,74 | 0,6 |
| Калорифер | 0,5 | 0,47 | 0,4 |
| Котел чугунный секционный | 3 | 3 | — |

уменьшить его объем¹. Замена сжатого воздуха азотом устраняет абсорбцию воздуха и сводит к минимуму внутреннюю коррозию стальных труб.

13.6. Гидравлический расчет систем отопления

Расчетная температура горячей воды нормируется в зданиях различного назначения в зависимости от санитарно-гигиенических и противопожарных требований с учетом механической прочности используемых отопительных приборов и арматуры.

А. Расчетное циркуляционное давление. В системе отопления давление для обеспечения циркуляции Δp_p определяется по формулам:

в насосной вертикальной однотрубной системе

$$\Delta p_p = \Delta p_n + \Delta p_e; \quad (13.4)$$

в насосных двухтрубной и горизонтальной однотрубной системах

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \Delta p_e; \quad (13.5)$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_p = \Delta p_e; \quad (13.6)$$

где Δp_n — давление, создаваемое циркуляционным насосом для обеспечения необходимого расхода воды в системе;

$$\Delta p_e = \Delta p_{e.пр} + \Delta p_{e.тр}. \quad (13.7)$$

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в трубах, $\Delta p_{e.тр}$ находится по рис. 46.1 или по формуле (при n участках в кольце)

$$\Delta p_{e.тр} = \sum_{i=1}^n h_i (\gamma_{i+1} - \gamma_i); \quad (13.8)$$

где h_i — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения i -го участка и нагревания, м;

γ_{i+1} , γ_i — объемная масса воды при температуре в конце i_{i+1} и в начале i_i того же участка, кг/м³.

В насосных системах с нижней разводкой величину $\Delta p_{e.тр}$ можно пренебрегать.

Естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце вследствие охлаждения воды в отопительных приборах $\Delta p_{e.пр}$, определяется по следующим формулам.

В однотрубной системе (при n приборах в стояке, входящем в расчетное кольцо)

$$\Delta p_{e.пр} \approx \frac{\beta}{c G_{ст}} \sum_{i=1}^n (Q_i h_i); \quad (13.9)$$

где Q_i — тепловая нагрузка i -го отопительного прибора в стояке, ккал/ч;

h_i — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в стояке для того же прибора и нагревания (середины высоты теплообменника или котла, точка смещения воды на входе теплопроводов и т. п.), м; центры охлаждения воды в стояках на рис. 13.7—13.9 помечены черными точками; расстояния h_1 , h_2 и h_n показаны на рис. 13.9 (можно отсчитывать от обратной магистрали системы);

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(кг·°С);

β — среднее увеличение объемной массы при уменьшении температуры воды на 1° (табл. 13.3);

ТАБЛИЦА 13.3

ЗНАЧЕНИЕ β В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСЧЕТНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

| $t_r - t_o$, °С | β , кг/(м ³ ·°С) | $t_r - t_o$, °С | β , кг/(м ³ ·°С) |
|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 85—65 | 0,6 | 115—70 | 0,68 |
| 95—70 | 0,64 | 130—70 | 0,72 |
| 105—70 | 0,66 | 150—70 | 0,76 |

$G_{ст}$ — расход воды в стояке, кг/ч; при гидравлическом расчете системы с равными перепадами температуры в стояках

$$G_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{c \Delta t_c}; \quad (13.10)$$

здесь $\Delta t_c = t_r - t_o$ — расчетный перепад температуры воды в системе, °С.

В двухтрубной системе в расчетном кольце через прибор нижнего этажа

$$\Delta p_{e.пр} = h_i (\gamma_o - \gamma_r) \approx \beta h_i (t_r - t_o); \quad (13.11)$$

где h_i — вертикальное расстояние между условными центрами: охлаждения в отопительном приборе нижнего этажа и нагревания в системе, м.

В насосных системах допускается не учитывать Δp_e , если оно составляет менее 10% от Δp_n .

¹ Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Справочное руководство. Пер. с англ. М., Госстройиздат, 1963.

Величина насосного циркуляционного давления Δp_n выбирается:

а) для зависимой системы отопления без смешения см. рис. 13.1, б), а также со смесительным насосом на теремке (см. рис. 13.4, а) — в зависимости от предполагаемой разности давления $p_1 - p_2$ [см. формулу (13.1)] в точке ввода наружных теплопроводов в здание (с ограничением, если это требуется, скорости движения воды в трубах — см. табл. 13.4);

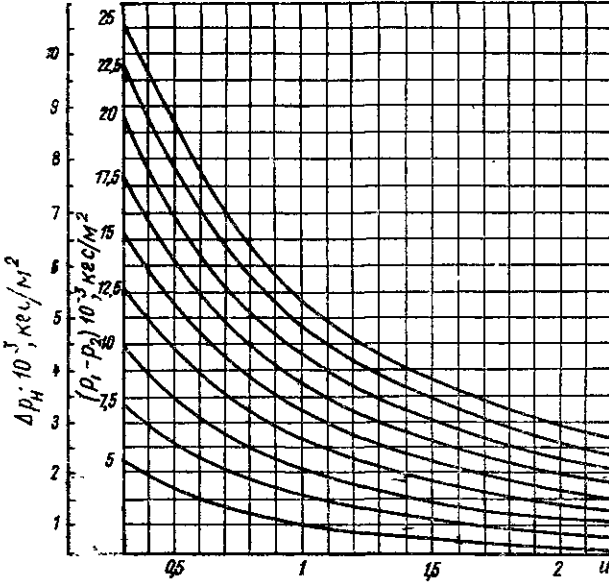


Рис. 13.20 Кривые для выбора насосного циркуляционного давления Δp_n в зависимой системе отопления со смешением в элеваторе μ — коэффициент смешения

ТАБЛИЦА 13.4
ПРЕДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ, м/с, В ТЕПЛОПРОВОДАХ

| В помещениях жилых и общественных зданий | | В зданиях промышленных предприятий | |
|--|-----------------|------------------------------------|------------------|
| основных | вспомогательных | вспомогательных | производственных |
| 1* | 1,5 | 2 | 3 |

* 1,2 м/с при $d_y = 15$ мм и 1,5 м/с при $d_y \leq 10$ мм.

б) для зависимой системы отопления со смешением в элеваторе (см. рис. 13.1, г и 13.5) — исходя из предполагаемой разности давления $p_1 - p_2$ и коэффициента смешения элеватора (см. главу 24) определяется по рис. 13.20;

в) при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, а) с перспективой элеваторного присоединения к теплофикационной сети — исходя из предполагаемой разности давления в точке будущего ввода теплопроводов $p_1 - p_2 = (10...12) \cdot 10^3$ кгс/м² (напор 10—12 м вод. ст.) и коэффициента смешения элеватора определяется по рис. 13.20;

ТАБЛИЦА 13.5
УДЕЛЬНОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ И ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ДЛЯ ТРУБ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

| ГОСТ | Диаметр трубы, мм | | | $\frac{G}{v}$, кг/ч м/с | $\Delta \cdot 10^4$, кгс/м ² (кг/ч) ² | Среднее значение $\frac{\lambda}{d_v} \cdot \frac{1}{m-1}$ |
|-----------|-------------------|----------|------------|--------------------------|--|--|
| | условного прохода | наружный | внутренний | | | |
| 3262—62 | 10 | 17 | 12,6 | 425 | 2,7 | 3,6 |
| | 15 | 21,3 | 15,7 | 690 | 1,08 | 2,7 |
| | 20 | 26,8 | 21,2 | 1 250 | 0,325 | 1,8 |
| | 25 | 33,5 | 27,1 | 2 000 | 0,125 | 1,4 |
| | 32 | 42,3 | 35,9 | 3 500 | 0,04 | 1 |
| | 40 | 48 | 41 | 4 650 | 0,0235 | 0,8 |
| | 50 | 60 | 53 | 7 800 | 0,0084 | 0,55 |
| 10704—63* | 50 | 57 | 49 | 6 600 | 0,0115 | 0,6 |
| | 70 | 76 | 70 | 13 400 | $0,274 \cdot 10^{-2}$ | 0,4 |
| | 80 | 89 | 82 | 18 400 | $0,145 \cdot 10^{-2}$ | 0,3 |
| | 100 | 108 | 100 | 27 600 | $0,0655 \cdot 10^{-2}$ | 0,23 |
| | 125 | 133 | 125 | 43 000 | $0,027 \cdot 10^{-2}$ | 0,18 |
| | 150 | 159 | 149 | 61 000 | $0,0138 \cdot 10^{-2}$ | 0,15 |

Примечание. Под v понимается скорость теплоносителя в рассчитываемом участке теплопровода, м/с.

г) для независимой системы отопления (см. рис. 13.1, б), для зависимой системы со смесительным насосом на обратной или подающей магистрали (см. рис. 13.4, б), а также при местном теплоснабжении (см. рис. 13.1, а) без перспективы присоединения к теплофикационной сети — исходя из потери давления в системе при предельно допустимой скорости движения воды в трубах (см. табл. 13.4) и технико-экономического расчета;

д) в северной строительно-климатической зоне — не более 800 кгс/м²

Б. Методы гидравлического расчета системы. Гидравлический расчет труб выполняется двумя методами: по внутреннему диаметру труб или по заданному расходу воды в трубах.

Перепады температуры воды в стояках системы в первом случае получаются неравными (допускается отклонение на $\pm 15\%$ от Δt_c при t_c от отдельных стояков не ниже 60°С), во втором случае принимаются равными Δt_c .

При гидравлическом расчете по *первому методу* линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления, кгс/м², на участке теплопровода находится по формуле

$$\Delta p = SG^2, \quad (13.12)$$

где G — расход воды в рассчитываемом участке, кг/ч;

S — характеристика сопротивления участка, $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$

равная потере давления в нем при расходе 1 кг/ч:

$$S = A\xi' = A \left(\frac{\lambda}{d_v} l + \sum \xi \right); \quad (13.13)$$

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

| $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | $\Sigma \zeta$ | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------------|--------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $d_y = 10 (d_B = 12,6 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | $d_y = 15$ | | | | | | | |
| 0 | — | 27 | 54 | 81 | 108 | 135 | 162 | 189 | 216 | 243 | 270 | 0 | — | 10,8 | 21,6 | 32 | 43 | 54 |
| 1 | 92 | 119 | 146 | 173 | 200 | 227 | 254 | 281 | 308 | 335 | 362 | 1 | 29 | 40 | 50 | 61 | 72 | 83 |
| 2 | 184 | 211 | 238 | 265 | 292 | 319 | 346 | 373 | 400 | 427 | 454 | 2 | 58 | 69 | 80 | 91 | 102 | 113 |
| 3 | 276 | 303 | 330 | 357 | 384 | 411 | 438 | 465 | 492 | 519 | 546 | 3 | 87 | 98 | 109 | 120 | 131 | 142 |
| 4 | 368 | 395 | 422 | 449 | 476 | 503 | 530 | 557 | 584 | 611 | 638 | 4 | 116 | 127 | 138 | 149 | 160 | 171 |
| 5 | 460 | 487 | 514 | 541 | 568 | 595 | 622 | 649 | 676 | 703 | 730 | 5 | 146 | 157 | 167 | 179 | 189 | 200 |
| 6 | 552 | 579 | 606 | 633 | 660 | 687 | 714 | 741 | 768 | 795 | 822 | 6 | 175 | 186 | 196 | 207 | 218 | 229 |
| 7 | 644 | 671 | 698 | 725 | 752 | 779 | 806 | 833 | 860 | 887 | 914 | 7 | 204 | 215 | 226 | 237 | 248 | 258 |
| 8 | 736 | 763 | 790 | 817 | 844 | 871 | 898 | 925 | 952 | 979 | 1006 | 8 | 233 | 244 | 255 | 266 | 277 | 288 |
| 9 | 828 | 855 | 882 | 909 | 936 | 963 | 990 | 1017 | 1044 | 1071 | 1098 | 9 | 262 | 273 | 284 | 296 | 306 | 317 |
| 10 | 920 | 947 | 974 | 1001 | 1028 | 1055 | 1082 | 1109 | 1136 | 1163 | 1190 | 10 | 292 | 303 | 313 | 324 | 335 | 346 |

| $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| $d_y = 25 (d_B = 27,1 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | $d_y = 32$ | | | | | | | | |
| 0 | — | 1,2 | 2,5 | 3,7 | 5 | 6,2 | 7,5 | 8,7 | 10 | 11,2 | 12,5 | 0 | — | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 2 |
| 1 | 1,7 | 3 | 4,2 | 5,5 | 6,7 | 8 | 9,2 | 10,5 | 11,7 | 13 | 14,2 | 1 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,4 | 2,4 |
| 2 | 3,5 | 4,7 | 6 | 7,2 | 8,5 | 9,7 | 11 | 12,2 | 13,5 | 14,7 | 16 | 2 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,4 | 2,8 | 2,8 |
| 3 | 5,2 | 6,6 | 7,7 | 9 | 10,2 | 11,5 | 12,7 | 14 | 15,2 | 16,5 | 17,7 | 3 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,2 |
| 4 | 7 | 8,2 | 9,5 | 10,7 | 12 | 13,2 | 14,5 | 15,7 | 17 | 18,2 | 19,5 | 4 | 1,6 | 2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 3,6 |
| 5 | 8,7 | 10 | 11,2 | 12,5 | 13,7 | 15 | 16,2 | 17,5 | 18,7 | 20 | 21,2 | 5 | 2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4 |
| 6 | 10,5 | 11,7 | 13 | 14,2 | 15,5 | 16,7 | 18 | 19,2 | 20,5 | 21,7 | 23 | 6 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,4 | 4,4 |
| 7 | 12,2 | 13,5 | 14,7 | 16 | 17,2 | 18,5 | 19,7 | 21 | 22 | 23 | 24 | 7 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,4 | 4,8 | 4,8 |
| 8 | 14 | 15,2 | 16,5 | 17,7 | 19 | 20,2 | 21,5 | 22,7 | 24 | 25,2 | 26,5 | 8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,2 |
| 9 | 15,7 | 17 | 18,2 | 19,5 | 20,7 | 22 | 23,2 | 24,5 | 25,7 | 27 | 28,2 | 9 | 3,6 | 4 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 5,6 |
| 10 | 17,5 | 18,7 | 20 | 21,2 | 22,5 | 23,7 | 25 | 26,2 | 27,5 | 28,7 | 30 | 10 | 4 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 6 | 6 |

| $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | $\Sigma \zeta$ | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $d_y = 50 (d_B = 53 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | $d_y = 70$ | | | | | | | |
| 0 | — | 0,084 | 0,168 | 0,25 | 0,34 | 0,42 | 0,5 | 0,59 | 0,67 | 0,76 | 0,84 | 0 | — | 0,027 | 0,054 | 0,081 | 0,108 | 0,125 |
| 1 | 0,046 | 0,13 | 0,21 | 0,3 | 0,38 | 0,47 | 0,55 | 0,63 | 0,72 | 0,8 | 0,89 | 1 | 0,0108 | 0,038 | 0,065 | 0,092 | 0,12 | 0,15 |
| 2 | 0,092 | 0,18 | 0,26 | 0,34 | 0,43 | 0,51 | 0,6 | 0,68 | 0,76 | 0,85 | 0,93 | 2 | 0,022 | 0,049 | 0,076 | 0,103 | 0,13 | 0,16 |
| 3 | 0,14 | 0,22 | 0,31 | 0,39 | 0,48 | 0,56 | 0,64 | 0,73 | 0,81 | 0,9 | 0,98 | 3 | 0,032 | 0,069 | 0,086 | 0,11 | 0,14 | 0,17 |
| 4 | 0,18 | 0,26 | 0,35 | 0,43 | 0,52 | 0,6 | 0,68 | 0,77 | 0,85 | 0,94 | 1,02 | 4 | 0,043 | 0,07 | 0,097 | 0,12 | 0,15 | 0,18 |
| 5 | 0,23 | 0,31 | 0,4 | 0,48 | 0,57 | 0,65 | 0,73 | 0,82 | 0,9 | 0,99 | 1,07 | 5 | 0,054 | 0,081 | 0,108 | 0,14 | 0,16 | 0,19 |
| 6 | 0,28 | 0,36 | 0,45 | 0,53 | 0,62 | 0,7 | 0,78 | 0,87 | 0,95 | 1,04 | 1,12 | 6 | 0,065 | 0,092 | 0,12 | 0,15 | 0,17 | 0,2 |
| 7 | 0,32 | 0,4 | 0,49 | 0,57 | 0,66 | 0,74 | 0,82 | 0,91 | 0,99 | 1,08 | 1,16 | 7 | 0,076 | 0,1 | 0,13 | 0,16 | 0,18 | 0,21 |
| 8 | 0,37 | 0,45 | 0,54 | 0,62 | 0,71 | 0,79 | 0,87 | 0,96 | 1,04 | 1,13 | 1,21 | 8 | 0,086 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,19 | 0,22 |
| 9 | 0,41 | 0,49 | 0,58 | 0,66 | 0,75 | 0,83 | 0,91 | 1 | 1,08 | 1,17 | 1,25 | 9 | 0,097 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,21 | 0,23 |
| 10 | 0,46 | 0,54 | 0,63 | 0,71 | 0,8 | 0,88 | 0,96 | 1,05 | 1,13 | 1,22 | 1,3 | 10 | 0,108 | 0,14 | 0,16 | 0,19 | 0,22 | 0,24 |

| $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | $\Sigma \zeta$ | | | | | | | |
|---|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|--------|-------|------|------|------|-----|-----|
| l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | l, m | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $s^* \text{ при } d_y = 100 (d_B = 100 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | $s^* \text{ при } d_y = 125$ | | | | | | | |
| 0 | — | 0065 | 013 | 02 | 026 | 033 | 039 | 046 | 052 | 059 | 065 | 0 | — | 0054 | 0081 | 011 | 014 | |
| 1 | 0015 | 008 | 015 | 021 | 028 | 034 | 041 | 047 | 054 | 06 | 067 | 1 | 00085 | 0036 | 0063 | 0090 | 012 | 014 |
| 2 | 003 | 01 | 016 | 023 | 029 | 036 | 042 | 049 | 055 | 062 | 068 | 2 | 0017 | 0044 | 0071 | 0098 | 013 | 015 |
| 3 | 0045 | 011 | 018 | 024 | 031 | 037 | 044 | 05 | 057 | 063 | 07 | 3 | 0026 | 0053 | 008 | 011 | 013 | 016 |
| 4 | 0060 | 013 | 019 | 026 | 032 | 039 | 045 | 052 | 058 | 065 | 071 | 4 | 0034 | 0061 | 0088 | 012 | 014 | 017 |
| 5 | 0075 | 014 | 021 | 027 | 034 | 04 | 047 | 053 | 06 | 066 | 073 | 5 | 0043 | 007 | 0097 | 012 | 015 | 018 |
| 6 | 0090 | 015 | 022 | 029 | 035 | 042 | 048 | 055 | 061 | 068 | 074 | 6 | 0051 | 0078 | 011 | 013 | 016 | 019 |
| 7 | 0105 | 017 | 024 | 03 | 037 | 043 | 05 | 056 | 063 | 069 | 076 | 7 | 006 | 0087 | 011 | 014 | 017 | 02 |
| 8 | 012 | 019 | 025 | 032 | 038 | 045 | 051 | 058 | 064 | 071 | 077 | 8 | 0068 | 0095 | 012 | 015 | 018 | 02 |
| 9 | 014 | 021 | 027 | 034 | 04 | 047 | 053 | 06 | 066 | 073 | 079 | 9 | 0077 | 01 | 013 | 016 | 019 | 021 |
| 10 | 015 | 022 | 028 | 035 | 041 | 048 | 054 | 061 | 067 | 074 | 08 | 10 | 0085 | 011 | 014 | 017 | 019 | 022 |

* Значения ζ меньше единицы; в целях экономии места нуль и запятая не показаны.

ТАБЛИЦА 13.6

$s = S \cdot 10^6$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ d_B , l И $\Sigma \zeta$

| | | | | | $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | $l, \text{м}$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $(d_B = 15.7 \text{ мм})$ | | | | | $d_Y = 20 (d_B = 21.2 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | |
| 55 | 76 | 86 | 97 | 108 | 0 | — | 3,2 | 6,5 | 9,7 | 13 | 16,2 | 19 | 22,7 | 25 | 29 | 32 |
| 94 | 105 | 116 | 126 | 137 | 1 | 5,8 | 9,1 | 12 | 16 | 19 | 22 | 25 | 29 | 32 | 35 | 38 |
| 123 | 134 | 144 | 156 | 166 | 2 | 11,7 | 15 | 18 | 21 | 25 | 28 | 31 | 34 | 38 | 41 | 44 |
| 152 | 163 | 174 | 185 | 196 | 3 | 17,5 | 21 | 24 | 27 | 30 | 34 | 37 | 40 | 43 | 47 | 50 |
| 182 | 192 | 203 | 214 | 225 | 4 | 23,4 | 27 | 30 | 33 | 36 | 40 | 43 | 46 | 49 | 53 | 56 |
| 211 | 221 | 232 | 243 | 254 | 5 | 29,2 | 32 | 36 | 39 | 42 | 45 | 49 | 52 | 55 | 58 | 62 |
| 240 | 251 | 262 | 273 | 283 | 6 | 35 | 38 | 42 | 45 | 48 | 51 | 55 | 58 | 61 | 64 | 68 |
| 270 | 280 | 291 | 302 | 313 | 7 | 41 | 44 | 47 | 51 | 54 | 57 | 60 | 63 | 66 | 69 | 73 |
| 298 | 309 | 321 | 331 | 342 | 8 | 47 | 50 | 53 | 56 | 60 | 63 | 66 | 69 | 73 | 76 | 79 |
| 328 | 338 | 349 | 360 | 371 | 9 | 53 | 56 | 59 | 62 | 66 | 69 | 72 | 75 | 79 | 82 | 85 |
| 357 | 368 | 378 | 389 | 400 | 10 | 58 | 62 | 65 | 68 | 71 | 75 | 78 | 81 | 84 | 88 | 91 |
| $(d_B = 35.9 \text{ мм})$ | | | | | $d_Y = 40 (d_B = 41 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | |
| 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 0 | — | 0,23 | 0,46 | 0,69 | 0,92 | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,3 |
| 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,4 | 1 | 0,18 | 0,4 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,5 |
| 3,2 | 3,6 | 4 | 4,4 | 4,8 | 2 | 0,37 | 0,6 | 0,8 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2 | 2,2 | 2,4 | 2,7 |
| 3,6 | 4 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 3 | 0,55 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 |
| 4 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 4 | 0,74 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3 |
| 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 6 | 5 | 0,92 | 1,1 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 3 | 3,2 |
| 4,8 | 5,2 | 5,6 | 6 | 6,4 | 6 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,2 | 3,4 |
| 5,2 | 5,6 | 6 | 6,4 | 6,8 | 7 | 1,29 | 1,5 | 1,7 | 2 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 3,6 |
| 5,6 | 6 | 6,4 | 6,8 | 7,2 | 8 | 1,47 | 1,7 | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 3,8 |
| 6 | 6,4 | 6,8 | 7,2 | 7,6 | 9 | 1,66 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,8 | 3 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 4 |
| 6,4 | 6,8 | 7,2 | 7,6 | 8 | 10 | 1,84 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,8 | 3 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,9 | 4,1 |
| $(d_B = 70 \text{ мм})$ | | | | | $d_Y = 80 (d_B = 82 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | |
| 0,162 | 0,189 | 0,216 | 0,243 | 0,27 | 0 | — | 0,0145 | 0,029 | 0,044 | 0,058 | 0,073 | 0,087 | 0,102 | 0,116 | 0,131 | 0,145 |
| 0,17 | 0,2 | 0,23 | 0,25 | 0,28 | 1 | 0,0043 | 0,019 | 0,033 | 0,048 | 0,062 | 0,077 | 0,091 | 0,11 | 0,12 | 0,13 | 0,15 |
| 0,18 | 0,21 | 0,24 | 0,27 | 0,29 | 2 | 0,0086 | 0,023 | 0,038 | 0,052 | 0,067 | 0,081 | 0,096 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,15 |
| 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,28 | 0,3 | 3 | 0,013 | 0,028 | 0,042 | 0,057 | 0,071 | 0,086 | 0,1 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 |
| 0,21 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,31 | 4 | 0,017 | 0,032 | 0,046 | 0,061 | 0,075 | 0,09 | 0,1 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,16 |
| 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,3 | 0,32 | 5 | 0,022 | 0,037 | 0,051 | 0,066 | 0,08 | 0,095 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,17 |
| 0,23 | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 6 | 0,026 | 0,041 | 0,055 | 0,07 | 0,084 | 0,099 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,17 |
| 0,24 | 0,27 | 0,29 | 0,32 | 0,35 | 7 | 0,03 | 0,045 | 0,059 | 0,074 | 0,088 | 0,1 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |
| 0,25 | 0,28 | 0,3 | 0,33 | 0,36 | 8 | 0,034 | 0,049 | 0,063 | 0,078 | 0,092 | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,18 |
| 0,26 | 0,29 | 0,31 | 0,34 | 0,37 | 9 | 0,039 | 0,054 | 0,068 | 0,083 | 0,097 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,18 |
| 0,27 | 0,3 | 0,32 | 0,35 | 0,38 | 10 | 0,043 | 0,058 | 0,072 | 0,087 | 0,1 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,19 |
| $(d_B = 125 \text{ мм})$ | | | | | $s^* \text{ при } d_Y = 150 (d_B = 149 \text{ мм})$ | | | | | | | | | | | |
| 016 | 019 | 022 | 024 | 027 | 0 | — | 0014 | 0028 | -0042 | 0056 | 007 | 0084 | 0098 | 011 | 013 | 014 |
| 017 | 02 | 022 | 025 | 028 | 1 | 00027 | 0017 | 0031 | 0045 | 0059 | 0073 | 0087 | 0098 | 011 | 013 | 014 |
| 018 | 021 | 023 | 026 | 029 | 2 | 00054 | 0019 | 0033 | 0047 | 0061 | 0075 | 0089 | 01 | 012 | 013 | 015 |
| 019 | 022 | 024 | 027 | 03 | 3 | 00081 | 0022 | 0036 | 005 | 0064 | 0078 | 0092 | 011 | 012 | 013 | 015 |
| 02 | 022 | 025 | 028 | 03 | 4 | 0011 | 0025 | 0039 | 0053 | 0067 | 0081 | 0095 | 011 | 012 | 014 | 015 |
| 021 | 023 | 026 | 029 | 031 | 5 | 0014 | 0028 | 0042 | 0056 | 007 | 0084 | 0098 | 011 | 013 | 014 | 015 |
| 021 | 024 | 027 | 029 | 032 | 6 | 0016 | 003 | 0044 | 0058 | 0072 | 0086 | 01 | 011 | 013 | 014 | 016 |
| 022 | 025 | 028 | 03 | 033 | 7 | 0019 | 0035 | 0047 | 0061 | 0075 | 0089 | 01 | 012 | 013 | 015 | 016 |
| 023 | 026 | 028 | 031 | 034 | 8 | 0022 | 0036 | 005 | 0064 | 0078 | 0092 | 011 | 012 | 013 | 015 | 016 |
| 024 | 027 | 029 | 032 | 035 | 9 | 0024 | 0038 | 0052 | 0066 | 008 | 0094 | 011 | 012 | 014 | 015 | 016 |
| 025 | 027 | 03 | 033 | 036 | 10 | 0027 | 0041 | 0055 | 0069 | 0083 | 0097 | 011 | 013 | 014 | 015 | 017 |

здесь A — удельное динамическое давление в участке, $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$, возникающее при протекании 1 кг воды в 1 ч; принимается по табл. 13.5 или вычисляется по формуле

$$A = \frac{16}{3600^2 \cdot 2g\pi^2 d_p^4 \gamma}; \quad (13.14)$$

ζ' — приведенный коэффициент сопротивления участка;

d_p и l — внутренний диаметр и длина участка, м;

λ/d_p — приведенный коэффициент гидравлического трения, определяющий линейную потерю давления на 1 м трубы в долях динамического давления; принимается по табл. 13.5;

$\Sigma \zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке, выражающая местную потерю давления в долях динамического давления; принимается по табл. 46.12—46.20;

γ — средняя объемная масса воды, кг/м^3 .

(т. е. $s = S \cdot 10^5$) даны в табл. 13.6. Проводимость участка при известном значении его сопротивления из табл. 13.6 определяется по формуле

$$\sigma = \frac{316,2}{\sqrt{s}}. \quad (13.15)$$

Соотношение между сопротивлением s и проводимостью σ определяется по шкале $s-\sigma$ (рис. 13.21).

Пример 13.1. Определить величину потери давления на участке $d_p=20$ мм, $l=5$ м, $\Sigma \zeta=4$ с расходом воды $G=500$ кг/ч.

По табл. 13.6 для диаметра $d_p=20$ мм находим сопротивление $s=42$. По шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21) значению $s=42$ соответствует проводимость $\sigma=48,7$. Потеря давления на участке по формуле (13.12а) составляет:

$$\Delta p = \left(\frac{500}{48,7} \right)^2 = 105 \text{ кгс/м}^2.$$

Суммарное сопротивление последовательно соединенных участков и узлов труб вычисляется сложением сопротивлений отдельных участков и узлов:

$$s_{\text{сум}} = \Sigma s_{\text{уч}} + \Sigma s_{\text{уз}}. \quad (13.16)$$

где

$$\Sigma s_{\text{уч}} = s_1 + s_2 + \dots + s_n;$$

$$\Sigma s_{\text{уз}} = s_{\text{уз}1} + s_{\text{уз}2} + \dots + s_{\text{уз}n}.$$

Сопротивление узла, состоящего из n параллельно соединенных участков, находится по формуле

$$s_{\text{уз}} = \frac{10^5}{(\Sigma s_{\text{уч}})^2} = \frac{10^5}{(\sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n)^2}. \quad (13.17)$$

Коэффициент затекания воды в один из n параллельно соединенных участков выражается формулой

$$\alpha_1 = \frac{\sigma_1}{\Sigma \sigma_{\text{уч}}} = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_2 + \dots + \sigma_n}{\sigma_1}}. \quad (13.18)$$

При гидравлическом расчете данным методом внутренний диаметр труб может подбираться сопоставлением ориентировочного расхода воды [по формуле (13.20)] с максимально допустимым расходом, вычисляемым по отношению G/v взятому из табл. 13.4, при скорости движения воды, указанной в табл. 13.4.

При гидравлическом расчете по второму методу линейная (на трение) и местная (на местные сопротивления) потеря давления на участке труб находится по формуле

$$\Delta p = Rl + Z, \quad (13.19)$$

где R — удельная линейная потеря давления на 1 м трубы, кгс/м^2 ; определяется по табл. 46.1 и 46.2 в зависимости от заданного расхода воды G_i , кг/ч , рассчитываемого по формуле, аналогичной формуле (13.10),

$$G_i = \frac{Q_i}{c \Delta t_c}; \quad (13.20)$$

l — длина рассчитываемого участка, м;

Z — местная потеря давления на участке, кгс/м^2 ; определяется по табл. 46.3.

По второму методу рассчитываются насосные и гравитационные двухтрубные системы отопления; однотрубные системы рассчитываются по первому и второму методу.

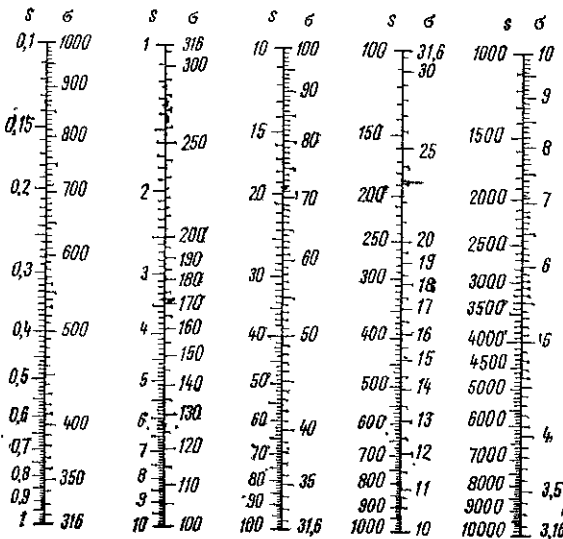


Рис. 13.21. Шкала соотношения характеристики сопротивления s и проводимости σ

Потеря давления, кгс/м^2 , на участке может определяться также по формуле

$$\Delta p = \left(\frac{G}{\sigma} \right)^2, \quad (13.12a)$$

где σ — проводимость участка, $\frac{\text{кг/ч}}{(\text{кгс/м}^2)^{0,5}}$, равная расходу воды при потере давления на участке 1 кгс/м^2 :

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{s}}. \quad (13.15a)$$

Для удобства расчетов значения характеристики сопротивления (именуемой в дальнейшем просто сопротивлением), увеличенные в 10^5 раз и обозначенные s

13.7. Гидравлический расчет вертикальной однотрубной тупиковой системы

Распределение воды по стоякам определяется по проводимости труб.

А. Особенности конструирования системы. В вертикальной однотрубной системе применяют приборные узлы и стояки, изображенные на рис. 13.7—13.9. Конструкцию стояков и диаметры труб в одной системе рекомендуется унифицировать. Для увеличения проводимости отдельных стояков с повышенной тепловой нагрузкой можно использовать: приборные узлы с замыкающими частями (см. рис. 13.7—13.9); парные стояки с отопительными приборами, присоединенными через этаж; стояки с параллельной транзитной линией до среднего этажа (Ч-образные стояки); П-образные стояки с транзитной подъемной частью (см. рис. 13.8, в); стояки с одной подъемной и двумя опускными частями (Т-образные стояки).

Систему, во избежание повторного гидравлического расчета, конструируют после проведения прикидочного расчета потери давления в выбираемых стояках.

Ориентировочная потеря давления в стояке, кгс/м², определяется по формуле

$$\Delta p_{ст} = \left(\frac{G_c}{\sum \sigma'_{ст}} \right)^2, \quad (13.21)$$

где $\Delta p_{ст}$ — это значение для тепловой надежности действия рекомендуется получать в пределах 70—80% общей потери давления в системе (в системе с попутным движением воды — от общей потери давления в стояке и в двух прилежащих к нему участках подающей и обратной магистралей).

В формуле (13.21):

G_c — расход воды в системе, кг/ч, находится по формуле (13.20);

$\sum \sigma'_{ст}$ — суммарная ориентировочная проводимость всех стояков системы;

$\sigma'_{ст}$ — ориентировочная проводимость одного стояка:

$$\sigma'_{ст} = \sigma_p k_1 k_2 k_3; \quad (13.22)$$

здесь σ_p — проводимость стояка $d_y=20$ мм с радиаторными проточно-регулируемыми узлами, принимаемая по табл. 13.7 в зависимости от числа последовательно соединенных этажестояков.

k_1 — поправочный коэффициент: для радиаторов — 1; конвекторов КП, «Прогресс», «Аккорд» — 0,85; конвекторов «Комфорт» — 0,65;

k_2 — поправочный коэффициент для схемы и диаметра стояка: для прямого или П-образного стояка с односторонним присоединением отопительных приборов — 1; для П-образного стояка с транзитной подъемной частью — 1,2; для Ч-образного стояка — 1,3; для Т-образного стояка — 1,7; для парного стояка — 2,2; при двустороннем присоединении отопительных приборов и диаметре труб стояка и подводок ($d_{ст} \times d_{п}$): 20×15 мм $k_2=0,9$; 25×15 — 0,97; 32×15 — 1; 20×20 — 1,34; 25×20 — 1,66; 32×20 — 1,82;

k_3 — поправочный коэффициент: для приборного узла с трехходовым краном — 1; то же, с проходным краном при осевом замыкающем участке — 1,7; то же, с проходным краном при смещенном замыкающем участке — 1,25.

ТАБЛИЦА 13.7

ПРОВОДИМОСТЬ СТОЯКА $d_y=20$ мм
С ОДНОСТОРОННИМИ РАДИАТОРНЫМИ
ПРОТОЧНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ УЗЛАМИ

| Число этажей n | Проводимость σ_p | Число этажей n | Проводимость σ_p |
|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| 3 | 21 | 15 | 11 |
| 4 | 20 | 16 | 10,5 |
| 5 | 18 | 17 | 10 |
| 6 | 16,5 | 18 | 10 |
| 7 | 15 | 19 | 10 |
| 8 | 14,5 | 20 | 9,5 |
| 9 | 14 | 21 | 9 |
| 10 | 13 | 22 | 9 |
| 11 | 12,5 | 23 | 9 |
| 12 | 12 | 24 | 9 |
| 13 | 11,5 | 25 | 8,5 |
| 14 | 11 | | |

Примечание. Для стояка $d_y=15$ мм проводимость уменьшается в 2 раза.

Диаметры труб стояков с движением воды снизу вверх в смещенных замыкающих участках (см. узлы приборов второго этажа на рис. 13.8 и 13.9) выбираются с учетом как максимального (по данным табл. 13.4 и 13.5), так и минимального расхода воды в них (табл. 13.8).

ТАБЛИЦА 13.8

МИНИМАЛЬНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ДИАМЕТР ТРУБ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СТОЯКОВ
ПРИ РАДИАТОРНЫХ УЗЛАХ СО СМЕЩЕННЫМИ
ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ (ВЫСОТОЙ ДО 0,5 м)

| Расчетная температура воды в системе $t_r - t_o$, °C | Минимальный расход воды $G_{ст}$, кг/ч | Условный диаметр труб, мм | | |
|---|---|---------------------------|---------------------|----------|
| | | стояка | замыкающего участка | подводки |
| 95—70 105—70 | 200 220 | 15 | 15 | 15 |
| 95—70 105—70 | 150 170 | 20 | 15 | 20 |
| 95—70 105—70 | 330 360 | 25 | 20 | 25 |

При необходимости обеспечить унос воздушных скоплений из верхней части стояков с нижней разводкой магистралей следует ориентироваться на минимальный расход воды в стояках: $d_y=15$ мм — 140; $d_y=20$ мм — 250; $d_y=25$ мм — 400 кг/ч.

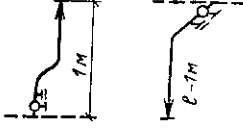
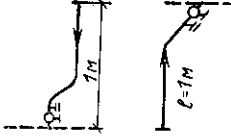
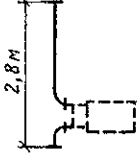
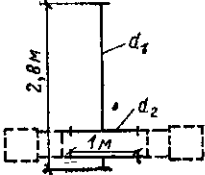
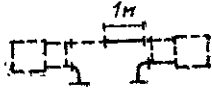
Распределяя тепловую нагрузку по стоякам системы, рекомендуется придерживаться отношения

$$\frac{Q_{ст.б}}{Q_{ст.м}}; \frac{Q_{ст.м}}{\sigma'_{ст.м}} \leq 1,4 \quad (13.23)$$

где $Q_{ст.б}$ и $Q_{ст.м}$ — наибольшая и наименьшая тепловая нагрузка стояков в системе, ккал/ч;

$\sigma'_{ст.б}$ и $\sigma'_{ст.м}$ — ориентировочная проводимость стояков соответственно с наибольшей и с наименьшей тепловой нагрузкой, определяемая по формуле (13.22).

ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРУБНЫХ УЗЛОВ СТОЯКОВ
ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| Номер узла | Наименование узла | Эскиз узла | Диаметр трубы d_y , мм | $s_{уз}$, $\frac{\text{кгс/м}^4}{(\text{кг/ч})^2}$ |
|------------|---|---|--------------------------|---|
| 1 | Присоединение к подающей магистрали |  | 15 | $\frac{262}{128}$ |
| | | | 20 | $\frac{37}{29}$ |
| | | | 25 | $\frac{20}{10,6}$ |
| 2 | Присоединение к обратной магистрали |  | 15 | $\frac{221}{86}$ |
| | | | 20 | $\frac{544}{16}$ |
| | | | 25 | $\frac{15}{5,6}$ |
| 3 | Этажестояк с односторонним присоединением прибора |  | 15 | 113 |
| | | | 20 | 23 |
| | | | 25 | 8 |
| 4 | Этажестояк с двусторонним присоединением приборов |  | 15 | 97 |
| | | | 20 | 21 |
| | | | $25/20(d_1/d_2)$ | 12 |
| | | | 25 | 7 |
| 5 | Подводки в верхнем этаже П-образного стояка |  | 15 | 52 |
| | | | 20 | 12 |
| | | | 25 | 4 |

Продолжение табл. 13.9

| Номер узла | Наименование узла | Эскиз узла | Диаметр трубы d_y , мм | $s_{уз}$ $\frac{кгс/м^2}{(кг/ч)^2}$ |
|------------|---|------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 6 | Прямой стояк длиной 1 м (добавка к узлам № 1—5) | | 15 | 29,2 |
| | | | 20 | 5,85 |
| | | | 25 | 1,75 |

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны элементы, сопротивление которых включено в $s_{уз}$.

2. При длине трубы, отличающейся от указанной в эскизах узлов 1—5, в $s_{уз}$ зносится поправка по узлу 6

3. Для узлов 1 и 2 в числителе дано $s_{уз}$ при вентиле, в знаменателе — при проходном кране.

Проверить возможность размещения отопительных приборов в отведенных для них местах следует для одного-двух приборов с наибольшей тепловой нагрузкой в стояке с наименьшим расходом воды, удаленном от головной подающей магистрали. Ориентировочный расход воды в таком стояке с проводимостью $\sigma_{ст}$ может быть найден из выражения [см. формулу (13.21)]

$$G'_{ст} = \frac{G_c}{\Sigma \sigma'_{ст}} \sigma_{ст}. \quad (13.24)$$

В системе с отопительными приборами, имеющими греющие трубы $d_y = 15...20$ мм (с конвекторами, змеевиковыми панелями и т. п.), при проектировании определяется ориентировочная площадь нагревательной поверхности и размер этих приборов. Ориентировочный расчет (с использованием табл. 12.3) проводится для трех стояков: одного в каждой из трех групп стояков — с максимальной, со средней и с минимальной тепловой нагрузкой [по расходу воды, вычисляемому по выражению (13.24)]. Полученная плотность теплового потока q_0 для отопительных приборов (на каждом этаже) этих трех стояков принимается за исходную для определения площади нагревательной поверхности соответствующих приборов остальных стояков в этих трех группах.

Диаметр участков магистралей назначается исходя из предельно допустимой скорости движения воды, на основании опыта предыдущих расчетов, но конструктивным соображениям и т. д.

При заданной величине потери давления в системе предварительный выбор диаметра участков магистралей делается по табл. 13.6. Выбирается тот диаметр, для которого табличное значение сопротивления s при $l = 10$ м и $\xi = 0$ ближе всего подходит к величине s_{10} , определяемой для каждого участка по формуле

$$s_{10} = \frac{\left[\left(\frac{316}{G_{г.о}} \right)^2 \Delta p_p - 250 \right] 10}{(\Sigma l_{маг} + \Sigma \xi) \bar{g}_{уч}^2}, \quad (13.25)$$

где $G_{г.о}$ — ориентировочный расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода (см. п. Б):

$$G_{г.о} = \frac{20G_c}{\Sigma \sigma_{ст}}; \quad (13.26)$$

Δp_p — заданная потеря давления в системе, кгс/м²;

$\Sigma l_{маг}$ — общая длина участков магистралей (без горизонтальных труб тупикового стояка), м;

$\Sigma \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на всех участках магистралей; выбираются по табл. 46.13;

$\bar{g}_{уч}$ — относительный расход воды на участке, диаметр которого выбирается (см. п. Б).

Б. Гидравлический расчет системы. Гидравлический расчет системы основывается на заданной проводимости стояков и сводится к распределению воды, циркулирующей в системе, между ее ветвями и стояками. В расчете используется пропорциональность проводимости и расхода воды в расчетных кольцах, возникающая вследствие равенства потери давления в них. Расчетом определяется полная увязка потери давления в циркуляционных кольцах через все стояки системы.

После конструирования системы и выбора диаметра труб определяется действительная проводимость всех стояков.

Проводимость стояка находится по формуле (13.156) или по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21) в зависимости от его сопротивления, вычисляемого по формуле (13.16) с использованием табл. 13.6.

Сопротивление стояка, составленного из унифицированных трубных и приборных узлов, определяется по табл. 13.9 и 13.10 и по рис. 13.22. По табл. 13.9 находится сопротивление трубных узлов стояка; по табл. 13.10 — проточно-регулируемых приборных узлов с общими участками путем сложения величин, взятых из строки Б (с умножением на длину прибора) и из строки В (т. е. $s_{г.о} = B l_{пр} + B$).

Сопротивление приборных узлов со смещенными замыкающими участками определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины $s_{г.о} = B l_{пр} + B'$, вычисляемой также по данным табл. 13.10.

Гидравлический расчет выполняется по относительным значениям сопротивления, проводимости и расхода воды, получаемым сопоставлением действительных значений с показателями некоторого условно выбранного так называемого эталонного стояка, относительный расход воды в котором принят за единицу, сопротивление принято равным 250, а проводимость по формуле (13.156) $\sigma_{эт} = 20$.

В основу расчета положено выражение (аналогичное формуле 13.12а)

$$\Delta p = (G_g / \bar{\sigma})^2, \quad (13.27)$$

ХАРАКТЕРИСТИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИБОРНЫХ УЗЛОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

| Отопительный прибор | Диаметр под- водки $d_{\text{п}}$, мм | Обозначение элемента узла | Характеристика сопротивления элемента узла s , $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$ | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|--|-------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | | | № схемы присоединения (по табл. 12.4) | | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Конвекторы 15КП и «Прогресс-15» | 15 | Б | 58 | 58 | 116 | 116 | 36 | 36 | 14,5 | 116 | 14,5 |
| | | В | $\frac{71}{99}$ | $\frac{71}{99}$ | $\frac{146}{164}$ | $\frac{146}{164}$ | $\frac{83}{100}$ | $\frac{83}{100}$ | $\frac{82}{100}$ | $\frac{146}{164}$ | $\frac{63}{81}$ |
| | | В' | $\frac{138}{156}$ | $\frac{138}{156}$ | $\frac{203}{220}$ | $\frac{203}{220}$ | $\frac{125}{152}$ | $\frac{125}{152}$ | $\frac{96}{114}$ | $\frac{203}{220}$ | $\frac{77}{95}$ |
| | | | | | | | | | | | |
| Конвекторы 20КП, «Прогресс-20», «Аккорд». Радиатор стальной панельный змеевиковый листотрубный типа КЛТ | 20 | Б | 11,7 | 11,7 | 23,4 | 23,4 | 7,3 | 7,3 | 2,9 | 2,9 | 2,9 |
| | | В | $\frac{17}{21}$ | $\frac{17}{21}$ | $\frac{30}{34}$ | $\frac{30}{34}$ | $\frac{19}{23}$ | $\frac{19}{23}$ | $\frac{21}{25}$ | $\frac{21}{25}$ | $\frac{14}{19}$ |
| | | В' | $\frac{29}{34}$ | $\frac{29}{34}$ | $\frac{42}{47}$ | $\frac{42}{47}$ | $\frac{25}{29}$ | $\frac{25}{29}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{20}{25}$ |
| | | | | | | | | | | | |
| Конвектор чугунный ЛТ-10 | 15 | Б | 29 | 0,4 | 30 | 0,8 | 29 | 0,25 | 0,1 | — | — |
| | | В | $\frac{93}{121}$ | $\frac{93}{121}$ | $\frac{168}{185}$ | $\frac{168}{185}$ | $\frac{105}{122}$ | $\frac{105}{122}$ | $\frac{104}{122}$ | — | — |
| | | В' | $\frac{160}{177}$ | $\frac{160}{177}$ | $\frac{225}{242}$ | $\frac{225}{242}$ | $\frac{146}{173}$ | $\frac{146}{173}$ | $\frac{118}{135}$ | — | — |
| | 20 | Б | 6 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 5,9 | 0,25 | 0,1 | — | — |
| | | В | $\frac{23}{28}$ | $\frac{23}{28}$ | $\frac{36}{41}$ | $\frac{36}{41}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{27}{32}$ | — | — |
| | | В' | $\frac{36}{40}$ | $\frac{36}{40}$ | $\frac{49}{53}$ | $\frac{49}{53}$ | $\frac{31}{36}$ | $\frac{31}{36}$ | $\frac{32}{36}$ | — | — |
| Ребристые и гладкие трубы | 15 | Б | 29 | 0 | 0 | 0 | 29 | 0 | 0 | — | — |
| | | В | $\frac{93}{121}$ | $\frac{93}{121}$ | $\frac{168}{185}$ | $\frac{168}{185}$ | $\frac{105}{122}$ | $\frac{105}{122}$ | $\frac{104}{122}$ | — | — |
| | | В' | $\frac{160}{177}$ | $\frac{160}{177}$ | $\frac{225}{242}$ | $\frac{225}{242}$ | $\frac{146}{173}$ | $\frac{146}{173}$ | $\frac{118}{135}$ | — | — |
| | 20 | Б | 5,9 | 0 | 0 | 0 | 5,9 | 0 | 0 | — | — |
| | | В | $\frac{23}{28}$ | $\frac{23}{28}$ | $\frac{36}{41}$ | $\frac{36}{41}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{25}{30}$ | $\frac{27}{32}$ | — | — |
| | | В' | $\frac{36}{40}$ | $\frac{36}{40}$ | $\frac{49}{53}$ | $\frac{49}{53}$ | $\frac{31}{36}$ | $\frac{31}{36}$ | $\frac{32}{36}$ | — | — |
| Конвектор «Комфорт» $d_{\text{в}} = 20$ мм без регулирую- щего крана | 20 | Б | Двухтрубный по схеме присоединения | | Четырехтрубный с числом последовательно соединенных конвекторов в ряду | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | | | | |
| | | В | 11,7 | 11,7 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | | | | |
| | | | $\frac{19}{24}$ | $\frac{12}{17}$ | $\frac{14}{18}$ | $\frac{22}{26}$ | $\frac{30}{34}$ | | | | |

Продолжение табл. 13.10

| Отопительный прибор | Диаметр под- водки $d_{\text{п}}$, мм | Обозначение элемента узла | Характеристика сопротивления элемента узла s , $\frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$ | |
|---|---|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| | | | Одиночный | Спаренный |
| Радиатор стальной панель- ный змеевиковый типа ЗС | 15 | Б | 23,4 | 5,85 |
| | | В | $\frac{62}{79}$ | $\frac{63}{80}$ |
| | | В' | $\frac{164}{181}$ | $\frac{118}{135}$ |
| | 20 | Б | 23,4 | 5,85 |
| | | В | $\frac{30}{34}$ | $\frac{23}{28}$ |
| | | В' | $\frac{42}{47}$ | $\frac{34}{39}$ |
| Радиатор чугунный или стальной панельный колон- чатый | 15 | При $d_{\text{п}} = d_{\text{з.у}}$ | Подводка с обходным участком | Подводка с замыкающим участком |
| | | $s_{\text{уз}}$ | $\frac{53}{71}$ | $\frac{23}{25}$ |
| | 20 | $s_{\text{уз}}$ | $\frac{16}{20}$ | $\frac{6}{7}$ |
| | | | $\frac{10}{11}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |
| | 25 | $s_{\text{уз}}$ | $\frac{10}{11}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |
| | | | $\frac{10}{11}$ | $\frac{2,5}{2,5}$ |

Примечания: 1. Характеристика сопротивления проточно-регулируемого приборного узла с обходным участком находится сложением сопротивления подводов (обозначено буквой В) с сопротивлением прибора в зависимости от его длины $l_{\text{пр}}$, м (обозначено буквой Б для длины 1 м), т. е. $s_{\text{уз}} = B l_{\text{пр}} + В$.

2. Характеристика сопротивления приборного узла с замыкающим участком определяется по рис. 13.22 в зависимости от величины $s_{\text{п}}$, вычисляемой по формуле $s_{\text{п}} = B l_{\text{пр}} + В'$.

3. Характеристика сопротивления подводов (строки В и В') дана без уток (в числителе) и с утками (в знаменателе); то же, для $s_{\text{уз}}$ радиаторов.

где G_g — расход воды на участке, кг/ч, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = G/\bar{g}; \quad (13.28)$$

$\bar{\sigma}$ — относительная проводимость участка:

$$\bar{\sigma} = \sigma/\bar{g}; \quad (13.29)$$

здесь \bar{g} — относительный расход на участке, определяемый как отношение расхода воды в нем к расходу воды в эталонном стояке.

Распределение воды между стояками системы выявляется с учетом относительного сопротивления участков магистралей:

$$\bar{s}_{\text{уч}} = (s_{\text{уч.п}} + s_{\text{уч.о}}) \bar{g}_{\text{уч}}^2, \quad (13.30)$$

где $s_{\text{уч.п}}$ и $s_{\text{уч.о}}$ — сопротивление пары участков подающей и обратной магистрали; принимается по табл. 13.6;

$\bar{g}_{\text{уч}}$ — относительный расход воды в участке подающей (и обратной) магистрали, равный сумме относительных расходов в стояках, снабжаемых водой из данного участка:

$$\bar{g}_{\text{уч}} = \bar{g}_I + \bar{g}_{II} + \dots + \bar{g}_N. \quad (13.31)$$

Относительный расход воды в тупиковом стояке

системы определяется сопоставлением его проводимости σ с проводимостью эталонного стояка ($\sigma_{\text{эТ}}=20$), считая стояки параллельно соединенными.

Тогда, исходя из необходимого равенства относительного сопротивления тупикового и эталонного стояков ($s_{\text{Т}}\bar{g}_{\text{Т}}^2 = s_{\text{эТ}}\bar{g}_{\text{эТ}}^2 = 250$), вычисляется не только относительный расход воды, но и относительное сопротивление тупикового стояка:

$$\bar{g}_{\text{Т}} = \sigma/20; \quad \bar{s}_{\text{Т}} = 250. \quad (13.32)$$

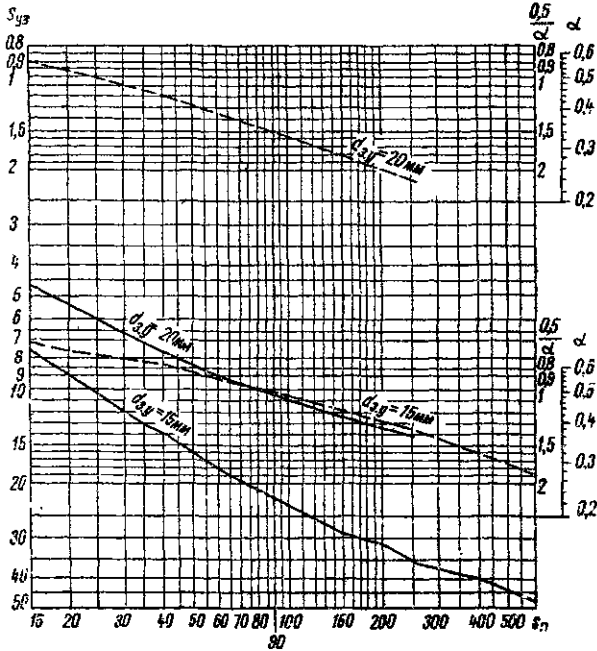


Рис. 13.22. Кривые для определения коэффициента затекания (пунктирные линии) и характеристики сопротивления (сплошные линии) приборного узла со смещенным замыкающим участком в вертикальной однотрубной системе отопления
 $d_{3,y}$ — диаметр замыкающего участка

Относительный расход воды в рядовом стояке определяется сопоставлением его проводимости σ с относительной проводимостью параллельно соединенного контура:

$$\bar{g} = \sigma/\bar{\sigma}_{\text{к}}. \quad (13.33)$$

где $\bar{\sigma}_{\text{к}}$ — относительная проводимость контура участков магистралей, замыкающих рассматриваемый рядовой стояк, и тупикового стояка; находится по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21) после вычисления величины $s_{\text{к}}$ — относительного сопротивления контура, состоящего из тупикового стояка и n последовательных участков подающей и обратной магистрали:

$$\bar{s}_{\text{к}} = 250 + \bar{s}_{\text{уч},1} + \bar{s}_{\text{уч},2} + \dots + \bar{s}_{\text{уч},n}. \quad (13.34)$$

Однотрубная тупиковая система может быть одноветвевой и может состоять из двух и четырех параллельно соединенных ветвей.

Относительный расход воды в ветви системы (см. рис. 13.24) равняется сумме относительных расходов стояков, объединяемых ветвью:

$$\bar{g}_{\text{в}} = \Sigma \bar{g}_{\text{ст}}. \quad (13.35)$$

Относительная проводимость ветви $\bar{\sigma}_{\text{в}}$ определяется по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21) после вычисления $\bar{s}_{\text{в}}$ — относительного сопротивления ветви, состоящей из тупикового стояка и всех последовательно соединенных участков подающей и обратной магистрали, включая головные:

$$\bar{s}_{\text{в}} = \bar{s}_{\text{к}} + \bar{s}_{\text{Г}}. \quad (13.36)$$

где $\bar{s}_{\text{Г}}$ — относительное сопротивление пары головных участков магистралей системы (см. участок Г на рис. 13.24) с общим относительным расходом воды в ветви $\bar{g}_{\text{в}}$.

При объединении двух ветвей системы (№ 1 и 2 на рис. 13.25) относительный расход воды в участке 1—2 составляет:

$$\bar{g}_{\text{об}} = \bar{g}_{\text{в},1} + \bar{g}_{\text{в},2} k_{\text{в},2}. \quad (13.37)$$

где $k_{\text{в},2}$ — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_{\text{в},2} = \frac{\bar{\sigma}_{\text{в},2}}{\bar{\sigma}_{\text{в},1}}; \quad (13.38)$$

здесь $\bar{\sigma}_{\text{в},1}$, $\bar{\sigma}_{\text{в},2}$ — относительные проводимости ветвей № 1 и 2; определяются по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21) по величинам $\bar{s}_{\text{в},1}$ и $\bar{s}_{\text{в},2}$.

Относительное сопротивление двух ветвей с объединяющим участком 1—2 (см. рис. 13.25)

$$\bar{s}_{\text{с},1-2} = \bar{s}_{\text{в},1} + \bar{s}_{\text{об},1-2}, \quad (13.39)$$

где $\bar{s}_{\text{об},1-2}$ — относительное сопротивление пары участков, объединяющих ветви № 1 и 2, с расходом $\bar{g}_{\text{об}}$.

При объединении четырех ветвей системы общим участком относительный расход воды в общем участке (участок О на рис. 13.25)

$$\bar{g}_{\text{с}} = \bar{g}_{\text{с},1-2} + \bar{g}_{\text{с},3-4} k_{\text{с}}. \quad (13.40)$$

где $k_{\text{с}}$ — коэффициент, определяемый по формуле

$$k_{\text{с}} = \frac{\bar{\sigma}_{\text{с},3-4}}{\bar{\sigma}_{\text{с},1-2}}, \quad (13.41)$$

здесь $\bar{\sigma}_{\text{с},1-2}$ — относительная проводимость ветвей № 1 и 2, определяемая по величине $\bar{s}_{\text{с},1-2}$;

$\bar{\sigma}_{\text{с},3-4}$ — то же, ветвей № 3 и 4, определяемая по величине $\bar{s}_{\text{с},3-4}$, расчет которой производится аналогично величине $\bar{s}_{\text{с},1-2}$; при этом ветвь № 3 рассматривается как ветвь № 1, а ветвь № 4 — как ветвь № 2 (см. рис. 13.25).

Относительное сопротивление всей системы

$$\bar{s}_{\text{с}} = \bar{s}_{\text{с},1-2} + \bar{s}_{\text{с}0}. \quad (13.42)$$

где $\bar{s}_{\text{с}0}$ — относительное сопротивление пары (подающего и обратного) общих участков магистралей системы с расходом $\bar{g}_{\text{с}}$.

После вычисления относительных величин определяется расчетный расход воды в стояках ветвей системы [по формуле (13.28)]:

$$\text{ветви № 1: } G_p = \bar{g} G_g; \quad (13.43a)$$

$$\text{» № 2: } G_p = \bar{g} G_g k_{в,2}; \quad (13.43б)$$

$$\text{» № 3: } G_p = \bar{g} G_g k_0; \quad (13.43в)$$

$$\text{» № 4: } G_p = \bar{g} G_g k_0 k_{в,4}; \quad (13.43г)$$

где G_g — расход воды, циркулирующей в системе, приходящийся на единицу относительного расхода:

$$G_g = \frac{Q_c}{c \Delta t_c \bar{g}_c}; \quad (13.44)$$

Q_c — общая тепловая нагрузка системы, ккал/ч;
 \bar{g}_c — коэффициент, определяемый для ветвей № 3 и 4 по формуле, аналогичной формуле (13.38).

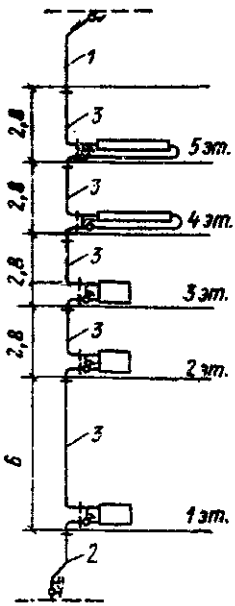
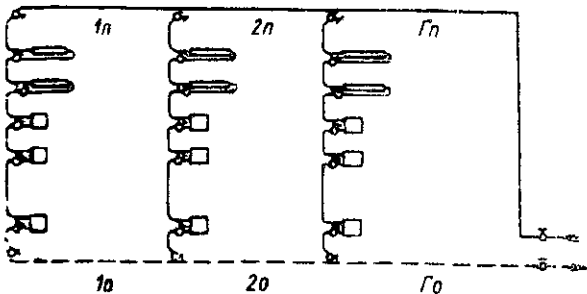


Рис. 13.23. Пятиэтажный стояк вертикальной однотрубной системы водяного отопления

I I II

Рис. 13.24. Одноветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

Γ — тупиковый стояк; Γ — го-
 ловой участок



Пример 13.2. Определить сопротивление и проводимость участка $d_y = 15$ мм, показанного на рис. 13.23, с чугунными колонными радиаторами М-140-АО в первом — третьем этажах, присоединяемыми по проточно-регулируемой схеме с обходным участком.

стком, плинтусными конвекторами 15КП с трубами длиной 5500 мм в четвертом-пятом этажах, присоединяемыми по схеме № 1 (см. табл. 12.4); подводки на четвертом этаже имеют замыкающий участок.

Подводки к приборам выполнены с утками, на стояке установлены проходные краны
 Находим в табл. 13.9 сопротивление трубных узлов: $I-128, 2-86, 3-113$.

Определяем по табл. 13.10 сопротивление приборных узлов: радиатора — 71, конвектора на пятом этаже $s_{уз} = B l_{пр} + B = 58 \cdot 5,5 + 99 = 418$; для конвектора на четвертом этаже вычисляем $s_{пр} = B l_{пр} + B' = 58 \cdot 5,5 + 156 = 475$ и по рис. 13.22 находим $s_{уз} = 43$.

Подсчитываем сопротивление стояка:

$$s_{ст} = 128 + 86 + 113,5 + 71,3 + 418 + 43 = 1453$$

Так как высота первого этажа превышает высоту узла 3 (6 м вместо 2,8), вносим поправку в сопротивление стояка по узлу 6 (см. табл. 13.9):

$$s_{ст} = 1453 + (6 - 2,8) 29,2 = 1546.$$

Находим по шкале $s - \sigma$ (см. рис. 13.21) проводимость стояка:

$$\sigma_{ст} \approx 8 \frac{\text{кг/ч}}{(\text{кгс/м}^2) 0,5}$$

Пример 13.3. Определить распределение воды по стоякам тупиковой вертикальной однотрубной системы отопления, изображенной на рис. 13.24, если $Q_c = 15000$ ккал/ч, $\Delta t_c = 25^\circ$, допустимая потеря давления в системе $\Delta p_c = 1100$ кгс/м², проводимость стояков $\sigma_{ст} = 8$ (см. пример 13.2), $\Sigma l_{маг} = 6,4 + 25 + 10$ м, $\Sigma \zeta_{маг} = 1,4 + 3,5 + 1,5$

Расчетный расход воды в системе по формуле (13.20)

$$G_c = \frac{15000}{1,25} = 600 \text{ кг/ч};$$

ориентировочный расход воды по формуле (13.26), приходящийся на единицу относительного расхода,

$$G_{г,о} = \frac{20 \cdot 600}{8,3} = 500 \text{ кг/ч}$$

Ориентировочная величина сопротивления 10-метрового участка труб по формуле (13.25)

$$s_{10} = \frac{\left[\left(\frac{316}{500} \right)^2 1100 - 250 \right] 10}{(6,4 + 25 + 10 + 1,4 + 3,5 + 1,5) \bar{g}_{уч}^2} = \frac{1870}{68 \bar{g}_{уч}^2} = \frac{27,5}{\bar{g}_{уч}^2}$$

Относительный расход в тупиковом стояке по формуле (13.32)

$$\bar{g}_T = 8/20 = 0,4.$$

Величина s_{10} для участка 1 подающей и обратной магистралей с относительным расходом $\bar{g}_{уч} = 0,4$

$$s_{10} = \frac{27,5}{0,4^2} = 172.$$

По табл. 13.6 для $d_y = 15$ мм $s_{10} = 292$ (s при $l = 10$ и $\Sigma \zeta = 0$); для $d_y = 20$ мм $s_{10} = 58$. Принимаем диаметр участка 1: $d_y = 15$ мм (так как величина 172 ближе к 292, чем к 58).

Сопротивление участка 1 при $d_y = 15$ мм, $l = 6$ м, $\Sigma \zeta = 1$ по табл. 13.6

$$s_{уч,1} = 186 + 186 = 372.$$

Относительное сопротивление участка 1 по формуле (13.30)

$$\bar{s}_{уч,1} = 372 \cdot 0,4^2 = 59,5.$$

Относительное сопротивление трубного контура, замыкающего стояк 1, по формуле (13.34)

$$\bar{s}_{к,1} = 250 + 59,5 = 309,5.$$

Относительная проводимость контура по шкале $s - \sigma$ (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_{к,1} = 18$$

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБ (ТУПИКОВОЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ)

Магистраль

| номер участка | <i>l</i> | $\Sigma \zeta$ | $\bar{g}_{yч} = \Sigma \bar{g}$ | $\bar{g}_{yч}^2$ | s_{10} | d_y | $s_{yч. п}^H$ $s_{yч. о}$ | $s_{yч} = s_{yч. п}^H + s_{yч. о}$ | $\bar{s}_{yч} = s_{yч} \bar{g}_{yч}^2$ | $\bar{s}_{пр}^*$ | \bar{s}_K | $\bar{\sigma}_K$ |
|---------------|----------|----------------|---------------------------------|------------------|----------|-------|------------------------------|------------------------------------|--|------------------|-------------|------------------|
| <i>lп</i> | 6 | 1 | 0,4 | 0,16 | 172 | 15 | 186 | — | — | — | — | — |
| <i>lo</i> | 6 | 1 | 0,4 | — | — | 15 | 186 | 372 | 59,5 | 250 | 309,5 | 18 |
| <i>2п</i> | 6 | 1 | 0,84 | 0,7 | 39,4 | 20 | 38 | — | — | — | — | — |
| <i>2о</i> | 6 | 1 | 0,84 | — | — | 20 | 38 | 76 | 53 | 309,5 | 362 | 16,6 |
| <i>lп</i> | 25 | 3,5 | 1,32 | 1,74 | 15,8 | 25 | — | — | — | — | — | — |
| <i>lo</i> | 10 | 1,5 | 1,32 | — | — | 25 | — | 65,5 | 114 | 362 | 476 | 14,5 |

Продолжение табл. 13 11

Стояки

| номер стояка | d_y | σ | $\bar{g}_T = \frac{\sigma}{20}$; $\bar{g} = \frac{\sigma}{\bar{\sigma}_K}$ | k_1 или k_2 | k_0 | $\bar{g}_p = \bar{g} k_1 k_0$ | $G_p = G_g \bar{g}_p$ |
|--------------|-------|----------|---|-----------------|-------|-------------------------------|-----------------------|
| <i>T</i> | 15 | 8 | 0,4 | — | — | 0,4 | 182 |
| <i>I</i> | 15 | 8 | 0,44 | — | — | 0,44 | 200 |
| <i>II</i> | 15 | 8 | 0,48 | — | — | 0,48 | 218 |

$$G_g = \frac{600}{1,32} = 455 \text{ кг/ч}$$

* $\bar{s}_{пр}$ — величина s эталонного стояка или \bar{s}_K предыдущего контура.

Относительный расход воды в стояке *I* по формуле (13.33)

$$\bar{g}_I = \frac{8}{18} = 0,44$$

Относительный расход воды в участке 2 по формуле (13.31)

$$\bar{g}_{yч,2} = 0,4 + 0,44 = 0,84,$$

$$s_{10} = \frac{27,5}{0,84^2} = 39,4.$$

В табл. 13 6 к значению $s_{10} = 39,4$ ближе подходит $s_{10} = 58$ при диаметре $d_y = 20$ мм ($l = 10$ и $\Sigma \zeta = 0$); принимаем для участка 2 $d_y = 20$ мм.

По табл. 13 6 сопротивление участка 2 (при $d_y = 20$ мм; $l = 6$ м, $\Sigma \zeta = 1$)

$$s_{yч,2} = 38 + 38 = 76.$$

Тогда

$$\bar{s}_{yч,2} = 76 \cdot 0,84^2 = 53, \quad \bar{s}_{K,II} = 309,5 + 53 \approx 362;$$

$$\bar{\sigma}_{K,II} = 16,6.$$

Относительный расход воды в стояке *II*

$$\bar{g}_{II} = \frac{8}{16,6} = 0,48$$

Относительный расход воды в головном участке ветви (в системе)

$$\bar{g}_T = \bar{g}_C = 0,84 + 0,48 = 1,32;$$

$$s_{10} = \frac{27,5}{1,32^2} = 15,8.$$

По величине s_{10} в табл. 13 6 для головного участка выбираем $d_y = 25$ мм и находим $s = 1,7$ при $l = 1$ и $\Sigma \zeta = 0$; $s = 1,2$ при $l = 0$ и $\Sigma \zeta = 1$.

Отсюда сопротивление головного участка

$$s_{yч,T} = (25 + 10) 1,7 + (3,5 + 1,5) 1,2 = 65,5.$$

Относительное сопротивление головного участка

$$\bar{s}_{yч,T} = 65,5 \cdot 1,32^2 = 114.$$

Относительное сопротивление ветви (системы) по формуле (13.36)

$$\bar{s}_B = \bar{s}_C = 362 + 114 = 476.$$

Относительная проводимость ветви (системы) по шкале $s-\sigma$ (см. рис. 13.21)

$$\bar{\sigma}_B = \bar{\sigma}_C = 14,5.$$

Расход воды, приходящийся на единицу относительного расхода, определяем по формуле (13.28):

$$G_g = \frac{600}{1,32} = 455 \text{ кг/ч.}$$

Расчетный расход воды в стояках: в тупиковом

$$G_T = 455 \cdot 0,4 = 182 \text{ кг/ч;}$$

в стояке *I*

$$G_I = 455 \cdot 0,44 = 200 \text{ кг/ч;}$$

в стояке *II*

$$G_{II} = 455 \cdot 0,48 = 218 \text{ кг/ч.}$$

Действительная потеря давления в системе отопления по формуле (13.27)

$$\Delta p_C = \left(\frac{455}{14,5} \right)^2 = 980 \text{ кгс/м}^2.$$

Проведенный выше гидравлический расчет сводим в специальный бланк (табл. 13 11).

Пример 13.4. Произвести гидравлический расчет тупиковой вертикальной одноконтурной системы отопления (т.е. определить распределение воды по стоякам), состоящей из четырех ветвей (рис. 13.25), если $G_C = 2300$ кг/ч, допустимая потеря давления в системе $\Delta p_C = 1200$ кгс/м².

Заданы:

относительный расход, сопротивление и проводимость ветвей системы отопления (определение см. в примере 13 3):

$$\bar{g}_B = 1,32 \quad \bar{s}_B = 476, \quad \bar{\sigma}_B = 14,5,$$

$$\bar{g}_B = 1,18, \quad \bar{s}_B = 440, \quad \bar{\sigma}_B = 15,$$

$$\bar{g}_B = 1,3 \quad \bar{s}_B = 510 \quad \bar{\sigma}_B = 14,$$

$$\bar{g}_B = 1,25 \quad \bar{s}_B = 545, \quad \bar{\sigma}_B = 13,5,$$

Сопrotивление объединяющего участка ветвей № 1 и 2 по табл 13 б

$$s_{об,1-2} = 4,4 + 4,4 = 8,8 \text{ и } \bar{s}_{об,1-2} = 8,8 \cdot 2,54^2 = 56,5$$

Относительное сопротивление ветвей № 1 и 2 с объединяющим участком

$$\bar{s}_{с,1-2} = 476 + 56,5 = 532,5$$

находим $\bar{\sigma}_{с,1-2} = 13,7$

Проводим аналогичные определения для ветвей № 3 и 4

$$k_{в,4} = \frac{13,5}{14} = 0,965, \quad \bar{g}_{об,3-4} = 1,3 + 1,25 \cdot 0,965 = 2,5$$

$$s_{10} = \frac{26}{2,5^2} = 4,$$

принимает $d_{об,3-4} = 32 \text{ мм}$,

$$s_{об,3-4} = 3,2 + 3,2 = 6,4, \quad \bar{s}_{об,3-4} = 6,4 \cdot 2,5^2 = 40$$

$$\bar{s}_{с,3-4} = 510 + 40 = 550$$

находим $\bar{\sigma}_{с,3-4} = 13,4$

Относительный расход воды в общем участке системы при

$$k_c = \frac{13,4}{13,7} = 0,98$$

по формуле (13 40) $\bar{g}_c = 2,54 + 2,5 \cdot 0,98 = 4,99$, сопротивление

$$s_{10} = \frac{26}{4,99^2} = 1,05, \text{ принимаем } d_{общ} = 50 \text{ мм}$$

Находим по табл 13 б для $d_y = 50 \text{ мм}$, $s = 0,046$ при $l=1$ и $\Sigma \zeta = 0$, $s = 0,084$ при $l=0$ и $\Sigma \zeta = 1$

Тогда сопротивление общего участка

$$s_o = (25+10) \cdot 0,046 + (1+0,5) \cdot 0,084 = 1,74 \text{ и } \bar{s}_o = 1,74 \cdot 4,99^2 = 43,3$$

Сопrotивление системы отопления по формуле (13 42) при

$$\bar{s}_c = 532,5 + 43,3 = 575,8, \quad \bar{\sigma}_c = 13,2, \quad G_g = \frac{2300}{4,99} = 462 \text{ кг/ч [по формуле (13 44)],}$$

$\Delta p_c = \left(\frac{462}{13,2} \right)^2 = 1225 \text{ кгс/м}^2$ достаточно близко к допустимой потере давления.

Вычисляем расход воды, кг/ч, в стояках системы отопления ветвь № 1 [по формуле (13 43а)]

$$G_T = 462 \cdot 0,4 = 184,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,44 = 203,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,48 = 222,$$

ветвь № 2 [по формуле (13 43б)]

$$G_T = 462 \cdot 0,34 \cdot 1,04 = 163,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,4 \cdot 1,04 = 191,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,44 \cdot 1,04 = 211,$$

ветвь № 3 [по формуле (13 43в)]

$$G_T = 462 \cdot 0,38 \cdot 0,98 = 171,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,44 \cdot 0,98 = 199,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,48 \cdot 0,98 = 217,$$

ветвь № 4 [по формуле (13 43г)]

$$G_T = 462 \cdot 0,38 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 166,$$

$$G_I = 462 \cdot 0,41 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 179,$$

$$G_{II} = 462 \cdot 0,46 \cdot 0,965 \cdot 0,98 = 201$$

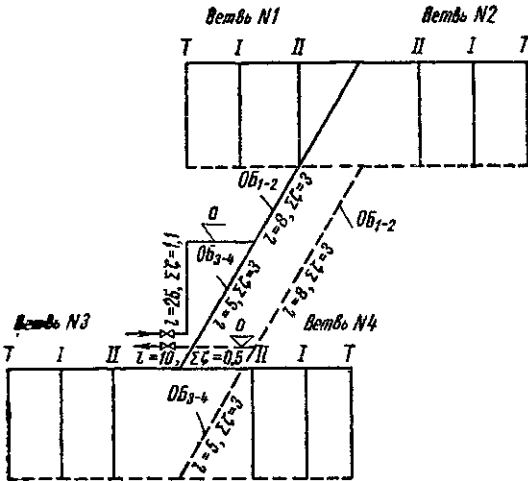


Рис. 13.25 Четырехветвевая тупиковая вертикальная однотрубная система водяного отопления

Об — объединяющий участок, О — общий участок системы

относительный расход воды в стояках

ветвь № 1

$$\bar{g}_T = 0,4, \quad \bar{g}_I = 0,44, \quad \bar{g}_{II} = 0,48;$$

ветвь № 2

$$\bar{g}_T = 0,34, \quad \bar{g}_I = 0,4, \quad \bar{g}_{II} = 0,44,$$

ветвь № 3

$$\bar{g}_T = 0,38, \quad \bar{g}_I = 0,44, \quad \bar{g}_{II} = 0,48,$$

ветвь № 4

$$\bar{g}_T = 0,38, \quad \bar{g}_I = 0,41, \quad \bar{g}_{II} = 0,46,$$

длина и коэффициенты местных сопротивлений объединяющих и общих участков даны на рис 13 25

Гидравлический расчет ветвей ведем с учетом объединяющих и общих участков при величине

$$s_{10} = \frac{26}{g_{уч}^2}$$

Относительный расход в объединяющем участке ветвей № 1

и 2 по формуле (13 37) при $k_{в,2} = \frac{15}{14,5} = 1,04$ [по формуле (13 36)]

$$\bar{g}_{об,1-2} = 1,32 + 1,18 \cdot 1,04 = 2,54,$$

$$\text{тогда } s_{10} = \frac{26}{2,54^2} = 4$$

Выбираем по табл 13 б диаметр объединяющего участка ветвей № 1 и 2 $d_y = 32 \text{ мм}$

13.8. Гидравлический расчет двухтрубной системы

В двухтрубной системе рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо системы, которым считается:

а) в насосной системе с тупиковым движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор стояка, наиболее нагруженного и удаленного от теплового пункта;

б) в насосной системе с попутным движением воды — кольцо через нижний отопительный прибор среднего наиболее нагруженного стояка;

в) в гравитационной системе — кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на 1 м будет в зависимости от расчетного циркуляционного давления по формуле (13.6) наименьшей.

Потеря давления в основном циркуляционном кольце, состоящем из n последовательно соединенных участков [см. формулу (13.19)],

$$\sum (Rl + Z) = 0,9\Delta p_p, \quad (13.45)$$

т. е. она должна быть меньше Δp_p на 10% (запас, вводимый на неучтенную потерю давления).

Для выбора диаметра труб при расчете используются заданный расход воды и средняя ориентировочная удельная линейная потеря давления в расчетном циркуляционном кольце, определяемая по формуле

$$R_{cp} = \frac{(1-k)\Delta p_p}{\sum l}, \quad (13.46)$$

где k — коэффициент, учитывающий долю местной потери давления в системе (табл. 46.21);

$\sum l$ — общая длина n последовательных участков расчетного циркуляционного кольца, м.

При гидравлическом расчете системы с водоемкими отопительными приборами (радиаторами колончатými, ребристыми и гладкими трубами) последние считаются местным сопротивлением на пути движения воды. При гидравлическом расчете системы с приборами, имеющими греющие трубы $d_y = 15..20$ мм (конвекторами, радиаторами змеевиковыми и т. п.), учитывается линейная и местная потеря давления в этих трубах.

После основного рассчитываются остальные циркуляционные кольца системы. При этом исходят из расчета основного кольца и в каждом новом кольце рассчитывают только дополнительные не общие участки, параллельно соединенные с участками основного кольца.

Расхождение (невязка) в расчетной потере давления на параллельно соединенных участках допускается при тупиковом движении воды до 15%, при попутном движении $\pm 5\%$.

Увязочный расчет остальных колец через отопительные приборы нижнего этажа выполняется без учета естественного циркуляционного давления; через отопительные приборы вышележащих этажей — с учетом дополнительного естественного циркуляционного давления.

В частности, располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих отопительные приборы второго этажа с расчетными участками приборов первого этажа, составляет (кгс/м²):

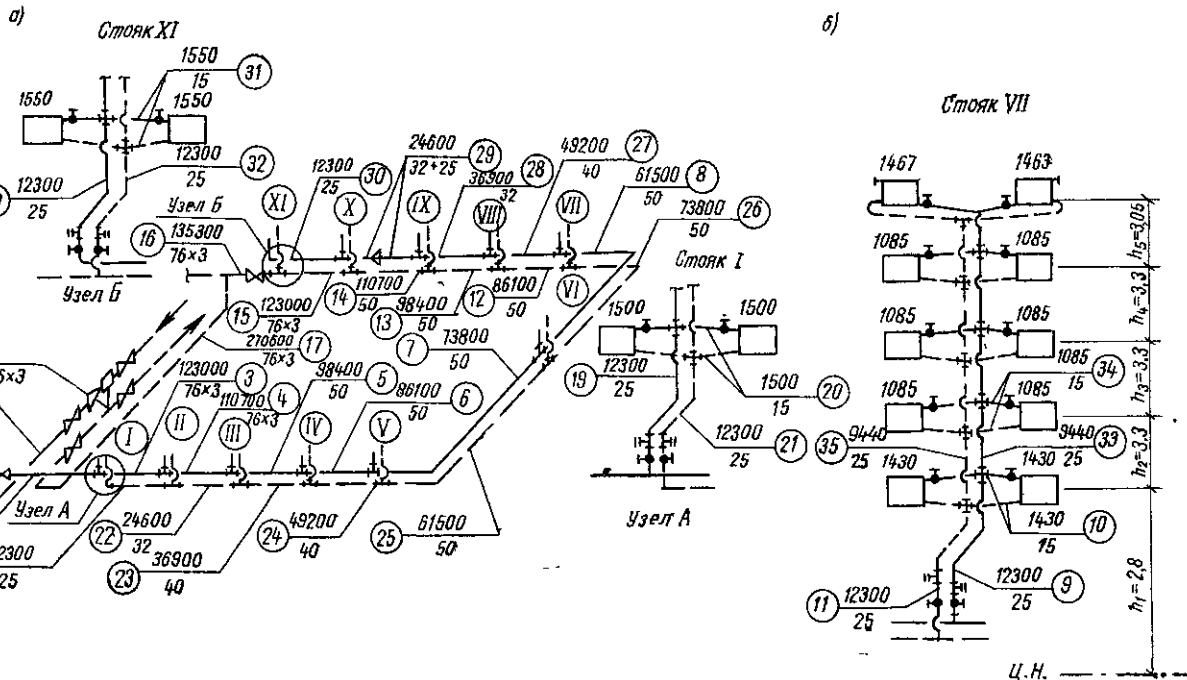


Рис. 13.26. Насосная двухтрубная система водяного отопления с нижней разводкой и попутным движением воды в магистралях

а — схема магистралей; б — схема стояка VII; узлы А и Б — нижние части стояков I и XI

БЛАНК ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ТРУБ

| Данные по схеме | | | Принято | | | | | | | Разница $Rl+Z,$ кгс/м ² |
|-----------------|--------------|-----------|--------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| Q ккал/ч | $G,$ кг/ч | $L,$ м | $d_v,$ мм | $v,$ м/с | $R,$ кгс/м ² на 1 м | $Rl,$ кгс/м ² | $\Sigma\zeta$ | $Z,$ кгс/м ² | $Rl+Z,$ кгс/м ² | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 1017,9$ кгс/м², $R_{cp} = 5,35$ кгс/м² на 1 м

| | | | | | | | | | | |
|---------|--------|-------|----------|--------|-----|------|-------|--------|--------|--------|
| 170 600 | 10 800 | 9 | (89×3,5) | (0,57) | (5) | (45) | (0,7) | (11,4) | (54,5) | +74,3 |
| | | 8 | 76×3 | 0,77 | 12 | 108 | 0,7 | 20,8 | 128,8 | |
| 135 300 | 5 400 | 8 | 76×3 | 0,392 | 2,9 | 23,2 | 6,8 | 5 | 74,2 | |
| 123 000 | 4 920 | 8 | 76×3 | 0,36 | 2,5 | 20 | 0,76 | 25 | 25 | |
| 110 700 | 4 430 | 8 | 76×3 | 0,32 | 2 | 16 | 0,76 | 3,9 | 19,9 | |
| 98 400 | 3 930 | 8 | 50 | 0,5 | 6,9 | 55,2 | 0,77 | 9,6 | 64,8 | |
| 86 100 | 3 450 | 6 | 50 | 0,432 | 5,2 | 31,2 | 0,78 | 7,4 | 38,6 | |
| 73 800 | 2 950 | 12 | 50 | 0,372 | 3,9 | 46,8 | 1,01 | 7 | 53,8 | |
| 61 500 | 2 460 | 12 | 50 | 0,31 | 2,8 | 33,6 | 1,03 | 4,9 | 39,5 | |
| 12 325 | 493 | 1 8 | 25 | 0,24 | 4,5 | 8,1 | 6,8 | 19,6 | 27,7 | |
| 1 430 | 57 | 3 | 15 | 0,084 | 0,9 | 2,7 | 18,58 | 6,7 | 9,4 | |
| 12 325 | 493 | 1,4 | 25 | 0,24 | 4,5 | 6,3 | 3,9 | 11 | 17,3 | |
| 86 100 | 3 450 | 6 | 50 | 0,432 | 5,2 | 31,2 | 0,78 | 7,4 | 38,6 | |
| 98 400 | 3 930 | 8 | 50 | 0,5 | 6,9 | 55,2 | 0,77 | 9,6 | 64,8 | |
| 110 700 | 4 430 | 8 | 50 | 0,56 | 8,5 | 68 | 0,76 | 12 | 80 | |
| 123 000 | 4 920 | 8 | 76×3 | 0,36 | 2,5 | 20 | 0,76 | 5 | 25 | |
| 135 300 | 5 400 | 4 | 76×3 | 0,392 | 2,9 | 11,6 | 5,5 | 42 | 53,6 | |
| 270 600 | 10 800 | 12 | (89×3,5) | (0,57) | (5) | (60) | (1,1) | (18) | (78) | +98 |
| | | | 76×3 | 0,77 | 12 | 144 | 1,1 | 32 | 176 | |
| — | 7 425 | 0,5 | 76×3 | 0,54 | 5,5 | 2,8 | 1,2 | 17,6 | 20,4 | |
| | | 123,7 | | | | | | | 784,1 | +172,3 |

Запас: $\frac{1017,9 - 784,1}{1017,9} 100 = 23\%$

После уменьшения диаметра участков 1 и 17 $\frac{1017,9 - (784,1 + 172,3)}{1017,9} 100 = 6\%$

Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 294,7$ кгс/м²; $R_{cp} = 3,2$ кгс/м² на 1 м

| | | | | | | | | | | |
|----|--------|------|------|----|-------|------|------|------|-----|------|
| 19 | 12 300 | 492 | 1,8 | 25 | 0,24 | 4,5 | 8,1 | 8,7 | 25 | 33,1 |
| 20 | 1 500 | 56 | 3 | 15 | 0,083 | 0,85 | 2,5 | 16 | 5,4 | 7,9 |
| — | 12 300 | 492 | 9,4 | 25 | 0,24 | 4,5 | 42,3 | 6,3 | 18 | 60,3 |
| 22 | 24 600 | 984 | 8 | 32 | 0,27 | 3,7 | 29,6 | 1,1 | 4,1 | 33,7 |
| 23 | 36 900 | 1440 | 8 | 40 | 0,304 | 3,6 | 28,8 | 0,95 | 4 | 32,8 |
| 24 | 49 200 | 1968 | 6 | 40 | 0,418 | 6,8 | 40,8 | 0,86 | 7,5 | 48,3 |
| 25 | 61 500 | 2460 | 12 | 50 | 0,31 | 2,8 | 33,6 | 1,03 | 4,9 | 38,5 |
| 26 | 73 800 | 2950 | 12 | 50 | 0,372 | 3,9 | 46,8 | 1,01 | 7,6 | 54,4 |
| | | | 60,2 | | | | | | | 309 |

Невязка: $\frac{294,7 - 309}{294,7} 100 = -4,9\%$

Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа

$\Delta p_p = 262,8$ кгс/м²; $R_{cp} = 4,7$ кгс/м² на 1 м

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------|------|------|------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|------|
| 27 | 49 200 | 1968 | 6 | (50) | (0,26) | (1,8) | (10,8) | (0,86) | (2,9) | (13,7) | |
| | | | | 40 | 0,418 | 6,8 | 40,8 | 0,86 | 7,5 | 48,3 | |
| 28 | 36 900 | 1440 | 8 | (40) | (0,304) | (3,6) | (28,8) | (0,95) | (4,7) | (33,5) | |
| | | | | 32 | 0,396 | 7,8 | 62,4 | 0,95 | 7,5 | 69,9 | |
| 29 | 24 600 | 984 | (8) | (25) | (0,48) | (16,5) | (132) | (1,1) | (13) | (145) | |
| | | | 5,5 | 32 | 0,27 | 3,7 | 20,4 | 1,1 | 4,1 | 21,5 | |
| | | | 2,5 | 25 | 0,48 | 16,5 | 41,3 | — | — | 41,3 | |
| 30 | 12 300 | 492 | 9,8 | 25 | 0,24 | 4,5 | 44 | 6,3 | 18 | 62 | |
| 31 | 1 550 | 62 | 3 | 15 | 0,031 | 1,2 | 3,6 | 16,65 | 7 | 10,6 | |
| 32 | 12 300 | 492 | 1,4 | 25 | 0,24 | 4,5 | 6,3 | 1,5 | 4,4 | 10,7 | |
| | | | 36,2 | | | | | | | 275,5 | -8,2 |

Невязка: $\frac{262,8 - 275,5}{262,8} 100 = -4,8\%$

После изменения диаметра участков 27, 28 и 29 $\frac{262,8 - (275,5 - 8,2)}{262,8} 100 = -1,7\%$

| Данные по схеме | | | | Принято | | | | | | | Разница $Rl+Z$, кгс/м ² | |
|--|--------------|------------|---------|------------|-----------|---------------------------------|---------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| участок | Q , ккал/ч | G , кг/ч | l , м | d_y , мм | v , м/с | R , кгс/м ² на 1 м | Rl , кгс/м ² | $\Sigma \zeta$ | Z , кгс/м ² | $Rl+Z$, кгс/м ² | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| <i>Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа</i> | | | | | | | | | | | | |
| $\Delta p_p^{II} = 30,5 \text{ кгс/м}^2; R_{cp} = 2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$ | | | | | | | | | | | | |
| 33 | 9440 | 378 | 3,3 | 25 | 0,183 | 2,6 | 8,6 | 1,5 | 2,4 | 11 | 28,8 | |
| 34 | 1085 | 43 | 3 | 15 | 0,06 | 0,55 | 1,7 | 18,58 | 3,3 | 5 | | |
| 35 | 9440 | 378 | 3,3 | 25 | 0,183 | 2,6 | 8,6 | 2,4 | 4,2 | 12,8 | | |
| | | | 9,6 | | | | | | | | 28,8 | |
| Невязка: $\frac{30,5 - 28,8}{30,5} \cdot 100 = 5,6\%$ | | | | | | | | | | | | |

в насосной системе

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma (Rl + Z)_n + 0,4\beta h_2 (t_r - t_o); \quad (13.47)$$

в гравитационной системе

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma (Rl + Z)_n + \beta h_2 (t_r - t_o). \quad (13.48)$$

где $\Sigma(Rl+Z)_n$ — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новыми не общими участками (между точками А и Б на рис. 13.11 и 13.12), кгс/м²;

h_2 — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения приборов второго и первого этажа (показаны черными точками на рис. 13.11 и 13.12), м.

Результаты гидравлического расчета теплопроводов заносятся в бланк (табл. 13.12) в порядке, изложенном в следующем примере.

Пример 13.5. Выполнить гидравлический расчет насосной (элеваторной) двухтрубной системы водяного отопления с нижней разводкой, попутным движением воды в магистралях (рис. 13.26) и расчетной температурой воды $t_r = 95^\circ\text{C}$, $t_o = 70^\circ\text{C}$.

Насосное давление, передаваемое в систему элеватором, $\Delta p_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$.

Основное циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор первого этажа.

На схеме труб проставляем тепловые нагрузки и номера участков основного циркуляционного кольца, выбранного через один из средних стояков — стояк VII и отопительный прибор (радиатор) первого этажа. Номер, тепловую нагрузку и длину l каждого участка вносим в графы 1, 2 и 4 бланка (табл. 13.12). Подсчитываем Σl и записываем результат внизу графы 4.

Определяем расход воды в каждом участке по формуле (13.20) и вносим его в графу 3.

Вычисляем по формулам (13.5) и (13.11) при $\beta = 0,64 \text{ кг/(м}^3 \cdot ^\circ\text{C)}$ по табл. 13.3 и $h_2 = 2,8 \text{ м}$ расчетное циркуляционное давление:

$$\Delta p_p = \Delta p_n + 0,4 \Delta p_e = 1000 + 0,4 \cdot 0,64 \cdot 2,8 (95 - 70) = 1017,9 \text{ кгс/м}^2$$

Находим по формуле (13.46)

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 1017,9}{123,7} = 5,35 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

По табл. 46.1, исходя из величины R_{cp} и расхода воды, определяем предварительный диаметр, скорость воды, действительное значение R и заносим полученные значения для каждого участка в графы 5, 6 и 7 бланка.

Линейную потерю давления вычислим умножением R (графа 7) на l (графа 4) и заносим результат в графу 8.

Сумму коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ для каждого участка находим по табл. 46.12—46.20 и вносим ее в графу 9. Для смежных участков местное сопротивление тройника или крестовины относится к участку с меньшей тепловой нагрузкой (с учетом схемы распределения потоков воды).

Местную потерю давления определяем по табл. 46.3 в зависимости от величины $\Sigma \zeta$ и скорости v и вносим в графу 10.

Сумму линейной и местной потери давления в каждом участке по формуле (13.19) заносим в графу 11. Если удовлетворяется равенство (13.45), расчет основного циркуляционного кольца считается законченным. В примере потребовалось уменьшить диаметр двух участков — I и II (старые данные в бланке поставлены в скобках), так как был получен запас циркуляционного давления, превышающий 10%.

В результате окончательного гидравлического расчета получен необходимый запас циркуляционного давления:

$$\frac{\Delta p_p - \Sigma (Rl + Z)}{\Delta p_p} \cdot 100 = 6\%$$

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений для участков основного циркуляционного кольца.

Участок I:

| | |
|---|------------------------|
| затворка — по табл. 46.12 | 0,5 |
| отвод $d = 76,3 \text{ мм}$ при $v > 0,2 \text{ м/с}$ | 0,2 |
| | $\Sigma \zeta_1 = 0,7$ |

Участок 2:

| | |
|--|------------------------|
| тройник на растекании при $\bar{G}_{отв} =$ | |
| $= \frac{G_{отв}}{G_{ств}} = \frac{5400}{10800} = 0,5$ | 6,3 |
| затворка | 0,5 |
| | $\Sigma \zeta_2 = 6,8$ |

Участок 3:

| | |
|---|------------------|
| тройник на входе при $\bar{G}_{прох} =$ | |
| $= \frac{G_{прох}}{G_{ств}} = \frac{4920}{5400} = 0,91$ | $\zeta_3 = 0,76$ |

Аналогично находим значения ζ на участках 4—6: $\zeta_4 = 0,76$; $\zeta_5 = 0,77$; $\zeta_6 = 0,78$.

Участок 7:

| | |
|---|-------------------------|
| тройник на проходе при $\bar{G}_{прох} =$ | |
| $= \frac{2950}{3450} = 0,85$ | 0,81 |
| отвод $d_y = 50 \text{ мм}$ при $v > 0,2 \text{ м/с}$ | 0,2 |
| | $\Sigma \zeta_7 = 1,01$ |

Участок 8:

| | |
|--|-------------------------|
| тройник на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} =$ | |
| $= \frac{2460}{2950} = 0,83$ | 0,83 |
| кран $d_y = 50$ мм при $v > 0,2$ м/с | 0,2 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_8 = 1,03$ |

Участок 9:

| | |
|--|------------------------|
| тройник на ответвлении при делении потока — по табл. 46.15 для тройника $50 \times 25 \times 50$ мм находим V группу, затем по табл. 46.14 при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{492}{2430} = 0,2$ | 3,3 |
| кран проходной $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с | 1 |
| тройник на проходе спусковой при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ (табл. 46.16) | 0,7 |
| два отвода $d_y = 25$ мм под углом 90° при $v > 0,2$ м/с | 0,6 \cdot 2 = 1,2 |
| шляпа $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с | 0,6 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_9 = 6,8$ |

Участок 10:

| | |
|---|-----------------------------|
| шляпovina на ответвлении при делении потока — по табл. 46.19 при $\bar{d}_{\text{отв}} = \frac{15}{25} = 0,59$ | |
| $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{57}{492} = 0,11$ и $\bar{d}_{\text{отв}, 1} = \bar{d}_{\text{отв}, 2} = 0,11$ (табл. 46.17) | 15,3 |
| кран двойной регулировки с цилиндрической пробкой $d_y = 15$ мм при $v = 0,84$ м/с (табл. 46.12) | 4 |
| радиатор при $d_y = 15$ мм и $v = 0,084$ м/с | 1,7 |
| шляпovina на ответвлении при слиянии потоков при $\bar{d}_{\text{отв}} = 0,59$ и $\bar{G}_{\text{отв}, 1} = \bar{G}_{\text{отв}, 2} = 0,11$ (табл. 46.17) | -2,42 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_{10} = 18,58$ |

Участок 11:

| | |
|--|---------------------------|
| два отвода $d_y = 25$ мм под углом 90° при $v > 0,2$ м/с | 0,6 \cdot 2 = 1,2 |
| тройник на проходе спусковой при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ | 0,7 |
| кран проходной $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с | 1 |
| шляпа $d_y = 25$ мм при $v > 0,2$ м/с | 0,6 |
| тройник на ответвлении при слиянии потоков — по табл. 46.15 находим V группу; по табл. 46.14 при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{492}{2460} = 0,2$ | 0,4 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_{11} = 3,9$ |

Участок 12:

| | |
|--|----------------------|
| тройник на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = \frac{3450}{3930} = 0,875$ | |
| Аналогично находим значения ζ на участках 13—15. $\zeta_{13} = 0,77$; $\zeta_{14} = 0,76$; $\zeta_{15} = 0,76$ | $\zeta_{12} = 0,785$ |

Участок 16:

| | |
|--|---------------------------|
| тройник на противотоке при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{5400}{10800} = 0,5$ | 5 |
| шляпка | 0,5 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_{16} = 5,5$ |

Участок 17:

| | |
|---|---------------------------|
| три отвода $d = 76,3$ мм под углом 90° при $v > 0,2$ м/с | 0,2 \cdot 3 = 0,6 |
| шляпка | 0,5 |
| <hr/> | |
| | $\Sigma \zeta_{17} = 1,1$ |

Участок 18:

| | |
|--|--------------------|
| тройник на ответвлении при делении потока — для I группы при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{7425}{10800} = 0,69$ (при коэффициенте смещения элеватора 2,2 находим $G_{\text{отв}} = 10800 \frac{2,2}{3,2} = 7425$ кг/ч) | $\zeta_{18} = 1,2$ |
|--|--------------------|

Циркуляционное кольцо через стояк I и прибор первого этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участками основного циркуляционного кольца, т. е. участков 19—26.

$$\Delta p_p = \Sigma (Rl + Z)_{3-11} = 294,7 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,65 \cdot 294,7}{60,2} = 3,2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках 19—26 (см. табл. 13.12)

$$\Sigma (Rl + Z)_{19-26} = 309 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,9% находится в допустимых пределах. Сумма коэффициентов местных сопротивлений для этих участков найдена как и в основном циркуляционном кольце и внесена в графу 9 бланка

Циркуляционное кольцо через стояк XI и прибор первого этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета участков 27—32.

$$\Delta p_p = \Sigma (Rl + Z)_{9-15} = 262,8 \text{ кгс/м}^2;$$

$$R_{\text{ср}} = \frac{0,65 \cdot 262,8}{36,2} = 4,7 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках 27—32 (см. табл. 13.13)

$$\Sigma (Rl + Z)_{27-32} = 275,5 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка —4,8% находится в допустимых пределах.

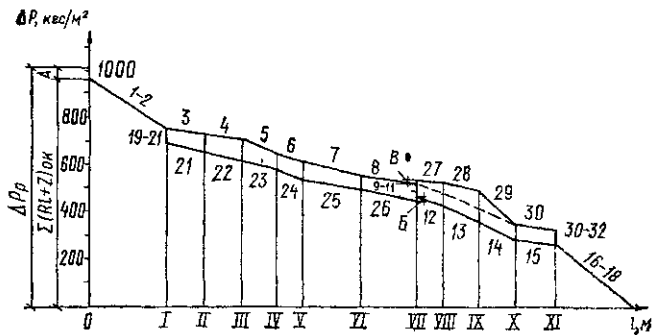


Рис. 13.27. Эпора циркуляционного давления в магистралях системы отопления по рис. 13.26

I, II, ..., XI — номера стояков; 1, 2, ..., 32 — номера расчетных участков

Для упрощения гидравлического расчета насосной двухтрубной системы отопления допустим выбор коэффициентов местного сопротивления в магистралях по табл. 46.13

На рис. 13.27 представлена эпора циркуляционного давления в магистралях системы отопления, построенная на основании гидравлического расчета трех циркуляционных колец через приборы первого этажа ближнего I, среднего VII и дальнего XI

стояков. На рисунке отмечены запас A циркуляционного давления в основном кольце OK системы и невязка B и B' , полученные при расчете параллельно соединенных участков, соответственно через стояки I и XI .

Из этого рисунка видно, что разность давления во всех промежуточных стояках обеспечивает необходимое направление движения воды. Однако для стояка $VIII$ и особенно IX разность давления в подающей и обратной магистралях слишком велика. Для уменьшения ее изменяем диаметр участков $27-29$ (см. табл. 13.12, где старые цифры поставлены в скобках), составляя участок 29 из труб $d_y = 32$ мм ($l_1 = 5,5$ м) и $d_y = 25$ мм ($l_2 = 2,5$ м). Окончательный график давления показан на рис. 13.27 пунктирной линией, а невязка составляет $-1,7\%$.

Построение подобных эпюр циркуляционного давления рекомендуется при гидравлическом расчете ограниченного числа циркуляционных колец в двухтрубных системах отопления во избежание обратной циркуляции воды в отдельных стояках.

На примере рассчитанной выше насосной двухтрубной системы отопления проведем увязочный расчет циркуляционного кольца через прибор второго этажа.

Циркуляционное кольцо через стояк VII и прибор второго этажа

Располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета не общих участков, параллельно соединенных с участком 10 основного циркуляционного кольца, находим по формуле (13.47) при $\Sigma(RI+Z)_{10} = 9,4$ кгс/м², $\beta = 0,64$ (табл. 13.3) и $h_2 = 3,3$ м (рис. 13.26):

$$\Delta p_p^{II} = \Sigma(RI + Z)_{10} + 0,4\beta h_2 (t_r - t_o) = \\ = 9,4 + 0,4 \cdot 0,64 \cdot 3,3 (95 - 70) = 9,4 + 21,1 = 30,5 \text{ кгс/м}^2,$$

$$R_{cp} = \frac{0,65 \cdot 30,5}{9,6} = 2 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Потеря давления на участках $33-35$ (см. табл. 13.12) равна $28,8$ кгс/м²; невязка $5,6\%$.

Гидравлический расчет циркуляционных колец через отопительные приборы расположенных выше этажей выполняется аналогично.

13.9. Гидравлический расчет горизонтальной однотрубной системы

Горизонтальная однотрубная насосная система относится к системам, при проектировании которых до гидравлического расчета делается предварительный тепловой расчет отопительных приборов с выявлением их размеров по усредненной величине теплопередачи через 1 м длины или по длине 1 экм (см. табл. 12.3), так как расчетная длина участков труб в горизонтальных ветвях системы связана с длиной приборов.

Отопительные приборы с греющими трубами $d_y = 15...20$ мм включаются в каждую горизонтальную ветвь как последовательно соединенные расчетные участки (см. правые приборы третьего этажа на рис. 13.10).

Отопительные приборы с каналами и трубами $d_y = 32...100$ мм проточные (см. приборы первого этажа на рис. 13.10) и проточно-регулируемые (при разностороннем присоединении труб) уменьшают длину соединяющих их труб; длина замыкающих участков, как правило, зависит от длины приборов (см. левые приборы второго этажа на рис. 13.10; исключение — правый прибор второго этажа на этом же рисунке).

В горизонтальной однотрубной системе, как и в двухтрубной, рассчитывают основное наиболее неблагоприятное циркуляционное кольцо. Для выбора основного кольца вычисляются наибольшее и наименьшее расчетное циркуляционное давление Δp_p по формуле (13.5).

Наибольшее Δp_p действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь верхнего этажа, естественное циркуляционное давление вычисляется в этом случае по формуле (13.11) с заменой высоты h_1 вертикальным расстоянием между условными центрами охлаждения воды в верхней ветви (см. черные точки на

рис. 13.10) и центром нагревания. Протяженность этого кольца Σl также наибольшая.

Наименьшее Δp_p действует в циркуляционном кольце через горизонтальную ветвь нижнего этажа, когда естественное циркуляционное давление вычисляется по формуле (13.11). Протяженность этого кольца Σl наименьшая.

Основным расчетным кольцом считается циркуляционное кольцо, в котором возможная средняя величина потери давления на 1 м длины получается наименьшей:

$$\Delta p_1 = \frac{\Delta p_p}{\Sigma l} \quad (13.49)$$

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь первого этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета дополнительных не общих участков, соединяющих приборы второго этажа с горизонтальной ветвью приборов первого этажа, определяется по формуле (13.47). Величина $\Sigma(RI+Z)_n$ в формуле (13.47) есть потеря давления (вычисленная при расчете основного кольца) в горизонтальной ветви первого этажа (между точками B и Γ на рис. 13.10).

Если основное кольцо выбрано и рассчитано через горизонтальную ветвь верхнего n -го этажа, то располагаемое циркуляционное давление для гидравлического расчета лежащей ниже горизонтальной ветви $n-1$ -го этажа определяется по формуле

$$\Delta p_p^{n-1} = \Sigma(RI + Z)_n - 0,4\beta h_n^* (t_r - t_o), \quad (13.50)$$

где $\Sigma(RI+Z)_n$ — потеря давления (ранее вычисленная) в участках, параллельно соединенных с новой ветвью (между точками A и B на рис. 13.10), кгс/м²;

h_n^* — вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения воды в ветвях n -го и $n-1$ -го этажа, м.

Система рассчитывается по характеристике сопротивления труб. При гидравлическом расчете потеря давления в узле каждого отопительного прибора определяется по приведенному коэффициенту сопротивления узла $\zeta_{уз}$, который находится по табл. 13.13.

Если отопительные приборы расположены в несколько рядов с параллельным движением воды в них, то приведенный коэффициент сопротивления узла может быть вычислен по формуле

$$\zeta_{уз}^* = \frac{s_{уз}}{A \cdot 10^2}, \quad (13.51)$$

где $s_{уз}$ определяется по формуле (13.17) в зависимости от числа параллельно соединенных труб приборов; A — принимается по табл. 13.5 для основного диаметра ветви (d_1 — по табл. 13.13).

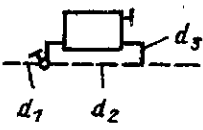
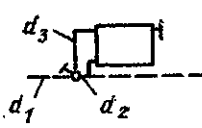
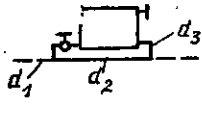
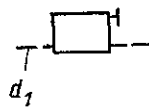
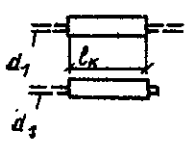
Невязка расчетной потери давления в параллельно соединенных горизонтальных однотрубных ветвях допускается до 15% .

Пример 13.6. Произвести гидравлический расчет горизонтальных однотрубных ветвей двух верхних этажей (рис. 13.28) системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей при расчетной температуре воды $t_r = 95^\circ\text{C}$, $t_o = 70^\circ\text{C}$.

В верхнем этаже применяются чугунные колончатые радиаторы М-140-АО, в лежащем ниже — стальные плитусные конвекторы типа КП.

ТАБЛИЦА 13.13

ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ УЗЛА $\zeta_{уз}$ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОДНОТРУБНОЙ СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ

| Приборный узел | Условный диаметр труб, мм | | | Значение $\zeta_{уз}$ | | | | |
|--|---------------------------|-------|-----------------|-----------------------|-------------|------|------|--|
| | d_1 | d_2 | d_n | | | | | |
|  <p>Узел радиатора с обходным участком</p> | 15 | 15 | 15 | 12,8 | | | | |
| | 20 | 20 | 20 | 9,6 | | | | |
| | 25 | 25 | 25 | 28 | | | | |
|  <p>Узел радиатора с обходным участком и трехходовым козлом гребта Сантехдеталь</p> | 15 | 15 | 15 | 10,2 | | | | |
| | 20 | 20 | 20 | 9,5 | | | | |
| | 25 | 20 | 25/20 | 20,2 | | | | |
| | 25 | 25 | 25 | 10,5 | | | | |
|  <p>Узел радиатора с замыкающим участком</p> | 15 | 15 | 15 | 2,6 | | | | |
| | 15 | 15 | 20 | 1 | | | | |
| | 20 | 15 | 20 | 6,1 | | | | |
| | 20 | 20 | 20 | 1,9 | | | | |
| | 25 | 20 | 20 | 7 | | | | |
| | 25 | 25 | 20 | 1,5 | | | | |
|  <p>Радиатор проточный при $v > 0,1$ м/с</p> | Число секций | | | | | | | |
| | d_1 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | |
| | 15 | 1,45 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,85 | 1,85 | |
| | 20 | 1,5 | 1,9 | 2,25 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | |
| | 25 | 1,65 | 2,2 | 2,65 | 3 | 3,25 | 3,4 | |
| | 32 | 1,8 | 2,6 | 3,7 | 5 | 6,5 | 3 | |
| | | | | | | | | |
|  <p>Узел конвектора «Комфорт»:</p> <p>проходного $l_n = 1$ м</p> <p>концевого $l_k = 1$ м</p> | Двухтрубного | | Четырехтрубного | | | | | |
| | | | $d_1=15$ мм | | $d_1=20$ мм | | | |
| | 4 | | 4,7 | | 7,15 | | | |
| | 5 | | 4,95 | | 8 | | | |
| 0,4 | | 0,18 | | 0,33 | | | | |

Значение $\zeta_{уз}$ при отклонении l_k от 1 м — на каждую 0,1 м

Примечания: 1. В эскизах сплошными линиями показаны трубы, сопротивление которых включено в значение $\zeta_{уз}$.

Для отопительного прибора с одной проточной ребристой или гладкой трубой $\zeta_{уз} = 1,5$.

Для отопительных приборов с параллельно соединенными греющими трубами значение $\zeta_{уз}$ определяется по форму-

Гидравлический расчет горизонтальной ветви верхнего этажа

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 6000 ккал/ч по формуле (13 20)

$$G_B = \frac{6000}{1(95 - 70)} = 240 \text{ кг/ч}$$

Принимаем диаметр ветви и радиаторных проточно регулируемых узлов $d_v = 20 \text{ мм}$

Находим предварительное число секций каждого радиатора пользуясь табл 12 3 (на рис 13 28 число секций указано в контуре радиаторов), и вычисляем общую длину двух участков стоек и межрадиаторных участков ветви, равную $25,7 - (3,4 + 0,45 \cdot 5) = 20 \text{ м}$ (принимая длину горизонтальных частей подводя к радиатору 0,45 м).

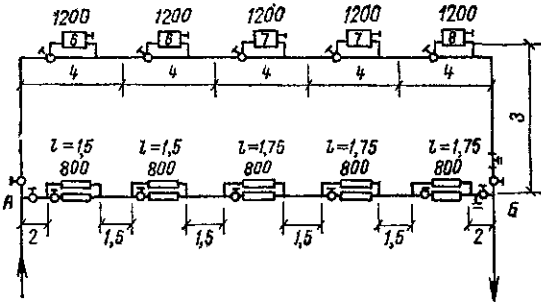


Рис 13 28 Горизонтальные однотрубные ветви двух верхних этажей системы водяного отопления многоэтажного здания с нижней разводкой магистралей

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки А до точки В по табл 46 12 и 46 16

| | |
|--|-------------------------|
| два тройника на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,6$ | 1,4 2=2,8 |
| > проходных крана $d_v = 20 \text{ мм}$ | 1,3 2=2,6 |
| > отвода $d_v = 20 \text{ мм}$ | 1,1 2=2,2 |
| пять радиаторных узлов $d_v = 20 \text{ мм}$ (по табл 13 13) | 9,6 \cdot 5 = 48 |
| тройник спускной на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ | 0,7 |
| | $\Sigma \zeta_B = 56,3$ |

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формуле (13 13) и данным табл 13 5.

$$S_B = 0,325 (1,8 \cdot 20 + 56,3) 10^{-4} = 30 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кгс/м}^2}{(\text{кг/ч})^2}$$

Находим потерю давления в ветви по формуле (13 12):

$$\Delta p_B = 30 \cdot 10^{-4} 240^2 = 172,8 \text{ кгс/м}^2$$

Гидравлический расчет горизонтальной ветви лежащего ниже этажа

Определяем располагаемое циркуляционное давление по формуле (13 50)

$$\Delta p_P^H = 172,8 - 0,4 \cdot 0,64 \cdot 3 (95 - 70) = 153,6 \text{ кгс/м}^2$$

Расход воды в ветви при тепловой нагрузке 4000 ккал/ч, считая $t_{\text{г}} - t_{\text{о}} = 25^\circ$.

$$G_H = \frac{4000}{1 \cdot 25} = 160 \text{ кг/ч}$$

Принимаем по предварительному тепловому расчету, используя табл 12 3, двухрядную установку плитусных конвекторов типа 15КП и длину первых двух конвекторных блоков 1,5 м и последующих — 1,75 м (см рис 13 28)

Найдем характеристику сопротивления конвекторных блоков, предполагая, что через нижний конвектор с регулирующим вентиляем перед ним протекает 40% (коэффициент затекания $\alpha = 0,4$), а через верхний — 60% общего расхода воды в ветви

Получаем по отдельному расчету по формуле (13 13) для конвекторных блоков $d_v = 15 \text{ мм}$ длиной 1,5 м

$$S_1 = 30 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 1,85 \text{ м,}$$

$$S_2 = 15,4 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,1 \text{ м,}$$

длиной 1,75 м

$$S_1 = 31 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,1 \text{ м}$$

$$S_2 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ при } l = 2,35 \text{ м}$$

Определяем характеристики сопротивления конвекторных блоков, используя формулы (13 17) и (13 15).

$$S_{1,5} = \frac{1}{(\sigma_1 + \sigma_2)^2} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{30}} + \frac{100}{\sqrt{15,4}}\right)^2} = \frac{1}{(18,3 + 25,5)^2} = 5,25 \cdot 10^{-4}$$

$$S_{1,75} = \frac{1}{\left(\frac{100}{\sqrt{31}} + \frac{100}{\sqrt{16}}\right)^2} = 5,4 \cdot 10^{-4}$$

Проверяем правильность ранее выбранного коэффициента затекания по формуле (13 18) для одного из блоков.

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \frac{25,5}{18,3}} = 0,42,$$

что достаточно близко к предполагаемому значению (0 4)

Общая длина прямых участков ветви без длины конвекторных блоков 10 м (см рис 13 28)

Находим сумму коэффициентов местных сопротивлений от точки А до точки В по табл 46 12, 46 14—46 16

два тройника $20 \times 15 \text{ мм}$ (11 группа по табл 46 15) на ответвлении при $\bar{G}_{\text{отв}} = \frac{160}{400} = 0,4$

и делении и слиянии потоков $3 + 1 = 4$
два проходных крана $d_v = 15 \text{ мм}$ $3 \cdot 2 = 6$

тройник спускной на проходе при $\bar{G}_{\text{прох}} = 1$ 0,7

$$\Sigma \zeta_H = 10,7$$

Вычисляем характеристику сопротивления ветви по формулам (13 13), (13 16) и данным табл 13 5

$$S_H = [1,08 (2,7 \cdot 10 + 10,7) + 5,25 \cdot 2 + 5,4 \cdot 3] 10^{-4} = 67,5 \cdot 10^{-4}$$

Определяем потерю давления в ветви по формуле (13 12):

$$\Delta p_H = 67,5 \cdot 10^{-4} 160^2 = 172,1 \text{ кгс/м}^2$$

Невязка

$$\frac{153,6 - 172,7}{153,6} 100 = -12,5 < 15\%$$

При фактическом расходе воды в ветви

$$G_H^{\text{ф}} = \sqrt{\frac{\Delta p_P^H}{S_H}} = \sqrt{\frac{153,6 \cdot 10^4}{67,5}} = 151 \text{ кг/ч}$$

температура обратной воды понизится до

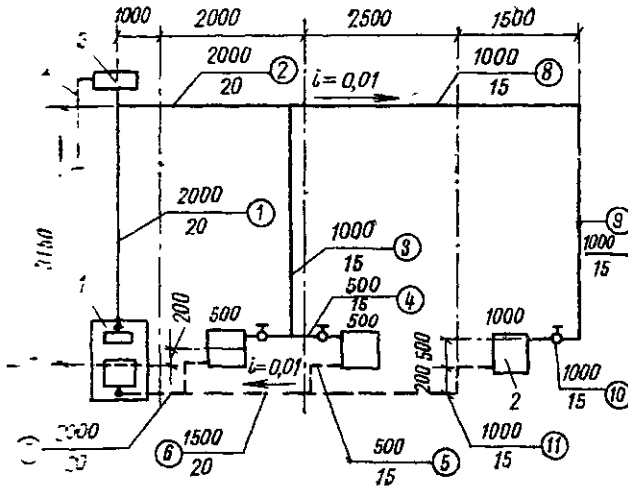
$$t_{\text{о}}^{\text{ф}} = 95 - \frac{4000}{1 \cdot 151} = 95 - 26,5 = 68,5^\circ \text{С}$$

с увеличением перепада температуры воды в ветви на 6%

На основании гидравлического расчета должен быть выполнен окончательный тепловой расчет отопительных приборов

13.10. Гидравлический расчет гравитационной системы

Гидравлический расчет гравитационной системы многоэтажного здания, в которой циркуляция в основном в результате охлаждения воды в отопительных приборах [см первое слагаемое в формуле (13.7)], выполняется по второму методу с равными температурами воды в стояках (с использованием данных и указаний пп. 13.6—13.9).



29. Квартирная двухтрубная система водяного отопления (ц.н. — центр нагревания в котле; вертикальные пунктирные линии — оси межкомнатных перегородок)

1 — отопительный прибор; 3 — расширительный бак, 4 — переливная труба

Гидравлическая система отопления малоэтажного здания (рис. 13.29), в которой котел помещается на одном уровне с отопительными приборами, называется однотрубной и чаще всего выполняется двухтрубной с разводкой. В такой системе расширительный бак соединяется к главному стояку, помещается в помещении и снабжается переливной трубой 100 мм, которая выводится в раковину. Емкость бака определяется по формуле

$$V_{\text{рб}} = 2Q_{\text{с}} \quad (13.52)$$

— тепловая мощность системы отопления, тыс. ккал/ч

— диаметр труб $i=0,01$ делается с целью удаления воздуха из расширительного бака и опорожнения системы

Гидравлический расчет гравитационной квартирной системы, в которой циркуляция происходит в основном под влиянием охлаждения воды в трубах [см второе слагаемое в формуле (13.7)], выполняется в два

этапа. В первом этапе, задаваясь величиной расчетного циркуляционного давления и расходом воды в стояках, выбирают предварительный диаметр труб. Во втором этапе после теплового расчета труб определяют действительную величину естественного циркуляционного давления, возникающего при охлажде-

нии воды в трубах, и выявляют необходимость уточнения предварительного гидравлического и теплового расчетов

Расчетное циркуляционное давление для предварительного гидравлического расчета гравитационной квартирной системы водяного отопления находится по эмпирическим формулам:

для двухтрубной системы

$$\Delta p_{\text{р}} = bh_{\text{г}}(t + h_{\text{г}}) \pm \beta h_1(t_{\text{г}} - t_0); \quad (13.53)$$

для однетрубной системы

$$\Delta p_{\text{р}} = b \frac{h_{\text{г}}}{2} \Sigma l \pm \beta h_1(t_{\text{г}} - t_0). \quad (13.54)$$

где $h_{\text{г}}$ — вертикальное расстояние от условного центра нагревания воды в котле (принимается на 250 мм выше колосниковой решетки) до верхней горизонтальной трубы, м;

l — горизонтальное расстояние от главного стояка до расчетного, м;

Σl — общая длина последовательно соединенных участков расчетного циркуляционного кольца, м;

b — коэффициент, равный: при неизоллированных трубах или тепловой изоляции только главного стояка 0,4; при изолированных главным стояком и обратной магистралью 0,34; при всех изолированных трубах 0,16.

Второе слагаемое, принятое по формуле (13.11), получает знак плюс, если центр охлаждения воды в отопительных приборах выше условного центра нагревания воды в котле, и минус, если ниже.

Первое слагаемое в формулах (13.53) и (13.54) ориентировочно выражает естественное циркуляционное давление, возникающее от охлаждения воды в трубах. Для его увеличения рекомендуется уменьшать охлаждение воды в главном стояке и нижних горизонтальных трубах и, напротив, увеличивать охлаждение воды в верхних горизонтальных трубах, а также располагать котел ниже отопительных приборов (не поднимая приборы над полом выше обычного уровня).

Основное циркуляционное кольцо при гидравлическом расчете гравитационной квартирной системы отопления выбирается по правилу, приведенному в п. 13.8, с использованием формулы (13.49). Гидравлический расчет проводится по методу, также изложенному в п. 13.8, причем расход воды на участках циркуляционного кольца определяют по формуле (13.20) в предположении, что теплопотери каждого помещения возмещаются только через отопительные приборы при охлаждении воды в них на 20°.

После выбора диаметра всех труб вычисляется теплопередача в помещении каждого участка труб и определяется температура воды в конце каждого участка (начиная от котла и считая там $t_{\text{к}} = t_{\text{г}}$) по формуле

$$t_{\text{к}} = t_{\text{н}} - \Delta t_{\text{уч}}, \quad (13.55)$$

где $\Delta t_{\text{уч}}$ — понижение температуры воды по длине l участка:

$$\Delta t_{\text{уч}} = \frac{q_1 l}{cG_{\text{уч}}}, \quad (13.56)$$

здесь q_1 — теплопередача 1 м трубы в помещение с температурой $t_{\text{в}}$, ккал/ч; принимается по рис. 12.2 и по табл. 46.22 в зависимости от разности температур $t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}$ (на коротких участках допускается расчет по $t_{\text{н}} - t_{\text{в}}$);

$G_{уч}$ — расход воды на участке, кг/ч; берется из предварительного гидравлического расчета.

Далее рассчитывается действительное естественное циркуляционное давление в основном кольце системы Δp_d по формулам (13.8) и (13.11). При сопоставлении его с потерей давления в этом же кольце, полученной в результате предварительного гидравлического расчета, возможны случаи:

а) $\Sigma(Rl+Z) = (0,85-1)\Delta p_d$ — предварительные гидравлический и тепловой расчеты оставляются без изменения;

б) $\Sigma(Rl+Z) = (0,7-0,85)\Delta p_d$ или $\Sigma(Rl+Z) = (1-1,15)\Delta p_d$ — требуется изменение предварительного гидравлического расчета, тепловой расчет может не уточняться;

в) $0,7\Delta p_d > \Sigma(Rl+Z) > 1,15\Delta p_d$ — требуется изменение и гидравлического и теплового расчета системы.

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов рассчитывается на основании известных из теплового расчета труб величин: теплопередачи трубами $Q_{тр}$ и температуры воды $t_{вх}$, поступающей в приборы. Тепловая нагрузка отопительного прибора составляет:

$$Q_{пр} = Q_{п} - Q_{тр}, \quad (13.57)$$

где $Q_{п}$ — расчетная теплотота помещения, ккал/ч;

$Q_{тр} = \Sigma q_1 l$ — теплопередача трубами в пределах помещения, ккал/ч.

Средняя расчетная температура воды в отопительном приборе

$$t_{ср} = t_{вх} - \frac{Q_{пр}}{2cG_{пр}}, \quad (13.58)$$

где $G_{пр}$ — расход воды в отопительном приборе, кг/ч; берется из гидравлического расчета.

Пример 13.7. Произвести тепловой и гидравлический расчет трубчатой кварцчной двухтрубной системы водяного отопления с верхней разводкой при расчетной температуре воды $t_p = 95^\circ\text{C}$, $t_0 = 70^\circ\text{C}$, изображенной на рис. 13.29. Середина высоты отопительных приборов находится над условным центром нагревания воды в котле, причем $h = 0,2$ м. Главный стояк системы покрывается тепловой изоляцией ($\eta_{13} = 0,75$). Расчетная температура воздуха в помещениях $t_{в} = 18^\circ\text{C}$.

Выбор основного циркуляционного кольца

Определяем расчетное циркуляционное давление по формуле (13.53) в двух циркуляционных кольцах через дальний и средний отопительные приборы:

$$\Delta p_p^A = 0,4 \cdot 3,15 (7 + 3,15) + 0,64 \cdot 0,2 (95 - 70) = 16 \text{ кгс/м}^2.$$

$$\Delta p_p^C = 0,4 \cdot 3,15 (3 + 3,15) + 0,64 \cdot 0,2 (95 - 70) = 10,95 \text{ кгс/м}^2.$$

Находим по формуле (13.49) возможную среднюю потерю давления на 1 м длины каждого циркуляционного кольца:

$$\Delta p_1^A = \frac{16}{18,7} = 0,86; \quad \Delta p_1^C = \frac{10,95}{12,6} = 0,86 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}.$$

За основное принимается циркуляционное кольцо через средний отопительный прибор:

Предварительный гидравлический расчет системы

Вычисляем среднюю ориентировочную величину линейной потери давления на 1 м в основном циркуляционном кольце по формуле (13.46):

$$R_{ср} = \frac{0,5 \cdot 10,95}{12,6} = 0,43 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$$

Подбираем диаметр труб исходя из расхода воды на участке, найденного в предположении, что теплотота помещений возмещаются только отопительными приборами при охлаждении воды в них на 20° , по методу, рассмотренному в п. 13.8.

Определяем сумму коэффициентов местных сопротивлений (по табл. 46.12—46.16).

| | |
|---|-----|
| Участок 1: | |
| внезапное сужение | 0,5 |
| отвод $d_y = 20$ мм при $v = 0,077$ м/с | 1,2 |
| <hr/> | |
| $\Sigma \xi_1 = 1,7$ | |

| | |
|--|---------------|
| Участок 2: | |
| тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 1$ | $\xi_2 = 2,3$ |

| | |
|---|-------------|
| Участок 3: | |
| тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 0,5$ и $\bar{d} = 0,74$ | $\xi_3 = 2$ |

| | |
|---|-----|
| Участок 4: | |
| тройник на растекании при $\bar{G}_{отв} = 0,5$ | 6,3 |
| кран двойной регулировки $d_y = 15$ мм | 4 |
| утка $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с | 2,4 |
| вход в радиатор при $d_y = 15$ мм и $v = 0,035$ м/с | 1,6 |
| <hr/> | |
| $\Sigma \xi_4 = 14,3$ | |

| | |
|--|-----|
| Участок 5: | |
| выход из радиатора при $d_y = 15$ мм и $v = 0,035$ м/с | 1,6 |
| утка $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с | 2,4 |
| отвод $d_y = 15$ мм при $v = 0,035$ м/с | 3,6 |
| тройник на ответвлении при $\bar{G}_{отв} = 0,33$; $\bar{d} = 0,74$ | 0,3 |
| <hr/> | |
| $\Sigma \xi_5 = 7,9$ | |

| | |
|--|----------------|
| Участок 6: | |
| тройник на проходе при $\bar{G}_{пр} = 0,75$ | $\xi_6 = 0,93$ |

| | |
|---|-----|
| Участок 7: | |
| отвод $d_y = 20$ мм при $v = 0,077$ м/с | 1,2 |
| внезапное расширение | 1 |
| <hr/> | |
| $\Sigma \xi_7 = 2,2$ | |

Результаты гидравлического расчета приведены в табл. 13.14.

Тепловой расчет системы

Тепловой расчет начинаем с участка 1 при начальной температуре воды 95°C . Результаты расчета сведены в табл. 13.15. При заполнении графы 8 используются: для вертикальных труб — рис. 12.2, горизонтальных труб — вспомогательная табл. 46.22, графы 11 — формула (13.56), графы 12 — формула (13.55).

Окончательный гидравлический расчет системы

Находим действительное естественное циркуляционное давление в двух рассчитанных кольцах по формулам (13.8) и (13.11):

$$\begin{aligned} \Delta p_d^C &= 1,9 (962,27 - 961,92) + 3,15 (963,92 - 962,27) + \\ &+ 1,8 (966,01 - 963,92) + 0,45 (966,31 - 966,01) + \\ &+ 0,2 (973,19 - 966,81) - 0,05 (973,74 - 973,19) - \\ &- 0,15 (973,98 - 973,74) - 0,25 (979,56 - 978,94) - \\ &- 0,25 (979,93 - 979,56) = 11,26 - 0,31 = 10,95 \text{ кгс/м}^2; \\ \Delta p_d^A &= 1,9 (962,27 - 961,92) + 3,15 (963,92 - 962,27) + \\ &+ 3,15 (967,14 - 963,92) + 1,8 (968,98 - 967,14) + \\ &+ 0,45 (969,3 - 968,98) + 0,2 (978,5 - 969,3) - \\ &- 0,05 (978,71 - 978,5) - 0,15 (978,8 - 978,71) - \\ &- 0,25 (979,82 - 978,8) - 0,25 (979,56 - 978,94) - \\ &- 0,25 (979,93 - 979,56) = 21,3 - 0,53 = 20,77 \text{ кгс/м}^2. \end{aligned}$$

ТАБЛИЦА 13.14

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

| Участок | Q, ккал/ч | G, кг/ч | l, м | d _y , мм | v, м/с | R, кгс/м ² на 1 м | Rl, кгс/м ² | Σz | Z, кгс/м ² | Rl + Z, кгс/м ² |
|---|-----------|---------|------|---------------------|--------|---------------------------------|------------------------|------|----------------------------|----------------------------|
| Основное циркуляционное кольцо через средний прибор | | | | | | | | | | |
| $\Delta p_p^c = 10,95 \text{ кгс/м}^2; R_{cp} = 0,43 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$ | | | | | | | | | | |
| 1 | 2000 | 100 | 2,5 | 20 | 0,077 | 0,55 | 1,39 | 1,7 | 0,5 | 1,89 |
| 2 | 2000 | 100 | 3 | 20 | 0,077 | 0,55 | 1,65 | 2,3 | 0,7 | 2,35 |
| 3 | 1000 | 50 | 2,7 | 15 | 0,072 | 0,75 | 2,02 | 2 | 0,52 | 2,54 |
| 4 | 500 | 25 | 0,5 | 15 | 0,035 | 0,22 | 0,11 | 14,3 | 0,87 | 0,98 |
| 5 | 500 | 25 | 0,7 | 15 | 0,035 | 0,22 | 0,15 | 7,9 | 0,48 | 0,63 |
| 6 | 1500 | 75 | 1,7 | 20 | 0,06 | 0,34 | 0,58 | 0,93 | 0,17 | 0,75 |
| 7 | 2000 | 100 | 1,5 | 20 | 0,077 | 0,55 | 0,82 | 2,2 | 0,65 | 1,47 |
| | | | | | | | | | $\Sigma(Rl + Z)_c = 10,61$ | |

Циркуляционное кольцо через дальний прибор

$\Delta p_p = \Sigma(Rl + Z)_{3-5} + (\Delta p_p^d - \Delta p_p^c) = 4,15 + (16 - 10,95) = 9,2 \text{ кгс/м}^2, R_{cp} = 0,45 \text{ кгс/м}^2 \text{ на } 1 \text{ м}$

| | | | | | | | | | | |
|----|------|----|-----|----|-------|------|------|------|----------------------------|------|
| 8 | 1000 | 50 | 4 | 15 | 0,072 | 0,75 | 3 | 2,7 | 0,7 | 3,7 |
| 9 | 1000 | 50 | 2,7 | 15 | 0,072 | 0,75 | 2,04 | 2,8 | 0,73 | 2,77 |
| 10 | 1000 | 50 | 0,5 | 15 | 0,072 | 0,75 | 0,37 | 5,8 | 1,51 | 1,88 |
| 11 | 1900 | 50 | 3,1 | 15 | 0,072 | 0,75 | 2,33 | 6,75 | 1,75 | 4,08 |
| | | | | | | | | | $\Sigma(Rl + Z)_d = 12,43$ | |

$\Sigma(Rl + Z)_{1, 2, 6, 7} = 6,46$

$\Sigma(Rl + Z)_d = 18,89$

ТАБЛИЦА 13.15

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КВАРТИРНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

| Участок | G _{уч} , кг/ч | l _{уч} , м | d _y , мм | t _н , °C | t _в , °C | t _н - t _в , °C | q _л , ккал/(м·ч) | 1 - η _{пз} | q _л l _{уч} , ккал/ч | Δt _{уч} , °C | t _к , °C | γ _к , кг/м ³ |
|---------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------|---|-----------------------|---------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 100 | 2,5 | 20 | 95 | 18 | 77 | 75 | 0,25 | 47 | 0,5 | 94,5 | 962,27 |
| 2 | 100 | 3 | 20 | 94,5 | 18 | 76,5 | 80,5 | — | 242 | 2,4 | 92,1 | 963,92 |
| 3 | 50 | 2,7 | 15 | 92,1 | 18 | 74,1 | 57 | — | 154 | 3,1 | 89 | 966,01 |
| Прибор | 25 | 0,5 | 15 | 89 | 18 | 71 | 59 | — | 29,5 | 1,2 | 87,8 | 966,81 |
| | 25 | — | — | 87,8 | 18 | — | — | — | 250* | 10 | 77,8 | 973,19 |
| | 25 | 0,7 | 15 | 77,8 | 18 | 59,8 | 46 | — | 32 | 1,3 | 76,5 | 973,98 |
| 5 | 75 | 1,7 | 20 | 68** | 18 | 50 | 49 | — | 83 | 1,1 | 66,9 | 979,56 |
| | 100 | 1,5 | 20 | 66,9*** | 18 | 48,9 | 46,5 | — | 70 | 0,7 | 66,2 | 979,93 |
| 7 | 50 | 4 | 15 | 92,1 | 18 | 74,1 | 59,5**** | — | 238 | 4,8 | 87,3 | 967,14 |
| | 50 | 2,7 | 15 | 87,3 | 18 | 69,3 | 51**** | — | 138 | 2,8 | 84,5 | 968,98 |
| Прибор | 50 | 0,5 | 15 | 84,5 | 18 | 66,5 | 53,5 | — | 27 | 0,5 | 84 | 969,3 |
| | 50 | — | — | 84 | 18 | — | — | — | 760* | 15,2 | 68,8 | 978,5 |
| | 50 | 3,1 | 15 | 68,8 | 18 | 50,8 | 38,5 | — | 119 | 2,4 | 66,4 | 979,82 |

* Тепловые нагрузки приборов найдены по формуле (13.57) с учетом полезной теплопередачи труб, находящихся в поме-

$t_n = \frac{25 \cdot 76,5 + 50 \cdot 66,4}{75} = 68^\circ \text{C}; \gamma_n = 978,94 \text{ кг/м}^3$

** Принято t_н = t_к без учета слияния потоков.

**** Теплопередача труб вычислена по t_{cp} - t_в.

Сопоставляем потерю давления в циркуляционных кольцах по предварительному расчету с действительным циркуляционным давлением и получаем запасы:

в кольце через средний прибор

$$\frac{10,95 - 10,61}{10,95} 100 = 3,1\%;$$

в кольце через дальний прибор

$$\frac{20,77 - 18,89}{20,77} 100 = 9,1\%,$$

которые могут быть допущены

Предварительный гидравлический расчет и тепловой расчет системы считаем окончательными

Площадь нагревательной поверхности отопительных приборов определяем для среднего прибора — по тепловой нагрузке $Q_{пр} = 250$ ккал/ч, расходу $G_{пр} = 25$ кг/ч и средней температуре воды в нем $t_{ср} = 0,5 (87,8 + 77,8) = 82,3$ °С (см. табл. 13 15), для дальнего прибора — по $Q_{пр} = 760$ ккал/ч, $G_{пр} = 50$ кг/ч и $t_{ср} = 0,5 (84 + 68,8) = 76,4$ °С.

Глава 14. ПАРОВОЕ ОТОПЛЕНИЕ НИЗКОГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Системы парового отопления, работающие при давлении 0,7 кгс/см² и менее, называют системами низкого давления, а системы, работающие при давлении свыше 0,7 кгс/см², — системами высокого давления.

Область применения систем парового отопления в зависимости от назначения здания и характера производства приведена в табл. 10 1.

Преимущества систем парового отопления по сравнению с системами водяного отопления состоят в следующем:

- меньшее сечение трубопроводов;
- уменьшение поверхности нагревательных приборов примерно на 25—30%;
- обеспечение быстрого прогрева здания и быстрого прекращения работы системы;
- возможность применения систем в зданиях с любым числом этажей.

Недостатки систем парового отопления:

- сложность центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов (работа с «пропусками» пара);
- частичное разложение органической пыли на поверхности нагревательных приборов;
- пониженный срок службы трубопроводов, особенно «сухих» конденсатных трубопроводов;
- повышенные потери тепла паропроводами;
- невозможность качественного регулирования температуры теплоносителя.

14.1. Классификация систем парового отопления

Схемы систем парового отопления могут быть условно классифицированы на следующие:

по соединению с атмосферой — на открытые (рис. 14.1) и закрытые (рис. 14.2);

по способу возврата конденсата в котел или тепловой пункт — на схемы с непосредственным возвратом конденсата за счет гидростатического или остаточного (предусматриваемого) давлений и схемы с возвратом конденсата насосом (см. рис. 14.2);

по трассировке трубопроводов — на вертикальные двухтрубные и горизонтальные однотрубные.

Конденсатопроводы в зависимости от вида перемещаемой среды и характера работы бывают:

- сухие, частично заполненные конденсатом, а частично воздухом;
- мокрые, полностью заполненные конденсатом;
- напорные, по которым конденсат перемещается насосом либо за счет гидростатического давления, создаваемого разностью отметок, либо за счет остаточного давления пара (например, в бачке-сепараторе);

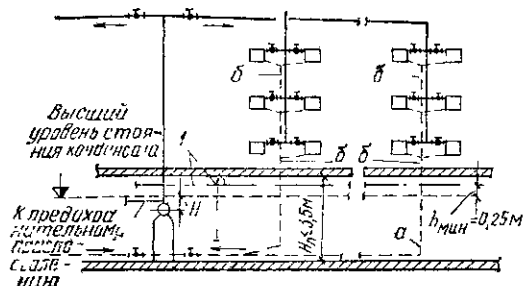


Рис. 14.1. Система отопления низкого давления. Схема открытая двухтрубная вертикальная с верхней разводкой и мокрым конденсатопроводом (с возвратом конденсата самотеком в котел)

а — мокрый конденсатопровод, б — сухой конденсатопровод; 1 — воздушная труба с $d = 15$ мм

Примечание. $H = 10 p_k$ (p_k — расчетное давление в котле, кгс/см²)

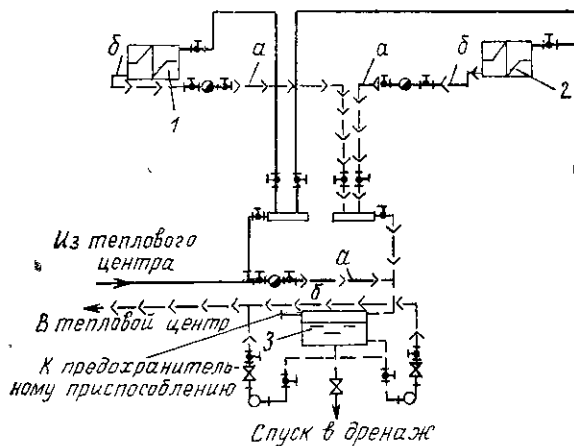


Рис. 14.2. Система отопления высокого давления. Схема закрытая (с возвратом конденсата в тепловой центр насосом)

а — двухфазный конденсатопровод; б — напорный конденсатопровод; 1 — первая система высокого давления; 2 — вторая система высокого давления; 3 — конденсатный бак

Примечание. Перелив из закрытого конденсатного бака производится через переливную трубу с рычажным клапаном и поплавковым регулятором

г) напорные (двухфазные), по которым совместно с конденсатом перемещается пролетный пар и пар вторичного вскипания.

14.2. Указания по выбору схем систем парового отопления

1. Радиаторы и конденсаторопроводы систем парового отопления должны быть соединены с приборами и другими нагревательными приборами, а также с системами для производства пара, должны быть самостоятельными, не связанными с трубопроводами агрегатов воздушного отопления, вентиляционных камер и горячего водоснабжения.

2. Вертикальные двухтрубные схемы систем отопления должны быть:

а) с верхней разводкой паро- и конденсаторопроводов в паровоздушных рециркуляционных агрегатах в одноэтажных промышленных зданиях;

б) с верхней разводкой паропровода при наличии конденсатора или при возможности прокладки его под потолком верхнего этажа здания;

в) со средней разводкой паропровода при прокладке его под потолком какого-либо из нижележащих этажей;

г) с нижней разводкой паропровода при невозможности прокладки его под потолком какого-либо из этажей при отсутствии чердака.

3. При наличии конденсатора в системах с верхней разводкой паропровода при наличии конденсатора или при возможности прокладки его под потолком верхнего этажа здания;

Примечание. В системах со средней или нижней разводкой паропроводов стояки, по которым образующийся конденсат движется против движения пара, должны иметь высоту не менее 8 м. Горизонтальные однотрубные проточные системы следует применять в одно- и двухэтажных зданиях объемом до 100 м³ не требующих регулировки температуры помещений.

14.3. Указания по выбору способов возврата конденсата

1. Возврат конденсата от систем парового отопления должен осуществляться в тепловой пункт следует во избежание повышенной коррозии труб производить по закрытой схеме (рис. 14.2). Открытые схемы допускаются применять лишь в особых случаях.

2. В отличие от схемы на рис. 14.1 при закрытых схемах конденсатные баки не должны иметь атмосферных выходов. В баках предусматривается избыточное давление не более 0,05—0,15 кгс/см². Это давление ограничивается предохранительным приспособлением, допускающим повышение давления выше указанного не более чем на 0,1 кгс/см².

3. В открытых схемах систем отопления низкого давления применяются сухой конденсаторопровод.

4. В замкнутых схемах систем парового отопления предусматривают мокрый конденсаторопровод.

5. Возврат конденсата от паровых систем отопления должен осуществляться непосредственно в котел по замкнутой схеме допускается лишь в тех случаях, когда для возврата не требуется заглубления котельной более чем на 0,5 м от уровня ее потолка.

6. В других случаях применяется разомкнутая схема возврата конденсата от котла и насоса.

7. Возврат конденсата непосредственно в тепловой пункт без специальных сепарирующих устройств (база-сепаратор или конденсатный бак) допускается лишь в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно устанавливать пар вторичного вскипания и пролетать через

Примечание. Пар вторичного вскипания образуется вследствие вскипания части конденсата при падении давления в конденсаторопроводах или при подъеме конденсата в вертикальных участках конденсаторопровода.

Возврат конденсата насосом осуществляют в том случае, если суммарная величина остаточного и гидростатического давлений не обеспечивает следующих минимальных скоростей движения конденсата:

| | | | | | |
|-----------|-----|------|-----|----|------------|
| v , м/с | 0,3 | 0,65 | 0,8 | 1 | 1,5 |
| d , мм | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 и более |

14.4. Конструктивные указания

1. Принципы трассировки сети трубопроводов по зданию те же, что и при водяном отоплении. Магистральные паропроводы в зданиях выше двух этажей во избежание больших теплопотерь рекомендуется прокладывать под потолком одного из этажей (средняя разводка).

2. Прокладку трубопроводов, как правило, применяют открытую. Подпольная прокладка допускается при невозможности осуществления открытой прокладки или при использовании каналов для промышленных разводов.

3. Обводные паро- и конденсаторопроводы устраивают по схемам, приведенным на рис. 14.3.

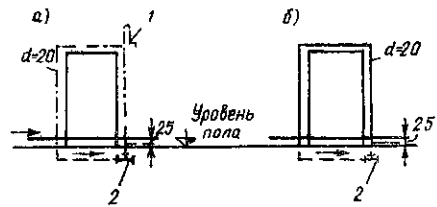


Рис. 14.3. Схема устройства обводных трубопроводов у дверных проемов

а — при влажных конденсаторопроводах; б — при паропроводах и сухих конденсаторопроводах; 1 — воздушный кран; 2 — тройник с пробкой

4. Воздух из паровых систем отводят через воздушные сборники с автоматическими вантузами, а также через воздушные трубки ($d=15$ мм) с кранами, установленными на конденсаторопровode перед конденсаторопроводчиками и в конечных точках.

5. Осушку паровых магистралей осуществляют в местах подъемов, при нижней разводке — в конце паропровода, применяя для этого конденсаторопроводчики или гидравлические затворы.

6. О схемах присоединения местных систем к внешним тепловым сетям см. раздел V.

7. Уклоны магистральных трубопроводов принимают:

для паропроводов: по направлению движения пара — не менее 0,002; против движения — не менее 0,005; для конденсаторопроводов (по направлению движения конденсата): сухих и мокрых — не менее 0,005; прочих — не менее 0,002.

Уклон ответвлений к нагревательным приборам должен составлять 10 мм на всю длину подводки.

8. О компенсации тепловых удлинений см. главу 13.

9. О противопожарных требованиях см. главу 13.

14.5. Применение арматуры

В системах парового отопления предусматривают следующую запорно-регулирующую (паровую) арматуру.

У местных нагревательных приборов (теплообменников) устанавливают:

а) в системах отопления высокого давления — вентиль на паровой подводке и термодинамический или термостатический конденсатоотводчик на конденсатной подводке;

б) в системах отопления низкого давления — вентиль на паровой подводке и тройник с пробкой на конденсатной подводке.

У calorиферов устанавливают:

а) на паровых подводках к каждому ряду calorиферов — воздушный кран и вентиль (кроме первого ряда по ходу холодного воздуха в вентиляционных системах), а также один общий вентиль для выключения установки в целом;

б) на общем конденсатопроводе — воздушный и спускной краны, а также конденсатоотводчик с комплектом вентиля.

На вводах трубопроводов в здание и отдельных ветвях системы отопления устанавливают паровые вентили для полного или частичного ее выключения.

В горизонтальных однотрубных проточных системах отопления устанавливают вентили в начале и конце этажных веток.

Как в закрытых системах отопления, так и в открытых (в зданиях выше четырех-пяти этажей) предусматривают вентили и тройники с пробками на случай спуска конденсата из стояков системы.

На стояках, расположенных на лестничных клетках, вентили рекомендуется устанавливать независимо от количества этажей (в закрытых и открытых системах отопления).

Диаметры вентиля, устанавливаемых у конденсатоотводчиков и на обводной линии, следует принимать по диаметру входного отверстия конденсатоотводчика.

За конденсатоотводчиками, работающими со сбросом конденсата в общий конденсатопровод, при подъеме конденсата на высоту следует устанавливать обратные клапаны, если они не предусмотрены в конструкции конденсатоотводчика.

14.6. Расчет паропроводов

А. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПАРА

Давление пара, кгс/см², перед расчетным нагревательным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления без конденсатоотводчиков следует принимать:

а) при самотечном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = 0,02;$$

б) при напорном конденсатопроводе по формуле

$$p_2 = \frac{p_3}{0,95}, \quad (14.1)$$

где p_3 — давление в конденсатопроводе после нагревательного прибора, кгс/см².

Давление пара, кгс/см², перед расчетным прибором до вентиля в системах отопления низкого давления при наличии конденсатоотводчиков определяют по формуле (однако оно должно быть не менее 0,35 кгс/см²):

$$p_2 = \frac{p_4}{0,4}, \quad (14.2)$$

где p_4 — давление в конденсатопроводе после конденсатоотводчика, кгс/см².

Давление пара, кгс/см², перед расчетным теплообменником до вентиля в системах отопления высокого давления определяют по формуле

$$p_2 = \frac{p_4}{0,7}. \quad (14.3)$$

Максимальное давление пара в радиаторах, конвекторах, calorиферах не должно превышать 6 кгс/см²; для водоподогревателей его принимают по заводским паспортам.

Давление пара в начале паровой магистрали или у котла принимают:

а) в системах отопления низкого давления в зависимости от длины l паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора:

| | | | |
|-----------------------------|----------|---------|---------|
| l , м | 100 | 100—200 | 200—300 |
| p_1 , кгс/см ² | 0,05—0,1 | 0,1—0,2 | 0,2—0,3 |

При использовании calorиферов применяют более высокое давление (до 0,6 кгс/см²);

б) в системах отопления высокого давления — в соответствии с давлением на вводе в здание.

Предельные скорости пара в системах отопления приведены в табл. 14.1.

ТАБЛИЦА 14.1

ПРЕДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ ПАРА
В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

| Диаметры трубопроводов (условные), мм | Предельные скорости пара, м/с, при давлении на вводе, кгс/см ² | | |
|---------------------------------------|---|-----------|---|
| | до 0,7 при движении пара и конденсата | | более 0,7 при попутном движении пара и конденсата |
| | попутном | встречном | |
| 15 | 14 | 10 | 25 |
| 20 | 18 | 12 | 40 |
| 25 | 22 | 14 | 50 |
| 32 | 23 | 15 | 55 |
| 40 | 25 | 17 | 60 |
| 50 | 30 | 20 | 70 |
| Более 50 | 30 | 20 | 80 |

Примечание. Предельные скорости движения пара в системах с давлением пара на вводе более 0,7 кгс/см² при встречном движении пара и конденсата следует принимать с коэффициентом 0,7 от значений, приведенных в таблице для попутного движения.

Максимальная температура пара, допускаемая в системах отопления, в зависимости от назначения и характера отапливаемых помещений приведена в главе 10 и табл. 1.3.

Если в каких-либо помещениях требуется более низкая температура, чем в остальных, давление пара снижают дросселированием до величины, обеспечивающей пужную температуру.

Когда на вводе в здание имеется перегретый пар, температура которого превышает допустимые пределы,

необходимо охладить в поверхностных охладителях конденсаторах смешения¹

После понижения температуры пар должен быть перегретым, применяют поверхностные охладители. Если же после понижения температуры пар не будет как перегретым, так и насыщенным, то неэффективны охладители смешения.

Из-за перегретом пара или перегреве пара в результате дросселирования снижать этот перегрев в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения с эконо-мическим соображениям не следует.

Температуру перегретого пара после дросселирования определяют по начальной сухости влажности насыщенного пара до дросселирования (95—98%).

Параметры насыщенного пара приведены в табл. 1.3.

Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ

Потери давления, кгс/м², в паропроводах определяют по формуле

$$H = \Sigma (Rl + Z), \quad (14.4)$$

- где R — удельные потери давления на трение (на 1 пог. м длины участка паропровода), кгс/м²;
 l — длина участка расчетной ветви паропровода, м;
 Z — потери давления на местные сопротивления, кгс/м².

В системах отопления высокого давления потери давления на местные сопротивления могут быть замещены потерей давления на трение в трубе эквивалентной длины $l_{\text{экв}}$, м (табл. 46.7 раздела IX)

Тогда

$$H = \Sigma [R (l + l_{\text{экв}})] = \Sigma (Rl_{\text{общ}}). \quad (14.5)$$

За длину расчетной ветви считают длину паропровода от ввода или котла до наиболее удаленного нагревательного прибора (теплообменника).

Значения коэффициентов местных сопротивлений берут по табл. 46.12—46.20 раздела IX.

Потери давления на местные сопротивления ориентировочно берут в следующих размерах от общих потерь давления в расчетной ветви паропровода: 35% — в системах отопления низкого давления, 20% — в системах отопления высокого давления.

Удельные потери давления на трение рекомендуют принимать для труб начальных участков — выше, для труб конечных стояков — ниже $R_{\text{ср}}$.

Значения $R_{\text{ср}}$ для систем парового отопления низкого и высокого давления определяют соответственно по формулам (14.6) и (14.8).

Согласно СНиП в системах парового отопления потерь давления во взаимосвязанных частях систем не должны отличаться более чем на 25%

Для преодоления сопротивлений, не учтенных расчетом, необходимо оставлять запас давления до 10% расчетного.

Расчет паропроводов двухтрубных систем отопления низкого давления

Ориентировочную среднюю удельную потерю давления на трение, кгс/(м²·пог. м) определяют по формуле

¹ Значения по расчетам систем пароснабжения с переходом от насыщенного пара к конденсату приведены в серии 4-107 Гипротиса, 1959.

$$R_{\text{ср}} = \frac{0.9p_1 - p_2}{\Sigma l} \cdot \frac{100 - \eta}{100}, \quad (14.6)$$

где p_1 и p_2 — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/м²;

Σl — длина паропровода, м;

η — доля потерь на местные сопротивления, %;

0,9 — коэффициент, учитывающий ориентировочный запас в принятом располагаемом давлении.

Потери давления на местные сопротивления принимают по табл. 46.5 раздела IX, а на трение — по табл. 46.4 раздела IX.

Примечание. Паропроводы с начальным давлением в системе $p_1 > 0,2$ кгс/см² рассчитывают по методу и таблицам высокого давления.

Для уравнивания потерь давления в паропроводах устанавливают дросселирующие шайбы:

а) на стояках — по одной для всех приборов данного стояка;

б) на ответвлениях к приборам, если разница в потере давления приборами данного стояка превышает 50 кгс/м². Диаметр дросселирующих шайб принимают не менее 4 мм, излишнее давление дросселируют вентиляем.

Схемы установки дросселирующих шайб приведены на рис. 14.4.



Рис. 14.4. Схема установки дросселирующих шайб в системах парового отопления низкого давления

а — шайба в муфте; б — шайба в вентиле; в — эскиз шайбы; δ — толщина шайбы, равная 1,5—2 мм

Пример 14.1. Произвести гидравлический расчет ветвей системы парового отопления с увязкой потерь давления с помощью дросселирующих шайб. Расчетная схема этой системы изображена на рис. 14.5. Конденсат в котлы возвращается самотеком. Длина участков рассчитываемого паропровода $\Sigma l = 68,7$ м

Решение. Ориентировочная средняя удельная потеря давления на трение определяется по формуле (14.6)

$$R_{\text{ср}} = \frac{0.9 \cdot 1000 - 200}{68.7} \cdot \frac{100 - 35}{100} = 6,63 \text{ кгс}/(\text{м}^2 \text{ пог. м})$$

Ориентируясь на это значение $R_{\text{ср}}$ по тепловым нагрузкам на отдельных участках паропровода Q , ккал/ч, и табл. 46.4 раздела IX находим диаметр паропровода, скорость пара и потерю на трение на 1 пог. м каждого участка паропровода. Потерю давления на местные сопротивления определяем по табл. 46.5 раздела IX.

Расчет паропровода сведен в табл. 14.2.

Пример подбора шайб показан на номограмме (рис. 14.6) при $Q = 1180$ ккал/ч и $\Delta p = 150$ кгс/м².

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

| № участка | Намечено | | | | | | | | | Изменено | | | | | Разность в потерях давления против начально намеченных, кгс/м ² | |
|-----------|-----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--|---|--|--|------------------------|----------------------|--|---|--|--|--|----|
| | Тепловая нагрузка Q, ккал/ч | Длина участка l, м | Условный диаметр d, мм | Скорость пара v, м/с | Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м ² ·пог. м) | Потеря давления на трение R _t , кгс/м ² | Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ | Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/м ² | Условный диаметр d, мм | Скорость пара v, м/с | Удельная потеря давления на трение R, кгс/(м ² ·пог. м) | Потеря давления на трение R _t , кгс/м ² | Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ | Потеря давления в местных сопротивлениях Z, кгс/м ² | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |

Ветвь 1-я через стояк 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|------|------|-------|---|-------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 7 000 | 3,2 | 50 | 22,8 | 9 | 28,8 | 4,8 | 80 | | | | | | | | |
| 2 | 122 000 | 13,8 | 76×3 | 25,75 | | 110,8 | 1 | 21,4 | | | | | | | | |
| 3 | 57 600 | 5,5 | 50 | 21,2 | | 39 | 6,3 | 91,5 | | | | | | | | |
| 4 | 35 600 | 5,5 | 50 | 13,3 | | 9,6 | 14,5 | 81,5 | | | | | | | | |
| 5 | 29 800 | 7,5 | 40 | 18,3 | | 62,5 | 1 | 10,8 | | | | | | | | |
| 6 | 24 000 | 6 | 40 | 14,8 | | 33 | 1 | 7,1 | | | | | | | | |
| 7 | 19 100 | 7,5 | 40 | 11,8 | | 26,2 | 1 | 4,5 | | | | | | | | |
| 8 | 13 300 | 7,5 | 32 | 10,8 | | 28,5 | 1 | 3,8 | | | | | | | | |
| 9 | 7 500 | 10,4 | 25 | 10,7 | | 57,2 | 2 | 7,4 | | | | | | | | |
| 10 | 3 400 | 4 | 20 | 7,7 | | 14,4 | 4 | 7,7 | | | | | | | | |
| 11 | 1 600 | 0,8 | 15 | 6,9 | | 3,6 | 9,3 | 14,3 | | | | | | | | |
| | | 68,7 | | | | 412,8 | | 330 | | | | | | | | |

$\Delta p = 412,8 + 330 + 200 = 942,8$ кгс/м² (запас ~ 6%)

Ветвь 2-я через стояк 24

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|----|------|----|-------|------|-------|----|------|---|----|---|-----|-------|------|
| 12 | 64 400 | 6 | 50 | 24,4 | 10 | 60 | 6,3 | 121 | | | | | | | | |
| 13 | 33 100 | 3 | 50 | 12,6 | | 8,4 | 14,3 | 73 | | | | | | | | |
| 14 | 27 500 | 7,5 | 40 | 16,8 | | 52,5 | 1 | 9,1 | 50 | 10,4 | 2 | 15 | 1 | 3,5 | -37,5 | -5,6 |
| 15 | 21 900 | 7,5 | 40 | 13,5 | | 33,8 | 1 | 5,9 | | | | | | | | |
| 16 | 16 300 | 6 | 32 | 13,2 | | 33 | 1 | 5,6 | | | | | | | | |
| 17 | 11 600 | 7,5 | 32 | 9,5 | | 22,5 | 1 | 2,9 | | | | | | | | |
| 18 | 6 000 | 9,4 | 25 | 8,7 | | 35,7 | 11 | 26,8 | | | | | | | | |
| 19 | 4 000 | 3,2 | 20 | 9 | | 16 | 7 | 18,3 | | | | | | | | |
| | | | | | | 261,9 | | 262,6 | | | | | | | | |

$p_{12-19} = 261,9 + 262,6 = 524,5$ кгс/м² (невязка давлений);

$p_{3-11} = 274 + 228,6 = 502,6$ кгс/м²

Вносим изменения в расчетные данные участка 14, тогда

$p_{12-18} = 524,5 - 43,1 = 481,4$ кгс/м² < 502,6 кгс/м²

Стояк 4 $\Delta p_{2-11} = 167,6$ кгс/м²

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|----|-----|-----|------|-----|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 26 | 4900 | 3,2 | 20 | 11 | 7,5 | 24 | 1,5 | 5,85 | | | | | | | | |
| 27 | 2200 | 4 | 15 | 9,7 | 8,4 | 33,6 | 5 | 15,2 | | | | | | | | |
| 28 | 1800 | 1 | 15 | 8,1 | 7,5 | 7,5 | 7,8 | 16,5 | | | | | | | | |
| | | | | | | 65,1 | | 37,55 | | | | | | | | |

$\Delta p = 167,6 - (65,1 + 37,55) = 65$ кгс/м² (избыток давления)

Диаметр отверстия дроссельной шайбы $d = 12,5$ мм (см. рис. 14.6).

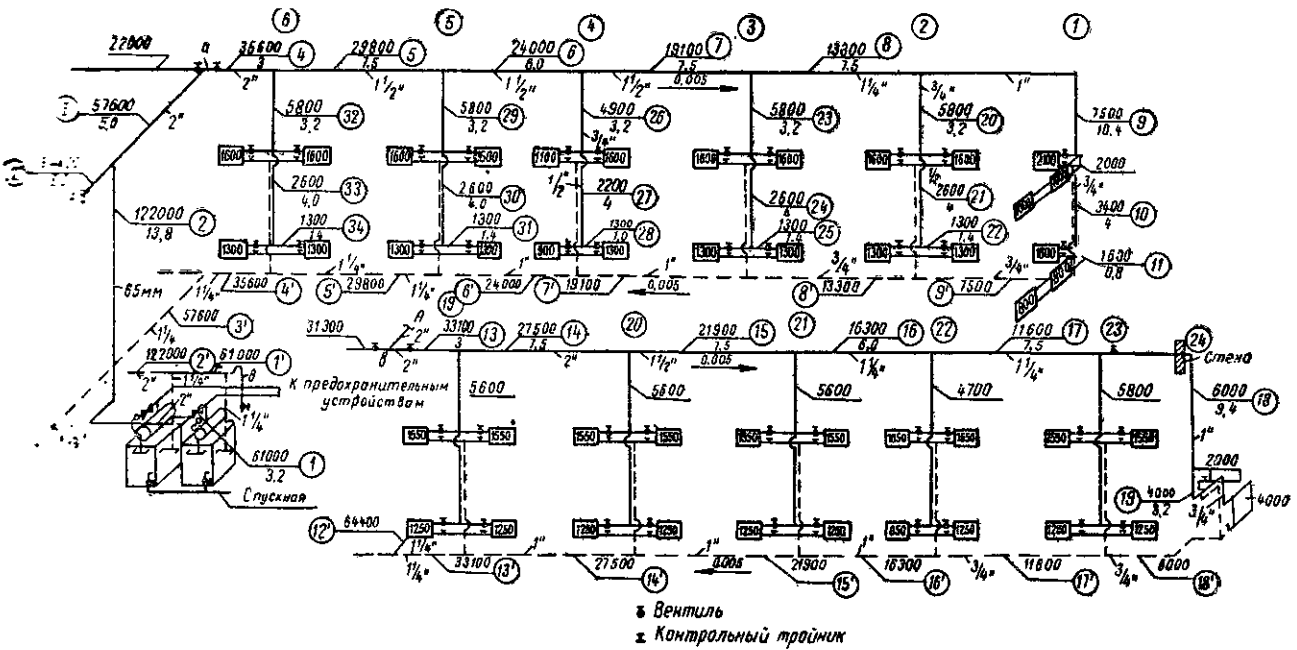
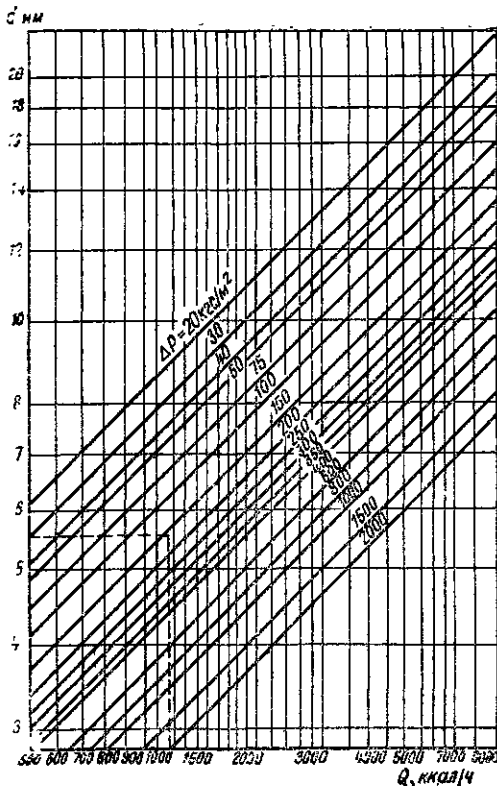


Рис. 14.5. Система парового отопления низкого давления



Расчет паропроводов двухтрубных систем отопления высокого давления

При расчете паропроводов первоначально рассчитывают конденсатопровод и находят давление в начале конденсатопровода, а затем по формуле (14.3) — давление перед теплообменником, необходимое как минимальное. Теплообменник и конденсатоотводчик экономически выгодно выбирать по давлению сверх минимального, однако это вызывает увеличение диаметров паровых конденсатопроводов. Если давление пара перед теплообменником задано, в первую очередь рассчитывают паропровод.

При расчете паропроводов потери тепла (ккал/ч) неизолированным паропроводом вычисляют по формуле¹

$$Q_{пот} = 5d_n l, \quad (14.7)$$

где d_n — наружный диаметр паропровода, мм;
 l — длина паропровода, м.

Средняя удельная потеря давления на трение, кгс/(м²·пог. м) (для расчета по табл. 46.6 раздела IX с $\gamma = 1$ кгс/м³ при $\rho = 0,8$ кгс/см²)

$$R_{ср} = \frac{(0,9\rho_1 - \rho_2) \gamma_{ср}}{\Sigma l} \cdot \frac{100 - \eta}{100}, \quad (14.8)$$

¹ Может быть также использована табл. 46.22 раздела IX.

Рис. 14.6. Номограмма для определения диаметров отверстий шайб d в зависимости от количества тепла Q , проходящего по паропроводу

где p_1 и p_2 — давление пара в начале и конце паропровода, кгс/см²;

$\gamma_{\text{ср}}$ — плотность пара, кг/м³, отвечающая среднему давлению пара $(p_1 + p_2)/2$, кгс/м²;

η — доля потерь на местные сопротивления;

Σl — длина паропровода, м.

Потери давления на трение принимают по табл. 46.6 раздела IX.

Длина трубопровода, эквивалентная потерям давления на местные сопротивления, определяется по табл. 46.7 раздела IX.

Пример. 14.2. Рассчитать паропровод для схемы на рис. 14.7. Давление пара в начале паропровода $p_1=5,25$ кгс/см², перед теплообменником — не менее $p_2=2$ кгс/см².

Длина паропровода в расчетной ветви $\Sigma l=230$ пог. м (паропровод не изолирован).

Решение. Среднее давление пара

$$p_{\text{ср}} = \frac{5,25 + 2}{2} = 3,63 \text{ кгс/см}^2 \text{ (при } \gamma_{\text{ср}} = 2,43 \text{ кг/м}^3 \text{ и}$$

$$r_{\text{ср}} = 507 \text{ ккал/кг}).$$

Среднее условное удельное падение давления на трение на 1 пог. м

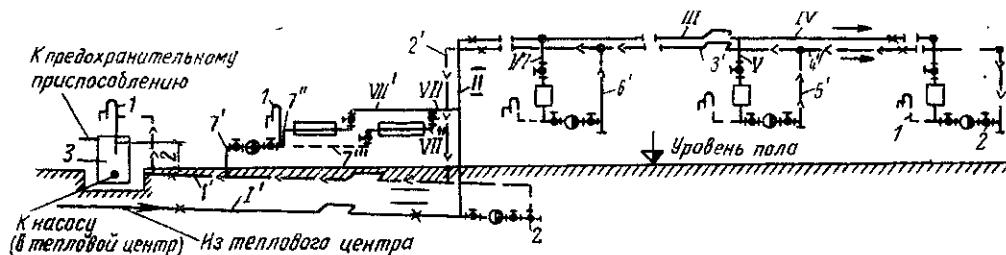


Рис. 14.7. Система отопления высоко-го давления. Схема закрытая двух-трубная с верхней разводкой паро- и конденсатопровода (с возвратом конденсата в бак за счет предусматриваемого остаточного давления)

1 — воздушная линия с $d=15$ мм; 2 — тройник для спуска воды; 3 — конденсатный бак

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПАРОПРОВОДОВ (РАСЧЕТНЫМ)

| № участка | Количество тепла в конце участка (с учетом потерь тепла на последующих участках) $Q_{\text{кон}}$, ккал/ч | Расход пара в конце участка $G_{\text{кон}} = Q_{\text{кон}} / r_{\text{ср}}$, кг/ч | Длина участка l , м | Давление кгс/см ² | | | Плотность пара $\gamma_{\text{ср}}$, кг/м ³ | Теплота испарения $r_{\text{ср}}$, ккал/кг | Потери на трение на 1 пог. м при $p_{\text{ср}} = 0,8$ кгс/см ² R' , кгс/м ² |
|----------------|--|--|-----------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|---|---|--|
| | | | | в конце участка p_2 | в начале участка p_1 | среднее $p_{\text{ср}}$ | | | |
| IV пр | 450 000 | 890 | 45 | — | — | 3,63 | 2,43 | 507 | 80 |
| IV пр | 450 000 | 870 | 45 | 2 | 2,22 | 2,11 | 1,67 | 517 | 76 |
| IV ок | 450 000 | 870 | 45 | 2 | 2,29 | 2,15 | 1,69 | 517 | 76 |
| III пр | 920 800 | 1820 | 45 | — | — | 3,63 | 2,43 | 507 | 333 |
| III пр | 920 800 | 1800 | 45 | 2,29 | 3,07 | 2,68 | 1,96 | 513 | 328 |
| III ок | 920 800 | 1800 | 45 | 2,29 | 3,24 | 2,76 | 1,96 | 512 | 328 |
| II пр | 1 390 800 | 2740 | 30 | — | — | 3,63 | 2,43 | 507 | 317 |
| II пр | 1 390 800 | 2740 | 30 | 3,24 | 3,73 | 3,48 | 2,36 | 507 | 317 |
| II ок | 1 390 800 | 2740 | 30 | 3,24 | 3,75 | 3,5 | 2,37 | 507 | 317 |
| I пр | 1 558 600 | 3070 | 110 | — | — | 3,63 | 2,43 | 507 | 140 |
| I пр | 1 558 600 | 3070 | 110 | 3,75 | 4,62 | 4,19 | 2,72 | 504 | 142 |
| I ок | 1 558 600 | 3070 | 110 | 3,75 | 4,53 | 4,14 | 2,68 | 504 | 142 |
| $\Sigma l=230$ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Запас |
| V пр | 450 000 | 870 | 10 | 2 | 2,29 | 2,14 | 1,69 | 517 | 76 |
| V ок | 450 000 | 870 | 10 | 2,16 | 2,29 | 2,23 | 1,74 | 516 | 77 |
| VI пр | 450 000 | 880 | 10 | 2 | 3,24 | 2,62 | 1,92 | 513 | 326 |
| VI ок | 450 000 | 885 | 10 | 2,83 | 3,24 | 3,03 | 2,14 | 510 | 330 |
| VII ок | 153 800 | 300 | 5 | 3,65 | 3,75 | 3,7 | 2,47 | 506 | 302 |
| VII пр | 75 000 | 147 | 19 | 2 | 3,65 | 2,82 | 2,02 | 511 | 296 |
| VII ок | 75 000 | 148 | 19 | 3,25 | 3,65 | 3,45 | 2,34 | 508 | 302 |
| VII пр | 75 000 | 147 | 5 | 2 | 3,65 | 2,82 | 2,02 | 511 | 296 |
| VII ок | 75 000 | 148 | 5 | 3,48 | 3,65 | 3,56 | 2,37 | 507 | 302 |

$$\frac{(p - 20\ 000)}{0} \cdot \frac{2\ 43(100 - 20)}{100} = 230 \text{ кгс/м}^2$$

я на местные сопротивления приняты в раз
 среднее условное удельное падение дав
 расход пара G кг/ч на отдельных участках
 один по табл. 466 раздела IX диаметр паро
 пара и потери давления на трение (при p
 этого участка паропровода
 истинные значения скорости пара и по
 участках, для их найденные условные зна
 участков
 сюда сведен в табл. 143

Участок IV

Участок — IV пр (предварительный расчет)
 в первого приближения в графе 7 принята величина
 определенная для всего паропровода так как
 участке IV первоначально неизвестна
 графа 3) определяется по величине $r_{cp} = 0,07$ ккал/кг
 а) и R' (графа 10) определяются с учетом $R_{cp} =$
 б) в графе 12) определяется по l и d_n отвечающему d_n
 $Q_{пот} = 5\ 76\ 45 = 17000$ ккал/ч
 в) $Q_{пот}$ определяется по d_y (графа 11) и $\Sigma \xi$ (гра
 г) R определяется по R (графа 10) и γ_{cp} (гра
 графа — IV пр (предварительный расчет)
 дано минимально необходимое давление в кон

Участок V

В графе 5 строки 1 указывается минимальное необходимое
 давление — 2 кгс/см² Далее, аналогично указанному выше, на
 ходится истинная общая потеря давления на участке 1350 кгс/м²
 Затем учитывая давление в начале участка 229 кгс/см² полу
 чаем фактическое давление в конце данного участка 2,16 кгс/см²,
 которое принимаем как исходное для расчета теплообменника
 Аналогично рассчитываются участки VI, VII, VIII и VII
 Если давление, полученное в конце какого либо участка
 окажется при расчете теплообменника чрезмерно большим то
 его снижают дросселирующей шайбой
 Примечание Для расчетов не требующих особен
 точности, можно пренебречь потерей тепла трубопроводами
 в этом случае не требуется заполнять графы 12, 13 и 14 и изме
 нять величины $Q_{кон}$ в графе 2 и $G_{кон}$ в графе 3
 Если эти потери составляют более 5% теплотерей поме
 щения, в котором проходят трубопроводы, то учет их в тепло
 вом балансе помещений обязателен (согласно СНиП)

ТАБЛИЦА 143

РАСЧЕТ ОТОПЛЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

| Участок | Температуры пара на входе и выходе t_n и t_k , °C | Теплопотери паропрово да $Q_{пот} = G \Delta t$, ккал/ч | Расчетное количество тепла на участке $Q_p =$ $-Q_{кон} + 0,9 Q_{пот}$, ккал/ч | Расчетное количество пара на участке $G_p =$ $= Q_p / r_{cp}$, кг/ч | Сумма местных сопро тивлений $\Sigma \xi$ | Длина трубопровода, эквивалентная местным сопротивлениям $l_{экв}$, м | $l_{общ} = l + l_{экв}$, м | Истинная потеря давления на трение кгс/м ² | | Скорость пара, м/с | |
|--------------------------------|---|---|---|--|--|--|-----------------------------|---|------------------------------------|--|--|
| | | | | | | | | на 1 пог. м $R = R' / \gamma_{cp}$ | общая на весь участок $R_{общ}$ | v' при $\rho =$ $= 0,8$ кгс/см ³ | истинная $v =$ $= v' / \gamma_{cp}$ |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
| 1 | 17 000 | 458 500 | 905 | 0 | 20 | 65 | 33 | 2150 | — | — | |
| 2 | 17 000 | 458 500 | 890 | 6 | 20 | 65 | 45 | 2930 | — | — | |
| 3 | 17 000 | 458 500 | 890 | 6 | 20 | 65 | 45 | 2930 | 63,5 | 38 | |
| 4 | 17 000 | 929 300 | 1845 | 3,1 | 12 | 57 | 137 | 7800 | — | — | |
| 5 | 17 000 | 929 300 | 1815 | 3,1 | 12 | 57 | 167 | 9530 | — | — | |
| 6 | 17 000 | 929 300 | 1815 | 3,1 | 12 | 57 | 164 | 9340 | 13,1 | 66 | |
| 7 | 18 000 | 1 397 300 | 2760 | 1,8 | 8 | 38 | 130 | 4950 | — | — | |
| 8 | 18 000 | 1 397 300 | 2750 | 1,8 | 8 | 38 | 134 | 5100 | — | — | |
| 9 | 18 000 | 1 397 300 | 2750 | 1,8 | 8 | 38 | 134 | 5100 | 144 | 61 | |
| 10 | 59 400 | 1 588 300 | 3130 | 10 | 40 | 150 | 58 | 8700 | — | — | |
| 11 | 59 400 | 1 588 300 | 3150 | 10 | 40 | 150 | 52 | 7800 | — | — | |
| 12 | 59 400 | 1 588 300 | 3150 | 10 | 40 | 150 | 53 | 7950 | 110 | 41 | |
| $\frac{100 - 100}{100} = 13\%$ | | | | | | | | | | | |
| 13 | 3800 | 451 900 | 875 | 6 | 20 | 30 | 45 | 1350 | — | — | |
| 14 | 3800 | 451 900 | 875 | 6 | 20 | 30 | 44 | 1340 | 64 | 37 | |
| 15 | 3000 | 451 500 | 880 | 6 | 14 | 24 | 170 | 4070 | — | — | |
| 16 | 3000 | 451 500 | 880 | 6 | 14 | 24 | 154 | 3700 | 112 | 52 | |
| 17 | 1000 | 154 300 | 305 | 2 | 3 | 8 | 123 | 980 | 82,5 | 33 | |
| 18 | 8000 | 76 500 | 130 | 8 | 8 | 27 | 147 | 3960 | — | — | |
| 19 | 3000 | 76 500 | 151 | 8 | 8 | 27 | 129 | 3480 | 68,5 | 29 | |
| 20 | 800 | 75 400 | 148 | 7 | 7 | 12 | 147 | 1750 | — | — | |
| 21 | 800 | 75 400 | 149 | 7 | 7 | 12 | 127 | 1530 | 68,5 | 29 | |

14.7. Расчет конденсатопроводов

А. СУХИЕ И МОКРЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Диаметры сухих и мокрых конденсатопроводов открытых систем парового отопления низкого давления определяют по табл. 14.4.

Диаметры горизонтальных участков сухого конденсатопровода системы парового отопления низкого давления применительно к примеру 14.1 приведены в табл. 14.5.

Диаметры двухфазных конденсатопроводов закрытых систем парового отопления низкого давления следует определять по графам 4—6 табл. 14.4. При этом за длину принимается не общая длина рассчитываемого конденсатопровода, а расчетная длина участка:

$$l_{расч} = Kl,$$

где l — длина участка, м;

K — коэффициент, учитывающий местные сопротивления и принимаемый равным: для участков магистралей 1,1; для прочих участков 1,5.

ТАБЛИЦА 14.4

ДИАМЕТРЫ СУХИХ И МОКРЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

| Условный диаметр трубы D_u , мм | Количество тепла, ккал/ч, выделенного при конденсации пара на участках конденсатопровода | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------|---|-----------|-----------|
| | сухого | | мокрого горизонтального или вертикального при общей длине участков, м | | |
| | горизонтального | вертикального | до 50 | 50—100 | более 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 15 | 4 000 | 6 000 | 28 000 | 18 000 | 8 000 |
| 20 | 15 000 | 22 000 | 70 000 | 45 000 | 25 000 |
| 25 | 28 000 | 42 000 | 125 000 | 80 000 | 40 000 |
| 32 | 68 000 | 100 000 | 270 000 | 175 000 | 85 000 |
| 40 | 104 000 | 155 000 | 375 000 | 250 000 | 115 000 |
| 50 | 215 000 | 320 000 | 650 000 | 400 000 | 215 000 |
| 76×3 | 500 000 | 750 000 | 1 500 000 | 1 050 000 | 500 000 |
| 89×3,5 | 750 000 | 1 120 000 | 2 250 000 | 1 500 000 | 750 000 |
| 108×4 | 1 250 000 | 1 850 000 | 3 500 000 | 2 300 000 | 1 250 000 |

ТАБЛИЦА 14.5

ДИАМЕТРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СУХОГО КОНДЕНСАТОПРОВОДА

| № участка | 9' | 8' | 7' | 6' | 5' | 4' | 3' | 2' | 1' | 18' | 17' | 16' | 15' | 14' | 13' | 12' |
|-----------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Тепловые нагрузки | 7500 | 13 300 | 19 100 | 24 000 | 29 800 | 35 600 | 57 600 | 122 000 | 61 000 | 6000 | 11 600 | 16 300 | 21 900 | 27 500 | 33 100 | 64 400 |
| Диаметры конденсатопроводов | 20 | 20 | 25 | 25 | 32 | 32 | 32 | 40 | 32 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 32 | 32 |

Б. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ НАПОРНЫХ И ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ

При возврате конденсата через конденсатопровод, общий для систем парового отопления различного давления, необходимо соблюдать следующие условия.

1. В месте слияния конденсата обеспечивать одинаковое давление, передаваемое из различных систем отопления.

2. В местах слияния конденсата на конденсатопроводах устанавливать клапаны, регулирующие давление «после себя».

3. Для замера давлений после клапанов устанавливать штуцера для присоединения подводящих трубок от манометров.

4. При расчете напорных и двухфазных конденсатопроводов ориентировочные потери давления на местные сопротивления принимать равными 20% общих потерь в конденсатопроводе.

Потери давления на местные сопротивления рекомендуется определять, заменяя их эквивалентными (по потере давления) длинами трубопровода по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX. При расчете конденсатопроводов следует предусматривать запас давления в расчетной ветви наиболее удаленного теплообменника до 10%.

В. НАПОРНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсатопроводов определяют по формуле

$$V_k = \frac{1,25Q_{нач}}{r_{cp} \gamma_k}, \quad (14,9)$$

где $Q_{нач}$ — количество тепла в начале соответствующего участка паропровода, ккал/ч;

r_{cp} — теплота испарения при среднем давлении на соответствующем участке паропровода, ккал/кг (см. табл. 1.3);

γ_k — плотность конденсата, принимаемая равной 1 кг/л;

1,25 — коэффициент увеличения количества конденсата в период прогрева системы.

Количество тепла, ккал/ч, в начале участка паропровода находят по формуле

$$Q_{нач} = Q_{кон} + Q_{пот}. \quad (14,10)$$

где $Q_{кон}$ — количество тепла, подаваемого в конец участка паропровода, ккал/ч;

$Q_{пот}$ — потеря тепла на участке неизолированного паропровода, ккал/ч.

При расчете конденсатопроводов, выполняемом до расчета паропроводов, принимают:

а) следующие потери тепла на участках неизолированного паропровода:

$$d, \text{ мм} \quad \dots \quad 15-20 \quad 25-50 \quad >50$$

$$Q_{пот}, \text{ ккал/ч} \quad \dots \quad 0,1 Q_{кон} \quad 0,03 Q_{кон} \quad 0,02 Q_{кон}$$

б) теплоту испарения:

$$\begin{array}{ll} \text{при паре низкого давления} & r_{cp} = 540 \text{ ккал/кг} \\ \text{» » высокого} & r_{cp} = 510 \text{ »} \end{array}$$

Давление, кгс/см², в бачке-сепараторе (рис. 14.8) определяют по формуле

$$p_6 = p_8 + 0,1 \Delta h + \Delta p, \quad (14,11)$$

ТАБЛИЦА 14.6

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

| 1 | $V_k = \frac{Q_{нач}}{r_{ср} \gamma_k}$ | $D_{у.}$ мм | $v,$ м/с | $R,$ мм вод. ст., кгс/м ² . пог. м | $\Sigma \zeta$ | $l_{экр}$ | l | $l_{общ}$ | $\Delta p = \frac{R l_{общ}}{1000}$ кгс/м ² | $\Delta h = h_k - h_n$ | | $p_6 (p_{кон})$ | $p_5 (p_{нач})$ | Запас давления |
|---|---|----------------|-------------|--|----------------|-----------|-----|-----------|---|------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | | | | мм вод. ст. | кгс/м ² | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| Расчет магистрального конденсатопровода | | | | | | | | | | | | | | |
| 4320 | | 40 | 0,91 | 40 | 1,5 | 2 | 5 | 7 | 280 | 850 | 850 | 1000 | 2130 | Показан на пьезометрах: 9440—8490= =950 мм; 950 100 = 10 % 9440 |
| 2870 | | 32 | 0,8 | 40 | 1,5 | 2 | 75 | 77 | 3080 | 0 | 0 | 2130 | 5210 | |
| 1320 | | 25 | 0,64 | 40 | 8 | 7 | 75 | 82 | 3280 | -3490 | -3490 | 5210 | 5000 | |
| | | | | | | | | | 6640 | | -2640 | 1000 | 5000 | |
| Расчет ответвлений | | | | | | | | | | | | | | |
| 1450 | | 25 | 0,7 | 46 | 4 | 3 | 2 | 5 | 230 | +140 | +140 | 2130 | 2500 | 3310—2360= =950 мм; |
| 1550 | | 25 | 0,75 | 50 | 4,5 | 4 | 3 | 7 | 350 | -560 | -560 | 5210 | 5000 | 6510—5560= =950 мм |

Примечания: 1. Расчеты конденсатопроводов до бачков — сепараторов пара, а также систем, использующих пар второго вскипания и пролетный пар из бачков-сепараторов, в данном примере не рассматриваются.
2. Длины $l_{экр}$, эквивалентные потерям на местные сопротивления, принимают по табл. 46.10 и 46.11 раздела IX.

p_6 — давление в конце конденсатопровода, кгс/см² (при возврате конденсата в открытый конденсатный бак $p_6 = 0$);
 Δh — разность отметок конца и начала конденсатопровода, м (со знаками плюс или минус в зависимости от соотношения величин отметок);
 Δp — потеря давления на трение и местные сопротивления в конденсатопроводе (от бачка-сепаратора до конденсатного бака), кгс/см².

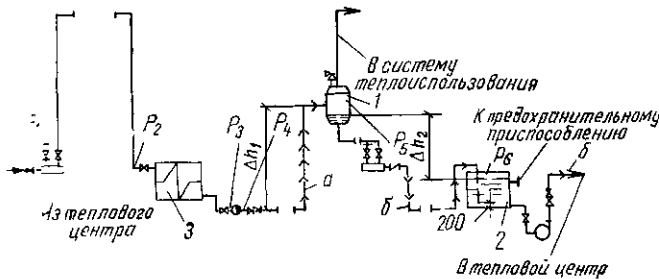


Рис. 14.8. Обозначения расчетных давлений в паро- и конденсатопроводе

а — двухфазный конденсатопровод; б — напорный конденсатопровод; 1 — бачок-сепаратор; 2 — конденсатный бак; 3 — система отопления высокого давления

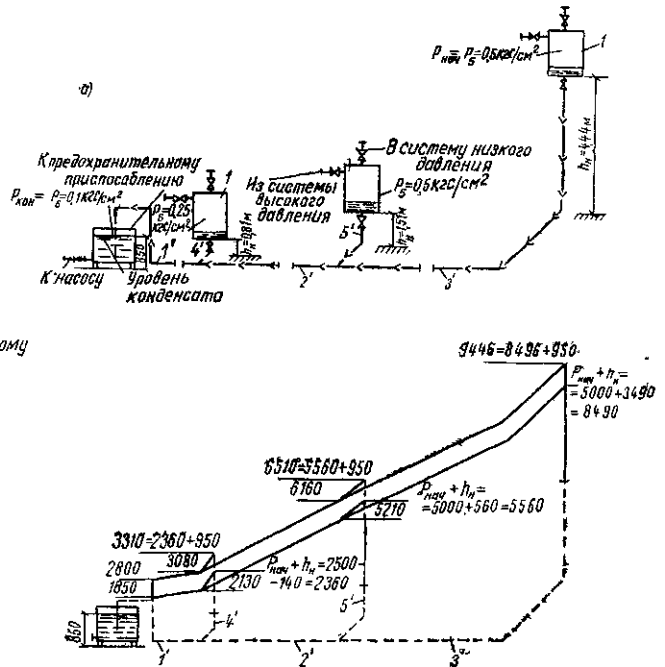


Рис. 14.9. Схема напорного конденсатопровода (а) от параллельно работающих бачков — сепараторов пара — и пьезометрический график (б)

1 — бачки-сепараторы

Давление в бачке-сепараторе принимают не более 5 кгс/см².

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсатопровода определяют по формуле (14.11), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатопроводу, а к данному участку.

Диаметры напорных конденсаторов следует определять:

а) при открытых схемах систем парового отопления — по табл. 46.9 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости $k=1$ мм;

б) при закрытых схемах — по табл. 46.8 раздела IX, составленной с учетом величины абсолютной шероховатости $k=0,5$ мм.

Скорости движения конденсата в напорных конденсаторах принимают максимально возможными по располагаемому напору.

Пример 14.3. Рассчитать напорный конденсатор для схемы, показанной на рис. 14.9.

Численные значения для участка I' взяты из граф 2, 8 и 13 табл. 14.6. Давление в конденсатном баке $p_6=p_{\text{кон}}=1000$ кгс/м². Давления в баках-сепараторах приняты: на участках 3' и 5' (в целях возможно более низкой их установки) — предельно допустимые $p_3=p_{\text{нач}}=0,5$ кгс/см²; на участке 4' (при заданной по конструктивным соображениям высоте расположения бака $h_H=0,81$ м) — $p_4=p_{\text{нач}}=0,25$ кгс/см²; на участке I' — 850 мм.

Конденсаторовод располагают непосредственно над полом. Решение. Конденсаторовод рассчитывают на бланке табл. 14.6

Высоты расположения баков-сепараторов должны быть: на участке 3': $h_H=3280+5210-5000=3490$ мм; для запаса устанавливают бак на высоте 4440 мм (запас 950 мм); на участке 5': $h_H=350+5210-5000=560$ мм; для запаса устанавливают бак на высоте 1510 мм (запас 950 мм); на участке 4': $h_H=230+2130-2500=140$ мм; для запаса устанавливают бак на высоте 810 мм (запас 810—(—140)=950 мм).

Высоту установки баков условно вычислили от уровня пола до их дна, учитывая, что баки могут быть заполнены конденсатом на 20% объема. Это компенсирует превышение оси конденсаторовода над полом.

Г. ДВУХФАЗНЫЕ КОНДЕНСАТОПРОВОДЫ

Расчетный объем конденсата, л/ч, для каждого участка конденсаторовода определяют по формуле

$$V_k = \frac{Q_{\text{нач}}}{\rho_{\text{см}} \gamma_k} \quad (14.12)$$

Значения величин те же, что и в формуле (14.9). Начальное давление, кгс/см², после конденсатороводчика или подпорной шайбы, устанавливаемых за теплообменником, определяют по формуле

$$p_4 = p_5 + 0,1\Delta h + \Delta p, \quad (14.13)$$

где p_5 — давление в конце конденсаторовода или в баке-сепараторе (или в цеховом конденсатном баке, обозначаемое в этом случае p_6), кгс/см². Значения Δh и Δp те же, что и в формуле (14.11).

Давление в начале каждого рассчитываемого участка конденсаторовода определяют по формуле (14.13), считая, что входящие в нее величины относятся не ко всему конденсатороводу, а к данному участку. При этом указывают вместо p_4 $p_{\text{нач}}$ и вместо p_5 (или p_6) $p_{\text{нов}}$.

Диаметры двухфазных конденсаторовода определяют так же, как и диаметры напорных конденсаторовода, с пересчетом по формуле

$$d_{\text{см}} = \mu d_k, \quad (14.14)$$

где d_k — диаметр конденсаторовода, принимаемый по табл. 46.8 или 46.9 раздела IX.

μ — поправочный коэффициент, принимаемый по табл. 14.7.

Табл. 14.7 составлена по формуле

$$\mu = 0,9 \sqrt[5,25]{\frac{1000}{\rho_{\text{см}}}} \quad (14.15)$$

где $\rho_{\text{см}}$ — плотность пароконденсатной смеси, кг/м³ (табл. 14.8).

При использовании формулы (14.14) потери давления, подсчитанные для случая перемещения конденсата, остаются неизменными и при перемещении двухфазной смеси.

При ориентировочных расчетах, когда не требуется увязка давлений в местах слияния двухфазной смеси, диаметры конденсаторовода систем парового отопления высокого давления принимают по графам 4, 5 и 6 табл. 14.4.

Максимальную высоту подъема конденсата после конденсатороводчиков принимают не более 8 м.

Пример 14.4. Рассчитать двухфазный конденсаторовод для закрытой схемы системы отопления (см. рис. 14.7).

Тепловая нагрузка ($Q_{\text{нач}}=Q_{\text{кон}}+Q_{\text{пот}}$ — ккал/ч), теплота испарения по участкам конденсаторовода и давление перед теплообменниками p_2 принимаются по табл. 14.3; длины конденсаторовода — по рис. 14.7; давление в конденсатном баке $p_{\text{кон}}=0,25$ кгс/см².

ПОПРАВочный КОЭФФИЦИЕНТ μ

ТАБЛИЦА 14.7

| Давление пара перед теплообменником p_2 , кгс/см ² | Значения поправочного коэффициента μ при давлении в конце расчетного участка конденсаторовода p_H , кгс/см ² | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|
| | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,5 | 2 |
| 0,1 | 1,4 | | | | | | | | | | | | |
| 0,2 | 1,6 | 1,4 | | | | | | | | | | | |
| 0,3 | 1,7 | 1,6 | 1,3 | | | | | | | | | | |
| 0,4 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,3 | | | | | | | | | |
| 0,5 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,3 | | | | | | | | |
| 0,6 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | | | | | | | |
| 0,7 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | | | | | | |
| 0,8 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | | | | | |
| 0,9 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | | | | |
| 1 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | | | |
| 1,5 | 2,25 | 2,2 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,6 | | |
| 2 | 2,3 | 2,25 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,5 | |
| 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,25 | 2,25 | 2,2 | 2,1 | 2 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,4 |
| 3 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,25 | 2,25 | 2,2 | 2,1 | 2 | 2 | 2 | 1,9 | 1,8 | 1,6 |
| 3,5 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,25 | 2,25 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2 | 1,8 | 1,7 |
| 4 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,25 | 2,2 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,9 | 1,8 |
| 5 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,3 | 2,3 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2 | 1,9 |

ТАБЛИЦА 14 8

ПЛОТНОСТЬ ПАРОКОНДЕНСАТНОЙ СМЕСИ $\gamma_{см}$

| z | Плотность пароконденсатной смеси, кг/м ³ , при различных p_2 | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2 | 2,5 | 3 |
| 91 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | 111 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | 55 | 125 | | | | | | | | | | |
| 25 | | 38 | 62 | 125 | | | | | | | | | |
| 21 | | 29 | 42 | 67 | 142 | | | | | | | | |
| 18 | | 24 | 33 | 50 | 83 | 167 | | | | | | | |
| 16 | | 21 | 28 | 37 | 53 | 83 | 200 | | | | | | |
| 14 | | 18 | 24 | 31 | 42 | 62 | 91 | 200 | | | | | |
| 13 | | 16 | 20 | 27 | 34 | 48 | 66 | 100 | 200 | | | | |
| 12 | | 15 | 19 | 23 | 29 | 38 | 50 | 66 | 111 | 200 | | | |
| 9 | | 10 | 12 | 15 | 17 | 21 | 25 | 29 | 36 | 43 | 56 | | |
| 7 | | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 23 | 26 | 30 | 71 | |
| 6 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 22 | 42 | 83 |
| 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 15 | 17 | 29 | 45 |
| 5 | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 | 23 | 31 |
| 4 | | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 19 | 24 |
| 4 | | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 14 | 20 |

Примечания: 1. $\gamma_{см} = \frac{1000}{1 + G \sigma}$

z — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т;

σ — удельный объем 1 кг пара при давлении p_2 , м³/кг;

p — начальное давление, p_2 — конечное давление, ата

ТАБЛИЦА 14 9

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДВУХФАЗНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ
(РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК)

| № участка | $Q_{нач} = Q_{кон} + Q_{пот}$, ккал/ч | $r_{ср}$, ккал/кг | $G_{к} = Q_{нач} / r_{ср} \gamma_{к}$, кг/ч | d_k , мм | v , м/с | R , кгс/(м ² пог м) | $\Sigma \xi$ | $l_{экв}$ | l | $l_{общ} = l_{экв} + l$ |
|-----------|--|--------------------|--|------------|-----------|----------------------------------|--------------|-----------|-----|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1* | 1 618 000 | 504 | 3210 | 32 | 0,9 | 52 | 3 | 4 | 47 | 51 |
| 2* | 1 403 800 | 507 | 2770 | 32 | 0,76 | 36,5 | 5 | 6 | 70 | 76 |
| 3* | 937 800 | 512 | 1830 | 32 | 0,51 | 16,5 | 4 | 5 | 45 | 50 |
| 4* | 467 000 | 517 | 903 | 20 | 0,7 | 60 | 15 | 8 | 40 | 48 |
| 5* | 453 800 | 516 | 880 | 20 | 0,68 | 57 | 10 | 6 | 12 | 18 |
| 6* | 453 000 | 510 | 888 | 20 | 0,68 | 57 | 10 | 6 | 12 | 18 |
| 7* | 154 800 | 506 | 305 | 15 | 0,45 | 38 | 9 | 4 | 10 | 14 |
| 7* | 78 000 | 508 | 154 | 15 | 0,22 | 9,6 | 9 | 4 | 3 | 7 |
| 7* | 75 800 | 507 | 149 | 15 | 0,21 | 9,1 | 9 | 4 | 17 | 21 |

Продолжение табл. 14 9

| № участка | $\Delta p = R l_{общ}$ | | $v_{кон}$, кгс/см ³ | $\Delta h = h_k - h_v$, м | $0,1 \Delta h$, кгс/см ³ | $p_{нач}$, кгс/см ² | Давление p_2 перед теплообменником требуемое/располагаемое, кгс/см ² | μ | $d_{см}$, мм |
|-----------|------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---|-------|---------------|
| | кгс/м ² | кгс/см ³ | | | | | | | |
| 1 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1* | 2650 | 0,265 | 0,25 | 2 | 0,2 | 0,715 | 1,52/2 | 2,15 | 89×3,5 |
| 2* | 2700 | 0,277 | 0,715 | —b | —0,6 | 0,392 | 1,52/2 | 1,9 | 76×3 |
| 3* | 825 | 0,082 | 0,392 | — | — | 0,471 | 1,52/2 | 2,1 | 76×3 |
| 4* | 2880 | 0,288 | 0,474 | 3 | 0,3 | 1,062 | 1,52/2 | 2,05 | 50 |
| 5* | | 0,912 | 0,25 | | —0,1 | 1,062 | | | |
| 6* | 1026 | 0,103 | 0,474 | 3 | 0,3 | 0,877 | 1,25/2,16 | 2,06 | 50 |
| 7* | 1028 | 0,103 | 0,392 | 3 | 0,3 | 0,795 | 1,13/2,83 | 2,23 | 50 |
| 7* | 532 | 0,053 | 0,715 | —1 | —0,1 | 0,668 | 0,95/3,65 | 2,22 | 32 |
| 7* | 67 | 0,007 | 0,668 | —1 | —0,1 | 0,575 | 0,82/3,25 | 2,17 | 20 |
| 7* | 191 | 0,019 | 0,668 | —1 | —0,1 | 0,587 | 0,84/3,48 | 2,22 | 20 |

Решение. Конденсатопровод рассчитывается по табл. 14.9, начиная с участка, имеющего наибольшую тепловую нагрузку. Величина $p_{нач}$ определяется как сумма величин, указанных в графах 13, 14 и 16:

$$p_{нач} = \Sigma R l_{общ} + p_{кон} + \Sigma (p_k - p_n) \cdot 0,1 = 0,912 + 0,25 - 0,1 = 1,062 \text{ кгс/см}^2,$$

и представляет собой давление, которое должно быть предусмотрено после конденсатоотводчика в начале участка 4'.

При $p_{нач} = 1,062 \text{ кгс/см}^2$ давление перед теплообменником $p_2 = 1,062 \cdot 0,7 = 1,52 \text{ кгс/см}^2$ (минимально необходимое).

Согласно расчету паропровода, фактически располагаемое в конце участка IV давление $p_2 = 2 \text{ кгс/см}^2$.

В графе 18 приведены: в числителе — минимально требуемые давления, в знаменателе — располагаемые давления (по расчету паропроводов).

Коэффициенты μ (графа 19) для участков I'—4' определены при $p_2 = 2 \text{ кгс/см}^2$ и $p_{кон}$ на участках. По коэффициентам μ определены $d_{см}$ (графа 20).

Аналогично изложенному определены диаметры труб на участках 5'—7'.

Ввиду того что на участках 7', 7'' и 7''' при $d_k = 15 \text{ мм}$ получены малые величины скоростей, соответствующие диаметры $d_{см}$ приняты с некоторым уменьшением.

14.8. Указания по выбору и расчету оборудования

Указания по выбору, размещению и расчету нагревательных приборов даны в главе 12.

А. КОНДЕНСАТООТВОДЧИКИ

Для удаления конденсата от потребителей пара в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и пароснабжения рекомендуется применять преимущественно термодинамические конденсатоотводчики (приложение XI), которые устойчиво работают при начальном давлении свыше 1 кгс/см^2 и противодавлении до 50% (при постоянном и переменном режимах расхождения пара теплопотребляющими аппаратами).

При установке термодинамических конденсатоотводчиков следует предусматривать надежное удаление из системы отопления воздуха, так как при попадании его под тарелку конденсатоотводчика надежность его работы снижается.

При начальном давлении менее 1 кгс/см^2 рекомендуется устанавливать конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком, которые надежно работают при перепаде давлений более $0,5 \text{ кгс/см}^2$ (при постоянном и переменном режимах расхождения пара).

При перепаде давлений $0,1 \text{ кгс/см}^2$ и выше могут применяться термостатические конденсатоотводчики типа 45кчббр, работающие при начальном давлении до 6 кгс/см^2 и противодавлении до 50%. Эти конденсатоотводчики предназначены для установки непосредственно у потребителей пара.

При давлении пара до $0,5 \text{ кгс/см}^2$ для отвода конденсата могут применяться гидравлические затворы (нетли).

При выборе термодинамических конденсатоотводчиков и конденсатоотводчиков с опрокинутым поплавком, подбираемых по коэффициенту пропускной способности K_v , расчетное количество конденсата принимается равным

$$G = G_{\text{макс.расч}}$$

где $G_{\text{макс.расч}}$ — максимальный расчетный расход пара, кг/ч.

Для конденсационных горшков типа 5С-1ВКЗ, подбираемых по формуле инж. Строганова, расчетное количество конденсата, кг/ч, соответствует

$$G = 3,5 \div 4 G_{\text{макс.расч}}$$

Давление пара перед конденсатоотводчиком p_3 , кгс/см², следует принимать равным 95% давления пара перед теплопотребляющим аппаратом p_2 , за которым устанавливается отводчик, т. е.

$$p_3 = 0,95 p_2.$$

При определении величины давления пара для конденсатоотводчиков, установленных далеко от теплопотребляющих аппаратов, следует учитывать потери давления в трубопроводе на участке между аппаратом и конденсатоотводчиком.

Давление пара p_4 , кгс/см², после конденсатоотводчика следует принимать:

а) при выдавливании конденсата — не более 50% давления пара p_2 после теплопотребляющего аппарата, за которым устанавливается конденсатоотводчик;

$$p_4 = 0,5 p_2;$$

б) при свободном сливе конденсата — равным атмосферному ($p_4 = 0$).

Схема установки конденсатоотводчиков приведена на рис. 14.10.

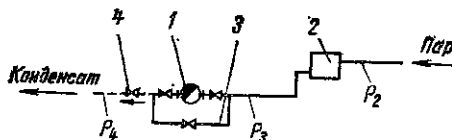


Рис. 14.10. Схема установки конденсатоотводчика
1 — конденсатоотводчик; 2 — прибор; 3 — обводная линия; 4 — обратный клапан, устанавливаемый только при подъеме конденсата

Конденсатоотводчик подбирается в зависимости от его типа и производительности, а также от перепада давлений до и после него.

1. Термодинамические и термостатические конденсатоотводчики, а также конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком подбираются по коэффициенту пропускной способности.

Коэффициент пропускной способности, т/ч, по заданному расходу определяется:

а) при $t_n/t_N = 0,85...1$ по формуле

$$K_v = \frac{G}{0,50 \sqrt{\Delta p \gamma_t}} \quad (14.16)$$

где G — расчетное количество конденсата, т/ч;
 K_v — коэффициент пропускной способности конденсатоотводчика по холодной воде, т/ч;
 γ_t — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчики при данной температуре, г/см³.

Примечание. Под средой понимается конденсат при параметрах, соответствующих давлению пара перед конденсатоотводчиком:

Δp — перепад давлений на конденсатоотводчике, кгс/см²;

t_k — температура конденсата, °С;

t_n — температура насыщения пара, °С;

б) при значительном переохлаждении конденсата в теплоиспользующем аппарате, когда $t_n/t_N < 0,85$, по формуле

$$K_v = \frac{G}{\sqrt{\Delta p \gamma_t}} \quad (14.17)$$

коэффициент пропускной способности $K_{v \text{ макс}}$ определяется конструкцией проточной части конденсатоотводчика численно равен расходу жидкости, т/ч, с плотностью γ /см³, протекающей через конденсатоотводчик в максимальном его открытии и перепаде давления 1 кгс/см².

Значна $K_{v \text{ макс}}$ для конденсатоотводчиков приводятся в технических данных.

Производительность конденсатоотводчиков с отплавком типа 5С-1БКЗ по холодному конденсату определяется по формуле инж. Строганова или по формуле (рис. 14.11)

$$G = 32d^2 \sqrt{p_3 - p_4} \quad (14.18)$$

G — производительность конденсатоотводчика, кг/ч;

d — диаметр клапанного отверстия, мм;

p_4 — давление соответственно перед и после конденсатоотводчика, кгс/см².

и определении фактической пропускной способности конденсатоотводчиков по горячему конденсату вводят понижающий коэффициент при перепадах:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| 2 кгс/см ² | 1/3,5 = 0,286 |
| е 2 → | 1/4 = 0,25 |

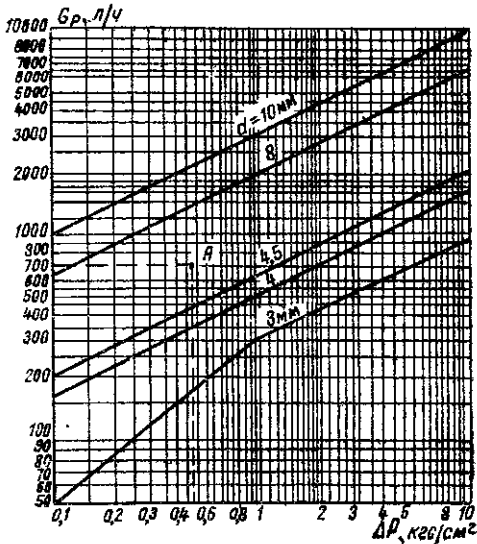


Рис. 14.11. Номограмма для подбора конденсатоотводчика с открытым поплавком

Пример 14.5. Подобрать конденсатоотводчик для системы парового отопления при следующих условиях: максимальное расчетное количество пара $G_{\text{ макс. расч.}} = 650 \text{ кг/ч} = 0,65 \text{ т/ч}$; давление пара перед нагревательными приборами $p_2 = 4 \text{ кгс/см}^2$, конденсат после конденсатоотводчика поступает в трубопровод с противодавлением $p_4 = 1,6 \text{ кгс/см}^2$ и $t_{\text{к/тн}} = 1$.

Решение. Определяем давление пара перед конденсатоотводчиком:

$$p_3 = 0,95 p_2 = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ кгс/см}^2.$$

Находим перепад давлений до и после конденсатоотводчика:

$$p = p_3 - p_4 = 3,8 - 1,6 = 2,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Подбор конденсатоотводчика ведем по коэффициенту пропускной способности.

8*

$$K_v = \frac{G}{0,5 \sqrt{\Delta p \gamma_t}}$$

где γ_t — плотность среды, проходящей через конденсатоотводчик, равная 0,925 г/см³.

$$K_v = \frac{0,65}{0,5 \sqrt{2,2 \cdot 0,925}} = 0,92 \text{ т/ч.}$$

Принимаем к установке термодинамический конденсатоотводчик типа 45х12ж с условным проходом $d_y = 20 \text{ мм}$, имеющим $K_{v \text{ макс}} = 1$.

Б. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЗАТВОРЫ

Для отвода конденсата из паропроводов систем парового отопления низкого давления в конечных точках системы устанавливают гидрозатворы (петли V-образной формы), соединяющие паропроводы со сборным конденсатоотводом.

Гидравлические затворы изготовляют из труб (рис. 14.12).

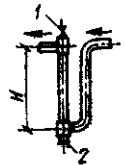


Рис. 14.12. Гидравлический затвор

1 — кран для продувки с $d = 1/2''$; 2 — пробка для спуска грязи

Высота гидравлического затвора, м, определяется по формуле

$$H = 10(p_3 - p_4) + 0,15 \quad (14.19)$$

где p_3 — давление пара в точке присоединения гидравлического затвора, кгс/см² (абс.);

p_4 — давление пара в конденсатопроводе, кгс/см² (абс.).

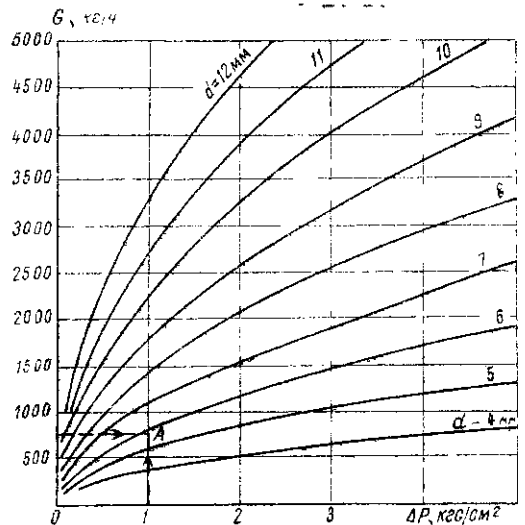


Рис. 14.13. Номограмма для определения диаметра отверстия d подпорной шайбы

При свободном сливе конденсата $p_4=1$ кгс/см². Диаметр трубы гидравлического затвора d определяют исходя из условия пропуска максимального количества конденсата со скоростью 0,2—0,3 м/с.

Подпорные шайбы применяют в конденсатопроводах теплообменных аппаратов при давлении перед шайбой до 6 кгс/см², когда колебания расхода пара не превышают 30%.

Подпорные шайбы неприменимы:

а) для дренажа конденсата в паропроводах;

б) если при уменьшении тепловой нагрузки уменьшается теплоотдающая поверхность теплообменного аппарата.

Диаметр отверстия, мм, подпорной шайбы для конденсата с $\gamma=1000$ кг/м³ определяют по номограмме (рис. 14 13) или по формуле

$$d = 0,21 \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta p}}, \quad (14.20)$$

где G — расход конденсата, кг/ч;

Δp — разность давлений, кгс/см², до и после шайбы,

$$p = p_3 - p_4$$

Схема установки подпорных шайб приведена на рис. 14 14

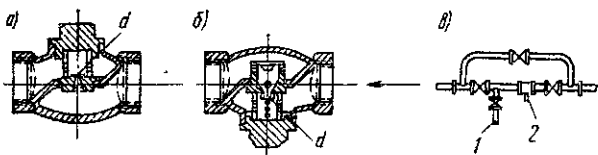


Рис. 14 14 Схема установки подпорных шайб

а — без обратного клапана; б — с обратным клапаном, в — общий вид установки, 1 — контрольный штуцер с $d=15$ мм, 2 — подпорная шайба

В. РЕДУКЦИОННЫЕ КЛАПАНЫ

Подбор редукционных клапанов типа 18ч2бр (приложение XI) производится по номограмме (рис. 14 15) в зависимости от перепада давлений и расхода пара. Необходимо учитывать, что одним редукционным клапаном давление можно снизить не более чем в 5 раз, т.е. $p_1/p_2 \leq 5$. При большем перепаде следует устанавливать два клапана последовательно.

Рабочая среда подается под золотник. На паропроводе до редукционного клапана и за ним должны быть установлены запорные вентили с обводным устройством. За клапаном должны быть установлены предохранительный клапан и манометр для контроля за величиной давления в паропроводе.

Клапан устанавливается на горизонтальном трубопроводе в вертикальном положении маховиком вниз.

Пример 14.6. Определить диаметр редукционного клапана при $p_1=4,5$ кгс/см², $p_2=2,5$ кгс/см² и $G=450$ кг/ч. Пар насыщенный.

Решение. По номограмме из точки А (соответствующей $p_1=4,5$ кгс/см²) проводим кривую до пересечения с прямой, проведенной из точки В (соответствующей $p_2=2,5$ кгс/см²). Полученную точку С сносим влево и находим расход пара $g=168$ кг/(ч см²). Сечение клапана должно быть

$$f = \frac{G}{g} = \frac{450}{168} = 2,7 \text{ см}^2.$$

По табл. IX 1 приложения IX принимаем D_y редукционного клапана равным 30 мм ($f=5,3$ см²).

Пример 14.7. Определить диаметр редукционного клапана

при $p_1=9$ кгс/см², $p_2=5,5$ кгс/см² и $G=2000$ кг/ч. Температура перегретого пара 320 °С.

Решение. По номограмме из точки Г (соответствующей $p_1=9$ кгс/см²) проводим кривую ГДЕ до пересечения с прямой, проведенной из точки И (соответствующей $p_2=5,5$ кгс/см²). Полученную точку Ж сносим влево и находим $g=230$ кг/(ч см²). Сечение клапана должно быть не менее

$$f = \frac{2000}{230} = 8,7 \text{ см}^2$$

По табл. IX 1 приложения IX принимаем D_y редукционного клапана равным 80 мм ($f=13,2$ см²).

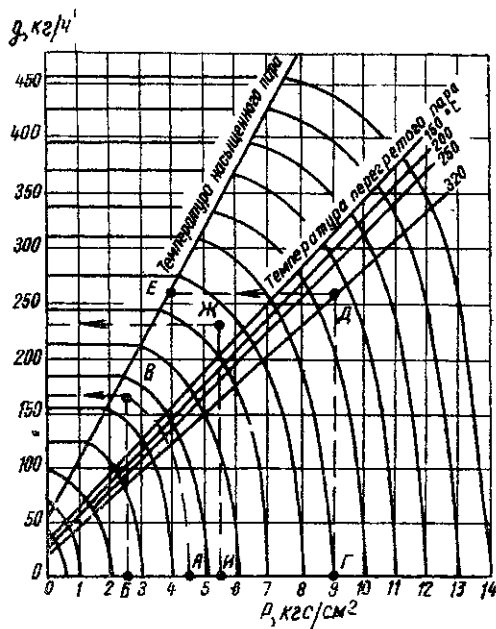


Рис. 14 15 Номограмма для подбора редукционных клапанов

Г. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ

Взамен гидравлических предохранительных выкидных приспособлений на паровых котлах любых типов, конструкций и паропроизводительностей, рабочее избыточное давление в которых не превышает 0,7 кгс/см², применяют клапаны КСШ-0,7-810 (приложение IX).

Для предотвращения повышения давления сверх 0,7 кгс/см² на стационарных котлах, резервуарах и трубопроводах для воды и пара при температуре до 225 °С применяют клапаны предохранительные рычажно-грузовые малоподъемные фланцевые чугунные на $P_y=16$ кгс/см² (приложение IX).

Диаметр прохода, см, клапана на вводе паропровода в здание определяют по формуле

$$d = \frac{0,006G}{h(p+1)}, \quad (14.21)$$

где G — наибольший расход пара, кг/ч;

h — высота подъема клапана, см (принимается равной 0,05d);

p — давление пара на вводе, кгс/см².

Примечание. Диаметры дроссельных шайб, устанавливаемых на паропроводах для уязки давлений, допускается подбирать по номограмме (см. рис. 14 15), толщина шайб должна быть $\delta_{ш} > 1,30 d_{вн}$ трубы, но не менее 2 мм.

Диаметр предохранительного клапана должен быть не менее диаметра выкидной трубы — не менее диаметра самого клапана. Установка запорной арматуры на выкидной трубе не допускается.

Д. БАЧКИ-СЕПАРАТОРЫ

Уровень конденсата в бачках-сепараторах, считая от уровня пола помещения, не должен превышать 5 м. Для того же объем конденсата в них должен занимать не более 20% общего объема бачка.

Давление пара в бачках-сепараторах принимают в пределах 0,5 кгс/см².

Емкость бачка-сепаратора, м³, определяют по формуле

$$V = 0,0005vGx, \quad (14.22)$$

где v — удельный объем пара при соответствующем давлении в бачке, м³/кг;
 G — расход конденсата во всех подключенных конденсатопроводах, кг/ч;
 x — содержание пара по массе в долях единицы. Значение x определяют по формуле

$$x = 0,001(G_{в.в} + G_{пр.п}), \quad (14.23)$$

где $G_{в.в}$ и $G_{пр.п}$ — количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, кг/т.

Количество пара вторичного вскипания и пролетного пара, прошедшего через теплообменники, определяют по табл. 14.10.

ТАБЛИЦА 14.10

КОЛИЧЕСТВО ПАРА ВТОРИЧНОГО ВСКИПАНИЯ И ПРОЛЕТНОГО ПАРА, ПРОШЕДШЕГО ЧЕРЕЗ ТЕПЛОБМЕННИК ($G_{в.в} + G_{пр.п}$)

| Давление пара перед теплообменником p_0 , кгс/см ² | Количество пара, кг/т, при давлении p_n , кгс/см ² , в точке отбора | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,5 | 2 | |
| 0,1 | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,2 | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 0,3 | 17 | 11 | | | | | | | | | | | | |
| 0,4 | 22 | 16 | 5 | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 27 | 21 | 10 | 5 | | | | | | | | | | |
| 0,6 | 31 | 25 | 16 | 10 | 5 | | | | | | | | | |
| 0,7 | 35 | 30 | 20 | 14 | 9 | 4 | | | | | | | | |
| 0,8 | 40 | 34 | 24 | 19 | 14 | 9 | 4 | | | | | | | |
| 0,9 | 44 | 38 | 28 | 23 | 18 | 13 | 9 | 4 | | | | | | |
| 1 | 48 | 42 | 33 | 27 | 22 | 17 | 13 | 9 | 4 | | | | | |
| 1,5 | 65 | 60 | 46 | 36 | 31 | 26 | 21 | 17 | 13 | 8 | 4 | | | |
| 2 | 83 | 76 | 55 | 49 | 45 | 40 | 35 | 31 | 27 | 23 | 19 | 17 | | |
| 2,5 | 97 | 91 | 66 | 61 | 56 | 52 | 48 | 43 | 39 | 35 | 31 | 27 | 23 | 19 |
| 3 | 111 | 105 | 81 | 76 | 71 | 67 | 62 | 58 | 54 | 50 | 46 | 42 | 38 | 34 |
| 3,5 | 124 | 118 | 94 | 90 | 85 | 81 | 76 | 72 | 68 | 64 | 60 | 56 | 52 | 48 |
| 4 | 136 | 130 | 107 | 103 | 98 | 94 | 90 | 85 | 82 | 78 | 75 | 71 | 67 | 63 |
| 5 | 159 | 153 | 125 | 120 | 115 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 | 90 | 86 | 82 | 78 |
| | | | 143 | 138 | 133 | 129 | 125 | 121 | 117 | 114 | 110 | 106 | 102 | 98 |

Е. КОНДЕНСАТНЫЕ БАКИ

Емкость конденсатных баков для систем парового отопления низкого давления принимают равной: 1-часовому расходу — при наличии центробежного насоса и 2-часовому — при перекачке конденсата в котел ручным насосом.

Емкость конденсатных баков для сбора конденсата в местных системах отопления и перекачки его на тепловой пункт принимают равной: 15-минутному расходу — при автоматическом управлении насосами и 30-минутному — при ручном управлении.

Давление паровой подушки в местных конденсатных баках принимают равным 0,05—0,15 кгс/см².

Водяная часть в баке должна составлять не более 80% объема бака.

Давление, кгс/см², создаваемое насосом при перекачке конденсата в котел систем низкого давления, определяется по формуле

$$p = p_n + 0,1\Delta h + \Delta p + 1, \quad (14.24)$$

где p_n — давление в котле, кгс/см²;
 Δh — разность отметок нижнего уровня воды в конденсатном баке и уровня воды в котле или высшей точке питательного трубопровода, м;
 Δp — потери давления в питательном трубопроводе, кгс/см².

Разность высот, м, между нижним уровнем конденсата в баке и осью насоса для предупреждения кавитации должна соответствовать

$$H \geq \frac{p_n + \Delta p + (p_t - p_n) - p_{к.б}}{\gamma_k}, \quad (14.25)$$

где p_n — давление насыщенного пара, соответствующее температуре перекачиваемого конденсата, кгс/м² (см. табл. 1.3);

Δp — потери давления во всасывающем трубопроводе, кгс/м²;

p_t — давление насыщенного пара, соответствующее температуре конденсата, увеличенной на 5°, кгс/м²;

$p_{к.б}$ — давление над поверхностью конденсата в конденсатном баке, кгс/м²;

γ_k — плотность конденсата, кг/м³.

Ж. НАСОСЫ ДЛЯ ПЕРЕКАЧКИ КОНДЕНСАТА

Для перекачки конденсата из отдельных конденсатных баков на тепловой пункт на общем конденсатопроводе устанавливают параллельно работающие насосы (по два на каждый конденсатный бак).

Производительность каждого насоса принимают равной часовому расходу конденсата.

Для перекачки конденсата из конденсатного бака в паровой котел систем отопления низкого давления устанавливают один насос производительностью, равной 2-часовому расходу конденсата.

Если при этом величина H получится отрицательной, значит для нормальной работы насоса подпор не требуется и возможна работа насоса на всасывание. Глубину всасывания в этом случае можно принимать меньшей или равной H , но не превышающей вакуумметрическую высоту всасывания, указанную в каталоге насосов.

Глава 15. ВОЗДУШНОЕ ОТОПЛЕНИЕ¹

15.1. Общие сведения

Воздушное отопление рекомендуется применять для помещений производственного, общественного и вспомогательного назначения.

В децентрализованных системах воздушного отопления нагрев и циркуляция воздуха в помещении осуществляется воздушно-отопительными агрегатами (см. приложение XIII). В отапливаемом помещении рекомендуется устанавливать не менее двух агрегатов. Воздух из агрегатов выпускается, как правило, выше рабочей зоны. Отопление агрегатами осуществляется в тех случаях, когда отсутствует приточная вентиляция или объем приточного воздуха незначителен.

В централизованных системах воздушного отопления используются вентиляционные камеры, при этом воздух по воздуховодам поступает в приточные воздухо-распределительные устройства, через которые выпускается в отапливаемое помещение. Воздух в помещение раздается одной или несколькими горизонтальными компактными струями. Конструкция воздухо-распределителя должна обеспечивать изменение угла подачи струи воздуха в вертикальной плоскости. Для установки минимального числа воздухо-распределительных устройств следует применять воздухо-распределители с большими значениями скоростных коэффициентов m (табл. 15.1), устанавливая их выше рабочей зоны помещения.

Воздухораспределение следует проектировать так, чтобы обеспечивать движение обратного потока воздуха через рабочую зону.

Места выпуска воздуха следует назначать так, чтобы воздушные струи не встречали на своем пути массивных строительных конструкций или оборудования. Расстояние от мест выпуска воздуха до возможных препятствий должно быть не менее удвоенной высоты помещения.

Выпуск воздуха рекомендуется осуществлять: при высоте помещения менее 8 м — настилающимися струями, более 8 м — ненастилающимися струями. Струя настиляется на потолок при выпуске воздуха от пола на расстоянии $h > 0,85 H$, где H — высота помещения, м. Ненастилающаяся струя образуется при $h = (0,35 \dots 0,65) H$.

Минимальное расстояние по вертикали от верхнего уровня рабочей зоны до места выпуска воздуха должно быть не менее $0,3 \sqrt{F_{\text{п}}}$, где $F_{\text{п}}$ — площадь поперечного сечения помещения, прилегающая на одну струю, м².

Воздух на рециркуляцию или вытяжку рекомендуется забирать из рабочей зоны со стороны мест выпуска. В исключительных случаях допускается забирать воздух из верхней зоны, что приводит к повышению расхода тепла на отопление. В отапливаемых помещениях желательно обеспечивать подпор в объеме 0,5 л/ч.

Расстояние в плане между агрегатами или воздухо-распределительными устройствами при установке их в ряд принимается не более трех высот помещения. При многорядной установке рекомендуется встречная раздача воздуха. Длина участка, обслуживаемого одной струей, принимается не более $m \sqrt{F_{\text{п}}}$ (рис. 15.1).

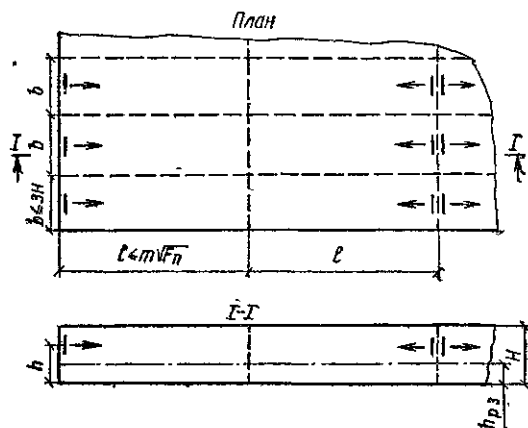


Рис. 15.1. Схема расположения мест выпуска воздуха в помещении

Следует учитывать, что при любых способах раздачи температура воздуха в рабочей зоне будет ниже расчетной, если количество тепла, поступающего с воздухом, принимается равным теплопотерям помещения.

15.2. Расчет систем воздушного отопления

А. ПОДБОР ВОЗДУШНО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Предварительно определяется количество агрегатов, устанавливаемых в помещении:

$$N = K \frac{Q}{Q_{\text{агр}}} \quad (15.1)$$

где $K = 1,1$ и $1,3$ — при заборе воздуха соответственно из рабочей зоны и верхней зоны помещения;

Q — расчетная тепловая мощность системы отопления помещения, ккал/ч;

$Q_{\text{агр}}$ — теплопроизводительность агрегата (см. приложение XIII).

Для принятого количества агрегатов вычисляется расчетная теплопроизводительность агрегата:

$$Q_{\text{агр}}^{\text{расч}} = K \frac{Q}{N} \quad (15.2)$$

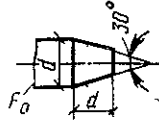


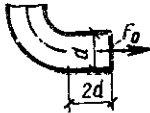

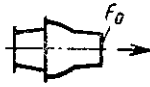

Температура воздуха, подаваемого в помещение, определяется по формуле

$$t_{\text{агр}} = t_{\text{рз}} + \frac{Q_{\text{агр}}^{\text{расч}}}{0,29 L_{\text{агр}}} \quad (15.3)$$

¹ По данным институтов Охраны труда ВЦСПС и ЦНИИПромздания.

ТАБЛИЦА 15.1

СКОРОСТНЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

| Воздухораспределитель | Схема | Значения коэффициентов при | | | |
|--|---|----------------------------|----------|---------------------|----------|
| | | ненастилающейся струе | | настилающейся струе | |
| | | <i>m</i> | <i>n</i> | <i>m</i> | <i>n</i> |
| Вихревая труба |  | 7,7 | 5,8 | 10,9 | 8,2 |
| Линейная труба |  | 6,8 | 4,8 | 9,6 | 6,8 |
| Труба с сеткой |  | 6 | 4,5 | 8,5 | 6,4 |
| Труба с отводом |  | 5,4 | 4,1 | 7,6 | 5,8 |
| Отвод с лопатками на повороте и спрямляющей решеткой на выходе |  | 5,4 | 4,1 | 7,6 | 5,8 |
| Трубопровод поворотный типа ПП |  | 6,6 | 4,5 | 9,3 | 6,4 |
| Решетки и сетки при коэффициенте живого сечения 0,5* | — | 6 | 4,2 | 8,5 | 5,9 |
| Конфузор за осевым вентилятором (площадь выхода — начальная) |  | 6 | 4,2 | 8,5 | 5,9 |

| Воздухораспределитель | Схема | Значения коэффициентов при | | | |
|---|-------|----------------------------|----------|---------------------|----------|
| | | ненастилающейся струе | | настилающейся струе | |
| | | <i>m</i> | <i>n</i> | <i>m</i> | <i>n</i> |
| Спрямяющая решетка непосредственно за осевым вентилятором | | 4,5 | 3,8 | 6,4 | 5,4 |
| Патрубок за осевым вентилятором | | 3,9 | 2,9 | 5,4 | 4,1 |
| Редкая сетка за осевым вентилятором в коротком патрубке | | 2,8 | 1,7 | 3,2 | 2,4 |

* За расчетную площадь F_0 принимается площадь живого сечения решетки.

Максимально допустимая температура подаваемого агрегатом воздуха рассчитывается по формуле

$$t_0 = t_{p,з} + 1300 \frac{v_0^2 \sqrt{F_0}}{m n F_n}, \quad (15.4)$$

где v_0 — начальная скорость воздуха, м/с, отнесенная к расчетной площади воздухораспределительного устройства F_0 (см. приложение XIII);

m и n — скоростной и температурный коэффициенты воздухораспределительного устройства (см. табл. 15.1).

Если полученная расчетом величина t_0 будет больше $t_{гр}$, то расчет закончен. При $t_0 < t_{гр}$ следует увеличить число агрегатов в помещении.

Б РАСЧЕТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В отличие от расчета воздушно-отопительных агрегатов (когда обеспечивается поддержание нормируемой температуры воздуха в рабочей зоне) при расчете централизованных систем воздушного отопления обеспечивается нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне помещения при максимально допустимой температуре подаваемого воздуха.

Находится требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_n^{гр} = \left[\frac{1350000V}{K l m n Q} \left(\frac{v_{норм}}{u} \right)^{3/2} \right]^2, \quad (15.5)$$

где V — внутренний объем отапливаемого помещения, м³;

l — длина зоны, обслуживаемой одной струей, м, которая принимается в пределах $0,5 m \sqrt{F_n} < l < m \sqrt{F_n}$;

$v_{норм}$ — нормируемая скорость воздуха в рабочей зоне, м/с;

u — относительная максимальная скорость воздуха в обратном потоке (табл. 15.2).

ТАБЛИЦА 15.2
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ \bar{u}

| Относительная скорость \bar{u} | 1,3 | 1,15 | 1,05 | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,65 |
|--|-----|------|------|---|------|-----|-----|-----|------|
| Число воздухораспределителей в ряду, N | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |

Величина F_n принимается не более полученной при соблюдении условия $b \leq 3H$ (см. рис. 15.1).

Определяется требуемая площадь воздухораспределителя:

$$F_0^{гр} = F_n \left(\frac{v_{норм}}{u_0} \right)^2, \quad (15.6)$$

Принимают исходя из акустических требований к помещению, но не более 15 м/с.
 На установке следует принимать воздухораспределитель ближайшего большего типоразмера.
 Величинами F_0 и v_0 рассчитывается количество подаваемого одним воздухораспределителем:

$$L_0 = 3600 F_0 v_0 \quad (15.7)$$

Изменяется температура подаваемого воздуха

$$t_0 = t_{p,z} + \frac{KQ}{0,29 L_0 N} \quad (15.8)$$

15.3. Примеры расчета воздушного отопления

Пример 15.1. Рассчитать систему отопления с примененным воздухоотопительных агрегатов СТД-300М в производственном цехе длиной 120 м, шириной 72 м и высотой $H=9$ м (рис. 15.2). Объемный расход воздуха в рабочей зоне $V=120 \cdot 72 \cdot 9 = 78\,000$ м³. Нормируемая температура воздуха в рабочей зоне $t_{p,z} = 16$ °С. Расчетная теплопотери $Q=1\,400\,000$ ккал/ч. Агрегаты устанавливаются полевой отметке.

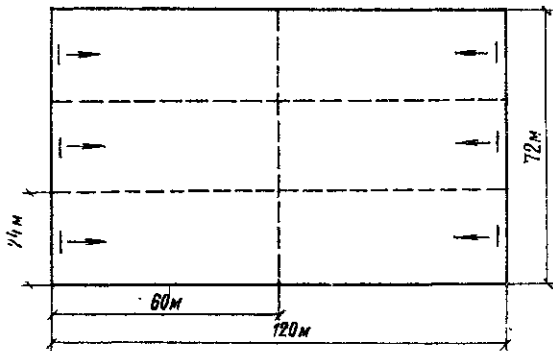


Рис. 15.2. План производственного цеха. Схема подачи воздуха агрегатами СТД-300М

Решение. Предварительно определяем количество агрегатов в цехе

$$N = 1,1 \frac{1\,400\,000}{278\,000} = 5,6.$$

При $K=1,1$, $Q_{агр} = 278\,000$ ккал/ч (см приложение XIII табл XIII 5) Принимаем к установке шесть агрегатов Тогда получим.

$$Q_{расч} = 1,1 \frac{1\,400\,000}{6} = 256\,000 \text{ ккал/ч.}$$

$$t_{агр} = 16 + \frac{256\,000}{0,29 \cdot 28\,800} = 47^\circ \text{C.}$$

где $L_{агр} = 28\,800$ м³/ч (см приложение XIII табл XIII 5)

Вычисляем по формуле (15.4) максимально допустимую температуру подаваемого воздуха.

$$t_0 = 16 + 1300 \frac{11,8^2 \sqrt{0,675}}{5,4 \cdot 4,1 \cdot 216} = 47^\circ \text{C.}$$

где $v_0 = 11,8$ м/с, $F_0 = 0,675$ м²; $m = 5,4$, $n = 4,1$ (см табл 15.1)

где $F_{п} = 24 \cdot 9 = 216$ м² (см рис 15.2)

Таким образом, требуемая температура подаваемого воздуха не превышает допустимой величины.

Пример 15.2. Рассчитать для условий примера 15.1 централизованную систему воздушного отопления. Воздух на рецирку-

ляцию забирается из верхней зоны цеха Нормируемая величина скорости воздуха в рабочей зоне $v_{норм} = 0,5$ м/с; $v_0 = 15$ м/с.

Решение. Принимаем, что воздух подает встречными параллельными струями. Воздухораспределители типа ПП устанавливаются вдоль продольных стен цеха ($l = 36$ м).

Требуемая площадь поперечного сечения помещения, приходящаяся на один воздухораспределитель:

$$F_{п}^{ТР} = \left[\frac{1\,350\,000 \cdot 78\,000}{1,3 \cdot 36 \cdot 6,6 \cdot 4,5 \cdot 1\,400\,000} \left(\frac{0,5}{0,85} \right)^3 \right]^2 = 120 \text{ м}^2,$$

где $K=1,3$ при заборе воздуха на рециркуляцию из верхней зоны; $m=6,6$; $n=4,5$ (см табл 15.1) и $u=0,85$ (см табл. 15.2) при предварительно принятых 11 воздухораспределителях в ряду.

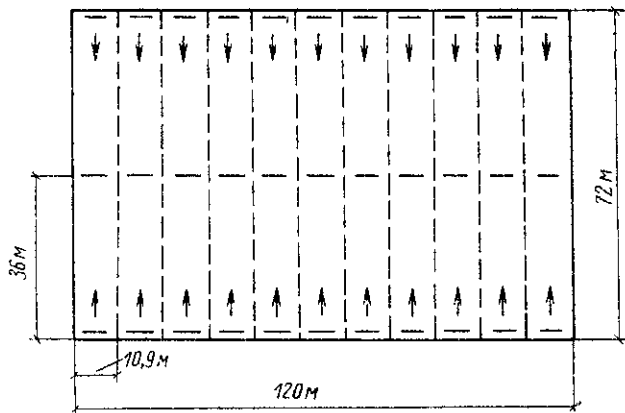


Рис. 15.3. Схема подачи воздуха воздухораспределителями типа ПП

Рассчитываем шаг установки воздухораспределителей:

$$b = \frac{F_{п}}{H} = \frac{120}{9} = 13,3 \text{ м.}$$

Окончательно принимаем к установке 11 воздухораспределителей в ряду (рис. 15.3), тогда $b = 120/11 = 10,9$ м.

Требуемая площадь воздухораспределителя

$$F_{0}^{ТР} = 10,9 \left(\frac{0,5}{15 \cdot 0,85} \right)^2 = 0,15 \text{ м}^2.$$

Принимаем к установке поворотные патрубки ПП5 ($F_0 = 0,16$ м²) по типовым чертежам серии 1.494-9.

Количество воздуха, подаваемого одним воздухораспределителем

$$L_0 = 3600 \cdot 0,16 \cdot 15 = 8650 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Температура подаваемого воздуха

$$t_0 = 16 + \frac{1,3 \cdot 1\,400\,000}{0,29 \cdot 8650 \cdot 22} = 49^\circ \text{C}$$

Глава 16. ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОЕ ОТОПЛЕНИЕ

16.1. Общие сведения

Панельно-лучистое отопление осуществляется с помощью плоских плит (бетонных панелей) или поверхностей бетонных ограждающих конструкций, в массив которых заделаны нагревательные элементы.

Совмещение нагревательных элементов с ограждающими конструкциями повышает степень индустриальной готовности систем панельно-лучистого отопления, снижает металлоемкость, стоимость и трудовые затраты

на их монтаж. Широкие возможности размещения нагревательных элементов этих систем отопления позволяют удовлетворить самые разнообразные технические и санитарно-гигиенические требования. На выбор способа обогрева помещений и схемы систем панельно-лучистого отопления решающее влияние оказывают конструктивно-планировочные решения зданий и технология изготовления укрупненных строительных элементов.

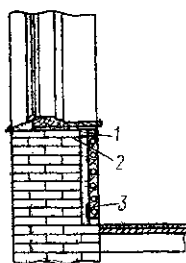


Рис. 16.1. Установка подоконной отопительной панели

1 — термоизоляция; 2 — верхние петли, закладываемые в кладку; 3 — нижние петли

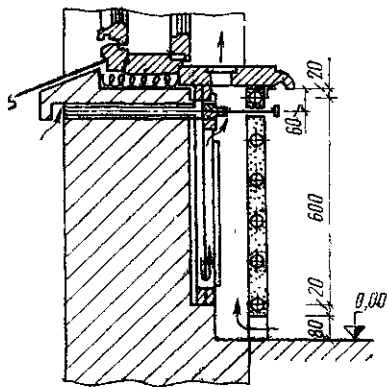


Рис. 16.2. Установка подоконной отопительной панели с каналом для подачи и подогрева наружного воздуха

К недостаткам систем панельного отопления с нагревательными элементами, заделанными в ограждающие конструкции, следует отнести большую теплоемкость, затрудняющую индивидуальное регулирование теплоотдачи, а также сложность ремонта и замены отдельных элементов систем отопления. Системы панельного отопления могут присоединяться к источникам теплоснабжения только с умягченной и деаэрированной водой, что необходимо для уменьшения внутренней коррозии труб и обеспечения длительного срока работы.

В зависимости от конструктивных особенностей и способа установки различают бетонные отопительные панели следующих типов:

а) подоконные (рис. 16.1 и 16.2) со змеевиками или регистрами из стальных или полиэтиленовых труб;

б) перегородочные, устанавливаемые во внутренних перегородках в местах примыкания их к наружным стенам (рис. 16.3) или в сплошных бетонных перегородках с рассредоточенным расположением нагревательных элементов (рис. 16.4);

в) бетонные лестничные площадки с регистрами или змеевиками из труб (рис. 16.5);

г) бетонные плиты перекрытия (рис. 16.6) с нагревательными элементами из труб (рис. 16.7);

д) плинтусные, устанавливаемые у пола по периметру отапливаемых помещений (см. рис. 16.6);

е) ригельные, устанавливаемые у потолка во внутренних перегородках (см. рис. 16.6);

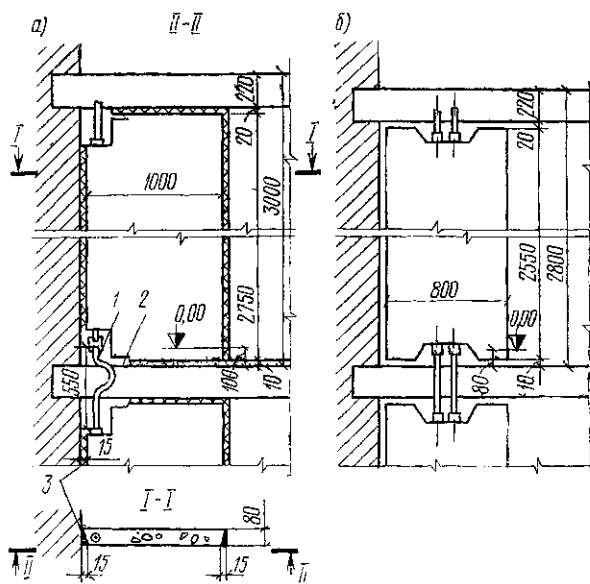


Рис. 16.3. Установка и сопряжение перегородочных отопительных панелей

а — тип БТ-10 для однотрубных систем; б — тип БТ для двухтрубных систем; 1 — междуэтажная вставка из цельнотянутых труб; 2 — подливка цементным раствором; 3 — разделка прядью и асбестоцементным раствором

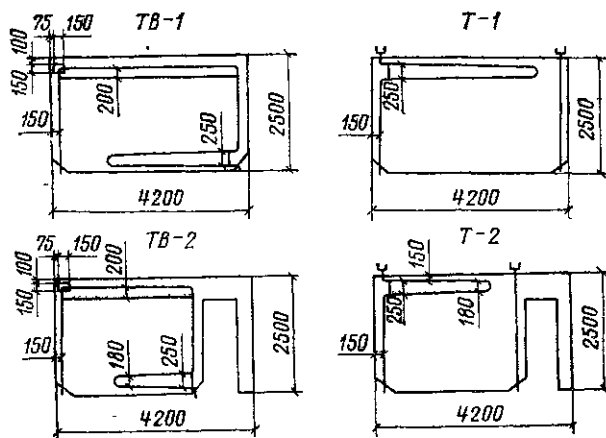


Рис. 16.4. Варианты рассредоточенного размещения нагревательных элементов в бетонных стенах и перегородках

ж) колонные с замоноличенными в них регистрами (см. рис. 16.6).

Технологическая характеристика и конструктивные размеры бетонных отопительных панелей промышленного изготовления приведены в приложении XIV.

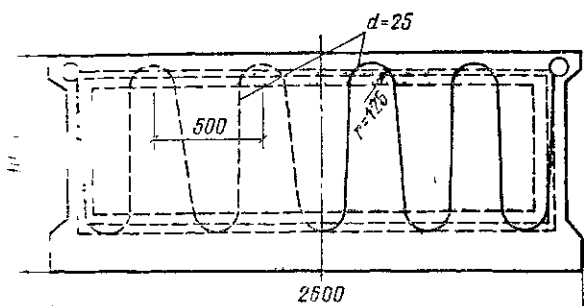


Рис. 165. Размещение нагревательного элемента в бетонной лестничной площадке

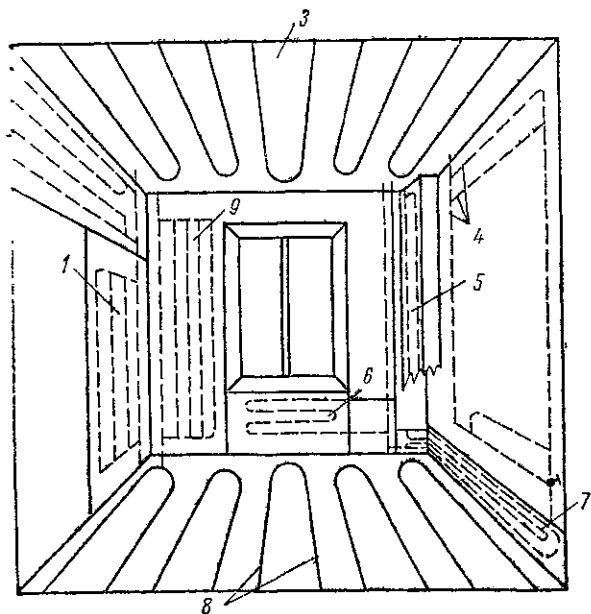


Рис. 166. Размещение нагревательных элементов в различных ограждениях помещения

1 — перегородочное; 2 — ригельное; 3 — потолочное; 4 — контурное; 5 — колонное; 6 — подоконное; 7 — плинтусное; 8 — напольное; 9 — стеновое

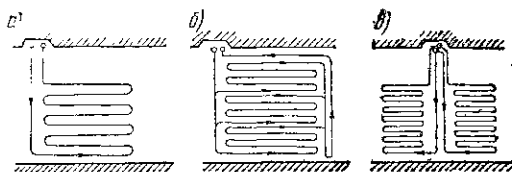


Рис. 167. Размещение змеевиков из труб в междуэтажных перекрытиях

а — змеевик; б — змеевиковый регистр; в — спаренный змеевик

Нагревательные элементы в бетонных отопительных панелях могут быть выполнены в виде змеевика или регистра. Змеевики обладают высоким гидравлическим сопротивлением и применяются в тех случаях, когда имеется достаточное располагаемое давление. Для уменьшения сопротивления применяют змеевики с параллельными участками. В этом случае гидравлическая характеристика параллельных участков не должна отличаться более чем на 40% при движении воды сверху вниз и на 15% при движении воды снизу вверх и в горизонтальных системах. При горизонтальной укладке змеевика (в перекрытии) скорость теплоносителя должна быть не менее 0,25 м/с, чтобы исключить возможность скопления воздуха в трубах.

Трубы, заделываемые в бетон, не должны иметь признаков коррозии. Нагревательные элементы рекомендуется испытывать на гидравлическую плотность давлением 15 кгс/см² в течение 10 мин, при этом максимальное гидростатическое давление в системе панельного отопления не должно превышать 10 кгс/м².

При укладке нагревательных элементов из стальных труб не допускается применять прокладки из органических материалов.

ЦНИИЭП жилища совместно с ЦНИИЭП инженерного оборудования разработал конструкцию комплексной панели перекрытия с нагревательными элементами системы поточно-напольного отопления-охлаждения (рис. 16.8).

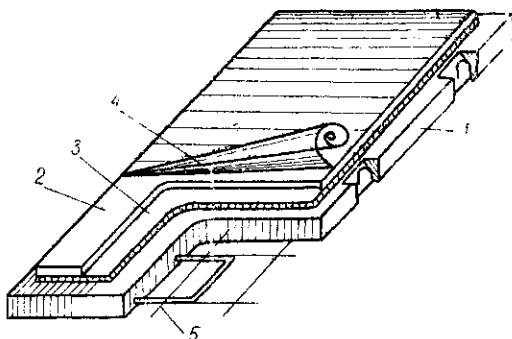


Рис. 168. Комплексная панель перекрытия с разделением полом

1 — несущая панель; 2 — панель раздельного пола; 3 — звукоизоляционный материал; 4 — линолеум; 5 — преднапряженные трубы нагревательного элемента поточно-напольного отопления

Применение преднапряженных нагревательных элементов (рис. 16.9) в комплексных панелях перекрытий дает следующие преимущества:

- а) улучшаются условия теплового комфорта в ограниваемых помещениях;
- б) сокращаются на 50% трудовые затраты на монтаж системы отопления;
- в) снижается более чем в 3 раза металлоемкость системы отопления

Технико-экономическая эффективность применения системы панельного отопления этой модификации составляет 1,18 руб. на 1 м² жилой площади.

В системах поточно-напольного отопления рекомендуется применять двухтрубные схемы с нижней разводкой и последовательным присоединением змеевиков снизу вверх (по движению теплоносителя), что обеспе-

чивает свободное удаление воздуха. У каждого нагревательного прибора (змеевика) необходимо устанавливать регулировочные краны для обеспечения монтажной регулировки и возможности отключения не менее 30% поверхности нагрева.

Гидравлический расчет систем панельно-лучистого отопления рекомендуется проводить по методу переменных перепадов температуры теплоносителя по стоякам.

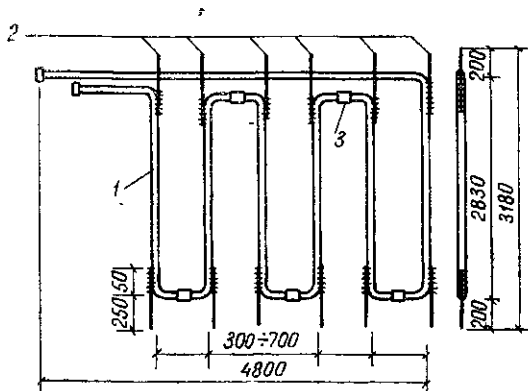


Рис. 16.9. Трубчатый нагревательный элемент

1 — змеевик из стальных труб $\varnothing 21,3$ мм; 2 — анкерующие стержни из арматуры с $\varnothing 3$ мм; 3 — допустимые места стыковки отдельных труб

Допускаемая средняя температура $t_{ср}$, °С, на поверхности отопительных панелей составляет:

| | |
|--|-------|
| подоконных и плинтусных стеновых в зоне выше 1 м над уровнем пола (это ограничение не распространяется на заделанные стояки и одиночные трубы) | до 95 |
| потолочных при высоте помещения до 3 м | 45 |
| напольных: | 28—30 |
| а) в жилых зданиях | 25 |
| б) в детских учреждениях | 24 |
| в) в бассейнах | 34 |

Перепад температуры теплоносителя в системах панельного отопления принимается обычно $95^\circ - 70^\circ = 25^\circ$. Однако если при таком перепаде температур не удается достигнуть допустимой температуры на поверхности панели, то следует снижать начальную температуру воды и уменьшать перепад температуры теплоносителя, а при горизонтальной укладке змеевиков дополнительно учитывать минимально допустимую скорость воды в трубах.

16.2. Подбор отопительных панелей

После определения теплопотерь каждого помещения Q , ккал/ч (см. главу 11), намечают размещение теплоотдающих поверхностей и схемы нагревательных элементов (регистры или змеевики и их протяженность), а также определяют теплоотдачу нагревательных элементов, совмещенных с бетонными ограждающими конструкциями, по изложенной ниже методике.

Теплоотдачу бетонных отопительных панелей, теплотехнические характеристики которых известны, определяют по расчетной разности температур: $\Delta t = t_{ср} - t_{в}$.

16.3. Тепловой расчет

А. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ДВУСТОРОННЕЙ ТЕПЛООТДАЧЕЙ

Теплоотдачу, ккал/ч, 1 м трубы, замоноличенной в массив бетона, определяют по формуле

$$q = \frac{t_{ср} - t_{в}}{R} \quad (16.1)$$

где R — термическое сопротивление конструкции, отнесенное к 1 м трубы, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$;
 $t_{ср}$ — средняя температура теплоносителя, °С;
 $t_{в}$ — температура воздуха в помещении, °С.

Термическое сопротивление, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$, находят по формуле

$$R = R_{в} + R_{ст} + R_{м} + R_{н} \quad (16.2)$$

где $R_{в}$ — термическое сопротивление тепловосприятию от воды к стенке трубы, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$;
 $R_{ст}$ — термическое сопротивление стенок трубы, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$;
 $R_{м}$ — термическое сопротивление массива бетона, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$;
 $R_{н}$ — термическое сопротивление теплоотдаче поверхности бетона окружающей среде, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$.

Термическое сопротивление, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$, тепловосприятию от воды к стенке трубы определяют по формуле

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в} F_{в}} \quad (16.3)$$

где $\alpha_{в}$ — коэффициент тепловосприятия от воды к стенке трубы, $\text{ккал}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С})$, определяемый по графику (рис. 16.10);
 $F_{в}$ — внутренняя поверхность 1 м трубы, $\text{м}^2/\text{м}$.

Термическое сопротивление, $\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С}/\text{ккал}$, стенок трубы определяют только для неметаллических труб по формуле

$$R_{ст} \approx \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст} \pi (d_{н} + d_{в})} \quad (16.4)$$

где $\delta_{ст}$ — толщина стенки трубы, м;
 $\lambda_{ст}$ — коэффициент теплопроводности стенки трубы, $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{С})$;
 $d_{н}$, $d_{в}$ — наружный и внутренний диаметры трубы, м.

Термическое сопротивление массива бетона $R_{м}$ для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей определяют по графикам (рис. 16.11) при $\lambda_{м} = 1$ ккал/(м·ч·°С).

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

а) сопротивление $R_{м}$ дано для массива с коэффициентом теплопроводности, равным $\lambda_{м} = 1$ ккал/(м·ч·°С). При других значениях $\lambda_{м}$ действительные значения $R_{ч}$ находят по формуле

$$R_{м} (\text{действ.}) = \frac{R_{м} (\text{по графикам})}{\lambda_{м} (\text{факт.})} \quad (16.5)$$

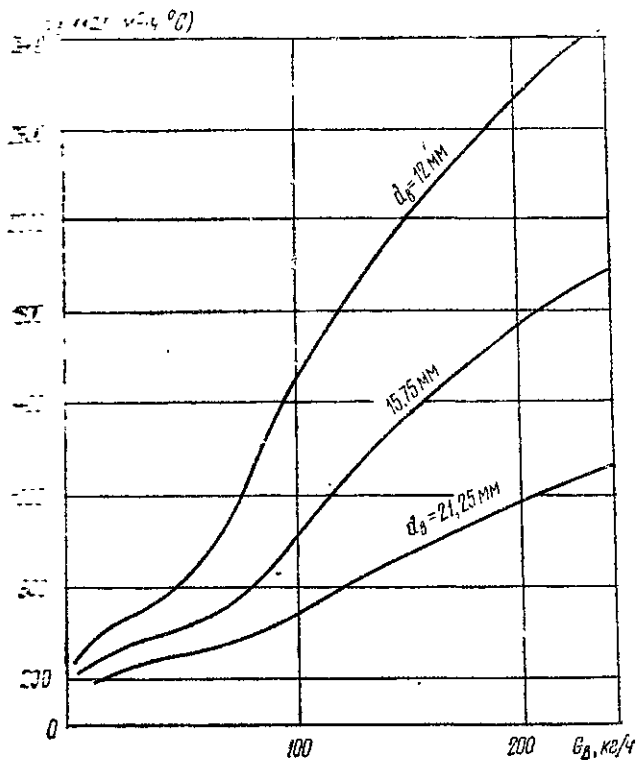


Рис. 16.10 Зависимость коэффициента теплопроводности α_w от воды к стенке трубы от количества протекающей воды G_w

б) величина R_M является функцией безразмерных параметров

$$\frac{h_M}{d_H} \text{ и } \frac{S}{d_H}$$

где h_M — расстояние от вертикальной плоскости оси труб до теплоотдающей поверхности, м;
 S — расстояние между осями труб нагревательного элемента, м;
 d_H — наружный диаметр, м.

Сопротивление теплоотдаче, $m \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}/\text{kcal}$, поверхности бетона окружающей среде

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H F_H}, \quad (16.6)$$

где α_H — коэффициент теплоотдачи поверхности бетонных панелей воздуху помещения, $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$;

F_H — поверхность теплоотдачи, приходящаяся на 1 м трубы, $\text{m}^2/\text{м}$, принимаемая при двусторонней теплоотдаче, равной $2S$.

Для уточнения предварительного значения величины R_H находят разность температур поверхности панели t_{cp} и воздуха в помещении t_B по формуле

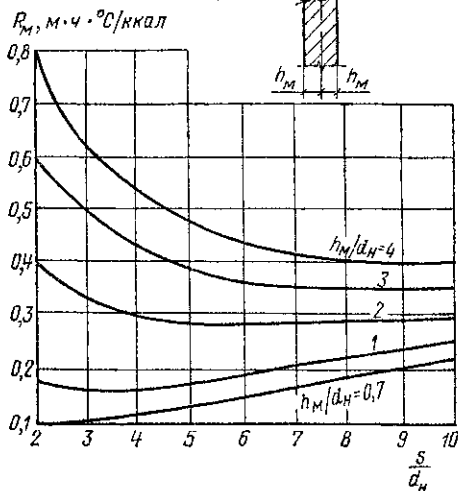
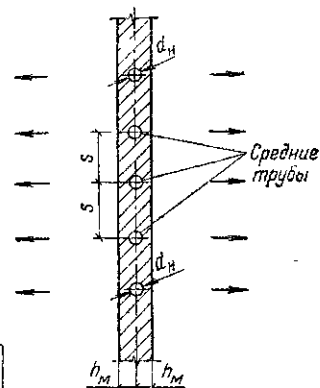


Рис. 16.11. Зависимость термического сопротивления массива R_M для средних труб в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от h_M/d_H и S/d_H

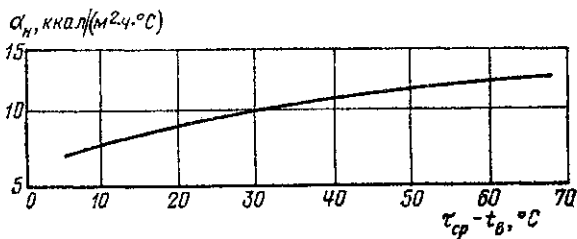


Рис. 16.12. Зависимость коэффициента теплоотдачи α_H от разности температур поверхности бетонных панелей и воздуха помещения

$$t_{cp} - t_B = \frac{R'_H (t_{cp} - t_B)}{R_B + R_M + R_{ct} + R_H} \quad (16.7)$$

и значения α_H [по графику (рис. 16.12)] и R_H [по формуле (16.6)].

Для крайних и одиночных труб выделить величину R_B из комплекса $(R_M + R_H)$ не представляется возможным. Поэтому теплоотдачу таких труб определяют по суммарным значениям $(R_M + R_H)$, приведенным на графиках (рис. 16.13 и 16.14) при $\lambda_M = 1 \text{ kcal}/(\text{m} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$.

При пользовании графиками необходимо учитывать следующее:

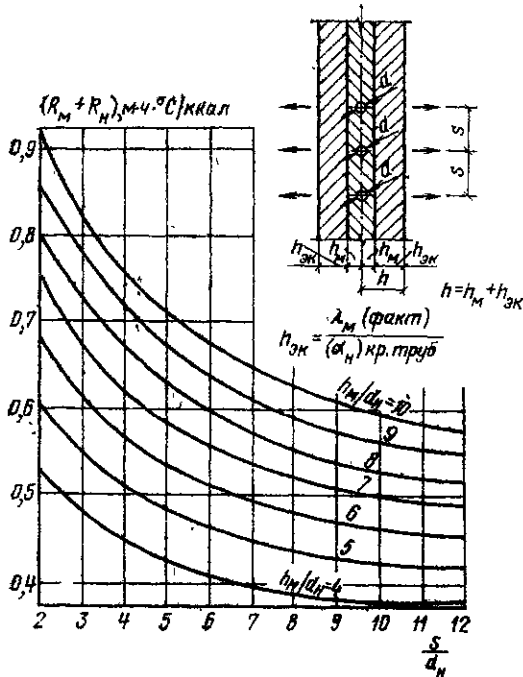


Рис. 16.13. Зависимость термического сопротивления $(R_m + R_n)$ для крайней трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей (для каждой стороны) от h_m/d_n и S/d_n

$(R_m + R_n)$, м·°C/ккал при $\lambda_m = 1$ ккал/м·°C

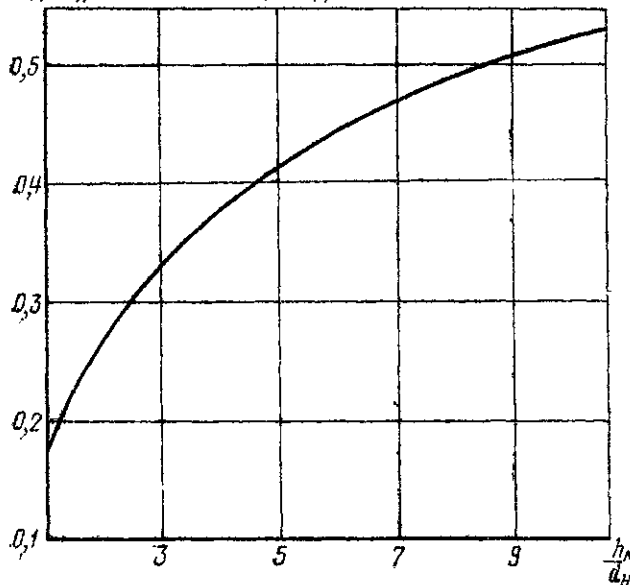


Рис. 16.14. Зависимость термического сопротивления $(R_m + R_n)$ для одиночной трубы в отопительной панели с двусторонней теплоотдачей от h_m/d_n

а) при значениях $\lambda_m \neq 1$ действительное значение $(R_m + R_n)$ находят по формуле

$$(R_m + R_n)_{\text{действ}} = \frac{(R_m + R_n)_{\text{по графику}}}{\lambda_m (\text{фактич})}; \quad (16.8)$$

б) толщину условного дополнительного слоя $h_{\text{эк}}$ для крайних и одиночных труб определяют по формуле

$$h_{\text{эк}} = \frac{\lambda_m (\text{фактич})}{\alpha_n}, \quad (16.9)$$

где $\lambda_m (\text{фактич})$ — фактическое значение коэффициента теплопроводности массива в абсолютно сухом состоянии, ккал/(м·°C) (для бетона $\lambda \leq 1$);
 α_n — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·°C).

Б. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПАНЕЛЕЙ С ОДНОСТОРОННЕЙ ТЕПЛОТДАЧЕЙ

Вертикальные бетонные отопительные панели с односторонней теплоотдачей¹ в помещении в большинстве случаев представляют собой панели наружных стен, во внутренний слой тяжелого бетона которых замоноличены нагревательные элементы. Последними являются участки стояков и развитой части змеевиков, размещаемых в подоконной части наружной стены (рис. 16.15).

Теплоотдача в помещении (лицевая теплоотдача) $q_{\text{лиц}}$, ккал/(м·ч), вычисляется по формуле

$$q_{\text{лиц}} = [0,96(t_{\text{ср}} - t_{\text{в}}) - 4,8] \times \left(1,13 - 0,13 \frac{h}{d_n}\right) e^{\frac{a(S-0,1)}{S^{0,954}}} K_G K_{\delta} K_{\lambda}. \quad (16.10)$$

где $t_{\text{ср}}$ — средняя температура теплоносителя, °C;
 $t_{\text{в}}$ — температура воздуха в помещении, °C;
 h — расстояние от оси замоноличенной трубы до внутренней поверхности стены, м;
 d_n — наружный диаметр замоноличенной трубы, м;
 e — основание натурального логарифма;
 a — коэффициент, зависящий от диаметра труб нагревательного элемента и равный 0,78; 0,9 и 0,95 соответственно для труб диаметром 10, 15 и 20 мм;
 S — расчетная ширина поверхности теплоотдачи (шага) участка трубы нагревательного элемента, м, зависящая от C [здесь C — расстояние от оси рассчитываемого участка трубы нагревательного элемента до границы поверхности теплоотдачи (см. рис. 16.16)];
 K_G , K_{δ} и K_{λ} — поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно расход теплоносителя через трубы нагревательного элемента G , кг/ч, толщину слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы δ , м, и коэффициент теплопроводности бетона λ , ккал/(м·°C).

Для определения границ поверхности теплоотдачи различают следующие случаи расположения нагревательных элементов.

1. Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами (рис. 16.16, а). В этом случае значе-

¹ По СН 398-69.

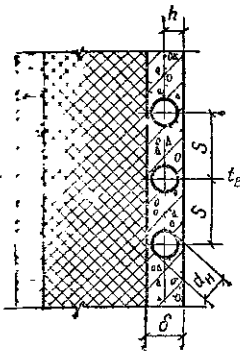


Рис 16.15 Эскиз размещения нагревательного элемента в наружной стеновой панели

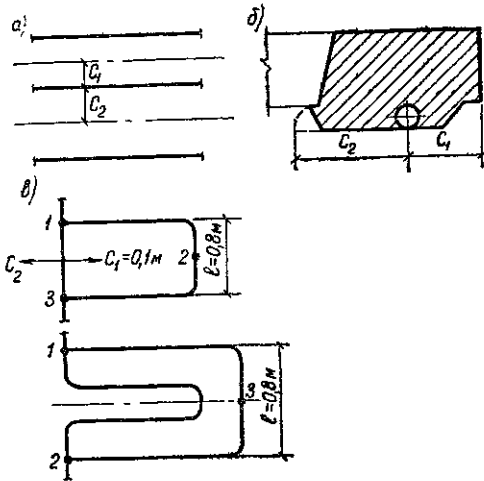


Рис 16.16 Расчетные схемы нагревательного элемента для определения границ поверхности теплоотдачи
1-2, 2-3 и 1-3 — расчетные участки

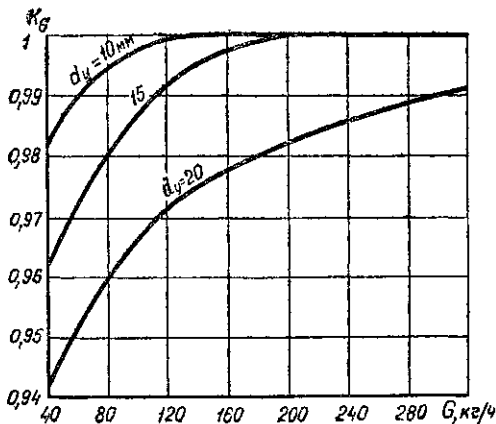


Рис 16.17 Зависимость поправочных коэффициентов K_G от расхода воды G при различных диаметрах труб нагревательных элементов

ние S принимается равным половине среднего (с учетом уклонов) расстояния между осями двух смежных труб.

2. С одной или с обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют другие трубы (рис. 16.16, б). Значение S в этом случае равно расстоянию от оси трубы до соответствующего торца наружной стеновой панели с учетом четвертей и ширины оконных (балконных) откосов от поверхности стены до оконных (балконных) коробок O :онные откосы, изолированные деревянными подоконными досками, при определении S не учитываются.

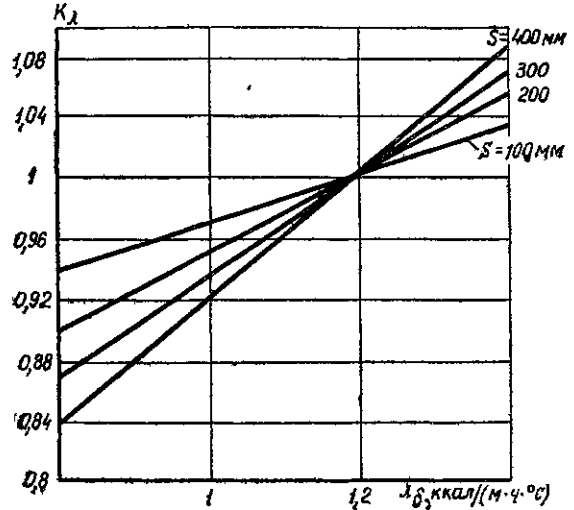


Рис. 16.18 Зависимость поправочных коэффициентов K_λ от λ_b бетона при различных S

3. Рассматриваемая труба находится в замыкающих участках П-образных контуров (рис 16.16, в). В этом случае значение S внутрь контура принимается равным 0,1 м.

Калачи змеевиков, отводы или отогнутые под прямым углом трубы нагревательных элементов (при условии, что длина этих труб не превышает 0,4 м) рассчитывают совместно с ближайшими участками нагревательного элемента (с одинаковым значением S , определенным для участка большей длины).

Максимальное значение S принимается равным 0,2 м, расстояние свыше 0,2 м не учитывается. При $C_1 = C_2$, $S = C_1 + C_2$, при C_1 и $C_2 \geq 0,2$ м (даже если $C_1 \neq C_2$) значение S принимается равным 0,4 м.

Если труба расположена несимметрично относительно грани поверхности теплоотдачи ($C_1 \neq C_2$) и C_1 или $C_2 < 0,2$ м, значение $q_{\text{лиц}}$, ккал/(м·ч), определяется из выражения

$$q_{\text{лиц}} = 0.5 (q_{S_1} + q_{S_2}), \quad (16.11)$$

где q_{S_1} и q_{S_2} — теплоотдача условных симметрично расположенных нагревательных элементов при $S_1 = 2C_1$ и $S_2 = 2C_2$, ккал/(м·ч).

Величина $K_G \approx 1$ при расходах воды 120, 200 и 400 кг/ч для труб диаметром 10, 15 и 20 мм соответственно

При меньших расходах значения K_G определяются по формулам

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА K_{δ} НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА

| δ мм | $\frac{h}{d_n}$ | $d_y=15$ мм при δ , мм | | | | $d_y=20$ мм при δ , мм | | |
|-------------|-----------------|-------------------------------|------|------|------|-------------------------------|------|------|
| | | 90—70 | 60 | 50 | 40 | 90—70 | 60 | 50 |
| 100 | 1 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 1 | 0,99 | 0,98 |
| | 1,5 | 1 | 0,99 | 0,98 | — | 1 | — | — |
| | 2 | 1 | — | — | — | 1 | — | — |
| 200 | 1 | 1 | 0,98 | 0,97 | 0,96 | 1 | 0,97 | 0,95 |
| | 1,5 | 1 | 0,91 | 0,90 | — | 1 | — | — |
| | 2 | 1 | — | — | — | 1 | — | — |
| 300 | 1 | 0,99 | 0,97 | 0,95 | 0,95 | 0,98 | 0,96 | 0,94 |
| | 1,5 | 0,99 | 0,91 | 0,89 | — | 0,98 | — | — |
| | 2 | 0,98 | — | — | — | 0,97 | — | — |
| 400 | 1 | 0,97 | 0,95 | 0,92 | 0,91 | 0,97 | 0,94 | 0,91 |
| | 1,5 | 0,97 | 0,87 | 0,86 | — | 0,96 | — | — |
| | 2 | 0,96 | — | — | — | 0,96 | — | — |

для труб диаметром 10 мм

$$K_G = 0,935G^{0,014}, \quad (16.12)$$

для труб диаметром 15 мм

$$K_G = 0,875G^{0,026}, \quad (16.13)$$

для труб диаметром 20 мм

$$K_G = 0,864G^{0,024} \quad (16.14)$$

или могут быть приняты по графикам (рис. 16.17).

Коэффициент K_{λ} может быть принят по графику (рис. 16.18) или подсчитан по формуле

$$K_{\lambda} = 1 + (0,1 + 0,75S) \left(\frac{\lambda_{бет}}{1,2} - 1 \right), \quad (16.15)$$

где $\lambda_{бет}$ — коэффициент теплопроводности слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы, ккал/(м·ч·°C).

Формула (16.15) справедлива в пределах $0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,8$.

Значения коэффициента K_{δ} приведены в табл. 16.1. При $\delta \geq 100$ мм (δ — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы) $K_{\delta} = 1$ при практических заглублениях труб $h/d_n = 1...2$.

Общая полезная теплоотдача $q_{пол}$, ккал/(м·ч), замоноличенного в наружную стену нагревательного элемента подсчитывается по формуле

$$q_{пол} = q_{лиц} + K_{ст} S (t_b - t_n), \quad (16.16)$$

где $K_{ст}$ — коэффициент теплопередачи участка наружной стены, в который замоноличены трубы, ккал/(м²·ч·°C);

t_n — температура наиболее холодной пятидневки, °C.

Суммарный расход тепла $q_{общ}$, ккал/(м·ч), с учетом бесполезных потерь тепла в сторону наружного воздуха составляет:

$$q_{общ} = (1 + \bar{q}) [q_{лиц} + K_{ст} S (t_b - t_n)], \quad (16.17)$$

где $\bar{q} = q_{тыл} - q_{т.п.}/q_{лиц} + q_{т.п.}$ — относительная величина дополнительных потерь тепла;

$q_{тыл}$ — теплоотдача 1 м нагревательного элемента в сторону наружного воздуха, ккал/(м·ч);

$q_{т.п.} = K_{ст} S (t_b - t_n)$ — расчетные теплопотери части наружной стены, прогреваемой 1 м нагревательного элемента, ккал/(м·ч).

При применении трехслойных наружных стеновых панелей (рис. 16.19) относительная величина дополнительных потерь тепла составит:

$$\bar{q} = 0,148 K_{ст} - 0,013. \quad (16.18)$$

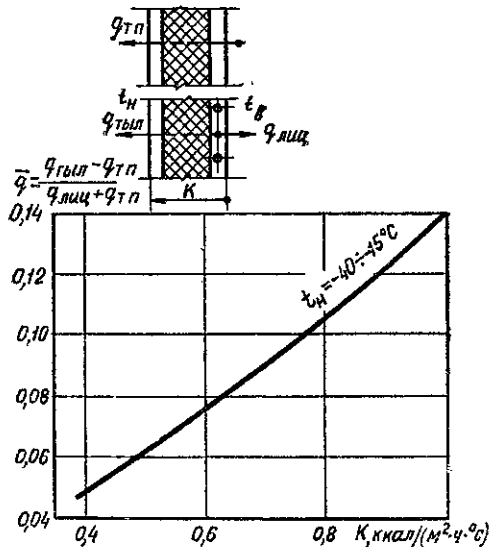


Рис. 16.19. График для определения относительной величины \bar{q} в трехслойной наружной стеновой панели

При применении однослойных наружных стеновых панелей с дополнительной изоляцией за трубами (рис. 16.20) относительная величина дополнительных потерь тепла находится по формуле

$$\bar{q} = 0,117 (1,94 K_{доп} - K_{ст}) - 1 \cdot 10^{-3}, \quad (16.19)$$

$\alpha_{дсп}$ — коэффициент теплопередачи, ккал/(м² ч × °С), дополнительного слоя изоляции за нагревательным элементом, определяемый с учетом замены слоя бетона дополнительной изоляцией по формуле

$$K_{доп} = \frac{1}{\dots}$$

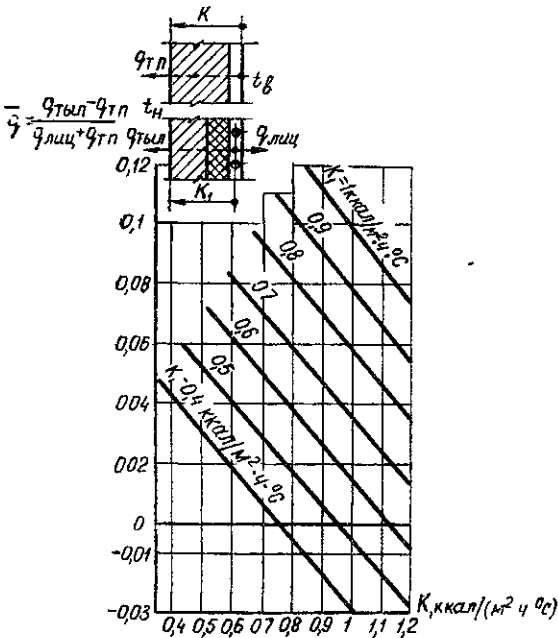
$$\frac{1}{\alpha_{бет}} + \frac{\delta_{лб}}{\lambda_{лб}} + \frac{\delta_{фс}}{\lambda_{фс}} + \frac{\delta_{из}(\lambda_{лб} - \lambda_{из})}{\lambda_{из}\lambda_{лб}} + 0.05 \quad (16.20)$$

$\delta_{лб}$, $\delta_{фс}$ и $\delta_{из}$ — толщина соответственно слоя легкого бетона в панели (без закладки изоляции), наружного фактурного слоя и слоя дополнительной изоляции, м,

$\lambda_{фс}$ и $\lambda_{из}$ — коэффициенты теплопроводности ккал/(м ч °С), перечисленных материалов соответственно

При укладке дополнительной изоляции только в части наружной стены с нагревательными элементами (в оконных наружных стеновых панелях) суммарные тепловые потери подсчитываются как средневзвешенная величина потеря по длинам участков труб, которыми уложена и не уложена изоляция

При расчете нагревательных элементов с двумя параллельными участками коэффициент K_G в предварительном расчете следует принимать исходя из половинного расхода воды ($G_{ст} 2$) в каждом участке.



16 20 График для определения относительной величины дополнительных потерь тепла \bar{q} в однослойной панели с дополнительной изоляцией за трубами нагревательного элемента

$\alpha_{дсп}$ — коэффициент теплопередачи наружной стеновой панели (с учетом дополнительной теплоизоляции) K_G — коэффициент теплопередачи части наружной стеновой панели от плоскости нагревательного элемента к наружному воздуху (с учетом дополнительной изоляции)

Теплоотдача, ккал/(м·ч), при прокладке труб в штробе наружной стеновой панели (рис 16 21) определяется по формуле

$$q_{штр} = q_{лиц} K_{штр} \quad (16 20')$$

где $K_{штр}$ — поправочный коэффициент, принимаемый по рис 16 22

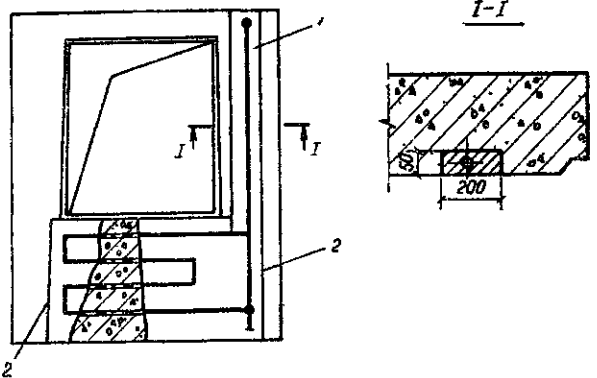


Рис 16 21 Пример размещения труб нагревательного элемента в штробе наружной стеновой панели

1 — штроба 2 — граница тяжелого бетона

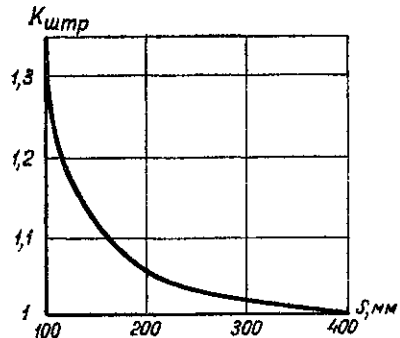


Рис 16 22 График для определения поправочных коэффициентов $K_{штр}$ на теплоотдачу при размещении труб в штробах

В этом случае $q_{лиц}$ определяется при шаге S , равном ширине штробы

Лицевую теплоотдачу, ккал/(м·ч), вычисленную по формуле (16 10), можно представить в виде

$$q_{лиц} = q_б K_G K_б K_\lambda \quad (16.21)$$

Значения $q_б$ принимают по табл 16 2, составленной для слоя тяжелого бетона при $\delta=100$ мм, в который замонтированы трубы

В зданиях высотой до 9 этажей часто принимают схему системы панельного отопления с П-образными стояками В приборах, присоединяемых к восходящему стояку, вода движется снизу вверх Во избежание прекращения циркуляции воды в отключаемых ветвях нагревательных элементов расход теплоносителя в стояке

ЗНАЧЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ q_{δ} 1 ПОГ. М ТРУБЫ НАГРЕВАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

| S, мм | $\frac{h}{d_{\text{в}}}$ | Теплоотдача ккал/(м ч), при различных $t_1 - t_2$, °C | | | | | | | | Примечание |
|-------|--------------------------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | |
| 100 | 1 | 33,6 | 43,2 | 52,8 | 62,4 | 72 | 81,6 | 91,2 | 100,8 | Для труб с $d_{\text{в}}=15$ и 20 мм |
| | 1,5 | 31,4 | 40,4 | 49,2 | 58,3 | 67,4 | 76,4 | 85,5 | 94,2 | |
| | 2 | 29,2 | 37,7 | 46 | 54,3 | 62,6 | 71 | 79,2 | 87,7 | |
| 200 | 1 | 51,1 | 66 | 80,5 | 95 | 109,4 | 124,5 | 138,3 | 153,3 | В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе—для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм |
| | | 52,1 | 66,9 | 81,7 | 96,5 | 111,4 | 126,3 | 141,2 | 156,4 | |
| | 1,5 | 47,9 | 61,6 | 75,2 | 88,8 | 102,2 | 115,8 | 129,4 | 143,3 | |
| | | 48,7 | 62,6 | 76,4 | 90,3 | 104,3 | 118,2 | 132,2 | 146,3 | |
| | 2 | 44,7 | 57,2 | 70 | 82,5 | 95 | 107,6 | 120,5 | 133,3 | |
| | | 45,3 | 58,3 | 71,2 | 84,2 | 97,2 | 110,2 | 123,2 | 136 | |
| 300 | 1 | 59,4 | 76,5 | 93,4 | 110,3 | 127,1 | 144 | 161 | 178,1 | В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе—для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм |
| | | 61,1 | 77,6 | 95 | 112,6 | 130,2 | 148 | 165,8 | 183,5 | |
| | 1,5 | 55,5 | 71,5 | 87,3 | 103,1 | 118,9 | 134,7 | 150,5 | 166,6 | |
| | | 57,1 | 72,8 | 89 | 105,4 | 121,8 | 138,4 | 155,1 | 171,7 | |
| | 2 | 51,7 | 66,5 | 81,3 | 96 | 110,7 | 125,4 | 140 | 155 | |
| | | 53,1 | 68 | 83 | 98,2 | 113,5 | 128,8 | 144,4 | 159,8 | |
| 400 | 1 | 64,2 | 83,1 | 101,6 | 119,9 | 138,4 | 157 | 175,5 | 193,8 | В числителе—для труб с $d_{\text{в}}=15$ мм и знаменателе—для труб с $d_{\text{в}}=20$ мм |
| | | 66,2 | 85,6 | 104,1 | 123 | 142 | 160,8 | 179,6 | 198,8 | |
| | 1,5 | 60 | 77,5 | 94,8 | 112 | 129,3 | 146,7 | 164 | 181,2 | |
| | | 61,9 | 79,8 | 97,4 | 115 | 132,7 | 150,4 | 168 | 185,8 | |
| | 2 | 55,8 | 72 | 88 | 104,2 | 120,2 | 136,4 | 152,5 | 168,7 | |
| | | 57,6 | 74,1 | 90,7 | 107 | 123,4 | 140 | 156,4 | 172,9 | |

должен быть не менее $G_{\text{мин}}$, кг/ч, определяемого по формуле

$$G_{\text{мин}} = 0,0125d_{\text{ст}}^2 \sqrt{\frac{h(\gamma_{\text{х}} - \gamma_{\text{г}})\gamma_{\text{г}}}{\zeta'}}, \quad (16.22)$$

где $d_{\text{ст}}$ — внутренний диаметр стояка, мм;
 h — общая высота отключаемой ветви, м;
 $\gamma_{\text{х}}$, $\gamma_{\text{г}}$ — плотность холодной воды в приборе и горячей в стояке, кг/м³,
 ζ' — приведенный коэффициент сопротивления замыкающего участка при отключенном приборе

Значения $G_{\text{мин}}$ для нагревательных элементов с затянутым замыкающим участком при различии длин параллельных участков не более 15% определяются по рис. 16.23.

В. РАСЧЕТ ПОТОЛОЧНО-НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Потолочно-чашольное отопление осуществляется с помощью нагревательных элементов замоноличенных в массив плиты перекрытия или уложенных в слой тяжелого бетона над или под пустотным настилом перекрытия

¹ По методике разработанной в ЦНИИЭП инженерного оборудования канд техн наук Б. А. Локиным

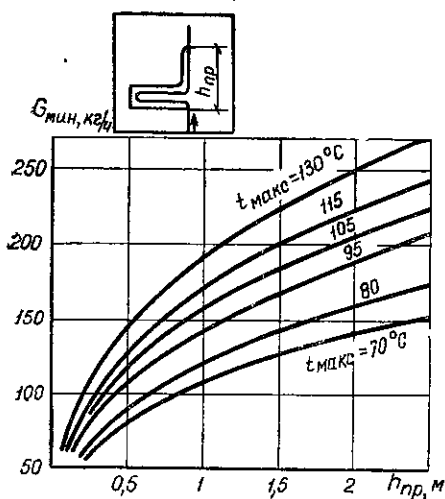


Рис 16.23 График для определения минимального расхода воды в стояках $G_{\text{мин}}$ при движении теплоносителя снизу вверх

Теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента, установленного в массив бетонной плиты перекрытия, зависит от температурного напора, геометрических и теплотехнических параметров обогреваемой конструкции (рис 16 24)

Обозначения величин на рис 16 24 следующие

- δ — толщина слоя тяжелого бетона, в который замоноличены трубы нагревательного элемента, м;
- h_0 — расстояния от оси замоноличенных труб до поверхности железобетонной плиты, м;
- C_2 — расстояния от оси трубы до границ теплоперевода, перпендикулярных плоскости плиты, м;
- $d_{нн}$ — наружный диаметр трубы, м;
- $\lambda_{бет}$ — коэффициент теплопроводности тяжелого бетона, ккал/(м·ч·°С),
- $\lambda_{из}$ — коэффициент теплопроводности материала (слоев материалов), из которого состоит конструкция пола, ккал/(м·ч·°С);
- $R_{из}$ — термическое сопротивление конструкции пола (от отметки чистого пола до поверхности плиты, в которую замоноличены трубы), м²·ч·°С/ккал;
- $S = C_1 + C_2$ — шаг трубы, м.

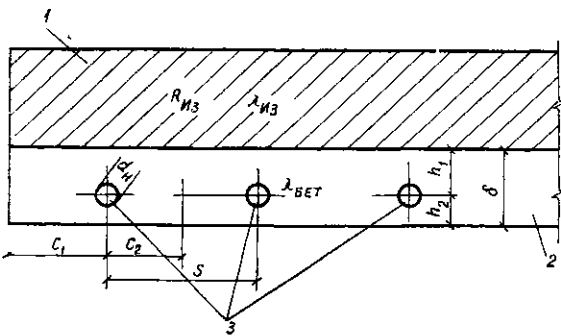


Рис 16 24 Расчетная схема сплошной железобетонной плиты перекрытия
— конструкция пола, 2 — тяжелый бетон, 3 — нагревательные элементы

Различают следующие случаи определения границ поверхности теплоотдачи

1 Рассматриваемая труба находится между двумя другими трубами. Величины C_1 и C_2 в этом случае принимаются равными половине среднего расстояния между осями двух смежных труб (рис 16 25, а)

2 С одной или обеих сторон рассматриваемой трубы отсутствуют трубы (рис 16 25, б и в). Величины C_1 и C_2 в этом случае равны расстояниям от оси трубы до соответствующих торцов плиты перекрытия

Максимальное значение S принимается для плит междуэтажных перекрытий равным 0,4 м, для плит чердачных и бесчердачных покрытий — 0,3 м

Расстояния свыше 0,4 или 0,3 м (для соответствующих конструкций) не учитываются. При $C_1 = C_2$ $S = C_1 + C_2$; при C_1 и $C_2 \geq S_{макс}$ (даже если $C_1 \neq C_2$) $S = 2 S_{макс}$

При определении длины труб П-образных контуров нагревательных элементов из длины каждого участка этого контура вычитается 0,125 ($C_1 + C_2$) предыдущего участка теплоносителя участка.

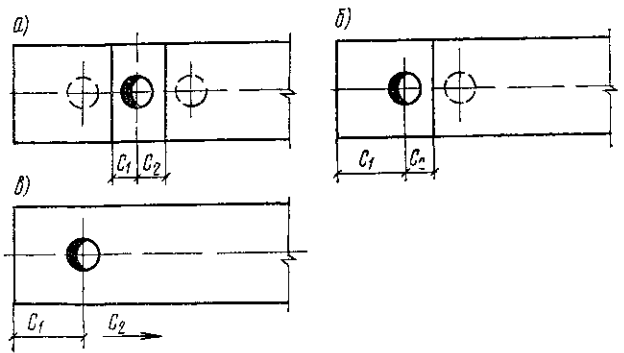


Рис 16 25 Расчетные схемы нагревательного элемента в перекрытии для определения границ поверхности теплоотдачи

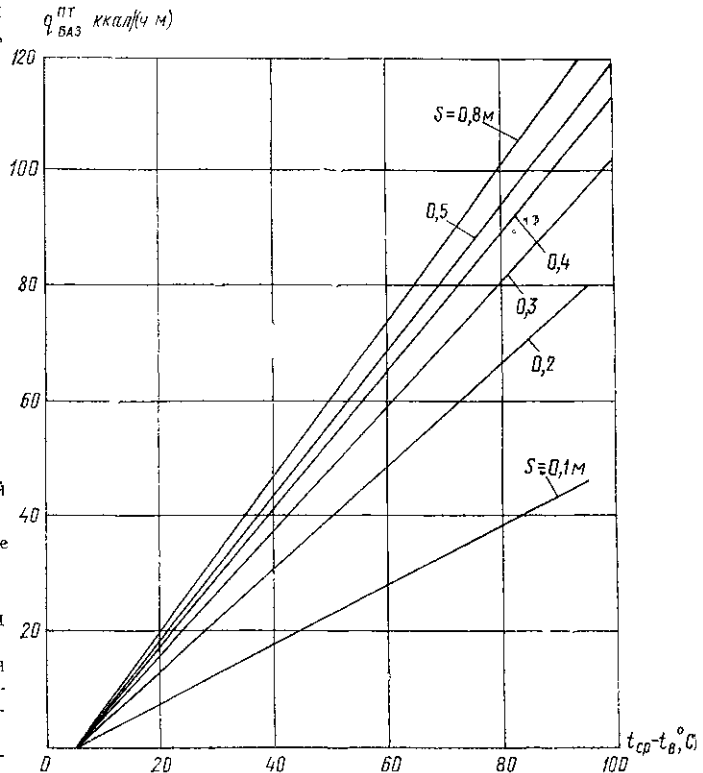


Рис 16 26 Теплоотдача базисной конструкции плиты перекрытия

Если принять некоторую конструкцию плиты перекрытий за базисную, то теплоотдача с поверхности потолка 1 м трубы $q_{баз}^{пт}$, ккал/(м·ч), может быть определена из выражения

$$q^{пт} = q_{баз}^{пт} f(\Pi)^{пт}, \quad (16.23)$$

где $q_{баз}^{пт}$ — теплоотдача 1 м трубы с поверхности по-

толка для базисной конструкции, ккал/(м ч);
 $f(П)^{пт}$ — система поправок, учитывающих теплофизические и геометрические особенности рассчитываемой конструкции

Величина $q_{баз}^{пт}$ может быть определена по графикам (рис 16 26) в зависимости от температурного напора $t_{ср} - t_{в}$ ($t_{ср}$ — средняя температура воды, °С; $t_{в}$ — температура воздуха в отапливаемом помещении) и шага S , м

В качестве базисной принята конструкция со следующими параметрами $\delta = 100$ мм; $\lambda_{бет} = 1,2$ ккал/(м × Ч × °С); $R_{из} = 1$ м² · ч °С/ккал, $d_{н} = 21,3$ мм, $h_1 = h_2$; $C_1 = C_2$

Значение $q_{баз}^{пт}$, ккал/(м ч), может быть найдено по формуле

$$q_{баз}^{пт} = [0,52(t_{ср} - t_{в}) - 2,6] e^{\frac{1,12(S-0,1)}{S}} \quad (16\ 24)$$

Система поправок $f(П)^{пт}$ представляет собой произведение ряда коэффициентов:

$$f(П)^{пт} = K_{\delta}^{пт} K_{\lambda}^{пт} K_{смещ}^{пт} K_R K_d K_G K_{ч} \quad (16\ 25)$$

где $K_{\delta}^{пт}$ и $K_{\lambda}^{пт}$ — поправочные коэффициенты, учитывающие толщину слоя тяжелого бетона δ и коэффициент его теплопроводности $\lambda_{бет}$,

$K_{смещ}^{пт}$ — поправочный коэффициент, учитывающий смещение трубы относительно нейтральной оси слоя тяжелого бетона ($h_1 \neq h_2$);

K_R — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление конструкции пола;

K_d — поправочный коэффициент, учитывающий величину наружного диаметра труб,

K_G — поправочный коэффициент, учитывающий термическое сопротивление тепло восприятию от воды к стенкам трубы и принимаемый в зависимости от расхода воды G через трубу,

$K_{ч}$ — поправочный коэффициент, учитывающий увеличенный температурный напор между теплоносителем и наружным воздухом применительно к чердачным (бесчердачным) плитам перекрытий (для междуэтажных перекрытий $K_{ч} = 1$)

Теплоотдача с поверхности пола $q^{пл}$, ккал/(м · ч), подсчитывается по формуле

$$q^{пл} = q^{пт} \left(\frac{q_{общ}}{q^{пт}} - 1 \right) K_{\delta}^{пл} K_{\lambda}^{пл} K_{смещ}^{пл} \quad (16\ 26)$$

где $q^{пт}$ — теплоотдача с поверхности потолка, найденная по формуле (16 23), но без учета коэффициентов $K_{\delta}^{пт}$, $K_{\lambda}^{пт}$ и $K_{смещ}^{пт}$, которые заменяются соответствующими коэффициентами из формулы (16 26), ккал/(м ч);

$q_{общ}$ — суммарная теплоотдача с поверхности потолка и пола, ккал/(м · ч), определяемая по формуле

$$q_{общ} = \frac{q^{пт}}{0,837 R_{из}^{0,195}} \quad (16\ 27)$$

Значения $K_{\delta}^{пт}$ и $K_{\lambda}^{пт}$ приведены в табл 16 3 и 16 4

ТАБЛИЦА 16 3

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{\delta}^{пт}$ НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА δ , мм

| S, м | $K_{\delta}^{пт}$ | | | | | |
|------|---------------------------------|------|----------------------------------|----------------------------------|------|------|
| | $\delta = 50$ мм при d_y , мм | | $\delta = 100$ мм при d_y , мм | $\delta = 160$ мм при d_y , мм | | |
| | 15 | 20 | 15 20 и 25 | 15 | 20 | 25 |
| 0 2 | 0,98 | 0,98 | 1 | 0 93 | 0,93 | 0,93 |
| 0 4 | 0,92 | 0,96 | 1 | 1 | 1 | 0,99 |
| 0 5 | 0,89 | 0,92 | 1 | 1,02 | 1 | 0,99 |
| 0 6 | 0,88 | 0 9 | 1 | 1,03 | 1 | 0 99 |
| 0 7 | 0 87 | 0 89 | 1 | 1 04 | 1 | 1 |
| 0 8 | 0 86 | 0 89 | 1 | 1 04 | 1 02 | 1 01 |

ТАБЛИЦА 16 4

ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{\delta}^{пл}$ НА ТОЛЩИНУ СЛОЯ БЕТОНА δ , мм

| $R_{из}$ м ² · ч °С/ккал | $K_{\delta}^{пл}$ | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|---------------------------------|---------------------------------|------|------|------|
| | $\delta = 50$ мм при шаге S, мм | | | | $\delta = 100$ мм при шаге S, м | $\delta = 160$ мм при шаге S, м | | | |
| | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0 2—0 8 | 0 2 | 0 4 | 0,6 | 0,8 |
| 0 25 | 1 | 0 95 | 0 91 | 0 9 | 1 | 1 | 1,04 | 1 05 | 1 05 |
| 0 65 | 1 | 0,95 | 0,88 | 0 8 | 1 | 1,01 | 1,06 | 1 08 | 1,08 |
| 1 | 0 96 | 0,88 | 0,79 | 0,79 | 1 | 1 01 | 1,1 | 1 14 | 1,14 |

При несимметричном расположении греющих труб ($C_1 \neq C_2$) теплоотдача, ккал/(м · ч) может определяться по формулам

$$q_{н}^{пт} = 0 9 q^{пт} \quad (16\ 28)$$

$$q_{н}^{пл} = 1,04 q^{пл} \quad (16\ 29)$$

где $q_{н}^{пт}$ и $q_{н}^{пл}$ — теплоотдача 1 м греющей трубы с поверхности потолка и пола при $C_1 \neq C_2$, ккал/(м · ч),

$q^{пт}$ и $q^{пл}$ — то же, по формулам (16 23) и (16 26) при той же величине S, ккал/(м · ч).

Если вместо плит перекрытий применяют пустотелые настилы перекрытия толщиной 22 см, то нагревательные элементы замоноличиваются в специальный слой тяжелого бетона, размещаемого поверх пустотелого настила (рис 16 27, а) или под ним (рис 16 27, б)

Теплоотдача плит перекрытий этих конструктивных модификаций определяется по тем же формулам, что и для сплошных плит перекрытий, но умноженным на коэффициент $K_{плст}$ (табл 16 5)

ТАБЛИЦА 165

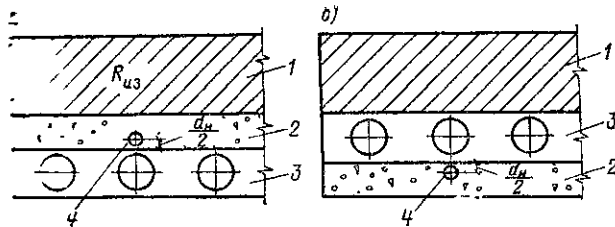
ЗНАЧЕНИЯ ПОПРАВочНОГО КОЭФФИЦИЕНТА $K_{пуст}$

| Конструкция | Значения $K_{пуст}$ для | |
|---|-------------------------|------|
| | потолка | пола |
| тяжелого бетона, слой замонтированы размещаемый поверх пустотного настила | 0,63 | 1,05 |
| поз. пустотный настил | 1,08 | 0,83 |

Аналитические выражения для остальных поправочных коэффициентов приведены в табл. 16.6, в которых приняты следующие обозначения:

t_n — температура наружного воздуха, °С;
 G — расход теплоносителя через нагревательный элемент, кг/ч;

$R_{чр}$ — термическое сопротивление конструкции чердачного (бесчердачного) покрытия с учетом коэффициентов теплообмена на внутренней и наружной поверхностях, м²·ч·°С/ккал.



- 16.27 Варианты размещения нагревательных элементов в конструкции перекрытия с пустотным настилом
- 1 — конструкция пола; 2 — дополнительный слой тяжелого бетона; 3 — пустотный настил перекрытия; 4 — нагревательный элемент

При размещении нагревательных элементов в плитах бесчердачных или чердачных покрытий наблюдаются дополнительные потери тепла в сторону наружного воздуха, относительная величина которых q подсчитывается по формуле

$$\bar{q} = 0,27 R_{констр}^{-1,15} \quad (16.30)$$

$R_{констр}$ — термическое сопротивление конструкции покрытия без учета сопротивлений теплообмену на поверхностях, которые учтены при выводе формулы, м²·ч·°С/ккал
 Расход теплоносителя, подаваемого в нагревательные элементы чердачного (бесчердачного) покрытия, G_n , определяется по формуле

$$G_n = \frac{Q_{тп} (1 + \bar{q})}{\Delta t_n} \quad (16.31)$$

Δt_n — перепад температуры теплоносителя, принятой для нагревательных элементов покрытия, °С;
 $Q_{тп}$ — теплотери, возмещаемые нагревательными элементами, размещенными в плитах покрытия здания, ккал/ч.

ТАБЛИЦА 166

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПРАВочНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

| Аналитическая формула для определения поправочного коэффициента | Пределы применения формул |
|--|---|
| $K_{\lambda}^{пт} = 0,41 \lambda_{бет} + 0,51$ | $0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,6$ |
| $K_{\lambda}^{пл} = 0,183 \lambda_{бет} + 0,78$ | $0,6 \leq \lambda_{бет} \leq 1,6$ |
| $K_R = 0,14 R_{из} + 0,86$ | $0,2 \leq R_{из} \leq 1$ |
| $K_d = 0,64 d_n^{0,147}$ | $17 \leq d_n \leq 33,5$ |
| $K_G = 4,57 \cdot 10^{-4} G + 0,92$ | $20 \leq G \leq 140$ |
| $K_G = 2,44 \cdot 10^{-5} G + 0,98$ | $140 \leq G \leq 820$ |
| $K_G = 1$ | $G > 820$ |
| $K_r = 1 - 3 \cdot 10^{-3} \frac{t_n - t_n}{R_{констр}}$ | $0 \leq \frac{t_n - t_n}{R_{констр}} \leq 30$ |
| $K_{смещ}^{пт} = 0,852 + 0,214 S + \left(\frac{h_1}{h_2} - 0,25 \right) (0,51 - 0,635 S)$ | $0,25 \leq \frac{h_1}{h_2} \leq 0,5$ |
| $K_{смещ}^{пт} = 1,11 - 0,11 \frac{h_2}{h_1}$ | $0,25 \leq \frac{h_2}{h_1} \leq 1$ |
| $K_{смещ}^{пл} = 0,17 S + 0,93$ | $\frac{h_1}{h_2} = 0,25$ |
| $K_{смещ}^{пл} = 1$ | $h_1 \geq h_2$ |

Изложенная методика позволяет определить теплоотдачу замоноличенной в перекрытие трубы вниз (с поверхности потолка $q_{пн}^{пт}$) и вверх (с поверхности пола $q_{пн}^{пл}$). Вместе с тем всегда необходимо определять среднюю температуру теплоотдающей поверхности потолка $t_{ср}^{пт}$ и пола $t_{ср}^{пл}$, которая не должна превосходить регламентированных нормами допустимых температур.

Если теплоотдача 1 м трубы q , ккал/(м·ч), известна, а трубы змеевика (регистра) уложены с шагом S , м, то теплоотдача, ккал/(м²·ч), обогреваемой поверхности составит:

потолка

$$q_{пн}^{пт} = \frac{q_{пн}^{пт}}{S}; \quad (16.32)$$

пола

$$q_{пн}^{пл} = \frac{q_{пн}^{пл}}{S}. \quad (16.33)$$

В общем виде величина теплоотдачи, ккал/(м²·ч), может быть выражена уравнением $q = \alpha(\tau_{cp} - t_b)$, откуда можно найти среднюю температуру теплоотдающей поверхности:

$$\tau_{cp} = t_b + \frac{q}{\alpha} \quad (16.34)$$

Средняя температура теплоотдающих поверхностей потолка

$$\tau_{cp}^{пт} = t_b + \frac{q_{пт}}{\alpha_{пт}}; \quad (16.35)$$

пола

$$\tau_{cp}^{пл} = t_b + \frac{q_{пл}}{\alpha_{пл}},$$

где t_b — температура воздуха в помещении, °С;
 $q_{пт}$ — теплоотдача 1 м² потолка по формуле (16.32), ккал/(м²·ч);
 $q_{пл}$ — теплоотдача 1 м² пола по формуле (16.33), ккал/(м²·ч);
 $\alpha_{пт}$ — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С), поверхности потолка;
 $\alpha_{пл}$ — коэффициент теплоотдачи, ккал/(м²·ч·°С), поверхности пола.

Коэффициент $\alpha_{пт}$ может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пт} = C_{пр} b + (\tau_{cp}^{пт} - t_b)^{0,33} \quad (16.36)$$

Коэффициент $\alpha_{пл}$ может быть подсчитан по формуле

$$\alpha_{пл} = C_{пр} b + 1.86 (\tau_{cp}^{пл} - t_b)^{0,33} \quad (16.37)$$

где $C_{пр} = \frac{C_1 C_2}{C_0} \approx 4.3$ — приведенный коэффициент излучения теплообменивающихся поверхностей, ккал/м²·ч (°К/100)⁴.

Коэффициенты излучения теплообменивающихся поверхностей C_1 и C_2 для строительных материалов в среднем могут быть приняты равными $4.6 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \times (\text{°К/100})^4$, а коэффициент излучения абсолютно черного тела C_0 равен $4.96 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot (\text{°К/100})^4$.

Температурный фактор b находится по формуле

$$b = \frac{\left(\frac{\tau_{cp} + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{\tau_{cp}^{в.п} + 273}{100}\right)^4}{\tau_{cp} - \tau_{cp}^{в.п}} \approx 0.81 + 0.005 (\tau_{cp} + \tau_{cp}^{в.п}) \quad (16.38)$$

где τ_{cp} — средняя температура теплоотдающей поверхности, для формулы (16.36) — $\tau_{cp}^{пт}$, для формулы (16.37) — $\tau_{cp}^{пл}$;

$\tau_{cp}^{в.п}$ — средняя температура внутренних поверхностей ограждающих помещение конструкций.

Для средней температуры значения коэффициентов теплоотдачи поверхностей потолка $\alpha_{пт}$, пола $\alpha_{пл}$ и стен $\alpha_{ст}$, а также теплоотдачи этих поверхностей ($q_{пт}$, $q_{пл}$ и $q_{ст}$) могут быть приняты по табл. 167.

Зная теплоотдачу поверхности потолка $q_{пт}$ или пола $q_{пл}$, ккал/(м²·ч), в графе 3 или 5 табл. 167 находят соответствующую теплоотдачу. В графе 1 находят соответствующую этой теплоотдаче разность температур

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОТДАЧИ α , ККАЛ/(М² Ч °С) И ТЕПЛОТДАЧИ, ККАЛ/(М² Ч), ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОТОЛКА $q_{пт}$, ПОЛА $q_{пл}$ И СТЕНЫ $q_{ст}$

| $\Delta t = \tau_{п} - t_b$ | $\alpha_{пт}$ | $q_{пт}$ | $\alpha_{пл}$ | $q_{пл}$ | $\alpha_{ст}$ | $q_{ст}$ |
|-----------------------------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 5,22 | 5,2 | 6,98 | 6,1 | 5,65 | 5,7 |
| 2 | 5,7 | 11 | 6,58 | 13,2 | 6,04 | 12,1 |
| 3 | 5,7 | 17,1 | 6,94 | 21,8 | 6,32 | 19 |
| 4 | 5,87 | 23,5 | 7,24 | 29 | 6,56 | 26,2 |
| 5 | 6,01 | 30 | 7,48 | 37 | 6,76 | 34 |
| 6 | 6,15 | 37 | 7,72 | 46 | 6,93 | 42 |
| 7 | 6,27 | 44 | 7,99 | 55 | 7,09 | 50 |
| 8 | 6,33 | 51 | 8,1 | 64 | 7,24 | 58 |
| 9 | 6,48 | 58 | 8,27 | 74 | 7,38 | 66 |
| 10 | 6,58 | 66 | 8,43 | 84 | 7,51 | 75 |
| 11 | 6,68 | 74 | 8,57 | 94 | 7,63 | 84 |
| 12 | 6,75 | 81 | 8,71 | 104 | 7,74 | 93 |
| 13 | 6,83 | 89 | 8,84 | 115 | 7,84 | 102 |
| 14 | 6,91 | 97 | 8,98 | 126 | 7,94 | 111 |
| 15 | 6,99 | 105 | 9,12 | 137 | 8,04 | 121 |
| 16 | 7,06 | 113 | 9,23 | 148 | 8,14 | 131 |
| 17 | 7,13 | 121 | 9,34 | 159 | 8,24 | 140 |
| 18 | 7,2 | 129 | 9,45 | 170 | 8,33 | 150 |
| 19 | 7,23 | 137 | 9,57 | 182 | 8,42 | 160 |
| 20 | 7,3 | 147 | 9,69 | 194 | 8,51 | 170 |
| 21 | 7,42 | 156 | 9,8 | 206 | 8,6 | 180 |
| 22 | 7,48 | 165 | 9,9 | 218 | 8,69 | 191 |
| 23 | 7,54 | 173 | 9,99 | 231 | 8,78 | 202 |
| 24 | 7,6 | 182 | 10,08 | 242 | 8,87 | 213 |
| 25 | 7,65 | 191 | 10,17 | 254 | 8,96 | 224 |
| 26 | 7,76 | 202 | 10,32 | 268 | 9,05 | 235 |
| 27 | 7,86 | 212 | 10,44 | 282 | 9,14 | 246 |
| 28 | 7,92 | 222 | 10,53 | 296 | 9,23 | 258 |
| 29 | 7,98 | 231 | 10,63 | 308 | 9,31 | 270 |
| 30 | 8,04 | 241 | 10,73 | 322 | 9,38 | 281 |

$\Delta t = \tau_{п} - t_b$ между температурой теплоотдающей поверхности $\tau_{п}$ и воздуха в помещении t_b . Искомая средняя температура теплоотдающей поверхности будет:

$$\tau_{cp} = \tau_{п} = t_b + \Delta t.$$

Учитывая достаточно низкие температуры теплоотдающих поверхностей, которые регламентируются действующими санитарными требованиями, в ряде случаев приходится решать «обратную» задачу — по заданному конструктивному решению заделки нагревательного элемента в бетонную конструкцию здания находить среднюю температуру теплоносителя t_{cp} , при которой температура теплоотдающей поверхности τ_{cp} не превосходит допустимую.

В этом случае по формуле (16.23) находят $q_{бд}^{пт}$, а из формулы (16.24) — t_{cp} . Для определения средней температуры теплоносителя t_{cp} , °С, формулу (16.24) удобнее привести к виду

$$t_{cp} = \frac{q_{бд}^{пт}}{0,52 e \frac{1,12 (S - 0,1)}{S}} + t_b + 5. \quad (16.39)$$

По средней температуре теплоносителя t_{cp} , расходу G , кг/ч, и скорости воды в горизонтальных участках нагревательного элемента не менее 0,25 м/с (для труб диаметром 15 и 20 мм соответственно 170 и 320 кг/ч) можно определить:

перепад температуры теплоносителя

$$\Delta t = t_r - t_o = \frac{q_{птл}}{G};$$

— температуру воды

$$t_r = t_{cp} + \frac{q_{пл}}{2G};$$

— температуру воды

$$t_o = t_r - \frac{q_{пл}}{G};$$

- протяженность труб нагревательного элемента, м;
- теплоотдача 1 м трубы нагревательного элемента с поверхности потолка, ккал/(м·ч).

Глава 17. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ

17.1. Классификация систем

Системы электрического отопления подразделяют на следующие:

- 1) воздушные, с нагревом воздуха в электрокалориферах или в электрическом тепловом насосе;
- 2) лучистые, с применением потолочных электроизлучателей;
- 3) лучисто-конвективные, с применением подоконных радиаторов, стеновых электропанелей и электрообогревателей, а также с закладкой греющего электрокабеля в бетонный пол и т. п.

17.2. Область применения

Дефицит и высокая стоимость электроэнергии ограничивают ее использование на отопительные нужды.

Устройство электроотопления возможно, если оно технико-экономически обосновано и разрешено соответствующим энергообъединением. Его следует применять прежде всего в тех районах страны, где электроэнергия вырабатывается в основном ГЭС, плотность населения мала, местные тепловые ресурсы отсутствуют, а доставка топлива стоит очень дорого.

Наиболее экономно электроэнергию потребляют:

- 1) при нагреве воздуха электрическим тепловым насосом;
- 2) при замене общего отопления локальным отоплением рабочих мест в больших цехах;
- 3) при эпизодическом отоплении помещений кратковременного использования.

Воздушные системы с нагревом воздуха тепловым насосом дороги по капитальным затратам.

Эффективность их действия тем выше, чем меньше перепад температур между низкотемпературным источником тепла (например, наружным воздухом) и воздухом внутри помещения.

Локальное и эпизодическое отопление осуществляют либо инфракрасными (ИК) электроизлучателями направленного действия, либо электровоздушными агрегатами. При ИК-отоплении в помещении требуется более низкая температура воздуха, чем при конвективном отоплении, что при больших воздухообменах дает значительную экономию энергии за счет меньшего подогрева приточного воздуха. Поэтому ИК-отопление наиболее перспективно для больших промышленных цехов с малым числом рабочих мест и значительным воздухообменом.

Электрическое ИК-отопление целесообразно устраивать в производственных и общественных зданиях, рас-

положенных в районах с избытком дешевой электроэнергии и коротким отопительным сезоном. В районах с дорогой электроэнергией ИК-отопление можно рекомендовать главным образом во временных сооружениях, на открытых площадках и в частично открытых помещениях.

Инфракрасное отопление не может применяться в помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А, Б и В; в складских помещениях с находящимися в них горючими веществами; в помещениях с материалами, которые под действием ИК-излучения могут изменить свои свойства и разлагаться с образованием токсичных или взрывоопасных веществ.

17.3. Инфракрасное электроотопление

А. ИЗЛУЧАТЕЛИ

Электрические ИК-излучатели направленного действия подразделяют на две группы:

- 1) «светлые», которые, имея температуру излучающей поверхности около 2000 °С, испускают свет и ИК-лучи и могут быть использованы для одновременного освещения и отопления помещений;
 - 2) «темные», которые почти не испускают свет и обычно имеют температуру поверхности 300—1100 °С.
- «Светлые» излучатели выпускаются электроламповыми заводами в виде специальных ламп-термоизлучателей ЗС (табл. 17.1).

ТАБЛИЦА 17.1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЛАМП-ТЕРМОИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ЗС

| Тип лампы | Номинальные электрические параметры | | Основные размеры, мм | | Диаметр резьбового цоколя, мм | Срок службы, ч |
|-----------|-------------------------------------|--------------|----------------------|-------|-------------------------------|----------------|
| | напряжение, В | мощность, Вт | диаметр | длина | | |
| ЗС-1 | 127 | 500 | 180 | 267 | 40 | 2000 |
| ЗС-2 | 127 | 250 | 180 | 267 | 40 | 2000 |
| ЗС-3 | 220 | 500 | 180 | 267 | 40 | 2000 |

У ламп ЗС тыльная поверхность колбы покрыта слоем алюминия, который концентрирует излучение в направлении главной оси. Наибольшее действие на облучаемый объект лампы ЗС оказывают в том случае, когда он попадает в конус лучей, исходящих из лампы с углом раскрытия 25—30°.

«Светлые» излучатели не реагируют на обдувание воздухом, безынерционны в работе и создают у человека ощущение тепла сразу же после включения. Им свойствен слепящий блеск, который не должен попадать в поле зрения человека. Поэтому лампы следует устанавливать в арматуре, обеспечивающей защитный угол. Однако арматура не должна препятствовать охлаждению цоколя, иначе колба может отстать от цоколя.

«Светлые» ИК-излучатели применяют:

- 1) для подсветки и обогрева обнаженных натурщиков в художественных студиях, рисовальных залах и в других аналогичных случаях;
- 2) для обеспечения кратковременных работ в холодильниках, хранилищах, на складах, в аппаратных и помещениях, где не требуется общая система отопления или нежелательно повышение температуры воздуха;

3) когда иные системы отопления или источники излучения тепла неэкономичны из-за больших конвективных теплопотерь (локальный обогрев площадок на улице, открытых веранд, больших, высоких и частично открытых цехов и помещений, холодных спален для облучения человека в моменты раздевания и одевания);

4) для одновременного обогрева и освещения помещений, которые используются в вечернее время (торговых палаток и прочих сооружений на праздниках зимы, судейских кабин на зимних соревнованиях и помещений, где выгодно совмещение отопительных и осветительных функций в одном источнике);

5) для облучения с целью сохранения молодняка в птицеводстве и животноводстве, особенно там, где солнечное излучение зимой практически отсутствует.

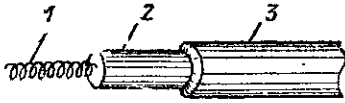


Рис. 17.1. Излучающий стержень «темного» излучателя

1 — спираль; 2 — электроизоляция; 3 — металлическая трубка

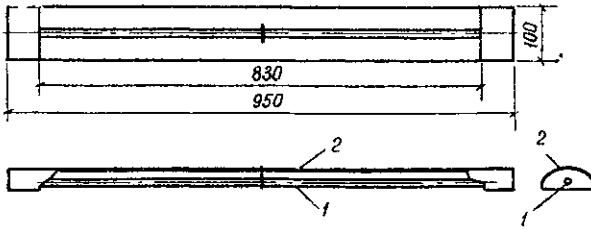


Рис 17.2. «Темный» излучатель

1 — излучающий стержень, 2 — рефлектор

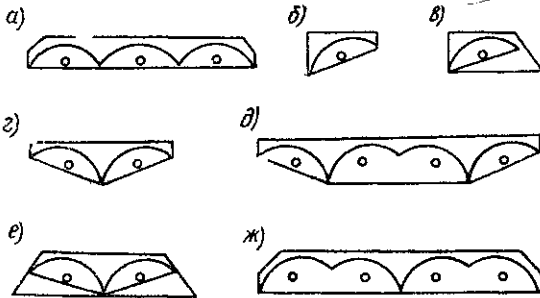


Рис. 17.3. Варианты блоков «темного» излучателя

а — для высоких помещений; б, в — для установки на стенах (карнизные излучатели); г-ж — для установки на малой высоте

«Темный» ИК-излучатель — это излучающий стержень, установленный под рефлектором из специально обработанного алюминия (рис. 17.1). Изнутри стержень нагревается спиралью. Оболочку стержня выполняют либо из керамики, либо из кварца или металла. В последнем случае спираль запрессовывают в электроизоляционную массу. Рефлектор чаще всего имеет параболический профиль.

Основные характеристики таких излучателей (рис. 17.2) с металлической оболочкой даны в табл. 17.2.

ТАБЛИЦА 17.2
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ «ТЕМНЫХ»
ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ, ВЫПУСКАЕМЫХ ГОРЬКОВСКИМ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМ ЗАВОДОМ

| № излучателя | Номинальные электрические параметры | | Основные размеры, мм | | Диаметр излучающего стержня, мм |
|--------------|-------------------------------------|--------------|----------------------|--------|---------------------------------|
| | напряжение, В | мощность, Вт | длина | ширина | |
| 1 | 200 | 700 | 950 | 100 | 10 |
| 2 | 70 | 400 | 435 | 100 | 10 |
| 3 | 127 | 600 | 950 | 100 | 10 |
| 4 | 220 | 700 | 950 | 100 | 10 |

Из стержней, снабженных рефлекторами, можно изготовлять карнизные излучатели и секционные излучающие блоки (рис. 17.3), при этом наклон секций к горизонту обычно составляет 20°. Объединение излучателей в более мощные блоки сокращает число мест их включений и упрощает монтаж. Наклон секций усиливает облучение вертикальных поверхностей, ослабляя облучение горизонтальных. Козырек у карнизного излучателя снижает конвективные потери, создавая слой неподвижного теплого воздуха под излучающим элементом.

«Темные» излучатели целесообразны в следующих случаях:

1) когда испускание света недопустимо (в фотолабораториях, в кинотеатрах);

2) когда конвективные потоки, восходящие над излучателем, могут обогревать человека или помещение;

3) когда условия эксплуатации требуют от излучателей высокой прочности;

4) когда для локального облучения рабочих мест в больших и высоких цехах (например, у прокатных станков) «светлые» излучатели непригодны из-за своего слепящего действия.

ИК-излучатели следует располагать как можно ближе к облучаемой зоне, не превышая минимальной высоты установки, равной 2,5 м, и добиваясь, чтобы излучение на человека падало наклонно со всех сторон и чтобы сильнее облучались его вертикальные поверхности (ноги, спина, бока, грудь). Работа ИК-излучателей при этом становится эффективнее. Наклонные лучи, облучая человека, не должны облучать окружающие стены. Мебель и оборудование не должны экранировать излучение, направленное на человека.

Места локального отопления желательно ограждать легкими ширмами, поверхности которых должны хорошо отражать ИК-лучи.

Для быстрого нагрева верхний слой пола должен иметь малую теплопроводность и хорошо поглощать ИК-лучи.

В помещениях с эпизодическим ИК-отоплением тепловую изоляцию в ограждениях лучше располагать с внутренней стороны.

В РАСЧЕТ ИК-СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Выявляют рабочие места и зоны, допускающие локальное отопление. Вычисляют требуемую облученность, Вт/м², человека или отдельных его поверхностей:

$$E = a(t_k - t_n), \quad (17.1)$$

t_n — температура помещения,
 t_k — комфортная температура, т.е. температура помещения, при которой тепловое состояние человека оценивается как комфортное,
 a — коэффициент, равный $11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$.

$$t_n = \frac{t_a + t_p}{2}, \quad (17.2)$$

где t_a — температура воздуха в помещении,
 t_p — радиационная температура помещения для человека или для отдельной его поверхности
 Требуемую облученность, вычисленную по формуле

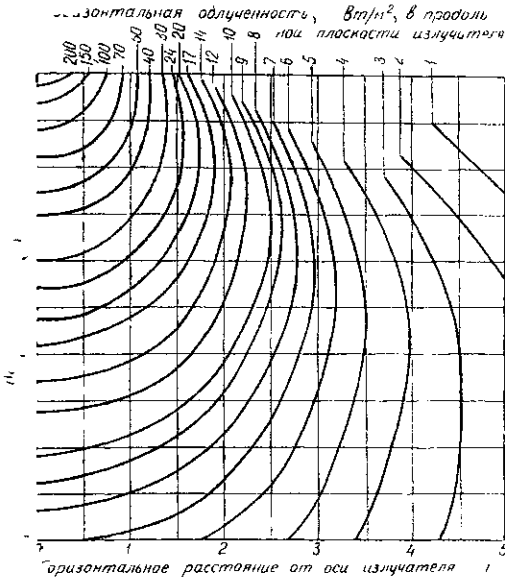


Рис 174 Пространственные изорады для типовой секции «темного» излучателя

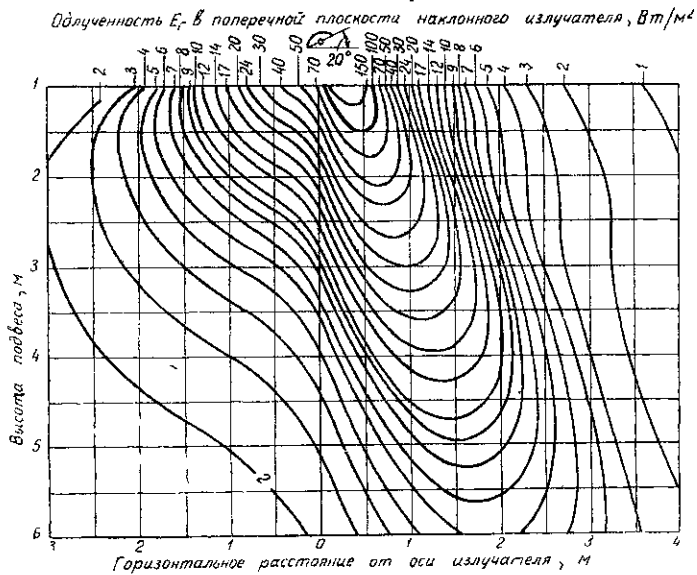


Рис 175 Изорады горизонтальной облученности для наклонной секции

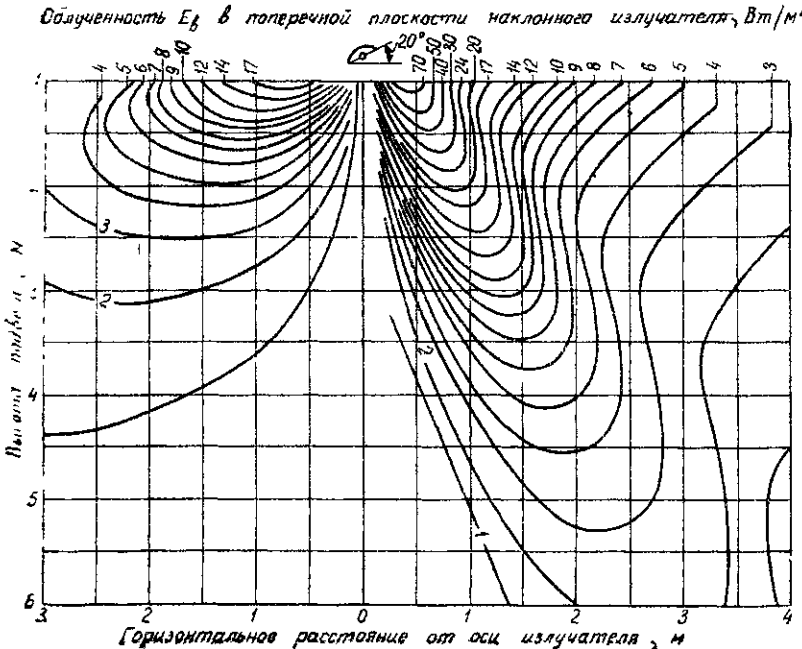


Рис 176 Изорады вертикальной облученности для наклонной секции

(17.1), обеспечивают подбором излучателей, их мощности, а также расстановкой излучателей по высоте и в плане помещения. Фактическую облученность вычисляют с помощью пространственных изорад (рис. 17.4—17.6), учитывая при этом вертикальные и горизонтальные излучающие поверхности тела человека (табл. 17.3).

ТАБЛИЦА 17.3
ИЗЛУЧАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЧЕЛОВЕКА РОСТОМ 1,8 м

| Часть тела | Излучающая поверхность | Площадь излучающей поверхности, м ² | | Высота расчетной поверхности над полом, м |
|------------|-----------------------------------|--|--------------|---|
| | | горизонтальной | вертикальной | |
| Голова | Верх | 0,022 | — | 1,8 |
| | Лицо и затылок | — | 0,025 | 1,7 |
| | Левая и правая щеки | — | 0,034 | 1,7 |
| | Вся голова | 0,14 | | 1,7 |
| | | | | |
| Туловище | Плечи | 0,058 | — | 1,5 |
| | Грудь и спина | — | 0,311 | 1,4 |
| | Левый и правый бок | — | 0,1 | 1,4 |
| | Все туловище | 0,88 | | 1,4 |
| | | | | |
| Ноги | Передняя и задняя часть | — | 0,2 | 0,4 |
| | Правая и левая стороны | — | 0,09 | 0,4 |
| | Обе ноги | 0,58 | | 0,4 |
| | Все тело | 1,6 | | |

Расчет локальных систем отопления по пространственным изорадам дает точное значение фактической облученности человека прямыми лучами. Однако он не учитывает побочные факторы, снижающие охлаждение человека в закрытых помещениях, а именно: экраниро-

вание излучателями холодных потолков и стен, вторичное излучение пола, облучаемого излучателями, конвективные потоки, восходящие над полом, и др.

Все эти факторы следует учитывать, вводя поправочный коэффициент, снижающий мощность ИК-излучателей. При расчете общего ИК-отопления необходимо учитывать коэффициент лучистой активности. Поскольку для локальных ИК-систем отопления сведения о поправочном коэффициенте отсутствуют, то они рассчитываются, как правило, приближенным способом.

В этих случаях, используя табл. 17.4, мощность, кВт, секционного (блочного) излучателя для локального отопления вычисляют по формуле

$$P_6 = \frac{E_{гд} h^2 \rho}{1000 J},$$

где $E_{гд}$ — допускаемая в данных условиях облученность на уровне головы, определяемая по табл. 17.4, Вт/м²,

h — высота подвеса излучателей над головой человека;

J — средняя сила излучения от одной секции излучателя (лампы) в направлении отвесной оси, Вт/стер;

ρ — мощность одной секции (лампы), Вт.

Сила излучения лампы ЗС-3 составляет 180 Вт/стер, а «темного» излучателя № 4 (см. табл. 17.2) — 115 Вт/стер.

Если площадь F обогреваемого участка больше h^2 , то следует устанавливать блоки в количестве

$$n = \frac{F}{h^2},$$

тогда общая мощность, кВт, локальной установки

$$P = n P_6.$$

Пример 17.1. Человек в теплой одежде работает в закрытом помещении, имеющем среднюю температуру воздуха 0 °С. Высота подвеса излучателей над полом 3,7 м, а рост человека 1,7 м. Локальным отоплением необходимо обеспечить участок площадью F , равной 40 м².

Решение 1. Допускаемая облученность на уровне головы по табл. 17.4 составляет $E_{гд} = 150$ Вт/м².

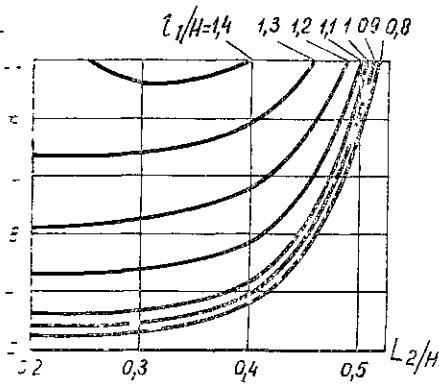
2. К установке принимаем лампы ЗС-3, имеющие $\rho = 500$ Вт и $J = 180$ Вт/стер.

ТАБЛИЦА 17.4

ДОПУСКАЕМАЯ ОБЛУЧЕННОСТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ НА УРОВНЕ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕКА

| Место облучения | Одежда | Температура воздуха, °С | Значения облученности, Вт/м ² | | | |
|---|-------------------|-------------------------|--|---------|-----------------------------|-----|
| | | | при состоянии покоя | | при легком физическом труде | |
| | | | А* | Б | А | Б |
| Закрытое помещение | В теплой одежде | 0 | 200 | 250 | 100 | 150 |
| | | +5 | 150 | 200 | 80 | 100 |
| То же | Без теплой одежды | 0 | 250 | 280 | — | — |
| | | +5 | 180 | 220 | — | — |
| | | +10 | 80 | 100 | — | — |
| | | +15 | 30 | 45 | — | — |
| | | +18 | 16 | 32 | — | — |
| | | | | | | |
| Закрытые и полуоткрытые помещения и улица | — | От 0 до +5 | — | 300 | — | — |
| | | + 0 » —5 | — | 400—500 | — | — |
| | | + 0 » —10 | — | 600—700 | — | — |

* А и Б — для систем общего и локального отопления соответственно



177 Кривые неравномерности облучения s

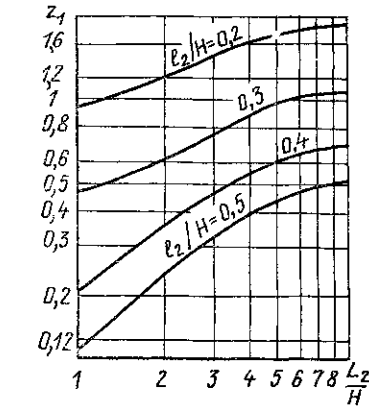


Рис 178 Кривые для определения краевой добавки z_1 для продольного ряда

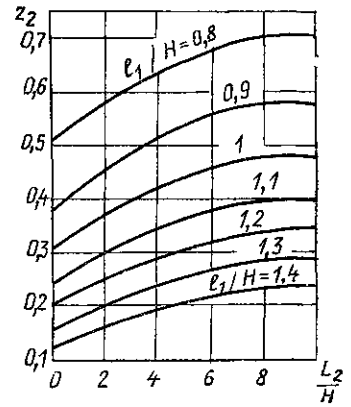


Рис 179 Кривые для определения краевой добавки z_2 для поперечного ряда

Допускаемая мощность блока ламп

$$P_6 = \frac{E_{\Gamma} d h p}{10 \cdot 10^3 J} = \frac{1 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 000}{1000 \cdot 10^3} = 1,7 \text{ кВт}$$

в блоке можно установить три лампы

4 Число блоков

$$n = \frac{P}{P_6} = \frac{0}{2'} = 10$$

5 Общая мощность установки $P - P_6 F/h = 16,7 \text{ кВт}$

6 Общее количество ламп $n_L = P/P_6 = 33$

Мощность общего ИК отопления ориентировочно назначают по тепловым потерям помещения. Выбрав тип излучателя и зная его мощность, определяют примерное число излучателей. При необходимости излучатели комбуют в секционные блоки.

«Темные» излучатели или блоки из них размещают таким так, чтобы их продольные оси были параллельны продольной оси помещения. Намечают высоту подвеса H излучателей над облучаемой горизонтальной плоскостью. По рис 177 выбирают шаг излучателей l_1 (в направлении продольной оси) и шаг l_2 (в направлении поперечной оси) так чтобы неравномерность облученности горизонтальной плоскости

$$s = \frac{E_{\Gamma \text{ макс}} - E_{\Gamma \text{ мин}}}{E_{\Gamma \text{ ср}}} 100 < 20\%$$

Узнав поперечное расстояние L_2 между крайними рядами излучателей, по графику (рис 178) определяют добавку z_1 , выравнивающую облученность плоскости на краю либо уменьшением шага излучателей в продольном ряду $l'_1 = l_1 / (1 + z_1)$, либо увеличением мощности краевого излучателя $P_1 = P(1 + z_1)$ по сравнению с мощностью P излучателя, не стоящего на краю плоскости.

Аналогично определяют добавки для излучателей, расположенных в поперечных краевых рядах (z_2 по рис 179) и в углах (z_3 по рис 1710).

Используя пространственные изорады, подсчитывают среднюю фактическую облученность E_{Φ} человека сравнительными излучателями.

Коэффициент лучистой активности намеченной системы ИК отопления вычисляют по формуле

$$k = 1 + \frac{E_{\Phi}}{a(t_B - t_H)} \quad (17.3)$$

где t_H — расчетная температура наружного воздуха; t_B — то же, внутреннего.

Коэффициент лучистой активности учитывает тот факт, что человек должен отдать окружающей среде не только свое физиологическое тепло, но и тепло, полученное непосредственно от излучателей. Для этого требуется пониженная температура помещения что достигается снижением мощности отопления, Вт, до номинальной величины.

$$P_H = \frac{P}{k} \quad (17.4)$$

где P — тепловые потери помещения, Вт.

В этом случае плотность облученности, Вт/м², человека

$$E_H = \frac{E_{\Phi}}{k} \quad (17.5)$$

Этой плотности будет соответствовать температура помещения

$$t_H = \frac{t_B - t_H}{k} + t_H \quad (17.6)$$

Тепловое состояние тела человека в таком случае будет эквивалентно тепловому состоянию при комфортной температуре

$$t_K = t_H + \frac{E_H}{a} \quad (17.7)$$

Средняя фактическая облученность головы человека E_{Γ}^{Φ} Вт/м² при длительном воздействии ИК радиации не должна превышать допустимого значения

$$E_{\Gamma} = a_{\Gamma} (t_{K\Gamma} - t_H), \quad (17.8)$$

где $a_{\Gamma} = 10,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$,

$t_{K\Gamma}$ — комфортная температура для головы, °C. В служебных и жилых помещениях ее рекомендуется принимать

$$t_{K\Gamma} < t_K + 2. \quad (17.9)$$

Если $E_{\Gamma}^{\Phi} < E_{\Gamma}$, то следует выбрать излучатель иного типа или изменить схему расстановки. В крайнем случае мощность ИК-отопления P_{Γ} , Вт, следует уменьшить на величину

$$P_{\kappa} = P_{\Gamma} \left(1 - \frac{E_{\Gamma}}{E_{\Gamma}^{\Phi}} \right) \quad (17.10)$$

и установить на эту мощность конвективные или электровоздушные нагреватели.

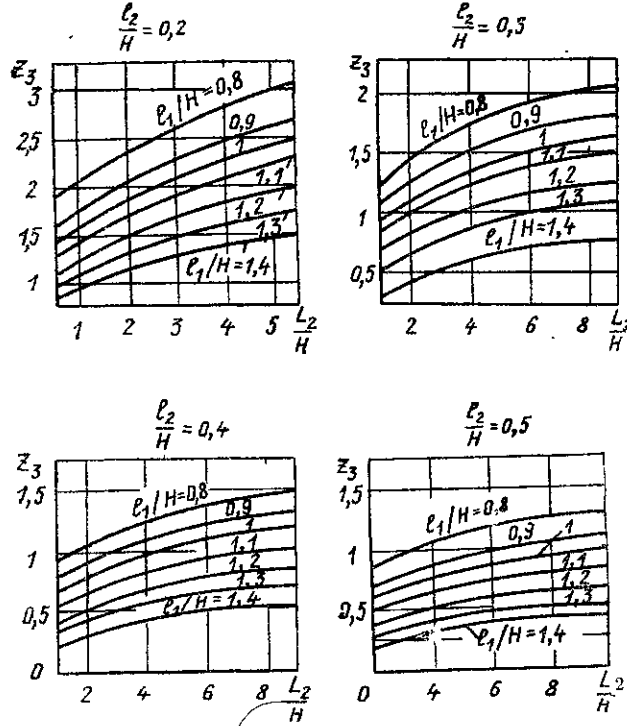


Рис. 17.10. Кривые для определения угловой добавки z_3

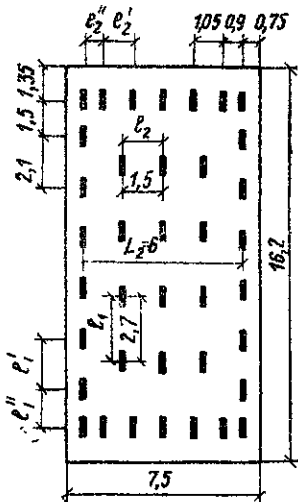


Рис. 17.11. План расстановки излучателей в помещении

Пример 17.2. Необходимо обогреть павильон, в котором люди будут отдыхать, лежа на кроватях. Спальное помещение имеет высоту 4 м и размеры в плане, указанные на рис. 17.11. При расчетной температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = -22^\circ\text{C}$ и внутреннего $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$ теплопотери помещения P составляют 29,2 кВт.

Решение. Для отопления принимаем излучатель № 4 по табл. 17.2. Излучатели подвешиваем к потолку на высоте 3,5 м от пола. Высота подвеса над плоскостью кроватей H составляет 3 м.

По рис. 17.7 принимаем $l_1/H = 0.9$ и $l_2/H = 0.5$, для которых $s = 17\%$. В итоге имеем $l_1 = 0.9 \cdot 3 = 2.7$ м; $l_2 = 0.5 \cdot 3 = 1.5$ м и $L_2 = 6$ м, т. е. $L_2/H = 2$.

Используя полученные данные, по рис. 17.8—17.10 находим $z_1 = 0.25$; $z_2 = 0.45$; $z_3 = 0.7$.

Шаг излучателей на краю в продольном и поперечном рядах должен соответственно составлять

$$l_1' = \frac{l_1}{1 + z_1} = \frac{2.7}{1.25} \approx 2.1 \text{ м;}$$

$$l_2' = \frac{l_2}{1 + z_2} = \frac{1.5}{1.45} \approx 1.05 \text{ м,}$$

а в углах:

$$l_1'' = \frac{l_1}{1 + z_3} = \frac{2.7}{1.7} = 1.6 \text{ м; } l_2'' = \frac{1.5}{1.7} = 0.9 \text{ м.}$$

Ориентируясь на найденные значения l , размещаем излучатели в плане так, как это изображено на рис. 17.11, из которого следует, что общее число излучателей составляет 38. Ориентировочная мощность одного излучателя $p = 29.2 : 38 = 0.77$ кВт, что выше мощности выпускаемой секции в 1,1 раза.

По пространственным изорадам (см. рис. 17.4) находим, что при высоте подвеса H , равной 3 м, облученность горизонтальной площадки под излучателем составляет $E_{\Gamma} = 30$ Вт/м², если мощность излучателя равна 0,7 кВт. В нашем случае $p = 0.77$ кВт, поэтому и $E_{\Gamma} = 33$ Вт/м².

При работе всех излучателей, размещенных в намеченной схеме, облученность той же горизонтальной площадки будет в несколько раз больше. По рис. 17.12 максимальная относительная облученность $\kappa = 3$. Поэтому

$$E_{\Gamma \text{ макс}} = \Sigma E_{\Gamma} = \kappa E_{\Gamma} l = 3 \cdot 33 \cdot 1 = 99 \text{ Вт/м}^2,$$

где l — число секций в излучателе (в нашем случае $l = 1$),

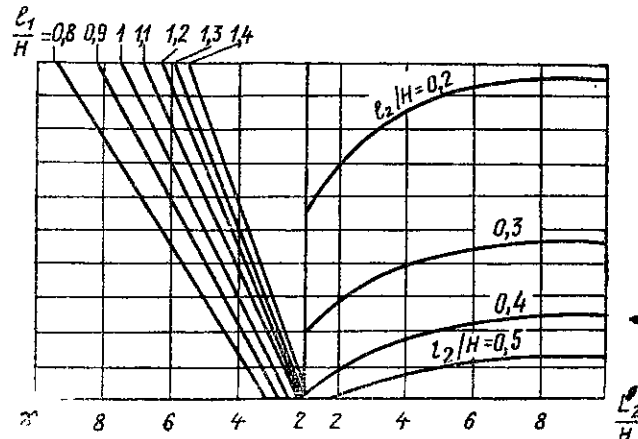


Рис. 17.12. Номограмма для определения максимальной относительной облученности κ

Средняя облученность горизонтальной поверхности

$$E_{\Gamma \text{ ср}} = E_{\Gamma \text{ макс}} \left(1 - \frac{s}{2 \cdot 100} \right) = 99 \left(1 - \frac{0.17}{2} \right) = 90.6 \text{ Вт/м}^2.$$

Средняя плотность облученности человека

$$E_{\Phi} = \frac{E_{\Gamma \text{ ср}} P_{\Gamma}}{F_p} = \frac{90.6 \cdot 0.761}{1.6} = 43.1 \text{ Вт/м}^2.$$

$S = 1,761 \text{ м}^2$ — площадь горизонтальной поверхности человека, которая подвергается облучению,
 $r = 1,6 \text{ м}^2$ — радиационная поверхность человека,
 $\epsilon = 0,98$ — коэффициент лучистой активности системы

$$\epsilon = 1 + \frac{E\Phi}{a(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} = 1 + \frac{43,1}{11(18 + 22)} = 1,098.$$

Общая мощность системы ИК-отопления

$$P_{\text{н}} = \frac{P}{\epsilon} = \frac{29,2}{1,098} = 26,6 \text{ кВт.}$$

Мощность одного излучателя $p = 26,6/38 = 0,7 \text{ кВт}$ и совпадает с мощностью излучателя № 4 по табл. 17.2.
 При работе излучателей в помещении средняя плотность облучения человека

$$E_{\text{н}} = \frac{E\Phi}{k} = \frac{43,1}{1,098} = 39,3 \text{ Вт/м}^2$$

в помещении установится температура

$$t_{\text{п}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{k} + t_{\text{н}} = \frac{18 + 22}{1,098} = 22 = 14,5^\circ \text{С}$$

Тепловое состояние человека будет оцениваться комфортной температурой

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + \frac{F_{\text{н}}}{a} = 14,5 + \frac{39,3}{11} \approx 18^\circ \text{С}$$

В этих условиях облученность головы не должна превышать

$$E_{\text{г}} = a_{\text{г}}(t_{\text{к,г}} - t_{\text{п}}) = 10,2(18 + 2 - 14,5) = 56,1 \text{ Вт/м}^2.$$

Действительная плотность облученности головы

$$E_{\text{в}} = \frac{E_{\text{г, макс}} F_{\text{г, г}}}{k F_{\text{р, г}}} = \frac{99 \cdot 0,034}{1,098 \cdot 0,14} \approx 22 \text{ Вт/м}^2.$$

что меньше $56,1 \text{ Вт/м}^2$. Здесь $F_{\text{г, г}} = 0,034 \text{ м}^2$ — горизонтальная поверхность лежащей головы, $F_{\text{р, г}} = 0,14 \text{ м}^2$ — радиационная поверхность головы

В рассмотренном помещении возможно эвклидовское отопление на время отдыха по выходным дням, а также локальное отопление части помещения.

Излучатели следует включать или выключать последовательными группами, чтобы не создавать слишком больших токов.

Мощность излучения «светлых» ИК-излучателей регулируют ступенчато отключением части излучателей. Мощность излучения «темных» ИК-излучателей можно регулировать, автоматически чередуя периоды включения и выключения источников излучения и изменяя продолжительность этих периодов.

Для быстрого нагрева закрытых помещений ИК-отопление включается на полную мощность, которая по мере нагревания помещения должна понижаться до рабочей мощности.

17.4. Лучисто-конвективное электроотопление

Лучисто-конвективное отопление осуществляется с помощью электроконвекторов, электрорадиаторов и электропечей типа ПТ.

Расчеты теплотерьер зданий и размещение нагревателей не отличаются от изложенных в главах 11 и 12.

При выборе электрических нагревателей следует пользоваться заводскими паспортами и техническими данными, приведенными в приложении XVII.

17.5. Электровоздушное отопление

Электровоздушное отопление является частным случаем воздушного отопления и все изложенное в главе 15 в равной степени относится и к нему.

Особое внимание при проектировании, монтаже и эксплуатации электровоздушного отопления должно быть обращено на вопросы техники безопасности, изложенные в заводских инструкциях и паспортах.

Особенностью проектирования электровоздушного отопления является подбор электрокалориферов и электрокалориферных установок.

Подбор электрокалориферов типа СФО-25/1-Т-МО1—СФО-250/1-Т-МО1

По заданной производительности L и температурам воздуха $t_{\text{вых}}$ и $t_{\text{вх}}$ определяется расход тепла, ккал/ч, на нагрев воздуха

$$Q = L \gamma c (t_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}).$$

Определяется потребляемая мощность, кВт, калорифера

$$N = \frac{Q}{864}$$

и предварительно выбирается ближайший по мощности электрокалорифер (табл. 17.5).

ТАБЛИЦА 17.5

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОВ

| Характеристики | Марка электрокалориферов | | | | | |
|---|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | СФО-25/1-Т-МО1 | СФО-40/1-Т-МО1 | СФО-60/1-Т-МО1 | СФО-100/1-Т-МО1 | СФО-160/1-Т-МО1 | СФО-250/1-Т-МО1 |
| Мощность, кВт | 22,5 | 45 | 67,5 | 90 | 157,5 | 247,5 |
| Максимальная температура воздуха, °С | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Максимально допустимая температура на поверхности нагревателя, °С | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| Производительность, м³/ч | 1600—2800 | 2400—4300 | 3300—5700 | 4500—9000 | 6600—12000 | 9800—18000 |
| Площадь живого сечения калорифера | 0,0556 | 0,0845 | 0,1140 | 0,1432 | 0,23 | 0,346 |
| Перепад температуры воздуха, °С* | 40—20 | 50—30 | 56—32 | 51—30 | 65—38 | 63—30 |

* Меньшей производительности по воздуху соответствует больший перепад температур.

| Характеристики | Марка электрокалориферов | | | | | |
|--|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | СФО 25/1 Т МО1 | СФО 40/1 Т МО1 | СФО 60/1 Т МО1 | СФО 100/1 Т МО1 | СФО 160/1 Т МО1 | СФО 200/1 Т МО1 |
| Сопротивление калорифера по воздуху* мм вод ст | 15 | 15 | 25 | 25 | 30 | 35 |
| Напряжение сети В | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Общее количество нагревателей шт | 9 | 18 | 27 | 36 | 63 | 99 |
| Масса калорифера кг | 24,5 | 38 | 53,5 | 76 | 108,3 | 163 |
| Размеры рабочего пространства мм | | | | | | |
| высота | 524 | 524 | 524 | 524 | 524 | 524 |
| ширина | 190 | 325 | 460 | 595 | 1000 | 1540 |
| глубина | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |

* Данные указаны при температуре входящего воздуха +20° С

ТАБЛИЦА 176

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК

| Характеристики | Марки электрокалориферных установок | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | СФОА 16/0 5ТЦ М2/1 | СФОА 25/0 5ТЦ М2/1 | СФОА 10/0 5ТЦ М2/1 | СФОА 60/0 5ТЦ М2/1 | СФОА 100/0 5ТЦ М2/1 |
| Номинальная мощность кВт | 15,75 | 23,25 | 46,5 | 69 | 94 |
| То же электрокалорифера кВт | 15 | 22,5 | 45 | 67,5 | 90 |
| Напряжение В | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Частота Гц | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Число фаз | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Число нагревательных секций | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Схема соединения нагревателей | V-образная | | | | |
| Производительность м³/ч при перепаде температуры нагреваемого воздуха °С | | | | | |
| 40 | 1300 | 1600 | 3100 | 4200 | 6500 |
| 50 | 950 | 1480 | 2480 | 3580 | 5940 |
| Максимально допустимая температура воздуха на выходе из установок °С | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Максимальная температура на поверхности нагревателей электрокалорифера °С | Не более 180° | | | | |
| Гидравлическое сопротивление мм вод ст | 15 | 15 | 25 | Не более 25 | Не более 30 |
| Свободный напор мм вод ст | 35 | 35 | 65 | 85 | 70—80 |

Определяется скорость воздуха в живом сечении калорифера

$$v = \frac{L}{3600 F_{ж}}$$

Гидравлическое сопротивление, мм вод ст, определяют по формуле

$$P = \sum \xi \frac{v^2}{2g} \gamma,$$

где $\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений, отнесенная к скорости v и принимаемая равной 1,4—2

Далее проверяется возможность работы на выбранной скорости с учетом минимальных значений скорости воздуха в зависимости от температуры входящего воздуха $t_{вх}$ и максимально допустимой температуры нагрева воздуха для целей отопления (до 70° С)

Для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления сельскохозяйственных помещений, среда которых может быть повышенной влажности и содержать агрессивные примеси в следующих концентрациях аммиак — 0,03, сероводород — 0,03 и углекислый газ — 14,7 г/м³, рекомендуются электрокалориферные установки серии СФОА (табл. 176)

Установки СФОА могут также использоваться для нагрева воздуха в системах вентиляции и отопления

штенных и любых других зданий а также для
етно рециркуляционных целей в помещениях, не
агgressивных компонентов

Глава 18 ОСОБЕННОСТИ ОТОПЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

18.1. Животноводческие помещения

При проектировании систем отопления животновод-
чих помещений расчетную наружную температуру
воздуха следует принимать по параметрам «Б» главы
П П А 6 71

Температура внутреннего воздуха в помещениях для
выращивания животных приведена в табл 18 1

ТАБЛИЦА 18 1
ТЕМПЕРАТУРА ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА
В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

| Животноводческие помещения | Температура внутреннего воздуха С |
|---|---|
| Для крупного рогатого скота подильное отделение | 18 |
| коровники для привязного и беспривяз- ного содержания | 10 |
| профилактории | 20 |
| телятники | |
| для выращивания и доращивания | 16 |
| для откорма | 12 |
| Для свиней | |
| холостых легкосупоросных маток и хряков производителей | 14 |
| глубокогупоросных маток | 18 |
| подсосных маток с поросятами | |
| в первую неделю жизни | 30 |
| во вторую — четвертую неделю жизни | 14 |
| свиноматок | 18 |
| поросят отъемышей | 22 |
| для откорма | 18 |
| Для овец | |
| ягнят | 10 |
| овцематок | 10 |

Уравнение теплового баланса животноводческого
помещения в алгебраической форме может быть запи-
сано

$$Q_{ж} + Q_{огр} + Q_{исп} + Q_{инф} + Q_{вент} + Q_{от} = 0 \quad (18 1)$$

где $Q_{ж}$ — теплоступления от животных, ккал/ч,

$Q_{огр}$ — теплопотери через ограждающие конструк-
ции ккал/ч,

$Q_{исп}$ — тепло необходимое на испарение жидко-
сти со смоченных поверхностей ккал/ч,

$Q_{инф}$ — тепло необходимое на нагрев инфильтрую-
щегося в помещение наружного воздуха,
ккал/ч,

$Q_{вент}$ — тепло необходимое на нагрев вентиляци-
онного воздуха подаваемого в помещение
для поддержания в нем предельно допу-
стных концентраций вредностей ккал/ч,

$Q_{от}$ — тепло подаваемое системой отопления для
обеспечения заданной внутренней темпе-
ратуры в помещении для поддержания
теплового баланса ккал/ч

Количество тепла, поступающего в помещение от
животных определяется по формуле

$$Q_{ж\text{ жив}} = n q K_1 K_2 K_3 \quad (18.2)$$

где n — расчетное количество животных в помеще-
нии

q — количество тепла выделяемого одним жи-
вотным ккал/ч (табл 18 2),

K_1 — коэффициент изменения тепловыделений жи-
вотного в зависимости от температуры воз-
духа в помещении (рис 18 1),

K_2 — коэффициент учитывающий фактическое ко-
личество животных в помещении по сравне-
нию с расчетным (для крупного рогатого
скота $K_2=0.9$ для свиней $K_2=0.8$),

K_3 — коэффициент учитывающий тепловыделения
животных в состоянии покоя (в ночное вре-
мя) для крупного рогатого скота и свиней
 $K_3=0.8$

При составлении теплового баланса животноводче-
ского помещения расчетным периодом следует считать
ночное время

При расчете теплообмена животного с окружающей
средой следует иметь в виду что температура поверх-
ности тела животного зависит от температуры окружа-
ющего воздуха (рис 18 2)

При расчете чистого теплообмена животного с
внутренними поверхностями окружающих конструкций
следует учитывать, что в теплообмене участвует не вся
поверхность тела а лишь часть ее Расчетная поверх-
ность тела животного $F_{п}$, м², определяется по формуле

$$F_{п} = K F_{ж}$$

где K — часть общей поверхности тела животного,
участвующая в теплообмене (для коров и
свиней в положении стоя $K=0.8$),

$F_{ж}$ — общая поверхность тела животного

Для коров

$$F_{ж} = 10.5 P^{2.3},$$

для свиней:

$$F_{ж} = 9.2 P^{2.3},$$

где P — живая масса животного, т

ТАБЛИЦА 182

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ЖИВОТНЫМИ

| Вид животного | Живая масса, кг | Тепловыделения, ккал/ч | |
|---|-----------------|------------------------|-------|
| | | общие | явные |
| Крупный рогатый скот. коровы стельные, нетели за два месяца до отела | 300 | 600 | 440 |
| | 400 | 790 | 550 |
| | 600 | 920 | 670 |
| | 800 | 1090 | 780 |
| Коровы с уровнем лактации, л: 5 | 300 | 600 | 430 |
| | 400 | 710 | 520 |
| | 500 | 800 | 580 |
| | 600 | 920 | 660 |
| 10 | 300 | 640 | 470 |
| | 400 | 760 | 550 |
| | 500 | 860 | 620 |
| | 600 | 960 | 690 |
| 15 | 300 | 740 | 540 |
| | 400 | 870 | 630 |
| | 500 | 960 | 700 |
| | 600 | 1040 | 760 |
| волы откормочные | 400 | 930 | 670 |
| | 600 | 1130 | 820 |
| | 800 | 1350 | 980 |
| | 1000 | 1600 | 1160 |
| Телята в возрасте: до месяца | 30 | 100 | 70 |
| | 40 | 140 | 100 |
| | 50 | 170 | 120 |
| | 80 | 260 | 180 |
| от одного до трех месяцев | 40 | 150 | 110 |
| | 60 | 210 | 150 |
| | 100 | 280 | 200 |
| | 130 | 390 | 280 |
| от трех до четырех месяцев | 90 | 240 | 180 |
| | 120 | 360 | 260 |
| | 150 | 380 | 280 |
| | 200 | 500 | 370 |
| молдняк в возрасте от четырех месяцев и старше | 130 | 320 | 230 |
| | 180 | 480 | 350 |
| | 250 | 500 | 360 |
| | 350 | 650 | 480 |
| Свиньи: хряки-производители | 100 | 300 | 210 |
| | 200 | 380 | 280 |
| | 300 | 520 | 370 |
| матки холостые и супоросные первых трех месяцев | 100 | 240 | 180 |
| | 150 | 280 | 200 |
| | 200 | 320 | 250 |
| матки супоросные свыше трех месяцев | 100 | 290 | 200 |
| | 150 | 340 | 250 |
| | 200 | 380 | 280 |
| матки подсосные с поросятами | 100 | 580 | 420 |
| | 150 | 660 | 480 |
| | 200 | 770 | 560 |

Продолжение табл 182

| Вид животного | Живая масса, кг | Тепловыделения, ккал/ч | |
|--|-----------------|------------------------|-------|
| | | общие | явные |
| поросята в возрасте до трех месяцев | 15 | 110 | 80 |
| ремонтный и откормочный молодняк | 50 | 180 | 130 |
| | 60 | 220 | 160 |
| | 80 | 260 | 190 |
| | 90 | 270 | 200 |
| | 100 | 290 | 210 |
| взрослые свиньи на откорме | 100 | 320 | 230 |
| | 200 | 420 | 310 |
| | 300 | 550 | 400 |
| Овцы: бараны | 50 | 170 | 120 |
| | 80 | 220 | 160 |
| | 100 | 240 | 170 |
| | | | |
| матки холостые | 40 | 150 | 110 |
| | 50 | 170 | 120 |
| | 60 | 180 | 130 |
| матки суягные | 40 | 150 | 110 |
| | 50 | 170 | 120 |
| | 60 | 180 | 130 |
| | | | |
| матки подсосные с приплодом двух ягнят | 40 | 290 | 210 |
| | 50 | 320 | 230 |
| | 60 | 350 | 250 |
| молдняк | 20 | 100 | 70 |
| | 30 | 110 | 80 |
| | 40 | 140 | 100 |
| | | | |

Примечание. В таблице приведены значения тепловыделений животных при температуре внутреннего воздуха в помещении $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$.

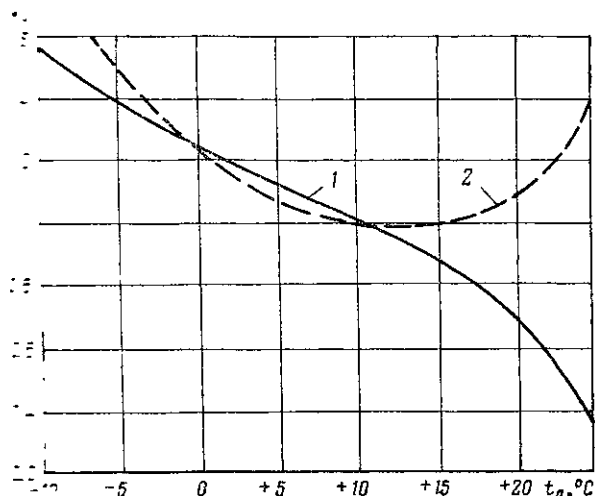


Рис. 18.1. Зависимость коэффициента K_1 от температуры воздуха в помещении
1 — для коров, 2 — для свиней

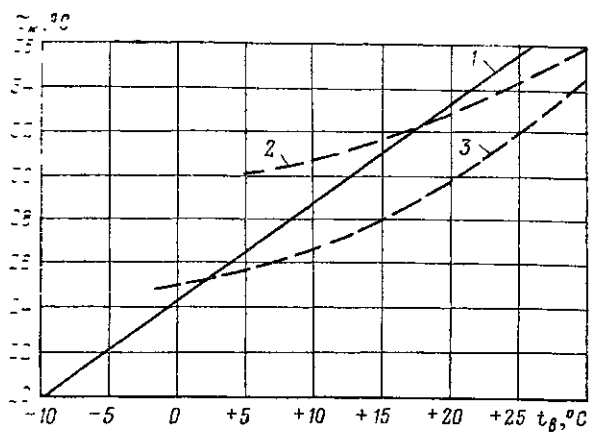


Рис. 18.2. Зависимость температуры тела животного от температуры окружающего воздуха
1 — для коров, 2 — для свиней живой массой более 50 кг, 3 — для свиней живой массой менее 50 кг

При расчете теплотерь через ограждающие конструкции температуру внутреннего воздуха в помещении следует принимать:

- для стен и полов — расчетную в зоне размещения животных;
- для перекрытий и покрытий

$$t_{в(п)} = t_{в} + (0,8 \div 1,0) h,$$

— высота помещения, м.

— 224

Термические сопротивления ограждений (стен, покрытий, перекрытий и ворот) должны обеспечить такую температуру на внутренней поверхности ограждений, а следовательно, и среднюю радиационную температуру в помещении, при которой лучистый теплообмен животного и отдельных частей поверхности его тела с ограждающими конструкциями не превышал бы конвективной теплоотдачи, т. е. чтобы животное не ощущало местного переохлаждения отдельных частей тела. Разность температуры воздуха в помещении и поверхности стены не должна превышать 3°C , а температуры воздуха и поверхности покрытия — $2,5^{\circ}\text{C}$.

Температура поверхности пола помещения для содержания животных и уровень его теплоусвоения должны обеспечивать теплоотдачу животного в лежачем положении не более 5% общей. Максимальный период охлаждения животного должен быть не более 10 мин. Пристенную зону пола необходимо дополнительно утеплять так, чтобы разность температуры зоны пребывания животных и поверхности пола была не более $1,5^{\circ}\text{C}$.

Количество тепла, которое должна подать система отопления в помещение, определяется как разность расхода и поступления тепла при расчетной наружной отопительной температуре t_n и температуре в зоне пребывания животных, соответствующей их максимальной продуктивности $t_{ж}$. При этом концентрации вредных веществ не должны превышать максимально допустимых.

Наибольшее распространение в животноводческих помещениях имеют системы воздушного отопления, совмещенные с подачей свежего приточного воздуха. Параметры воздуха и схема подачи его в помещении определяются количеством тепла $Q_{от}$, конструктивными особенностями помещения, технологией содержания животных и другими факторами, зависящими от конкретных условий.

Системы центрального водяного отопления с различными нагревательными приборами (радиаторы, регистры, бетонные панели) устраивают в помещениях для молодняка или в помещениях, где предельная степень нагрева воздуха не обеспечивает необходимого количества тепла. Максимальная температура воздуха, подаваемого системой воздушного отопления, не должна превышать 70°C , а максимальная температура поверхности нагревательных приборов 95°C . Приборы следует устанавливать так, чтобы животные не могли соприкасаться с ними.

В животноводческих помещениях могут применяться локальные системы отопления. Так, в помещениях для молодняка возможно устройство электрообогреваемых полов или инфракрасных излучателей различного типа в виде электрических ламп накаливания. Эти системы обычно применяются в сочетании с другими системами отопления и являются дополнительным средством местного обогрева животных.

В помещениях для содержания животных все большее применение находит газовое отопление с помощью горелок инфракрасного излучения (ГИИ), работающих как на природном, так и на сжиженном (пропан-бутан) газе.

Горелки должны быть оборудованы специальными отсосами вытяжной вентиляционной системы.

Основным показателем работы системы отопления с горелками инфракрасного излучения является плотность облученности животных.

Количество горелок, необходимых для отопления помещения, определяется по формуле

$$n_g = \frac{Q_{от}}{Q_{гор}}$$

где $Q_{гор}$ — номинальная тепловая нагрузка горелки.

Расчитанное количество горелок должно быть размещено в помещении таким образом, чтобы облученность животных не превышала норм, приведенных в табл. 18.3.

ТАБЛИЦА 18.3
НОРМЫ ОБЛУЧЕННОСТИ ЖИВОТНЫХ

| Вид животного | Норма облученности, ккал/(м ² ·ч) |
|---|--|
| Телята | 100—150 |
| Поросята в возрасте от 1 месяца | 150—180 |
| То же, выше одного месяца | 100—150 |
| Свиноматка | 80—100 |

ТАБЛИЦА 18.4

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

| Животноводческие помещения | Система отопления | |
|------------------------------------|--|---|
| | основная | дополнительная |
| Коровники | Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией | — |
| Родильные отделения | То же | Водяного Электрообогреваемые полы Газовые излучатели — ГИИ |
| Телятники | » | Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ |
| Свинарники-маточники | » | Электрообогреваемые полы Инфракрасные излучатели — электрические лампы накаливания, газовые излучатели — ГИИ |
| Свинарники-откормочники Овчарни | Без отопления | |

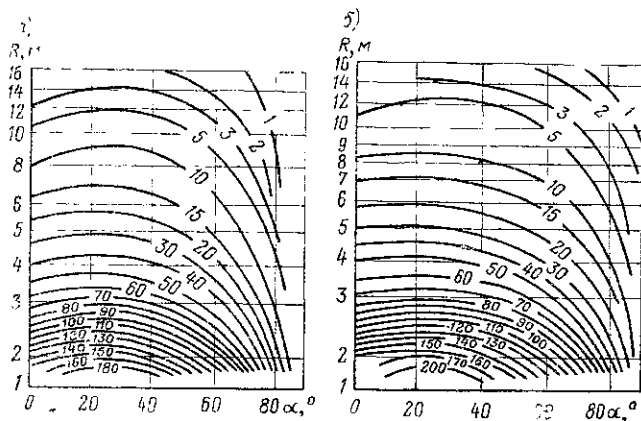


Рис. 18.3. Номограмма для определения плотности облученности, ккал/(м²·ч), создаваемой ГИИ с керамической (а) и металлокерамической (б) насадками площадью 500 см²

Облученность, создаваемая одной горелкой инфракрасного излучения, определяется по номограммам (рис. 18.3). На номограмме цифры на кривых — облученность, ккал/(м²·ч); R — расстояние от поверхности насадок ГИИ до точки, в которой определяется облученность; α — пространственный угол между нормалью к плоскости излучающей насадке и направлением на точку, в которой определяется плотность облученности.

В табл. 18.4 приведены рекомендации по применению систем отопления в животноводческих помещениях различного назначения.

18.2. Птицеводческие помещения

Системы отопления птицеводческих помещений должны обеспечивать заданные температурные режимы в условиях стационарного теплового баланса при расчетной наружной температуре.

Расчетные параметры наружного воздуха следует принимать по параметрам Б главы СНиП II-A.6-71.

В холодный период года температура внутреннего воздуха в помещениях для содержания птиц зависит от вида птиц и их возраста (табл. 18.5).

Приведенную в таблице температуру система отопления должна обеспечивать в зоне размещения птиц в холодный период года. Зонай размещения птиц при полном содержании является припольная зона высотой 0,4 м от пола, при клеточном содержании — пространство на всю высоту клеточных батарей.

В помещениях для содержания молодняка следует предусматривать зоны обогрева локальными системами отопления с температурой, °С:

| | |
|---|-------|
| кур в возрасте от 1 до 20 дней | 35—22 |
| индеек в возрасте от 1 до 20 дней | 35—22 |
| уток в возрасте от 1 до 10 дней | 26 |
| » » » » 11 » 30 » | 26—22 |

Одной из особенностей температурно-влажностного режима птичников является поддержание относительной влажности воздуха в помещении на уровне 60—70%.

При составлении теплового баланса птицеводческого помещения следует принимать в расчет теплопотупления от птиц, находящихся в этом помещении.

Количество тепла, выделяемое птицами, определяется по формуле

$$Q_{пт} = nPq K_1 K_2 K_3, \quad (18.4)$$

где n — расчетное число голов птиц;
 P — масса одной головы птицы, кг;
 q — тепловыделения птиц, ккал/(ч·кг) (табл. 18.6);

ТАБЛИЦА 185
Температуры внутреннего воздуха в помещениях для птиц

| Виды птиц | Температура воздуха °С в помещении при содержании птиц | |
|------------------|--|-----------|
| | напольном | клеточном |
| птицы | 12—16 | 16 |
| птицы | 12—16 | — |
| птицы | 7—14 | — |
| птицы | 7 | — |
| птицы | | |
| птицы в возрасте | | |
| до 30 дней | 22 | 24 |
| до 60 » | 18 | 20 |
| до 90 » | 16—18 | 18 |
| до 121 дня | 14—16 | 16 |
| птицы в возрасте | | |
| до 20 дней | 22 | 24 |
| до 120 » | 20—18 | — |
| до 121 дня | 16 | — |
| птицы в возрасте | | |
| до 10 дней | 22 | 26 |
| до 30 » | 20 | — |
| до 55 » | 14 | — |
| до 56 » | 7—14 | — |

K_1 — поправочный коэффициент на тепловыделение в ночное время; его следует принимать равным 0,6;

K_2 — поправочный коэффициент на изменение внутренней температуры птичника по отношению к оптимальной (табл. 187);

K_3 — коэффициент заполнения птичника, т. е. отношение фактического количества голов птиц, находящихся большую часть времени в птичнике, по отношению к расчетному, он может быть принят равным 0,85—0,9.

При составлении теплового баланса следует учесть количество тепла, которое идет на испарение влаги помета, а также из глубокой подстилки, если она используется.

Тепло, необходимое на испарение влаги из помета, определяется по формуле

$$Q_{\text{исп}} = 585 \frac{n p_{\text{п}}}{24} z, \quad (185)$$

n — число голов птицы,

$p_{\text{п}}$ — выход помета от одной птицы, кг/сутки (табл. 188),

z — степень усушки помета, принимается равной 0,7.

В птицеводческих помещениях следует предусматривать, как правило, воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляционной системой. Количество теплоты, подаваемой такой системой, определяется тепловым балансом помещения. В помещениях для молодняка, а также в других помещениях при соответствующем обосновании возможно применение систем центрального водяного отопления с чугунными секционными нагревательными приборами или приборами в виде регистров из гладких труб. Температура поверхности нагрева приборов не должна превышать 95 °С. Нагревательные приборы и трубопроводы систем отопления должны быть укрыты. К нагревательным приборам должен быть доступ для очистки их от загрязнения.

Теплоснабжение птицеводческих помещений осуществляется от тепловых сетей ТЭЦ, районных или групповых котельных, а также от индивидуальных котельных или объектных генераторов тепла типа ТГ-1, ТГ 2,5.

Для обогрева молодняка птиц младшего возраста применяют системы локального отопления. Такими системами могут быть электрические брудеры или газовые инфракрасные излучатели.

Для выращивания молодняка птиц (цыплят, индюшат, утят, гусят и цесарят) применяются электробрудеры с лампами ЭС-3, ИКЗ и другими ИК-источниками.

ТАБЛИЦА 186

ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПТИЦ

| Виды и возрастные группы птиц | Живая масса P , кг | Тепловыделения на 1 кг живой массы, ккал/(кг ч) | |
|-------------------------------|----------------------|---|------------------|
| | | $q_{\text{общ}}$ | $q_{\text{явн}}$ |
| Взрослые птицы | | | |
| куры при клеточном содержании | 1,5—1,7 | 9,8 | 6,8 |
| при напольном содержании | | | |
| куры яичных пород | 2 | 11,3 | 7,9 |
| » мясных » | 1,8 | 10,3 | 7,2 |
| индейки | 1,7 | 9,6 | 6,7 |
| утки | 1,2 | 6,2 | 4,8 |
| Молодняк птицы | | | |
| куры яичных пород в возрасте | | | |
| от 1 до 10 дней | 0,06 | 15,6 | 13,5 |
| » 11 » 30 » | 0,25 | 12,7 | 8,8 |
| » 31 » 60 » | 0,6 | 10,5 | 7,4 |
| » 61 » 150 » | 1,3 | 9,7 | 6,8 |
| » 151 дня и выше | 1,6 | 9,2 | 6,4 |
| куры мясных пород в возрасте | | | |
| от 1 до 10 дней | 0,08 | 15,6 | 12,9 |
| » 11 » 30 » | 0,35 | 11,8 | 8,1 |
| » 31 » 60 » | 1,2—1,4 | 10,4 | 7,2 |
| » 61 » 150 » | 1,8 | 9,6 | 6,7 |
| » 150 дней и выше | 2,5 | 8,8 | 6 |
| индейки в возрасте | | | |
| от 1 до 10 дней | 0,1 | 13,5 | 10,5 |
| от 11 до 30 дней | 0,6 | 12,2 | 8,4 |
| » 31 » 120 » | 4 | 9,2 | 6,4 |
| » 121 дня и выше | 6 | 8,6 | 6 |
| утки в возрасте | | | |
| от 1 до 10 дней | 0,3 | 20,1 | 11 |
| » 11 » 30 » | 1 | 14,5 | 10,1 |
| » 31 » 55 » | 2,2 | 6,9 | 4,8 |
| » 56 дней и выше | 3 | 5,7 | 4 |

Примечание. Приведенные в таблице значения тепловыделений относятся к конечному возрасту птицы.

ТАБЛИЦА 187

КОЭФФИЦИЕНТ K_2

| Температура воздуха в помещении, °С | Значение K_2 | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| | для взрослых птиц | для молодняка |
| 4 | 1,15 | — |
| 8 | 1,1 | — |
| 12 | 1,05 | — |
| 16 | 1 | — |
| 20 | 0,95 | 1,05 |
| 24 | 0,92 | 1 |
| 28 | 0,9 | 0,95 |
| 32 | 0,85 | 0,92 |
| 36 | 0,8 | 0,8 |

ТАБЛИЦА 188
ВЫХОД ПОМЕТА ОТ ПТИЦ

| Виды птиц | Выход помета от одной птицы, кг/сутки |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Куры яичных пород | 0,24 |
| » мясных » | 0,29 |
| Индейки | 0,43 |
| Утки | 0,55 |
| Молодняк кур в возрасте: | |
| от 1 до 30 дней | 0,3 |
| » 31 » 70 » | 0,8 |
| » 71 » 180 » | 0,12 |
| » 181 дня и выше | 0,21 |

ИК-брудер с лампами ИК-3 (рис. 18.4) состоит из конусообразного корпуса 1, пяти инфракрасных ламп 2 мощностью 250 Вт, терморегулятора 3, электромагнитного реле 4 типа ЭП-41, клеммной колодки 5, пакетного выключателя 6 и устройства для подвески брудера 7. Он рассчитан на выращивание 500 цыплят до месячного возраста. В процессе эксплуатации брудер подвешивается к потолку птичника на стальном тросе диаметром 5 мм и заземляется.

Регулирование температурного режима в зоне обогрева цыплят осуществляется по схеме, показанной на рис. 18.5. Контролером служит датчик температуры ДТ, который состоит из мембраны, заполненной эфиром, и малогабаритного микропереключателя типа МИЗ.

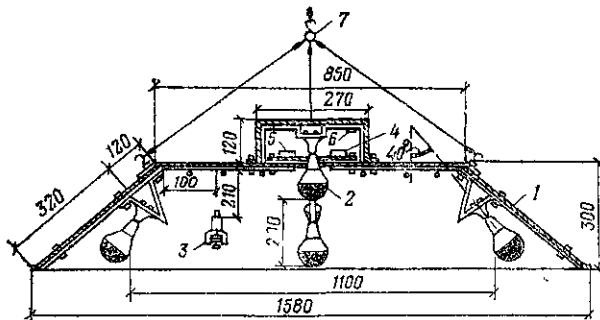


Рис. 18.4. Схема электробрудера

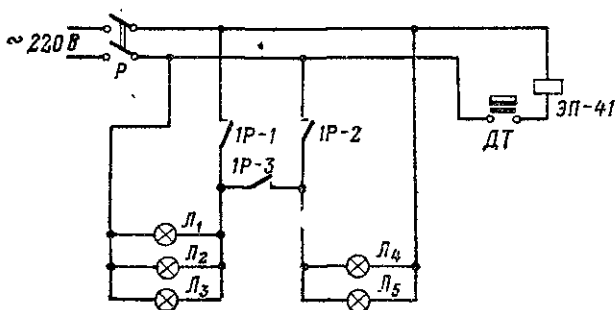


Рис. 18.5. Принципиальная электрическая схема электробрудера

Если температура в зоне облучения увеличивается по отношению к заданной, датчики температуры ДТ

включают электромагнитное реле ЭП-41, которое с помощью контактов 1Р-1, 1Р-2 и 1Р-3 переключают лампы последовательно.

Инфракрасные лампы при этом работают на пониженном накале, в результате чего и снижается интенсивность излучения. При уменьшении температуры в эспе обогрева происходит обратное включение ламп на полный накал.

Для обогрева молодняка птиц могут применяться и отдельные ИК-лампы, оборудованные защитной арматурой. Над зоной обогрева может быть установлено несколько облучателей. Интенсивность облучения определяется высотой подвеса ламп.

Расчет системы отопления ИК-лампами сводится к определению количества горелок, исходя из общей тепловой нагрузки, и выбору способа расположения их в помещении.

Горелки в помещении должны располагаться таким образом, чтобы облученность птиц не превышала норм, приведенных в табл. 18.9.

Рекомендуемые системы отопления птичников приведены в табл. 18.10.

ТАБЛИЦА 18.9
НОРМЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПТИЦ

| Цыплята | Норма облучения, ккал/(м ² · ч) |
|-----------------------------------|--|
| В возрасте до 10 дней | 250—300 |
| То же, от 10 до 30 дней | 150—250 |
| То же, старше 30 » | 100—150 |

ТАБЛИЦА 18.10
СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПТИЧНИКОВ

| Помещение | Система отопления | |
|--|--|--|
| | основная | дополнительная |
| Напольное содержание | | |
| Цехи промышленного стада кур-несушек Цехи маточного стада | Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией | — |
| Бройлерники и цехи ремонтного молодняка | Водяного | Воздушного |
| Клеточное содержание | | |
| Цехи кур-несушек | Воздушного, совмещенного с приточной вентиляцией | — |
| Цехи выращивания цыплят | Водяного | Обогрев брудером Газовые излучатели — ГИИ |

18.3. Культивационные сооружения для круглогодичного выращивания овощей

Культивационные сооружения бывают двух типов — парники и теплицы.

ТАБЛИЦА 18.11

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

| Овощи | Температура воздуха, °С | | | | | | | Относительная влажность, % |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|----------|-------|-----------------------|-------|----------------------------|-------------------------------------|
| | во время появления всходов | во время выращивания | | | в период плодоношения | | в период закладки растения | |
| | | пасмурно | солнечно | ночью | днем | ночью | | |
| Огурцы, арбузы | 17—18 | 22—25 | 27—30 | 17—18 | 25—30 | 13—20 | 13—15 | Для огурцов 85—95, остальных 65—75 |
| Баклажаны, кабачки | 10—12 | 20—22 | 25—27 | 10—13 | 22—28 | 15—17 | 8—10 | Для кабачков 65—75, остальных 50—60 |
| Сельдерей, лук на зелень | 8—9 | 17—18 | 20—26 | 8—12 | — | — | 7—5 | 70—80 |
| Укроп, петрушка на зелень | 8—9 | 15—16 | 20—21 | 8—9 | — | — | 1 | 70—80 |
| Капуста | 6—7 | 12—13 | 16—18 | 7—8 | — | — | 1—3 | 65—75 |

Парники эксплуатируются в весенне-осенний период, в зависимости от конструкции — в весенне-летний период или круглогодично.

Для овощей, выращиваемых в культивационных сооружениях, требуются различные температурные условия (табл. 18.11).

Для обеспечения заданных температурных условий в парниках могут быть использованы биотопливо, электрический обогрев или системы центрального обогрева. Наиболее эффективны системы водяного обогрева с температурой теплоносителя 95—70 °С.

На рис. 18.6 показано расположение нагревательных трубопроводов в воздушном пространстве и в грунте парника. На рис. 18.7 приведена принципиальная схема обогрева парникового квартала, состоящего из четырех парников I, II, III, IV, позволяющая отдельно регулировать теплоотдачу нагревательных трубопроводов, расположенных в воздушном пространстве и в грунте.

Количество тепла, которое должна подать система отопления в грунт и в воздушное пространство парника, определяется из уравнения теплового баланса

$$Q_{гр-гр} + Q_{возд-гр} + Q_{с-р} + Q_{рам} + Q_{дор} = 0. \quad (18.6)$$

$Q_{гр-гр}$ — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в грунте, ккал/ч;

$Q_{возд-гр}$ — количество тепла, подаваемого нагревательными трубопроводами, расположенными в воздушном пространстве парника, ккал/ч;

$Q_{с-р}$ — теплопоступления от солнечной радиации, ккал/ч;

$Q_{рам}$ — теплопотери через рамы, ккал/ч;

$Q_{дор}$ — теплопотери через межпарниковые дорожки, ккал/ч.

Координаты заложения нагревательных трубопроводов в грунт должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы температура корнеобитаемого слоя была равна температуре воздушного пространства, а температура поверхности грунта в точках над трубопроводами и между ними не отличалась больше чем на 1,5 °С.

Значение коэффициента теплопередачи рам следует принимать по табл. 18.12.

ТАБЛИЦА 18.12

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ К СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ УКРЫТИИ ПАРНИКОВ

| Конструкция укрытия | Значение K , ккал/(м ² ·ч·°С) |
|------------------------------|--|
| Одинарное остекление | 5,1 |
| Одинарное пленочное покрытие | 5,0 |
| Двойное пленочное покрытие | 3,65 |

За расчетную наружную температуру для парников принимают среднюю температуру самого холодного месяца периода эксплуатации.

Температурный режим теплицы, заданный культуроборотом, зависит от теплопоступлений и теплопотерь сооружения (рис. 18.8). На рисунке приняты следующие условные обозначения:

$Q_{с-р}$ — тепло солнечной радиации;

$Q_{с-р}^T$ — тепло солнечной радиации, поступившее в теплицу;

$Q_{отр}^H$ — тепло солнечной радиации, отраженное от покрытия;

$Q_{полгл}$ — тепло солнечной радиации, поглощенное покрытием;

$Q_{отр}^T$ — тепло солнечной радиации, отраженное грунтом;

$Q_{гр}^-$ — тепло, поглощенное грунтом;

$Q_{гр}^+$ — тепло, отдаваемое грунтом;

$Q_{к-гр}$, $Q_{л-гр}$ — конвективное и лучистое тепло с поверхности грунта;

$Q_{исп-гр}$ — тепло испарения с поверхности грунта;

$Q_{к}^n$, $Q_{л}^n$, $Q_{конд}^n$ — конвективное, лучистое тепло и тепло конденсации на внутренней поверхности отражения;

Рис 186 Схема парника на водяном обогреве

1 — трубы надпочвенного обогрева, 2 — грунт, 3 — песок, 4 — трубы подпочвенного обогрева

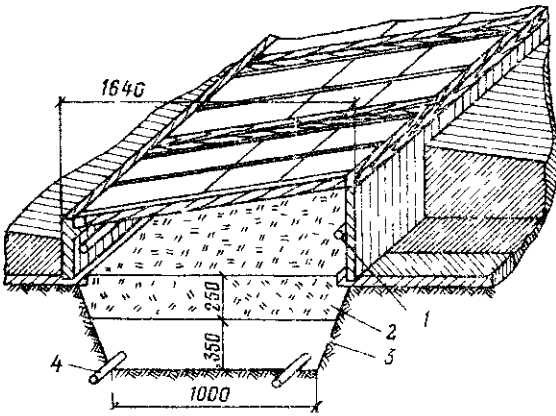
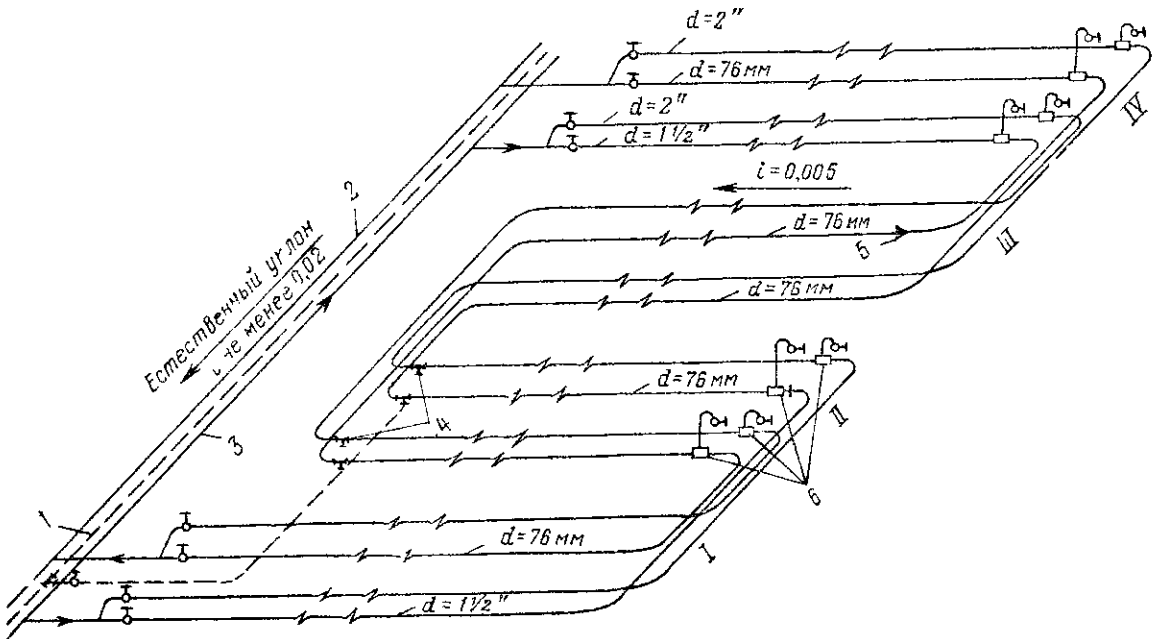


Рис 187 Принципиальная схема системы обогрева парникового квартала

1 — дренажная линия, 2 — обратная магистраль, 3 — горячая магистраль, 4 — тройник с пробкой, 5 — переход, 6 — проточные воздухооборники



$Q_{\text{к}}, Q_{\text{л}}^{\text{н}}$ — конвективное и лучистое тепло на наружной поверхности,

$Q_{\text{тп}}$ — теплопотери через грунт,

$Q_{\text{к}}, Q_{\text{л}}$ — конвективное и лучистое тепло нагревательных приборов системы обогрева воздушного пространства,

$Q_{\text{огр}}$ — тепло системы обогрева грунта,

$Q_{\text{стр}}^{\text{е}}, Q_{\text{стр}}^{\text{н}}$ — тепло естественных и искусственных воздушных струй,

$Q_{\text{стр}}^{\text{н}}$ — тепло наружной струи,

$t_{\text{н}}, t_{\text{в}}, t_{\text{гр}}$ — температуры наружного, внутреннего воздуха и грунта,

$\tau_{\text{н}}, \tau_{\text{в}}, \tau_{\text{гр}}$ — температуры наружной, внутренней поверхности ограждения и поверхности грунта

За расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года принимаются параметры В по

главе СНиП II А 6 71 для сооружений круглогодичного использования, а для сооружений, эксплуатируемых весной, летом и осенью, принимается средняя температура наиболее холодного месяца периода эксплуатации, сниженная на половину максимальной суточной амплитуды температуры воздуха в районе постройки

В теплицах круглогодичного назначения целесообразно проектировать системы водяного отопления с нагревательными приборами в виде регистров или змеевиков из гладких труб с температурой теплоносителя 95—70 °С.

В зависимости от назначения и конструкции теплицы могут быть запроектированы следующие системы обогрева

1. Система обогрева грунта. В зависимости от района постройки нагревательные приборы могут быть расположены по всей площади растительного грунта или только по периметру теплицы

2. Система надпочвенного обогрева. Нагревательные приборы располагаются в приземной и пригрунтовой зонах

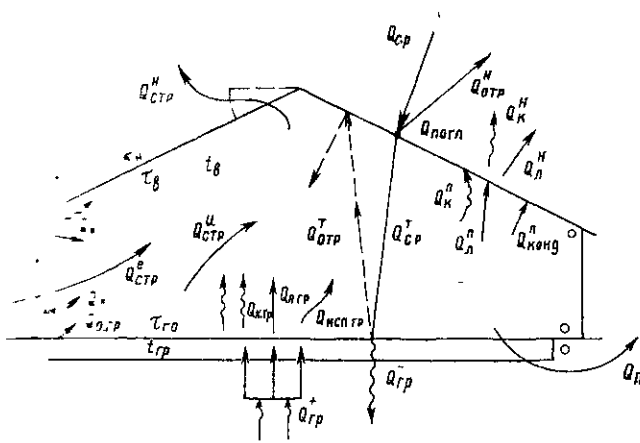


Рис 188 Схема теплового баланса теплицы

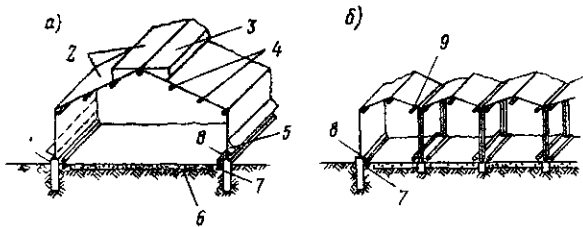


Рис 189. Принципиальные схемы систем водяного обогрева теплиц

а — ангарной, б — блочной

— фундамент, 2 — светопрозрачные ограждения, 3 — верхняя фрамуга, 4 — система обогрева воздушного пространства, 5 — нижняя фрамуга; 6 — грунт, 7 — система грунтового обогрева, 8 — система пристенного обогрева, 9 — система подлотового обогрева

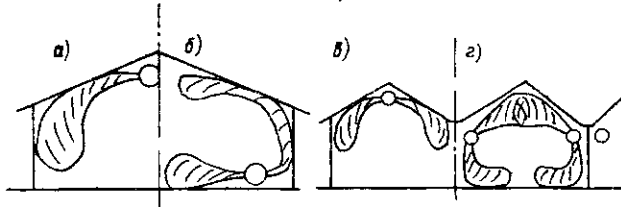


Рис 1810. Схемы расположения пленочных воздуховодов равномерной раздачи нагретого воздуха в теплицах

3. Система обогрева воздушного пространства. Нагревательные приборы должны быть расположены под наклонными светопрозрачными ограждениями.

4. Система подлотового обогрева. Нагревательные приборы располагаются под лотками для подогрева ютков и таяния в них снега (рис. 189).

Для поддержания заданных температурных режимов в теплицах особенно весенних, целесообразно установить воздушный обогрев с раздачей подогретого воздуха через полимерные пленочные перфорированные воздуховоды, расположенные в верхней (рис 1810, а, в), нижней (рис 1810, б) или средней (рис 1810, г) зонах теплицы

Нагревательные устройства должны быть размещены в сооружении так, чтобы необходимая температура рабочего объема обеспечивалась при наименьших затратах тепла

Температурный режим помещения, созданный комплексом систем обогрева, характеризуется критерием:

$$T = \frac{t_{рo} - t_n}{t_{вoгр} - t_n} \quad (18.7)$$

Этот критерий показывает взаимосвязь температуры рабочего объема $t_{рo}$, средневзвешенной температуры у внутренних поверхностей светопрозрачных ограждений $t_{вoгр}$ и наружной температуры t_n . Этот оценочный критерий может быть выявлен во время эксплуатации систем обогрева и их при моделировании процесса в период проектирования

Наиболее рациональной системой обогрева будет такая, которая при максимальном рабочем объеме теплицы будет иметь критерий, равный единице

Глава 19. ПЕЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

19.1. Классификация печей¹

Печи различают по следующим признакам:

По назначению.

- а) отопительные;
- б) отопительно-варочные (комбинированные), включая кухонные плиты квартирного типа и щитки при них По основным материалам.

- а) кирпичные;
 - б) блочные из жароупорного бетона с арматурой, в) металлические с футеровкой и без нее
- По теплоемкости:

- а) теплоемкие с активным объемом 0,2 м³ и более, с внешними стенками толщиной в области топливника не менее 6 см, в прочих местах — не менее 4 см;

- б) нетеплоемкие с активным объемом менее 0,2 м³ (в том числе переносные металлические, снабжаемые в некоторых случаях футеровкой толщиной до 6 см).

Активным объемом считается объем нагреваемого массива печи без вычета пустот. При этом высоту активного объема принимают от уровня колосниковой решетки или от дна нижнего газохода до верхней плоскости перекрыши при толщине последней не более 14 см или до ее нижней плоскости при толщине более 14 см.

По температуре нагрева стенок

- а) умеренного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 80—90 °С; к ним относятся так называемые «толстостенные» печи с толщиной стенок не менее 12 см (1/2 кирпича);

- б) повышенного прогрева — с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 120 °С (при средней температуре всей поверхности до 90 °С); это «тонкостенные» печи со стенками толщиной 6,5—7 см (1/4 кирпича);

- в) высокого прогрева — с температурой поверхности более 120 °С («нетеплоемкие» печи)

По длительности горения топлива

- а) кратковременного периодического продолжительностью от 1 до 3 ч (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки);

¹ Область применения печного отопления указана в табл 101

- б) длительного (с загрузкой топлива 1—2 раза в сутки),
 - в) затяжного (за счет уменьшения подачи воздуха при тожке антрацитом, коксом, тощим углем и опилками)
- По этажности
 - а) одноэтажные,
 - б) двухъярусные (с самостоятельными топливниками на каждом этаже)
 - По виду сжигаемого топлива
 - а) для дров
 - б) для твердого топлива других видов

19.2. Краткие сведения о рекомендуемых печах

А ТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

В топливниках большинства теплоемких печей (табл. 191—198) используют для сжигания твердое топливо всех видов. Исключением являются лишь вароч-

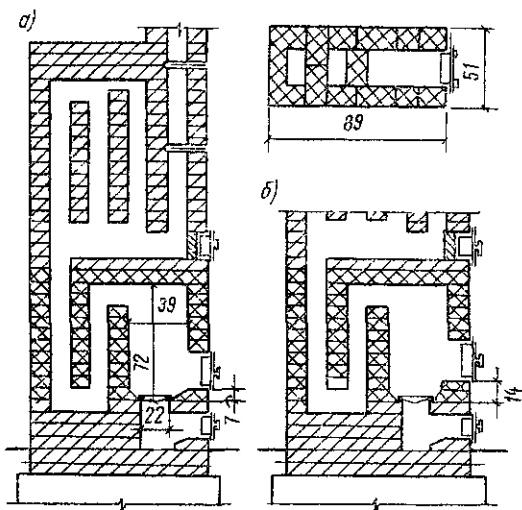


Рис 191 Печь отопительная одноэтажная толстостенная

а — топливник для дров, б — то же, для угля

ные камеры русских печей, не допускающие сжигания угля, и печи длительного горения, работающие только на антраците, брикетах или коксе

Для устройства кирпичных печей применяют обыкновенный глиняный кирпич (сплошной), а для футеровки топливников — тугоплавкий или огнеупорный. Для облицовки внешней поверхности печей применяют изразцы, кровельную сталь, плоские асбестоцементные плиты в стальном каркасе, а также штукатурку

Толстостенные печи умеренного прогрева выполняют из кирпича на месте строительства. Эти печи требуют массивных фундаментов или специальных оснований

Большинство толстостенных отопительных печей имеет насадные дымовые трубы, опирающиеся на конструкцию самой печи. В толстостенных печах без насадных труб возможен отвод дыма через коренную трубу или каналы, устраиваемые в стене

Высоту толстостенных отопительных печей от уровня пола до верха перекрыши определяют по числу рядов кирпичной кладки. Толщина одного ряда в соответствии с правилами производства работ (глава СНиП III-V 4-72) принимается равной 7 см (кирпич 65 см + шов 0,5 см)

Высоту толстостенной печи, предусматриваемую типовым чертежом, можно изменять в зависимости от высоты помещения, удаляя или добавляя несколько (0

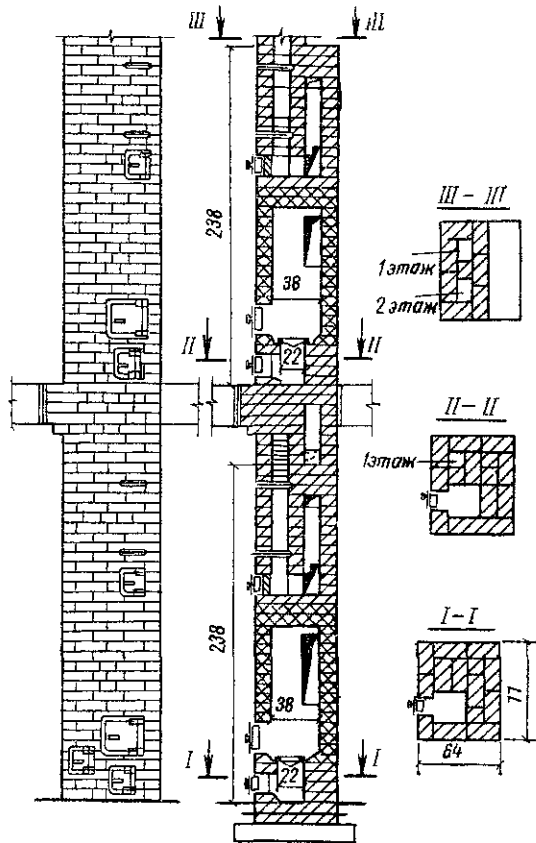


Рис 192 Печь отопительная двухъярусная толстостенная










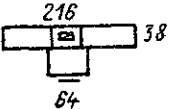

двух до четырех) рядов кладки. При этом схема движения газов и перевязка швов кладки не нарушаются, но уменьшается или увеличивается расчетная теплоотдача

При высоте жилых комнат 2,7 м в свету следует высоту кирпичных толстостенных печей принимать не более 2,38 м, т. е. 34 ряда кладки при толщине шва 5 мм. Схемы отопительных толстостенных печей приведены на рис. 191 и 192

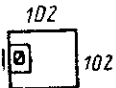
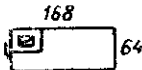
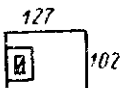
Комбинированные печи предназначены одновременно для отопления помещений и приготовления пищи. В них, как правило, предусматривают духовой шкаф и иногда водогрейную коробку. В печи рекомендуемой конструкции (рис. 193) имеются «летний ход» для удаления дымовых газов кратчайшим путем (в целях исключения прогрева массива печи в летнее время) и вентиляция варочной камеры (для удаления паров и газов, выделяющихся при приготовлении пищи).

ТАБЛИЦА 191

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

| Размеры в плане, см | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------|
| | | | обыкновенного | тугоплавкого |
| | | | | |
|  | 2000 | 0,4 | 236 | 76 |
|  | 2200 | 0,3 | 257 | 106 |
|   | 2400 | 0,25 | 233 | 162 |
|  | 2640 | 0,3 | 312 | 158 |
|  | 2700 | 0,25 | 316 | 143 |
|   | 3000 | 0,18 | 452 | 94 |
|  | 3360 | 0,22 | 401 | 220 |
|  | 3500 | 0,25* | 540* | 80* |
|  | 3780 | 0,18 | 500 | 223 |

Продолжение табл 191

| Размеры в плане, см | Средняя теплоотдача $Q_{\text{ср}}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт. | |
|---|--|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| | | | обыкновенного | тугоплавкого |
| при двух топках в сутки | | | | |
|  | 4200 | 0,14 | 488 | 305 |
|  | 4150 | 0,18 | 493 | 342 |
|  | 5000 | 0,13 | 675 | 375 |

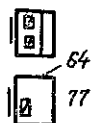
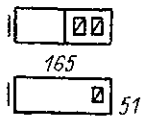
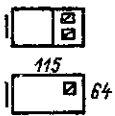
Примечания: 1 Показатели приведены при высоте печей 238 см (34 ряда кирпичной кладки), кроме печи, отмеченной звездочкой.

2 В некоторых изданных альбомов высота толстостенных печей несколько отличается от указанной в таблице (в зависимости от числа рядов кладки). Этим объясняются отличия в показателях для печей одних и тех же конструкций.

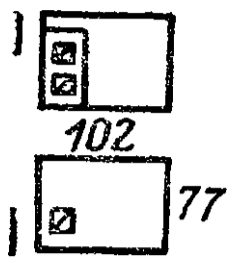
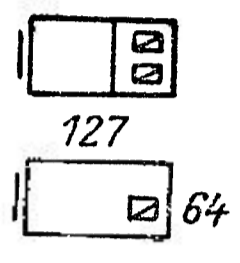
3 Количество кирпича указано только на кладку печей, без учета фундаментов и дымовых труб, а также потерь от возможного боя кирпича.

ТАБЛИЦА 192

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДВУХЪЯРУСНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ ОШТУКАТУРЕННЫЕ

| Ярус (этаж) | Размеры в плане, см | Средняя теплоотдача $Q_{\text{ср}}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт. | |
|-------------------------|---|--|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| | | | | обыкновенного | тугоплавкого |
| при двух топках в сутки | | | | | |
| II |  | 2250 | 0,25 | 224 | 165 |
| I | | 2400 | 0,25 | 238 | 162 |
| II |  | 2600 | 0,23 | 439 | 224 |
| I | | 3160 | 0,2 | 384 | 272 |
| II |  | 2600 | 0,2 | 529 | 80 |
| I | | 3200 | 0,2 | 499 | 110 |

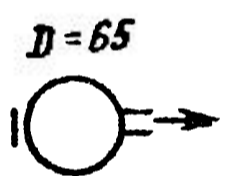
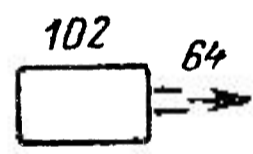
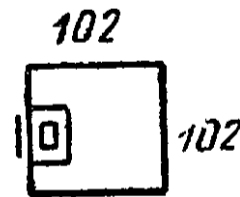
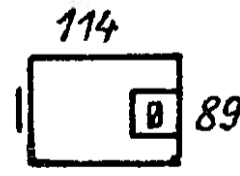
Продолжение табл 19 2

| Ярус (этаж) | Размеры в плане, см | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч при двух топках в сутки | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт. | |
|-------------|---|--|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| | | | | обыкновенного | тугоплавкого |
| II |  | 3000 | 0,21 | 111 | 230 |
| I | | 3200 | 0,19 | 107 | 220 |
| II |  | 2850 | 0,18 | 578 | 93 |
| I | | 3480 | 0,18 | 541 | 100 |

Примечания 1 Показатели печей приведены при высоте в каждом ярусе 238 см (с 1-го по 34-й ряд)
2 Печи нижнего яруса двухъярусных печей могут выполняться как одноэтажные

ТАБЛИЦА 19 3

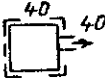
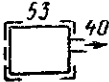
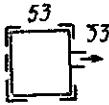
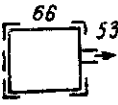
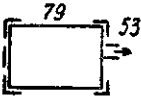
ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ТОЛСТОСТЕННЫЕ КИРПИЧНЫЕ, ОБЛИЦОВАННЫЕ ИЗРАЗЦАМИ ИЛИ КРОВЕЛЬНОЙ СТАЛЬЮ

| Размеры, см | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч при двух топках в сутки | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт | | Количество изразцов, шт | Примечание |
|---|--|---------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------|--|
| | | | обыкновенного | тугоплавкого | | |
|  | 1500 | 0,29 | 200 | 65 | — | Облицовка кровельной сталью. Отвод дыма в канал в стене. Высота печи 215 см. |
|  | 2900 | 0,18 | 236 | 125 | 286 | Облицовка изразцами. Отвод дыма в канал в стене. Высота печи 252 см. |
|  | 4150 | 0,15 | 425 | 155 | 214 | Облицовка изразцами. Насадная труба. Высота печи 215 см. |
|  | 3920 | 0,14 | 400 | 253 | — | Облицовка кровельной сталью. Насадная труба. Высота печи 215 см. |

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ
КОПИЙ КНИГдля проектировщиков
и технических специалистов

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОВЫШЕННОГО ПРОГРЕВА КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

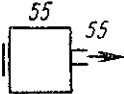
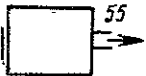
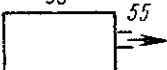
| Марка печи | Размеры в плане см | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Количество кирпича, шт | | Масса, кг |
|------------|---|--------|--|------------------------------------|------------------------|-------------|--------------|
| | | | при двух топках в сугки | | обыкновенного | тугоглавого | |
| МВМС-61 |  | 146 | 1000 | 0,95 | 48 | 20 | 320 |
| | | 171 | 1200 | 0,9 | 61 | 20 | 380 |
| МВМС-62 |  | 146 | 1300 | 0,85 | 61 | 24 | 400 |
| | | 171 | 1450 | 0,8 | 77 | 24 | 470 |
| МВМС-63 |  | 163 | 1500 | 0,6 | 88 | 48 | 610 |
| | | 188 | 1750 | 0,55 | 110 | 48 | 700 |
| МВМС-64 |  | 163 | 2000 | 0,5 | 105 | 57 | 730 |
| | | 188 | 2300 | 0,45 | 132 | 57 | 850 |
| МВМС-65 |  | 163 | 2500 | 0,44 | 112 | 69 | 800 |
| | | 200 | 3000 | 0,4 | 130 | 69 | 1020 |

Примечания. 1 Приведенные в таблице печи в каркасе имеют толщину стенок $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ кирпича и облицованы плоскими асбестоцементными плитами. Печи могут быть выполнены также в футлярах из кровельной стали без каркасов.

2 В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон)

ТАБЛИЦА 193

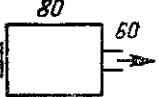
ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНЫЕ ИЗ ИЗРАЗЦОВЫХ БЛОКОВ С КИРПИЧНОЙ ФУТЕРОВКОЙ И ПЕЧИ ИЗ ИЗРАЗЦА «МОНОЛИТ» КОНСТРУКЦИИ Л. А. СЕМЕНОВА

| Марка печи | Размеры в плане | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Масса, кг | Конструкция | |
|------------|---|--------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------|-------------|----------------------|
| | | | при двух топках в сутки | | | | |
| см | | | | | | | |
| ЭП-43 |  | 173 | 1500 | 0,45 | 610 | | Изразцово-блочная |
| ЭП-403 | | 174 | | | | | Из изразца «монолит» |
| ВМС-306 |  | 195 | 3000 | 0,32 | 1050 | | Изразцово-блочная |
| ВМС-406 | | 204 | | | | | Из изразца «монолит» |
| ЭМС-307 |  | 205 | 4000 | 0,28 | 1450 | | Изразцово-блочная |
| ВМС-407 | | 213 | | | | | Из изразца «монолит» |

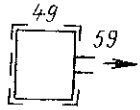
Примечание. В печах предусмотрен отвод дыма в канал в стене или коренной трубе (с задней или боковых сторон).

ТАБЛИЦА 196

ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ СБОРНО-БЛОЧНЫЕ ББУ ИЗ ЖАРОУПОРНОГО БЕТОНА КОНСТРУКЦИИ Л. С. БОРДЗЕНКО

| Марка печи | Размеры в плане | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Количество блоков, шт. | Масса, кг | |
|------------|---|--------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------|--|
| | | | при двух топках в сутки | | | | |
| см | | | | | | | |
| ББУ-2 |  | 160 | 2000 | 0,4 | 21 | 872 | |
| ББУ-3 | | 205 | 3000 | 0,35 | 25 | 1113 | |

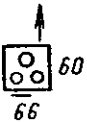
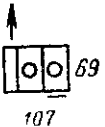
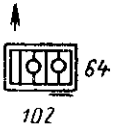
ПЕЧИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ГОРЕНИЯ

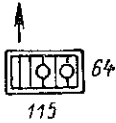
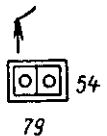

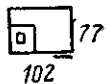

| Марка печи | Размеры в плане | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Основные материалы для кладки печи | Масса кг |
|------------|---|--------|---------------------------------------|---------------------------------|--|----------|
| | см | | при двух топках в сутки | | | |
| АКХ 9 |  | 105 | 1500—1000 | 0,1—0,2 | Кирпич и плиты шамотные, изразцы, металлические каркас | 320 |

Примечание. Топливом для этой печи служит антрацит высококалорийный каменный уголь брикетный.

ТАБЛИЦА 198

КУХОННЫЕ ПЛИТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ШИТКИ, КОМБИНИРОВАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНО-ВАРОЧНЫЕ И РУССКИЕ ПЕЧИ

| Наименование и назначение | Размеры в плане | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент неравномерности M | Основные материалы | Дополнительные устройства | Способ изготовления | Количество кирпича, шт. | Масса кг |
|---|---|--------|---------------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------|------------------------|-------------------------|----------|
| | см | | при двух топках в сутки | | | | | | |
| Кухонная плита* (конструкция НИИСТ) Калужского завода |  | 85 | 850 | — | Сталь, керамика, чугунные печные приборы | Духовой шкаф | Заводское изготовление | — | 259 |
| Кухонная плита № 2* завода «Нарлит» |  | 74 | 800 | — | Сталь, кирпич, чугунные печные приборы | То же | То же | 70 | 160 |
| Кухонная плита толстостенная кирпичная оштукатуренная |  | 77 | 900 | — | То же | » | Выполняется на месте | 150 | 650 |

| Наименование и назначение | Размеры в плане | Высота | Средняя теплоотдача $Q_{ср}$, ккал/ч | Коэффициент полезного действия η | Основание | Дополнительные устройства | Способ изготовления | | |
|--|---|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|-----|-----|
| | см | | | | | | | | |
| Кухонная плита толстенная кирпичная оштукатуренная |  | 77 | 1000 | — | Сталь, кирпич, чугунные приборы | Духовой шкаф, водогрейная коробка | Выполняется на месте | 1/5 | 750 |
| Кухонная плита в каркасе |  | 78 | — | — | Сталь, кирпич, чугунные приборы, асбестоцементные плиты | Духовой шкаф | Полуза заводское изготовление | 60 | 300 |
| Отопительный щиток обыкновенный |  | 231 | 200—300 | — | Кирпич | Вентиляционный канал | Выполняется на месте | 310 | — |
| Отопительно-варочная толстенная печь конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина |  | 224 | 3200 | 0,23 | Кирпич, сталь, чугунные печные приборы | Духовой шкаф | То же | 524 | — |
| То же, конструкции И. Ф. Волкова |  | 224 | 3400 | 0,22 | То же | Духовой шкаф, водогрейная коробка | » | 620 | — |

| Наименование и назначение | Размеры в плане см | Высота | Средняя теплототача $Q_{ср}$ | Коэффициент неравномерности M | Основные материалы | Дополнительные устройства | Способ изготовления | Количество кирпичей шт. | Масса кг |
|--|-----------------------|---------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|----------------------|-------------------------|----------|
| | | | при двух топках в сутки | | | | | | |
| Отопительно-варочная толсто-стенная двухъярусная печь конструкции Н. А. Меринова | | 224 | 2800 | 0,25 | Кирпич | Духовой шкаф | Выполняется на месте | 476 | — |
| | | 224 | 2800 | 0,25 | » | То же | То же | 476 | — |
| Русская печь обыкновенная | | 154—238 | 3000 | 0,1 | Кирпич, чугунные печные приборы | — | » | 1290 | — |
| Русская печь с плитой в шестке, со дщитком | | 154—238 | 3600 | 0,1 | То же | Водогрейная коробка | » | — | — |
| Русская печь «Теплушка 2» конструкции И. С. Подгородникова | | 154—224 | 4000 | — | » | Водогрейная коробка, дополнительный топливник с колосниковой решеткой | » | 1240 | — |
| Русская печь конструкции И. И. Ковалевского | | 182—212 | 4500 | — | » | Плита с топливником и подтопком | » | 1000 | — |

Примечания. 1 Печь нижнего яруса двухъярусной печи может выполняться как одноэтажная.
2 Кухонные плиты, аналогичные отмеченным звездочкой с несколько измененными размерами изготавливают разные заводы местной промышленности. При этом иногда в конструкции плит включаются небольшие котелки для квартирного водяного отопления, сваренные из стали или труб.

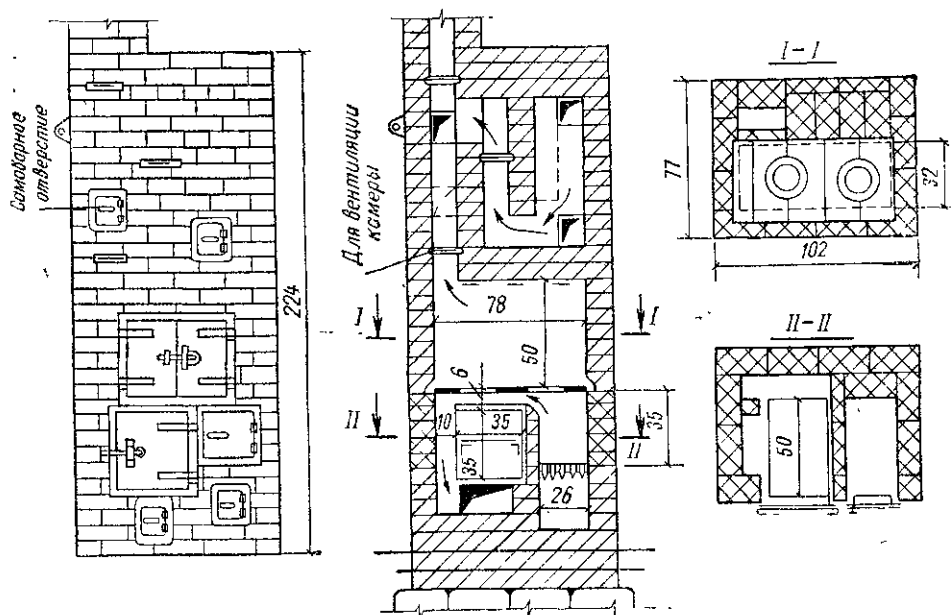


Рис. 19.3. Печь отопительно-варочная толстостенная конструкции Л. А. Коробанова и Н. И. Самарина

Более проста, но менее совершенна комбинация кухонной плиты с отопительным щитком (рис. 19.4).
 В варочных камерах русских печей (рис. 19.5) помимо дров и торфа можно сжигать низкосортное местное

топливо — солому, хворост. Для возможности сжигания угля в некоторых конструкциях русских печей устраивают дополнительный топливник (подтопок).

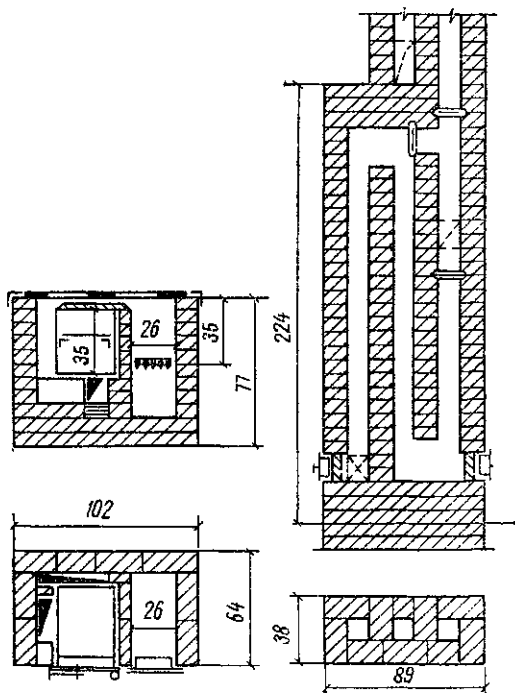


Рис. 19.4. Кухонная толстостенная плита и отопительный щиток

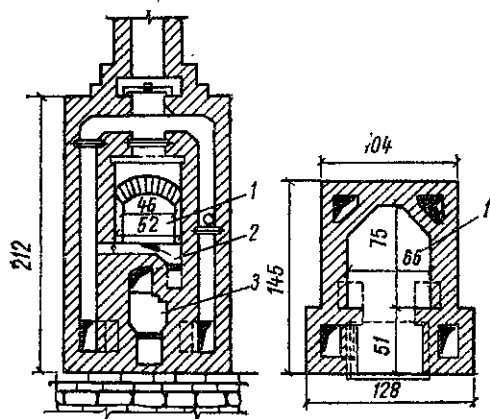


Рис. 19.5. Русская печь конструкции И. И. Ковалевского

1 — варочная камера; 2 — топливник для плиты; 3 — подтопок

Тонкостенные печи повышенного прогрева по высоте обычно не превышают 2 м и, как правило, не имеют насадных труб. Дымовые газы от них отводят с помощью горизонтальных патрубков и рукавов через коренные трубы или каналы в стенах.

К числу тонкостенных печей повышенного прогрева относятся печи из кирпича в каркасе из прокатной стали или в фугляре из кровельной стали (рис. 19.6), изразцово-блочные (рис. 19.7), печи из изразцов «монолит»

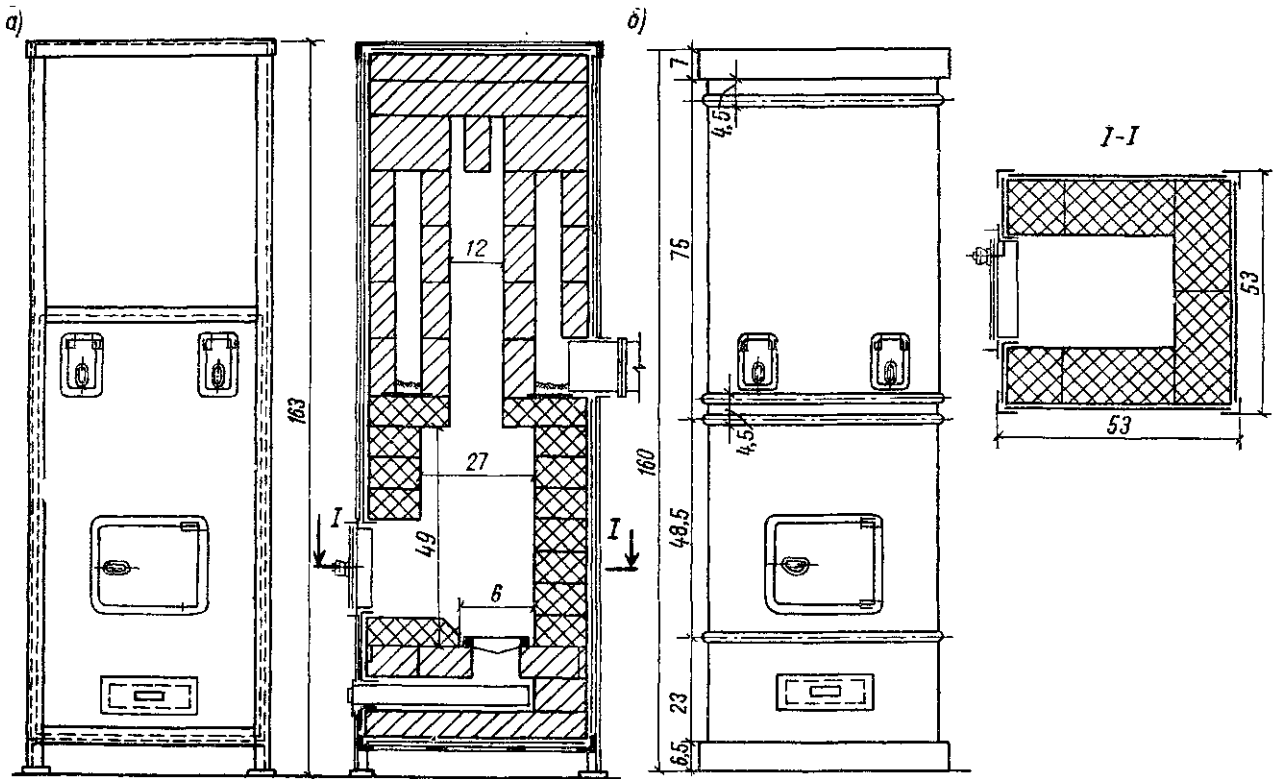


Рис. 19.6. Печь отопительная повышенного прогрева МВМС-63

а — в каркасе; б — в футляре из кровельной стали

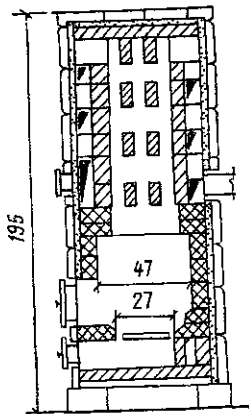


Рис. 19.7. Печь отопительная из изразцовых блоков МВМС-306

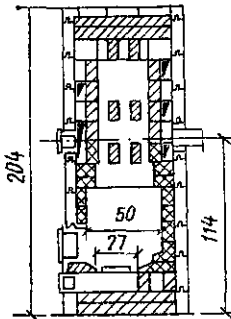


Рис. 19.8. Печь отопительная из изразцов «монолит» МВМС-406

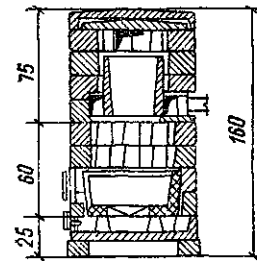
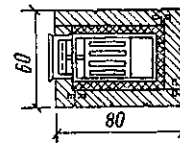
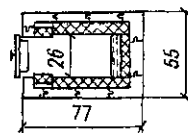
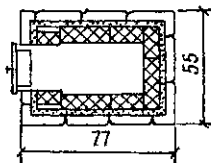


Рис. 19.9. Печь отопительная из бетонных блоков ББУ-2



сборные из бетонных блоков (рис 19.9) — сборные печи могут изготавливаться заводским способом, имеют сравнительно небольшие размеры, могут транспортироваться в целом виде или частями. Однако помещения, в которых устанавливаются, должны быть достаточно теплоустойчивы. Применение этих печей не должно быть предусмотрено санитарным требованиям.

Более индустриальными являются блочные печи для сборных бетонных печей изготавливают из железобетонных блоков. В состав последних входят в определенных соотношениях щебень, песок, цемент, полублок обожженного глиняного кирпича, портландцемент, жидкое стекло. Блоки для печей, как правило, изготавливают в заводских условиях с соблюдением технологии бетона, в разборных формах, с армированием стальной проволокой.

Печи длительного горения (рис 19.10) имеют малые размеры и массу; их можно транспортировать в целом виде или частями в виде блоков.

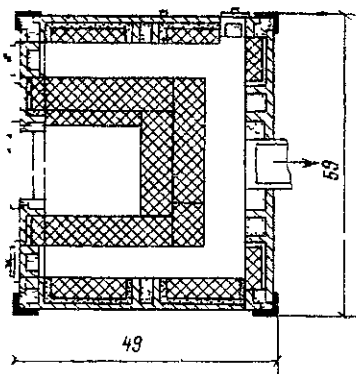
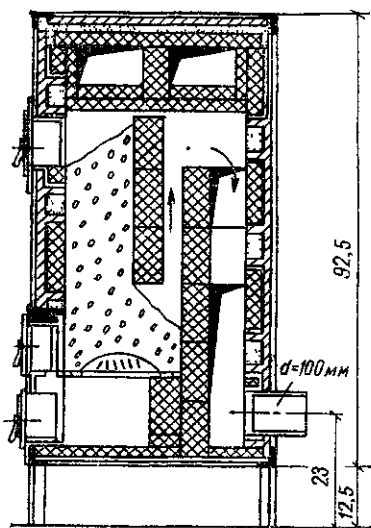


Рис. 19.10 Печь отопительная длительного горения АКХ-9

В отличие от печей с кратковременной периодичностью топкой эти печи могут работать длительно и до-

пускают регулирование интенсивности горения и теплоотдачи в соответствии с потребностью отапливаемого помещения в тепле.

Б. НЕТЕПЛОЕМКИЕ ПЕЧИ

Нетеплоемкие отопительные печи высокого прогресса используются в помещениях с периодическим пребыванием людей и во временных сооружениях. Топливом для таких печей обычно служат каменный уголь, антрацит, кокс, брикеты, дрова. Нетеплоемкие печи некоторых конструкций позволяют сжигать древесные отходы (опилки и мелкие стружки).

Производительность нетеплоемких печей зависит от количества сжигаемого топлива и длины присоединяемых к ним дымовых труб, прокладываемых под потолком помещения.

Изготавливают нетеплоемкие печи как заводским способом на предприятиях местной промышленности, так и кустарным. Материалом для них служат листовая сталь и чугун, а для футеровки — керамические плитки и кирпич.

В. ПЕЧНЫЕ ПРИБОРЫ

Для печей и кухонных плит всех видов, как правило, применяют чугунные печные приборы: дверки простые и герметичные, задвижки, колосниковые решетки, плиты с конфорками и т. п.

Герметичные дверки целесообразно применять только для отопительных печей со стенками, облицованными изразцами, кровельной сталью, асбестоцементными плитами.

Духовые шкафы и водогрейные коробки для кухонных плит и комбинированных отопительно-варочных печей изготавливают из кровельной и прокатной стали.

19.3. Проектирование и расчет

А. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проектирование печного отопления, как правило, ведется одновременно с составлением проекта строительной части здания.

На основе эскиза планировки помещений предварительно подсчитывают теплопотери через наружные ограждения и подбирают печи наиболее подходящих типов и размеров.

Затем после поверочного подсчета теплопотерь и проверки теплоустойчивости помещений окончательно размещают печи и дымовые трубы или каналы в каменных стенах.

Следует обращать особое внимание на характер конструкций наружных ограждений и, если нужно, предъявлять повышенные требования к их теплозащитным свойствам в зависимости от степени массивности печи.

При составлении проектов печного отопления следует применять печи типовых, достаточно проверенных конструкций, чертежи которых приведены в альбомах типовых чертежей, разработанных проектными организациями (см. табл. 19.1—19.8). Применение печей нетиповых конструкций допускается лишь в виде опыта и должно быть обосновано.

Любая печь будет надежна в работе и долговечна, если ее выполняют точно по чертежу, со строгим соблюдением последовательности рядов, правильной раскладки кирпичей и их перевязки согласно порядовым планам. Поэтому в строительные проекты зданий с печным отоплением обязательно должны включаться детальные чертежи запроектированных печных устройств.

Б. ВЫБОР ПЕЧЕЙ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

В зависимости от назначения отапливаемых помещений и температуры наружной поверхности печей применяют печи следующих видов:

а) в детских и лечебных учреждениях — печи умеренного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 90 °С. К таким печам относятся кирпичные со стенками толщиной 12 см (включая толщину изразцов);

б) в жилых и школьных помещениях — печи умеренного и повышенного прогрева с температурой в отдельных точках наружной поверхности не выше 120 °С. К таким печам относятся печи толстостенные кирпичные, кирпичные в каркасе или футляре, керамические или бетонные с толщиной стенок 7 см;

в) для временного отопления и в помещениях с временным пребыванием людей (мастерских, служебных, конторских, торговых, складских и др.) помимо печей, указанных выше в пп. а и б, — печи нетеплоемкие любого типа. Печи с температурой на наружной поверхности свыше 120 °С допускаются при устройстве наружного экранирующего ограждения в виде кожуха.

Во всех перечисленных случаях более высокие температуры на поверхности топочных дверок, духовых шкафов и камер, на жарочной поверхности плит в расчет не принимаются.

Рекомендации по выбору типа печей в зависимости от этажности здания и способа отвода дымовых газов даны в табл. 19.9.

ТАБЛИЦА 19.9

ВЫБОР ТИПА ПЕЧЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ЭТАЖНОСТИ ЗДАНИЯ И СПОСОБА ОТВОДА
ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

| Условия для устройства дымовых каналов | Тип печи при числе этажей в здании | |
|--|---|---|
| | один | два |
| Дымовые каналы не могут быть устроены в стенах или коренных трубах | Толстостенная печь с насадной трубой | Толстостенная двухъярусная печь с насадной трубой |
| Дымовые каналы могут быть устроены в стенах или коренных трубах | Толстостенная печь без насадной трубы с отводом газов в канал | Толстостенная двухъярусная печь без насадной трубы с отводом газов в каждом этаже в отдельный канал |
| | Тонкостенные печи любого типа | |

Выбор печей по их отделке и степени массивности определяется следующими условиями:

а) толстостенные изразцовые печи — при особых санитарных требованиях и при повышенных требованиях к отделке помещений;

б) толстостенные печи оштукатуренные или с затиркой поверхности — в жилых помещениях при любых конструкциях наружных ограждений;

в) толстостенные печи в футлярах из кровельной стали — в детских учреждениях, в конторских помещениях, мастерских, клубах, а также во всех случаях устройства печного отопления в сейсмических районах;

г) тонкостенные сборно-блочные печи, кирпичные

печи в футляре из кровельной стали или в каркасе с облицовкой асбестоцементными плитами — в помещениях с достаточной теплоустойчивостью, если применение таких печей не запрещено нормами и техническими условиями.

При выборе печей для жилых помещений необходимо иметь в виду следующее. Каждая комната, предназначенная для отдельной семьи, должна иметь самостоятельную печь, не обращенную в соседнюю комнату (за исключением коридора). В квартирах из нескольких комнат, не предназначенных для одной семьи, рекомендуется устанавливать одну печь на две жилые комнаты.

При проектировании печного отопления квартиры следует предусматривать установку кухонной плиты с отопительным щитком, который может служить в качестве прибора отопления как для самой кухни, так и для соседних подсобных помещений. Если щиток имеет «подтопок», т. е. представляет собой по существу печь простейшего вида, он может быть использован самостоятельно для отопления комнаты. Отапливать жилые комнаты только за счет щитка при плите не рекомендуется, так как он не является полноценным отопительным прибором из-за малой теплоотдачи. Исключение может быть для местности с теплым климатом. Размеры кухонной плиты зависят от площади квартиры и числа жителей в ней. Если квартиры малометражные (одноквартирные) или представляют собой отдельные жилые комнаты в общежитии коридорного типа (для семейных), то рекомендуется применять комбинированные отопительно-варочные печи, которые могут обеспечить отопление помещений и приготовление пищи.

Устанавливать кухонные плиты с открытой жарочной поверхностью в жилых комнатах не допускается.

Для отопления санузла, коридора и передней отдельные печи устанавливать не рекомендуется. Эти помещения следует отапливать, как указано выше, за счет щитка при кухонной плите или отдельных стенок печи, отапливающей жилые комнаты.

При этом теплоотдачу водогрейной колонки в расчет не принимают.

В служебных или производственных помещениях допускается устанавливать одну печь на две комнаты.

Для жилых комнат предельными размерами печей в плане следует считать 102×102 и 64×165 см.

В индивидуальных домах в сельских местностях применяются «русские» печи, совмещающие функции отопления и приготовления пищи (включая выпечку хлеба), а также простейшей сушильной камеры.

Предназначенную для отопления смежных помещений печь следует устанавливать так, чтобы теплоотдача выходящей в каждое помещение части нагревательной поверхности соответствовала их теплопотерям.

Тонкостенные печи устанавливают, не встраивая их в перегородки и оставляя открытыми отступки. Устанавливать печи в углу помещения с отступками с двух сторон не рекомендуется. Топочные дверки печей и дымовые задвижки следует располагать так, чтобы подход к ним был удобным, не мешал свободному размещению мебели и не затруднял открывание дверей. Перед фронтом печи должно быть достаточное место для ее обслуживания. Не допускается размещать топочные дверки в групповых комнатах и палатах детских и лечебных учреждений, а также в огнеопасных помещениях. Во всех случаях на газоходах печей и дымоходах прочистные отверстия следует располагать в доступных местах.

Примеры размещения печей и плит в квартирах и отдельных жилых комнатах приведены на рис. 19.11 и 19.12.

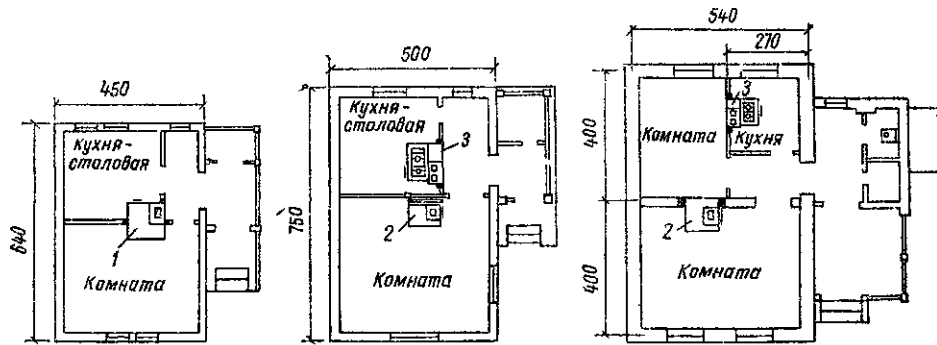
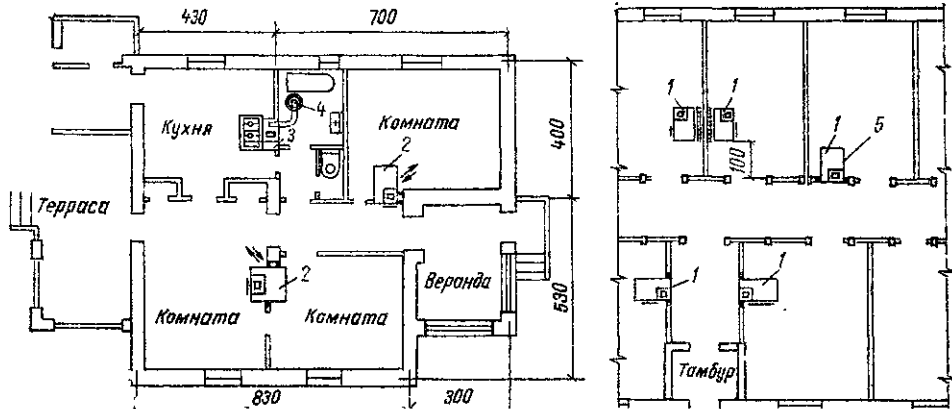


Рис. 19.11. Примеры размещения печей и плит в жилых домах

1 — комбинированная отопительно-варочная печь; 2 — отопительная печь; 3 — кухонная плита со щитком; 4 — водогрейная колонка; 5 — топливник и дверка печи варочной камеры



При проектировании печного отопления одновременно должны решаться следующие вопросы: вентиляция кухни и санузла, для чего устраиваются самостоятельные вытяжные каналы, примыкающие к дымоходу шифера для печи; вентиляция люфт-клозета с помощью специального канала из выгребной ямы, размещенного в цоколе; пожарная профилактика сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам и дымоходам.

При проектировании печного отопления следует учитывать требования главы СНиП III-V.4-72 «Каменные конструкции», касающиеся производства и приемки печных работ.

В. РАСЧЕТ

В основу расчета печного отопления кладут теплопотери помещений, определяемые при той же расчетной температуре $t_{в}$, что и для центрального отопления; теплоотдачу теплоемких печей принимают равной среднечасовой при двух топках в сутки, а печей длительного горения — равной расчетной потере тепла помещениями с коэффициентом, учитывающим перерыв на время чистки топливника и загрузки топлива.

По требуемой теплоотдаче выбирают размеры и типы печей, проверяя отапливаемые помещения на теплоотдачу.

В свою очередь, теплотехнические качества (термическое сопротивление и теплоустойчивость) наружных ограждений помещений, отапливаемых печами, должны удовлетворять нормам строительной теплотехники.

Теплопотери помещений рассчитывают тем же методом, что и для центрального отопления (см. главу 11).

При определении необходимой теплопроизводительности печей следует пользоваться табл. 19.1—19.8 и характеристиками, приведенными в альбомах типовых чертежей печей, а при отсутствии этих сведений — табл. 19.10, в которой приведены обобщенные данные.

ТАБЛИЦА 19.10
ТЕМПЕРАТУРА И СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ТЕПЛООТДАЧИ ОТКРЫТЫХ ТЕПЛООТДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

| Типы печей | Температура поверхности, °С | | Средняя величина теплоотдачи $Q_{ср}$, ккал/(м ² ·ч) |
|---|-----------------------------|---|--|
| | средняя | в отдельных точках в момент максимального нагрева | |
| Толстостенные: оштукатуренные или в металлическом футляре с изразцовыми . . . | 55—65 | 85 | 400—550 500—600 |
| | 65—70 | 90 | |
| Тонкостенные массой, кг: 1000 и более . . . до 1000 . . . | 65—70 | 120 | 500—600 450—550 |
| | 60—65 | 120 | |

Примечание. Величины $Q_{ср}$ указаны при двух топках в сутки, при этом первые цифры соответствуют печам меньших размеров, вторые — печам больших размеров.

Теплоотдающей поверхностью печи считается поверхность стенок печи, которая находится в пределах высоты активного объема (см. п. 19.1), омывается с одной стороны воздухом помещения, а с другой прогревается дымовыми газами или соприкасается с топливом. Поверхность перекрыши учитывается при высоте печи не более 2,1 м. Внутренние поверхности стенок воздухонагревательных камер включаются в теплоотдающую поверхность печи.

В зависимости от размещения печи относительно стен и перегородок и размеров отступок к величине теплоотдачи печи вводят поправочные коэффициенты (табл. 19.11).

ТАБЛИЦА 19.11
ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТ
К ВЕЛИЧИНАМ ТЕПЛОТДАЧИ ПЕЧЕЙ (ПО ГОСТ 2127—47)

| Теплоотдающая поверхность и размер отступки | Поправочный коэффициент |
|---|-------------------------|
| Отступка или воздушная камера: | |
| открытая с обеих сторон или закрытая с боков, но открытая снизу и сверху, шириной 13 см и более | 1 |
| открытая с обеих сторон, шириной от 7 до 13 см | 0,75 |
| закрытая, с нижней и верхней решетками с живым сечением не менее 150 см ² каждая | 0,5 |
| Перекрыша (при высоте печи 2,1 м и менее) толщиной, см: | |
| 14 и менее | 0,75 |
| 14—21 | 0,5 |

Примечание. Устройство отступок менее 7 см не разрешается.

Теплоустойчивость помещения характеризуется величиной амплитуды колебания температуры воздуха A_t относительно среднего уровня, установленного нормами для помещений данного вида за промежуток времени между топками, который, как правило, принимается равным 12 ч (две топки в сутки).

В жилых домах, лечебных и детских учреждениях амплитуда колебаний A_t в течение суток не должна превышать $\pm 3^\circ$.

При проверке печного отопления помещений на теплоустойчивость необходимо знать коэффициент неравномерности теплоотдачи печи M [см. формулу (3.56)].

$$M = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{2Q_{\text{ср}}}$$

где Q_{\max} , Q_{\min} и $Q_{\text{ср}}$ — соответственно максимальная, минимальная и средняя теплоотдача, ккал/ч (за время между топками $z=12$ ч).

Величины $Q_{\text{ср}}$ и M для печей испытанных и рекомендуемых конструкций (при топке дровами) приведены в табл. 19.1—19.8, а также в альбомах типовых чертежей печей.

При топке антрацитом M уменьшается на 25%.

Амплитуду колебаний A_t определяют по формуле Л. А. Семенова, приведенной в ГОСТ 4057—48:

$$A_t = 0,7 \frac{MQ}{\sum \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y}} F_o} = 0,7 \frac{M}{\sum BF_o} \quad (19.1)$$

где Q — расчетные теплопотери помещения, ккал/ч;
 Y — коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности каждого ограждения при двух топках в сутки, ккал/(м²·ч·°C); определяется по методу, приведенному в ГОСТ 4057—48;
 α_B — коэффициент теплообмена внутренней поверхности ограждения (см. табл. 3.1);
 F_o — площади наружных и внутренних ограждений помещения (по внутренним размерам), м²;
 B — коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения, ккал/(м²·ч·°C) [см. формулу (3.37)]

$$B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{1}{Y}}$$

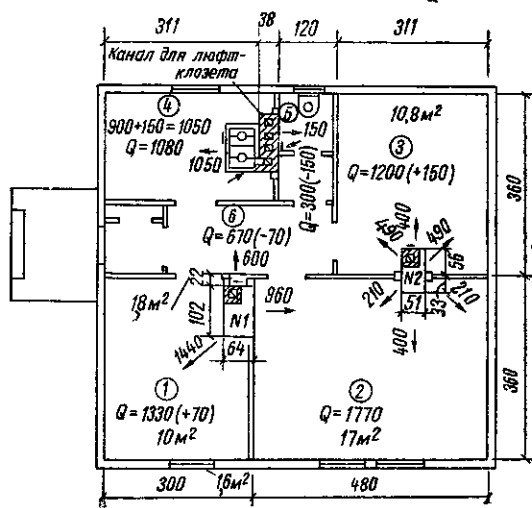


Рис. 19.12. План одноквартирного жилого дома

Значения коэффициента B при двух топках в сутки для некоторых ограждающих конструкций приведены в табл. 19.12.

Снижения величины A_t можно достичь, выбирая печь с меньшим значением коэффициента M , изменяя конструкции ограждений, соответственно повышая коэффициент B и уменьшая теплопотери помещения Q .

При установке печей с коэффициентом неравномерности M от 0,4 до 0,2 (при двух топках в сутки) на теплоустойчивость достаточно проверять только угловые помещения. При $M < 0,2$ проверки помещений на теплоустойчивость не требуется (см. табл. 19.1 и 19.7).

ТАБЛИЦА 19.12

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПОГЛОЩЕНИЯ В
ОГРАЖДЕНИЯХ НЕКОТОРЫХ ОТОПЛЕНИЙ
ПРИ ДВУХ ТОПКАХ В СУТКИ
(ПО Л. А. СЕМЕНОВУ)

| Конструкция ограждения | Коэффициент B , ккал/(м ² ·ч·°С) |
|--|--|
| Наружные стены | |
| Кирпичная стена со штукатуркой по глиняному раствору | 4,47 |
| Кирпичная стена со штукатуркой по известковой штукатурке | 4,41 |
| Кирпичная стена (рубленая, без штукатурки) | 3,12 |
| Кирпичная стена с известковой штукатуркой | 3,7 |
| Стена, состоящая из органической штукатурки толщиной 20 мм, досок толщиной 25 мм, утеплителя или воздушной прослойки | 3,45 |
| Стена из досок толщиной 25 мм с воздушными прослойками, разделенными бумажными перегородками или заполненными каменной ватой или утеплителем | 3,12 |
| Внутренние стены и перегородки | |
| Кирпичная на холодном фундаменте со штукатуркой | 4,3 |
| Кирпичная стена (рубленая, без штукатурки) | 2,9 |
| Кирпичная стена (рубленая, без штукатурки) толщиной менее 50 мм | 3,62 |
| Стена из органической штукатурки толщиной 20 мм и досок толщиной 25 мм | 3,4 |
| Стена из досок толщиной 16 мм с воздушной прослойкой | 2,68 |
| Стена из теплобетонных камней $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$ | 3,94 |
| Чердачные перекрытия | |
| Деревянный потолок толщиной менее 25 мм без штукатурки | 3,12 |
| Деревянный потолок, состоящий из досок толщиной 5 мм, воздушной прослойки и горбылей толщиной не менее 20 мм | 2,35 |
| Полы | |
| Полы на лагах над холодным фундаментом и полы, утепленные досками толщиной 25 мм | 2,57 |
| Деревянный настил пола толщиной не менее 25 мм в межкомнатном перекрытии | 2,43 |
| Окна и двери | |
| Окна и застекленные двери в деревянных переплетах | 2,3 |
| Деревянные внутренние двери | 2,5 |

Примечание. Значения B для любой другой конструкции ограждения могут быть вычислены по методу, изложенному в ГОСТ 4657—48 и в работах Л. А. Семенова, а также по материалу главы 3.

Пример 19.1. Требуется рассчитать печное отопление для одноквартирного дома (рис. 19.12).

Стены щитовые с легким утеплителем, полы деревянные на лагах, чердачное перекрытие с легким утеплителем, высота помещений в чистоте 2,7 м; топливо — дрова. Расчетная наружная температура $t_{н} = -30^\circ\text{C}$. Внутренняя температура: жилых комнат $t_{в} = 18^\circ\text{C}$, кухни 15°C , уборной 16°C .

Решение. К установке намечены толстенные печи. Теплопроизводительность печей принимается по табл. 19.1 при двух топках в сутки.

Теплопотери Q помещениями показаны на рис. 19.12. Общие теплопотери помещениями квартиры составляют 6350 ккал/ч. Этому количеству теплопотерь должна соответствовать суммарная производительность печей, включая плиту в щиток.

Печи подбирают и размещают так, чтобы их теплоотдача в каждое помещение соответствовала его теплопотерям.

При размещении печей допускается отклонение их расчетной теплоотдачи от теплопотерь для жилых комнат $\pm 15\%$, для кухни — занижение до 25% (предполагается усиленная топка плиты в сильные морозы). В передней и уборной допускается частичная компенсация теплопотерь за счет повышенной теплоотдачи печей в смежных жилых комнатах.

Исходя из этих соображений, намечают следующие отопительные устройства.

В кухне 4 устанавливают плиту размером 102×64 см с духовым шкафом (табл. 19.8) и отопительный щиток размером 89×38 см (табл. 19.8) с увеличением размера до 115×38 см для размещения дополнительного вентиляционного канала и выгребной ямы. Плита и щиток вместе могут дать тепла в помещении кухни $900 + 150 = 1050$ ккал/ч. Такая теплоотдача практически отвечает потребности в 1080 ккал/ч.

Вторая сторона щитка может отдать 150 ккал/ч в уборную, но в уборной требуется 300 ккал/ч. Недостающие 150 ккал/ч компенсируются за счет смежных помещений. Относим эту величину к комнате 3.

Для отопления комнаты 1, частично комнаты 2 и передней устанавливают печь размером в плане 64×102 см теплопроизводительностью 3000 ккал/ч (табл. 19.1). Печь располагается так, чтобы в комнату 1 поступало тепла 1440 ккал/ч (потребуется 1330 ккал/ч), а в переднюю 6—600 ккал/ч (потребуется 670 ккал/ч). Недостающая теплоотдача в переднюю, равный 70 ккал/ч, будет компенсироваться за счет избыточного тепла, поступающего в комнату 1. Кроме того, в комнату 2 поступит с одной стороны печи № 1 960 ккал/ч.

Для комнат 2 и 3 и частично уборной 5 требуется печь № 2, обеспечивающая теплоотдачу $(1770 - 960) + (1200 + 150) = 2160$ ккал/ч.

Принимают печь размером в плане 51×89 см с теплоотдачей 2200 ккал/ч (по табл. 19.1).

Для обеспечения необходимой теплоотдачи печь № 2 относительно перегородки располагают так, чтобы она входила в комнату 3 на 56 см, а в комнату 2 на 33 см. При этом печь будет отдавать в комнату 2— $400 + 2 \cdot 210 = 820$ ккал/ч (требуется 810 ккал/ч); в комнату 3— $400 + 2 \cdot 490 = 1380$ ккал/ч (требуется 1350 ккал/ч).

Примечание. Распределение теплоотдачи по отдельным стенкам печи обычно дается в типовых чертежах печей или принимается пропорционально размерам стенок в плане.

Суммарная теплоотдача всех принятых печей

$$\Sigma Q = 900 + 300 + 3000 + 2200 = 6400 \text{ ккал/ч,}$$

т. е. вполне соответствует расчетным теплопотерям, равным 6350 ккал/ч.

Результаты расчета сведены в табл. 19.13.

Проверка жилых комнат на теплоустойчивость. Для расчета необходимо знать состав конструкций ограждений и величины коэффициентов B (см. табл. 19.12).

Проверочный расчет для комнаты 1 сведен в табл. 19.14.

$$\Sigma BF_0 = 150,4 \text{ ккал/(ч} \cdot ^\circ\text{C)}$$

Намеченная к установке печь № 1 имеет коэффициент неравномерности $M = 0,18$.

Амплитуда колебаний температуры находится по формуле (19.1).

$$A_t = \frac{0,7MQ}{\Sigma BF_0} = \frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 1330}{150,4} = 1,1^\circ < 3^\circ,$$

т. е. амплитуда колебаний температуры воздуха в комнате 1 в течение суток при двух топках в сутки при низкой расчетной температуре $t_{н} = -30^\circ\text{C}$ не будет выходить за допустимые пределы. Следовательно, намеченная к установке печь обеспечит в комнате нормальные температурные условия.

Если бы для данного случая (топливо — дрова) была предварительно выбрана каркасная печь повышенного прогрева типа МВМС-63 (см. табл. 19.4) теплопроизводительностью 1500 ккал/ч с соответствующим коэффициентом $M = 0,6$, то амплитуда колебаний температуры была бы

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1330}{150,4} = 3,7^\circ > 3^\circ,$$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛООТДАЧИ ПЕЧЕЙ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ (К ПРИМЕРУ РАСЧЕТА)

| № помеще- ния | Назначение помещения | Теплопотери Q , ккал/ч | Теплоотдачи печей | | Излишек или недостаток тепла, ккал/ч | Примечание |
|------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|--------------|--|--|
| | | | № печи | Q , ккал/ч | | |
| 1 | Жилая комната | 1330 | № 1 | 1440 | +110 | Излишек тепла отнесен к передней и кухне |
| 2 | То же | 1770 | № 1 № 2 | 960 820 | +10 | |
| | | | Итого | 1780 | | |
| 3 | Кухня | 1200 | № 2 | 1380 | +180 | Излишек тепла отнесен к уборной |
| 4 | | 1030 | Плита Щиток | 900 150 | -30 | |
| | | | Итого | 1050 | | |
| 5 | Уборная | 300 | Щиток | 150 | -150 | Недостача тепла компенсир- руется печью комнаты 3 |
| 6 | Передняя | 670 | № 1 | 600 | -70 | То же, печью комнаты 1 |
| Итого | | 6350 | Итого | 6400 | +50 | |

ТАБЛИЦА 19.13

ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОМНАТЫ 1
НА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ

| Вид ограждения | Площадь с внутренней стороны F_0 , м ² | Коэффициент теплопогло- щения поверх- ности ограж- дения B , ккал/(м ² ·ч·°C) | Теплопогло- щение поверх- ности ограж- дения $B F_0$, ккал/(ч·°C) |
|---------------------|--|---|--|
| Наружные сте- ны | $(3+3,6) \cdot 2,7 =$ $-1,6 = 16,2$ | 3,45 | $3,45 \cdot 16,2 = 56$ |
| Перегородки | $(2,4+2,3) \cdot 2,7 =$ $-1,8 = 10,9$ | 3,4 | $3,4 \cdot 10,9 = 37$ |
| Пол | 10 | 2,57 | $2,57 \cdot 10 = 25,7$ |
| Потолок | 10 | 2,35 | $2,35 \cdot 10 = 23,5$ |
| Окно | 1,6 | 2,3 | $2,3 \cdot 1,6 = 3,7$ |
| Дверь | 1,8 | 2,5 | $2,5 \cdot 1,8 = 4,5$ |

$$\Sigma B F_0 = 150,4$$

т. е. в помещении колебания температуры выходили за допустимые пределы ($\pm 3^\circ$). Следовательно, в домах с облегченными конструкциями стен и потолков необходимо осторожно применять печи со стенками в $\frac{1}{4}$ кирпича. Кроме того, всегда следует учитывать, какое топливо будет сжигать в печи.

Если бы в данном случае топливом служил каменный уголь, то M следовало бы принять на 25% ниже величины, указанной в табл. 19.4, и печь МВМС-63 можно было бы применять, так как

$$A_t = \frac{0,7(0,75 \cdot 0,6)1330}{150,4} = 2,9 < 3^\circ.$$

Аналогично делаются проверочные расчеты для комнат 2 и 3.

Комната 2

$Q = 1770$ ккал/ч, $\Sigma B F_0 = 207$ ккал/(ч·°C).

Обогревающие эту комнату печи № 1 и 2 имеют величины M , равные соответственно 0,18 и 0,3. Приведенное значение коэффициента M с учетом доли теплоотдачи будет равно 0,236.

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,236 \cdot 1770}{207} = 1,41 < 3^\circ,$$

т. е. удовлетворяет норме.

Комната 3

$Q = 1200$ ккал/ч, $\Sigma B F_0 = 167$ ккал/(ч·°C). Печь имеет $M = 0,3$

$$A_t = \frac{0,7 \cdot 0,3 \cdot 1200}{167} = 1,6 < 3^\circ.$$

19.4. Основания под печи
и дымовые каналы

А. ОСНОВАНИЯ ПОД ПЕЧИ

Печи массой более 750 кг и коренные трубы следует устанавливать на фундаменты из бетонных блоков или буттового камня.

Печи можно опирать также на междуэтажное перекрытие, если оно специально рассчитано на статическую нагрузку от них и соблюдены противопожарные требования для защиты сгораемых конструкций пола.

Печь 2-го этажа допускается опирать на печь 1-го этажа при толщине стенок последней не менее $\frac{1}{2}$ кирпича. Для равномерного распределения нагрузки по верху нижней печи (если один из ее размеров в плане превышает 64 см) следует укладывать железобетонную плиту с отверстием для дымохода.

Б. ДЫМОВЫЕ КАНАЛЫ

Число дымовых каналов должно соответствовать числу присоединяемых к ним печей и кухонных плит. Все каналы выводятся над кровлей отдельно.

Запрещается присоединять к одному дымовому каналу две и более печи, кухонные плиты или другие очаги, расположенные на разных этажах.

Присоединение к одному дымоходу двух очагов разрешается, если они находятся на одном этаже и в одной квартире. При этом в канале должна быть устроена рассечка толщиной 12 см ($\frac{1}{2}$ кирпича) на высоту не менее 75 см (рис. 19.13). Присоединение к одному каналу допускается и без устройства рассечки, но при условии, что расстояние по высоте между вводами патрубков составит не менее 75 см.

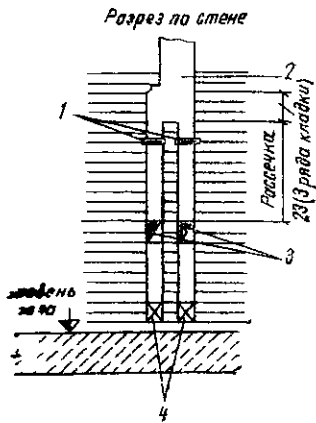


Рис 19 13 Схема присоединения к одному дымовому каналу двух печей или кухонных плит

— дымовая задвижка
 2 — общий канал размером 4×27 см 3 — отверстия для присоединения двух печей или кухонных плит 4 — прочистные отверстия

Рис 19 14 Коренная труба на два канала из бетонных блоков

1 — блоки трубы 2 — блоки разделки 3 — фундамент, 4 — печь

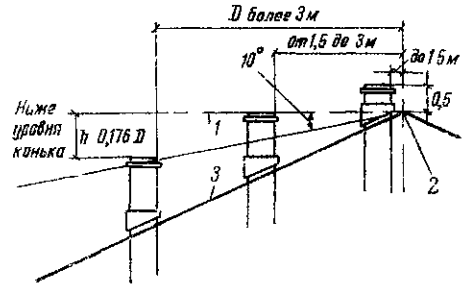
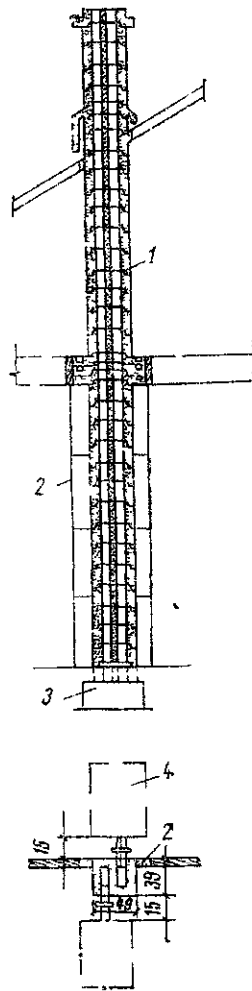


Рис 19 15 Схема расположения дымовых каналов над кровлей относительно коныка крыши

1 — уровень конька 2 — конек крыши, 3 — кровля

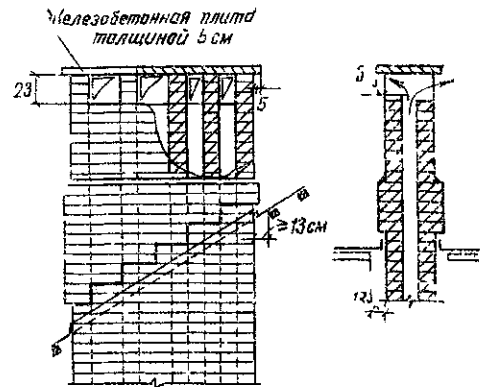


Рис 19 16 Схема дымовых каналов, перекрытых железобетонной плитой

ТАБЛИЦА 19 15

СЕЧЕНИЕ ДЫМОВЫХ КАНАЛОВ (ПО ГОСТ 2127—47)

| Теплоотдача печи при двух топках в сутки ккал/ч | Размеры сечения канала | |
|---|------------------------|---------|
| | см | кирпичи |
| 3000 | 14×14 | 1/3×1/2 |
| 3000—4500 | 14×20 | 1/3×3/4 |
| 4500—6000 | 14×27 | 1/2×1 |
| Свыше 6000 | 20×27 | 3/4×1 |

Сечение общего канала в обоих случаях следует соответственно увеличивать. На каждом присоединении устанавливается дымовая задвижка.

Места приемных отверстий на дымовых каналах в стенах или коренных трубах должны соответствовать положению выводных дымовых патрубков у печей и кухонных плит.

Сечение дымовых каналов принимается по табл. 19.15 в зависимости от производительности печи.

Наружные стенки каналов и перегородки между ними должны иметь толщину не менее $1/2$ кирпича.

Наружные стенки проходящих через лежащие выше этажи здания дымовых каналов от очагов с продолжительной и интенсивной топкой, например от кухонных плит столовых, детских и подобных учреждений, должны иметь толщину не менее 25—38 см.

Если стены здания выполняются из шлакобетонных камней, щелевого и силикатного кирпича, то кладку участков стен с дымовыми каналами следует предусматривать из обыкновенного глиняного кирпича. Для устройства дымовых каналов в таких случаях можно применять специальные жароупорные бетонные блоки, керамические или асбестоцементные трубы, эквивалентные по размерам сечений указанным в табл. 19.15.

Коренная дымовая труба из бетонных блоков изображена на рис. 19.14.

При отсутствии в печах или на отводящих дымовых патрубках задвижек последние следует устанавливать

на дымовых каналах в стенах или коренных трубах. Число задвижек должно быть: при топке печей дровами — две установленные последовательно, при топке топливом прочих видов — одна с просверленным отверстием $d=10-15$ мм.

К дымовым каналам в стене или коренной трубе печи присоединяют с помощью коротких патрубков или рукавов длиной не более 2 м. Дымовые трубы следует выводить выше кровли на высоту, которая зависит от расстояния дымовой трубы до конька кровли (рис. 19.15).

Во всех случаях устье трубы должно возвышаться над кровлей не менее чем на 0,5 м. В особых случаях (для обеспечения надежной тяги и предупреждения обратной тяги) трубу выводят на большую высоту. Например, в том случае, когда дымовую трубу выводят вблизи высокой стены соседнего здания, где может образовываться ветровой подпор или отапливаемое помещение расположено в пристроенной низкой части более высокого здания и сообщается с последним.

Общая высота дымовой трубы от колосниковой решетки до устья должна быть не менее 5 м.

Устанавливать металлические зонты или дефлекторы на дымовых трубах не рекомендуется. Для защиты кладки оголовков от разрушения атмосферными осадками их торцы облицовывают кровельной сталью или оштукатуривают цементным раствором, а для защиты каналов от попадания дождевой воды их можно перекрывать железобетонной плитой (рис. 19.16).

В основании каждого дымового канала устраивают прочистное отверстие.

В чердачных помещениях устройство горизонтальных боровов и прочистных отверстий не допускается.

Размещение в стенах здания дымовых и примыкающих к ним вентиляционных каналов рекомендуется показывать на строительных чертежах проекта в виде разверток с указанием приемных и прочистных отверстий, наклонных уводов, задвижек и других деталей со всеми размерами, необходимыми для производства строительных работ.

В сейсмических районах печи, дымовые трубы и связанные с ними строительные конструкции необходимо усилить каркасами, армированием проволокой и кожухами из кровельной стали.

19.5. Противопожарные мероприятия

При проектировании печного отопления должны быть строго соблюдены все правила противопожарной защиты строительных конструкций.

Чертежи изоляции сгораемых строительных конструкций, примыкающих к печам, кухонным плитам и дымовым трубам, даны в альбомах типовых чертежей печей и плит.

Основные противопожарные требования заключаются в соблюдении определенных расстояний (отступок) между печами, кухонными плитами и каналами, с одной стороны, и сгораемыми конструкциями здания, с другой, а также в применении разделок (утолщений кладки стенок каналов) и изоляции сгораемых конструкций (табл. 19.16 и 19.17).

Воздушные промежутки (отступки) у печей со стенками толщиной 7 см и менее следует оставлять открытыми со всех сторон. Отступки у печей со стенками толщиной 12 см можно с боков и сверху заделывать стенками из кирпича или из других несгораемых материалов, оставляя сверху и внизу отверстия, закрывае-

РАЗМЕРЫ ОТСТУПОК И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СГОРАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

| Печные устройства | Вид отступки | Размер отступки, см | Способы защиты сгораемых конструкций в отступках |
|--|---------------------------------------|---------------------|---|
| Печи и кухонные плиты квартирного типа со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки до 3 ч | Открытая или закрытая с одной стороны | 13 | Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 25 мм |
| То же | Закрытая с двух сторон | 13 | Кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм |
| То же, со стенками толщиной 65 мм (кирпич на ребро) | Открытая с двух сторон | 32 | Штукатурка толщиной 25 мм. Асбестовермикулитовые плиты толщиной 40 мм |
| Бетонные печи с толщиной стенок 40—60 мм | То же | 32 | То же |
| Отопительные печи длительного горения (типа АКХ-9) | Открытая | 26 | |
| Печи и плиты со стенками толщиной 120 мм (1/2 кирпича). Продолжительность топки свыше 3 ч | | 26 | То же, или кирпичная облицовка толщиной 65 мм (кирпич на ребро) на глиняном растворе |
| То же | Закрытая | 26 | Кирпичная облицовка толщиной 120 мм (1/2 кирпича) на глиняном растворе |
| Металлические печи без футеровки | Открытая | 100 | Штукатурка толщиной 25 мм |
| Металлические печи с футеровкой | | 70 | То же |

Примечание. Во всех случаях в качестве изоляции можно применять только «мокрую» штукатурку.

мые решетками с площадью живого сечения не менее 150 см² каждая.

О расположении топочных дверок см. п. 19.3 Б. Расстояние от топочной дверки до противоположной стены или перегородки должно быть не менее 1,25 м.

Примыкающую под углом к фронту печи сгораемую стену следует защищать от возгорания. При наличии сгораемого пола прибавляют у топочной дверки металлический лист размером 70×50 см, закрывающий по длине 70 см участок пола и плинтуса под топочной дверкой.

Сгораемый пол под каркасными печами и кухонными плитами с металлическими ножками, а также под

Глава 20. ВНУТРЕННИЕ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

20.1. Классификация систем

По способу раздачи горячей воды и источнику тепла внутренние системы горячего водоснабжения делятся на три основные группы:

1) централизованные (единые) системы с внешним источником тепла, т. е. с получением тепла от тепловых сетей теплофикационных систем или систем районного теплоснабжения;

2) централизованные (единые) системы с внутренним источником тепла, т. е. с получением тепла от собственной местной котельной;

3) децентрализованные системы, в том числе поквартирные установки, с приготовлением горячей воды в нескольких внутренних генераторах тепла.

Схему присоединения централизованных систем с внешним источником тепла к тепловым сетям¹ выбирают в зависимости от конкретных условий:

а) вида теплоносителя в сетях (вода, пар);

б) типа системы теплоснабжения (открытая, закрытая) и ее конструктивных особенностей (двухтрубная, трехтрубная, четырехтрубная);

в) возможности установки у абонентов баков-аккумуляторов горячей воды (верхних или нижних);

г) соотношения расчетных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления (значения $\rho = Q_{г.в}^{макс} / Q_o$) — при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды.

Приготовление горячей воды в централизованных системах с внутренним источником тепла осуществляется или непосредственно в водогрейных котлах, или в пароводяных поверхностных либо смешительных подогревателях с получением пара от паровых котлов. Возможно использование промежуточных водоводяных подогревателей и при водогрейных котлах.

В децентрализованных системах применяют различные источники тепла:

в жилых зданиях при централизованном газоснабжении — газовые водонагреватели (в зданиях любой этажности), при отсутствии газоснабжения — дровяные колонки (в зданиях с числом этажей до пяти) или генераторы тепла, располагаемые в топливниках кухонных плит, в сочетании с баком-аккумулятором либо емкостным подогревателем;

в бытовых помещениях промышленных предприятий при числе душей до пяти или при расчетном расходе тепла на нужды горячего водоснабжения до 50 тыс. ккал/ч — индивидуальные пароводяные или водоводяные подогреватели;

в кухнях столовых и ресторанов — генераторы тепла, располагаемые в топливниках плит.

При расчете производительности генератора тепла, располагаемого в топливнике обычной плиты, площадь его поверхности нагрева принимают равной 0,3—0,5 м², в топливнике плиты ресторанного типа — до 1,3 м². Тепловое напряжение генератора тепла Q/H от 10 до 12 тыс. ккал/(ч·м²). Продолжительность топки плиты в жилых зданиях 2,5 ч в сутки, в кухнях столовых и ресторанов 8—12 ч в сутки.

При расположении генераторов тепла в топливниках плит вода в аккумуляторах может нагреваться или

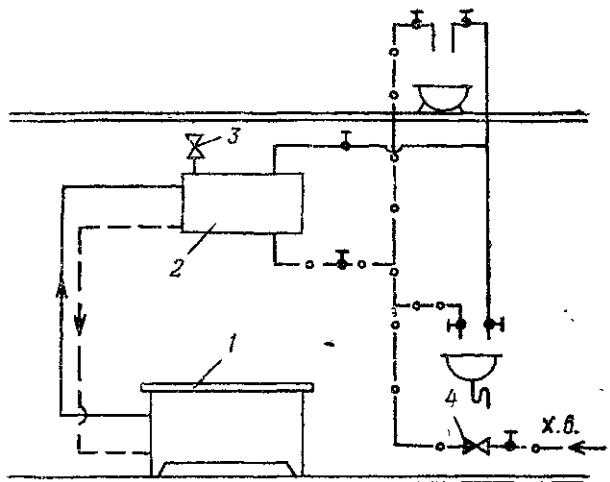


Рис. 20.1. Схема непосредственного соединения генератора тепла с аккумулятором

1 — плита (генератор тепла); 2 — бак-аккумулятор; 3 — предохранительный клапан $d=20$ или 25 мм; 4 — обратный клапан

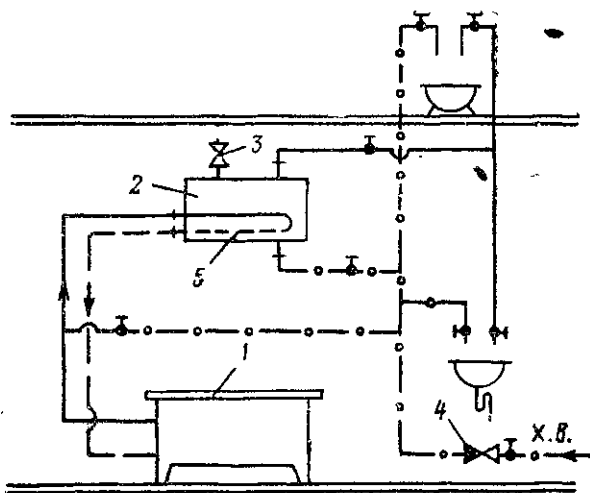


Рис. 20.2. Схема с емкостным подогревателем

1 — плита (генератор тепла); 2 — водонагреватель; 3 — предохранительный клапан $d=20$ или 25 мм; 4 — обратный клапан; 5 — эжевик

¹ См. раздел V «Тепловые вводы».

ТАБЛИЦА 20.1

НОРМЫ РАСХОДА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ
(ПО СНиП II-Г.8-62)

| Потребитель | Единица измерения | Норма водопотребления, л. при $t_r=65^\circ\text{C}$ |
|---|-----------------------|--|
| Жилые здания квартирного типа: | | |
| оборудованные умывальниками, мойками и душами | 1 человек в сутки | 80—100 |
| то же и сидячими ваннами | то же | 100—110 |
| то же и ванными длиной от 1500 до 1700 мм | » | 110—130 |
| Жилые здания для одиноких и малосемейных | » | 80—120 |
| Общездания: | | |
| с общими душевыми | » | 40—50 |
| то же, со столовыми и прачечными | » | 50—60 |
| Гостиницы и пансионаты: | | |
| с общими ваннами и душевыми | » | 50—60 |
| с ваннами при 25% номеров | » | 80—100 |
| с ваннами при 75% номеров | » | 120—160 |
| с ваннами при всех номерах | » | 160—200 |
| Больницы, санатории общего типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми | 1 койка в сутки | 150—180 |
| Санатории и дома отдыха с ваннами при всех жилых комнатах | то же | 180—200 |
| Больницы и санатории с грязеводолечением | » | 200—250 |
| Поликлиники и амбулатории | 1 посетитель | 5 |
| Клубы, Дома культуры и театры: | | |
| с общими душевыми | 1 душевая сетка в 1 ч | 160—180 |
| с индивидуальными душевыми кабинами | то же | 90—110 |
| Бытовые помещения промышленных предприятий и спортивные сооружения с душевыми | » | 270 |
| Бани русского типа (без плавательных бассейнов) | 1 посетитель | 90—110 |
| Бани комбинированного типа (без плавательных бассейнов) | то же | 140—170 |
| Ванно-душевые блоки: | | |
| душевые кабины | » | 240 |
| ванн | » | 300 |

циркуляции по системе бак-аккумулятор — тепло (рис 20.1) или от змеевика, расположенного в эвкостном закрытом подогревателе, являющемся одновременно аккумулятором горячей воды (рис 20.2) Устройства без змеевика в аккумуляторе долговечны вследствие быстрого зарастания нагревателя и циркуляционных труб.

Замечания: 1. Не допускается применять индивидуальные газовые водонагреватели в ванных комнатах при наличии газовых котла, при жилых комнатах домов отдыха и санаториев; в зданиях (за исключением буфетов); в душевых при спортивных комплексах и гостиницах.

2. Газовые водонагреватели изготовляют двух типов: одноступенчатые (полуавтоматические), применяемые при одной и двух точках водоразбора, находящихся в непосредственной близости от нагревателя, и многоточечные (автоматические), применяемые в нескольких (до пяти) точках водоразбора, находящихся на значительном расстоянии от нагревателя.

Применение электрических водонагревателей должно быть обосновано технико-экономическими расчетами

20.2. Требования, предъявляемые к воде

Вода в системах бытового и производственно-бытового горячего водоснабжения должна удовлетворять требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». В системах с непосредственным разбором горячей воды из тепловых сетей допускается отклонение качества воды от требований этого ГОСТа в соответствии с указаниями главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

В централизованных системах горячего водоснабжения в зависимости от качества подпиточной воды (ее жесткости, наличия агрессивной углекислоты, значения pH и т. д.) следует предусматривать мероприятия для предотвращения накипеобразования и внутренней коррозии трубопроводов и оборудования.

Необходимость умягчения горячей воды в банях и прачечных определяется указаниями глав СНиП II-Л.13-62 и СНиП II-Л.14-62.

20.3. Температуры и нормы расхода горячей воды

Согласно указаниям главы СНиП II-Г.8-62, температура горячей воды в точках водоразбора должна быть не ниже 60°C , а после подогревателя не должна превышать 75°C .

Нормы расхода горячей воды с $t_r=65^\circ\text{C}$ приведены в табл. 20.1. Если температура подаваемой к водоразборным кранам воды отличается от $t_r=65^\circ\text{C}$, то норму расхода воды a_t находят по формуле

$$a_t = a_{65} \frac{t_r - t_x}{65 - t_x} \quad (20.1)$$

где a_{65} — норма расхода горячей воды на 1 потребителя при $t_r=65^\circ\text{C}$, л/сутки;

t_r — температура горячей воды, поступающей к смесителю, $^\circ\text{C}$;

t_x — температура холодной воды, $^\circ\text{C}$ (обычно принимается равной 5°C).

Нормы расхода смешанной (потребляемой) воды, а также температура смешанной воды приведены в табл. 20.2. Норму расхода горячей воды b_t определя-

Продолжение табл. 20 I

ТАБЛИЦА 20 2

| Потребитель | Единица измерения | Норма водопотребления, л, при $t_r = 65^\circ \text{C}$ |
|--|-----------------------------|---|
| Прачечные: | | |
| механизированные | 1 кг сухого белья | 20—25 |
| немеханизированные | то же | 15 |
| Школы-интернаты | 1 место в сутки | 80—100 |
| Учебные заведения и общеобразовательные школы с душевыми при гимнастических залах | 1 учащийся в смену | 7 |
| Детские ясли-сады: | | |
| с дневным пребыванием детей | 1 ребенок в сутки | 25 |
| с круглосуточным пребыванием детей | то же | 30 |
| Предприятия общественного питания: | | |
| приготовление пищи, потребляемой в предприятии | 1 блюдо | 4 |
| то же, продаваемой на дом | то же | 3 |
| Водоразборная точка у технологического оборудования или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских и магазинах | 1 водоразборная точка в 1 ч | 250—300 |
| Краны умывальников общего пользования в предприятиях общественного питания | то же | 55—65 |
| Парикмахерские | 1 место в сутки | 40—60 |
| Гаражи при ручной мойке машин: | | |
| легковых | 1 машина | 150—200 |
| грузовых | то же | 200—300 |
| автобусов | » | 250—350 |

Примечания. 1 В таблице указаны среднесуточные расходы за период наибольшего потребления горячей воды.

2 Нормы расхода горячей воды на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха приняты с учетом расхода воды столовой и прачечной.

3 Расходы воды на мойку автомашин надлежит принимать в зависимости от их типа и условий эксплуатации.

4 Более подробные нормы расхода воды для бань и прачечных приведены в главах СНиП II-Л 13-62 «Бани Нормы проектирования» и СНиП II-Л 14-62 «Прачечные Нормы проектирования».

5 Указанные в таблице нормы расхода горячей воды учтены в общих расходах холодной воды, приведенных в главе СНиП II-Г 1-70 «Внутренний водопровод зданий Нормы проектирования».

6 Продолжительность действия душей на производственных предприятиях надлежит принимать равной 45 мин после смены

ют в зависимости от ее температуры и температуры смешанной воды по формуле

$$b_r = b_{cm} \frac{t_{cm} - t_x}{t_r - t_x} \quad (20.2)$$

где b_{cm} — норма расхода смешанной (потребляемой) воды на 1 процедуру или 1 прибор при температуре смешанной воды t_{cm} , л;

t_r — температура горячей воды, поступающей к смесителю, $^\circ\text{C}$.

НОРМЫ РАСХОДА СМЕШАННОЙ ВОДЫ
(ПО СНиП II-Г.1-70 И ОПЫТНЫМ ДАННЫМ)

| Прибор или процедура | Единица измерения | Норма водопотребления, л | Температура потребляемой воды, $^\circ\text{C}$ |
|--|-------------------|--------------------------|---|
| Жилые здания | | | |
| Ванна | | | |
| сидячая длиной 1200 мм с душем | 1 процедура | 250 | 37 |
| длинной 1500—1550 мм с душем | то же | 275 | 37 |
| длинной 1650—1700 мм с душем | » | 300 | 37 |
| без душа | » | 200 | 37 |
| Душ с душевым поддоном: | | | |
| глубоким | » | 230 | 37 |
| мелким | » | 100—120 | 37 |
| Умывальник | » | 3—5 | 25 |
| Мойка кухонная | » | 8—10 | 65 |
| Общественные здания | | | |
| Ванные кабины | 1 посетитель | 500 | 40 |
| Душевые | то же | 400 | 40 |
| Водоразборная колонка в мыльне | 1 ч | 1000—1500 | 40 |
| Ванны без душа в мыльне (или душевой) | то же | 600 | 40 |
| Душ: | | | |
| нижний восходящий | » | 1000 | 40 |
| ребристый | » | 1200—1500 | 40 |
| Ножная ванна | » | 200 | 40 |
| Умывальник: | | | |
| в парикмахерской | » | 10 | 35 |
| » развлекательной или уборной | » | 100 | 25 |
| Мойка: | | | |
| в буфете | » | 250 | 65 |
| » лаборатории | » | 60 | 65 |
| Бытовые помещения промышленных предприятий | | | |
| Душ на производствах: | | | |
| требующих особого санитарного режима для обеспечения надлежащего качества продукции | 1 процедура | 40 | 37 |
| связанных с выделением большого количества пыли или влаги, а также связанных с обработкой ядовитых веществ или зараженных материалов | то же | 60 | 37 |
| Полудуш | » | 25 | 37 |
| Душевая сетка в групповых душевых | 1 ч | 500 | 37 |

Продолжение табл. 20.2

| Процедура или вид деятельности | Единица измерения | Норма водопотребления, л | Температура потребляемой воды, °С |
|---|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Кухонные мойки групповых и индивидуальных | 1 процедура | 5 | 35 |
| Кухонные мойки грязных производств | то же | 3 | 25 |
| Кухонные мойки чистых производств | 1 ч | 180—200 | 35 |
| Кухонные мойки в раздаточных или уборной | | | |
| Заварочные аппараты | | | |
| Производство пива | 100 л пива | 175—200 | 90 |
| Мытье посуды | то же | 50—100 | 30—50 |
| Бюрократии | | | |
| Хлебобулочное производство | 100 кг муки | 70 | 30—40 |
| Специальный хлеб | то же | 600 | 30—40 |
| Гаражи | | | |
| Мойка ручной | 1 процедура | 500—700 | 20 |
| Грузовых автомобилей | то же | 70—1000 | 20 |
| Автобусов | » | 700—1200 | 20 |
| Механической мойки машин: | | | |
| Грузовых | » | 1000—1500 | 20 |
| Грузовых | » | 100—2000 | 20 |
| Автобусов | » | 1500—2000 | 20 |

20.4. Определение расчетных расходов горячей воды и тепла

В системах горячего водоснабжения расход горячей воды и соответственно расход тепла, необходимого для приготовления этой воды, колеблются как в отдель-

ные недели, так и по дням недели и по часам суток. В связи с этим в практике применяют следующие понятия:

средний расход воды за сутки в неделю наибольшего водопотребления $A_{Г.В}^{ср.н}$;

расход воды за сутки наибольшего водопотребления $A_{Г.В}^{ср} = k_{сут} A_{Г.В}^{ср.н}$, где $k_{сут} = A_{Г.В}^{ср} / A_{Г.В}^{ср.н}$ — коэффициент суточной неравномерности;

среднечасовой расход воды в неделю наибольшего водопотребления $G_{Г.В}^{ср.н} = A_{Г.В}^{ср.н} / 24$;

среднечасовой расход воды за сутки наибольшего водопотребления $G_{Г.В}^{ср} = A_{Г.В}^{ср} / 24$;

максимально-часовой расход воды $G_{Г.В}^{макс} = k_{ч} G_{Г.В}^{ср}$, где $k_{ч} = G_{Г.В}^{макс} / G_{Г.В}^{ср}$ — коэффициент часовой неравномерности;

мгновенный часовой расход воды (продолжительность 1—3 мин) $G_{Г.В}^{мг}$ (рис. 20.3).

Среднечасовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при наличии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности здания для уменьшения пикового потребления тепла из тепловых сетей

Максимально-часовой расход горячей воды используют для определения производительности генераторов тепла и подогревателей при отсутствии у абонентов специальных баков-аккумуляторов горячей воды и при присоединении абонентов к тепловым сетям по схемам, предусматривающим использование теплоаккумулирующей способности зданий.

Мгновенный часовой расход горячей воды используют для определения диаметров подающих труб в местных системах горячего водоснабжения.

Максимально-часовой (расчетный) расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяют по различным формулам в соответствии с видом потребителя горячей воды:

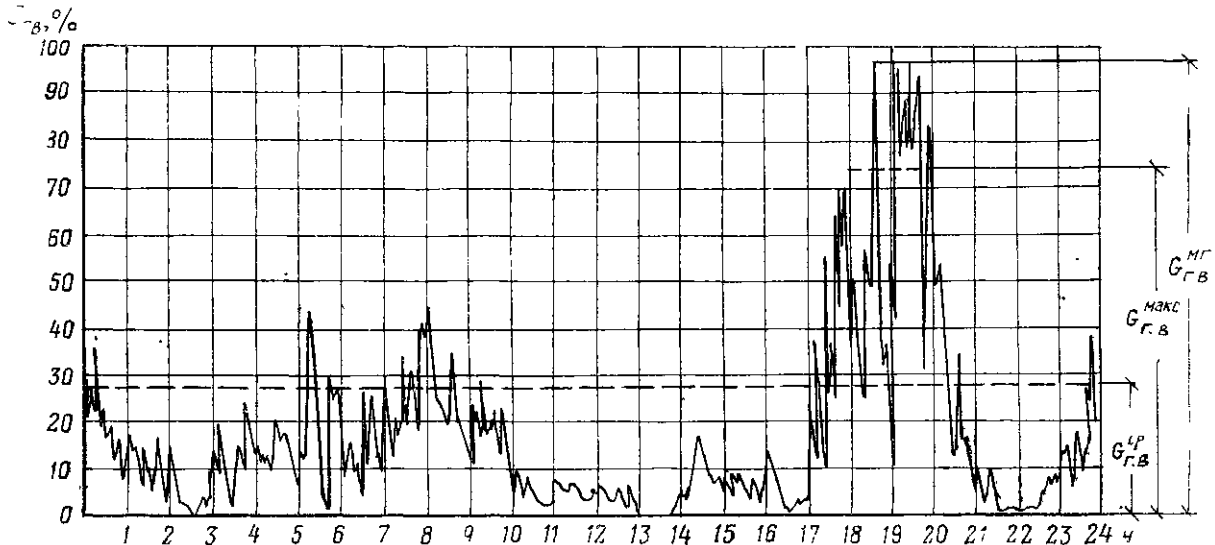


Рис. 20.3 Суточный график расхода горячей воды $G_{Г.В}$ в жилом здании

1) для жилых зданий, гостиниц и больниц общего типа по числу потребителей (СНиП II-Г.8-62)

$$Q_{г.в}^{\max} = k_{\text{ч}} \frac{n_1 a (65 - t_x)^*}{24}, \quad (20.3)$$

где $k_{\text{ч}}$ — коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.3—20.5;

n_1 — расчетное число потребителей;

a — норма расхода горячей воды на 1 потребителя, принимаемая по табл. 20.1;

65 — температура горячей воды, °C;

t_x — температура холодной воды, °C (при отсутствии данных принимается равной 5° C);

ТАБЛИЦА 20.3

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

| Число жителей | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 500 | 1000 | 3000 | 6000 и более |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|--------------|
| $k_{\text{ч}}$ | 4,5 | 3,5 | 3 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 2 |

ТАБЛИЦА 20.4

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ГОСТИНИЦАХ

| Число людей, проживающих в гостинице | 60 | 150 | 300 | 400 | 600 | 900 |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $k_{\text{ч}}$ | 4,6 | 3,8 | 3,3 | 3,1 | 3 | 2,9 |

ТАБЛИЦА 20.5

КОЭФФИЦИЕНТ ЧАСОВОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В БОЛЬНИЦАХ ОБЩЕГО ТИПА

| Число коек | 35 | 50 | 75 | 100 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $k_{\text{ч}}$ | 3,2 | 2,9 | 2,6 | 2,4 | 2 | 1,9 | 1,7 | 1,6 |

2) для жилых зданий, оборудованных ваннами, с посемейным заселением квартир допускается применение упрощенной формулы, составленной исходя из числа квартир:

$$Q_{г.в}^{\max} = 10000 n_2 k_1, \quad (20.4)$$

где n_2 — число квартир в здании или группе зданий;

k_1 — коэффициент одновременности потребления горячей воды, принимаемой по табл. 20.6;

3) для предприятий общественного питания

$$Q_{г.в}^{\max} = n_3 a (65 - t_x), \quad (20.5)$$

где n_3 — число реализованных блюд в 1 ч;

a — норма потребления горячей воды на приготовление 1 блюда, принимаемая по табл. 20.1.

* Из формулы (20.3), приведенной в главе СНиП II-Г.8-62 следует, что расход тепла на нужды горячего водоснабжения соответствует среднему максимально-часовому расходу тепла за неделю (период) наибольшего водопотребления.

ТАБЛИЦА 20.6

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

| Число квартир | 6 | 10 | 25 | 50 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 1000 и более |
|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
| k_1 | 0,6 | 0,49 | 0,39 | 0,34 | 0,31 | 0,29 | 0,27 | 0,26 | 0,25 | 0,24 |

Значение n_3 определяется по формуле

$$n_3 = 2,2 m_1 m_2, \quad (20.6)$$

где m_1 — число посадочных мест;

m_2 — число посадок в 1 ч, которое принимают для столовых открытого типа равным 2, для столовых промышленных предприятий и учебных заведений — 3, для ресторанов — 1,5.

4) для бань

$$Q_{г.в}^{\max} = n_4 a (65 - t_x), \quad (20.7)$$

где n_4 — число посетителей в 1 ч;

a — норма потребления горячей воды на 1 посетителя, принимаемая по табл. 20.1.

Примечание. Пропускную способность бань в 1 ч определяют по их вместимости (число мест в раздевальне) с коэффициентом 1,4—1,6;

5) для механизированных прачечных

$$Q_{г.в}^{\max} = \frac{n_5 a (65 - t_x)}{T}, \quad (20.8)$$

где n_5 — производительность прачечной, т. е. количество сухого белья, обрабатываемого в смену, кг;

a — норма расхода горячей воды на 1 кг сухого белья, принимаемая по табл. 20.1;

T — число часов работы в смену;

6) для душевых в школах, при спортивных сооружениях и на промышленных предприятиях расчетный часовой расход тепла определяют из условия одновременной работы всех душевых установок.

20.5. Расчет аккумуляторов и подогревателей горячей воды¹

Емкость аккумуляторов горячей воды зависит от неравномерности потребления воды (или тепла) по часам суток и от принятого режима подачи тепла в аккумулятор. Для определения необходимой емкости аккумуляторов строят так называемые интегральные графики соотнесенного и израсходованного тепла. Исходными данными для построения интегральных графиков служат графики расхода тепла (или воды) по часам суток. В случае, если для данного объекта неизвестны конкретные графики расхода тепла (или воды) по часам суток, используют безразмерные графики, составленные для различных категорий потребителей. На рис 20.4—20.9 приведены наиболее характерные безразмерные графики расхода горячей воды (или тепла) по часам суток для зданий различного назначения.

Переход от безразмерных графиков к конкретным осуществляется по найденному для данного объекта

¹ Расчет скоростных водоводяных и пароводяных подогревателей приведен в разделе V.

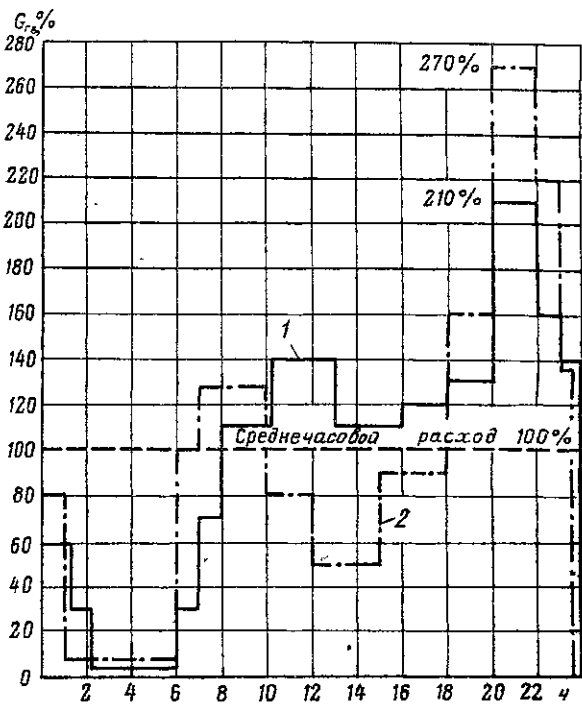


Рис. 20.4. График расхода горячей воды $G_{г,в}$ по часам суток в жилых зданиях
1 — при $n_1=3000$ жителей; 2 — при $n_1=300$ жителей

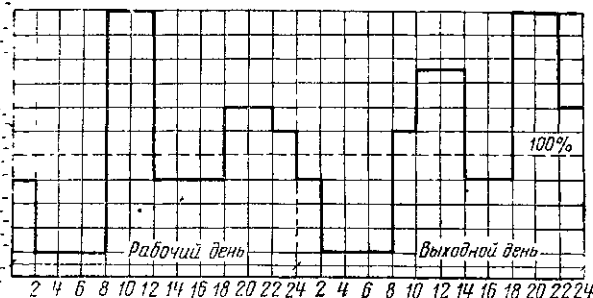


Рис. 20.5. График расхода горячей воды $G_{г,в}$ по часам суток в гостиницах

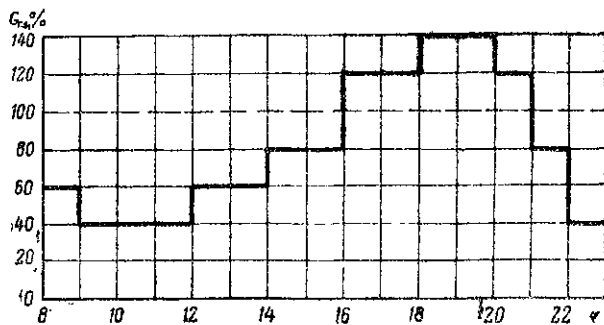


Рис. 20.6. График расхода горячей воды $G_{г,в}$ по часам суток для бани на 100 мест в субботу

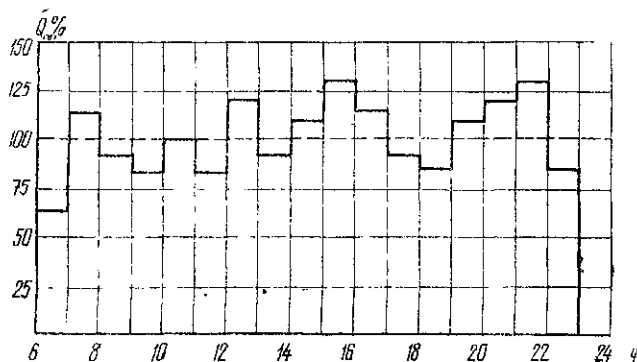


Рис. 20.7. График расхода тепла $Q_{г,в}$ по часам суток в механической прачечной

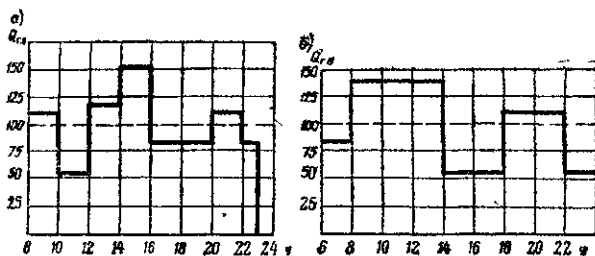


Рис. 20.8. Графики расхода тепла $Q_{г,в}$ по часам суток
а — в общественной столовой; б — в заводской столовой

среднечасовому расходу тепла (или воды), который соответствует 100% в безразмерном графике.

Зная конкретный график потребления тепла по часам суток (рис. 20.10), строят интегральный график, нанося на него вначале линию потребления тепла в течение суток (линия *ab* на рис. 20.11), а затем линию подачи тепла (прямая *ae*). Перед этим предварительно задаются интенсивностью подачи тепла в аккумулятор в отдельные часы суток. Если подача тепла в аккумулятор будет принята точно совпадающей с потреблением тепла, т. е. линия подачи совпадет с линией потребления, то необходимая емкость аккумулятора будет равна нулю, но зато потребуются наибольшие, соответствующие максимально-часовому расходу тепла,

производительность генератора тепла и площадь поверхности греющего змеевика в баке. Если же подача тепла в аккумулятор будет принята равномерной в течение всего периода водоразбора (или в течение суток), то необходимая емкость аккумулятора окажется наибольшей, а производительность генератора тепла и размеры змеевика будут наименьшими. Этот вариант подачи тепла обычно и принимают при решении практических задач, однако, как следует из изложенного, возможны и иные варианты подачи тепла в аккумулятор, если они обоснованы технико-экономическими расчетами или необходимы по тем или иным конкретным условиям.

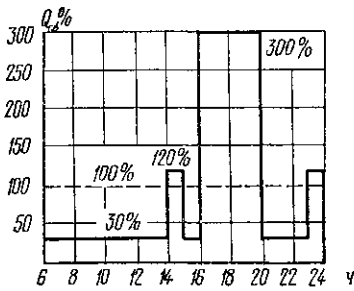


Рис. 20.9 График расхода тепла $Q_{гв}$ по часам суток в гараже на 50 автомашин

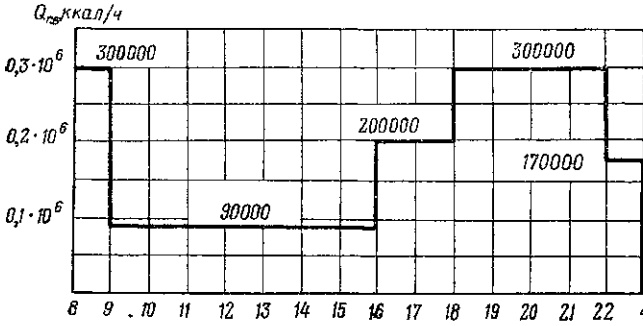
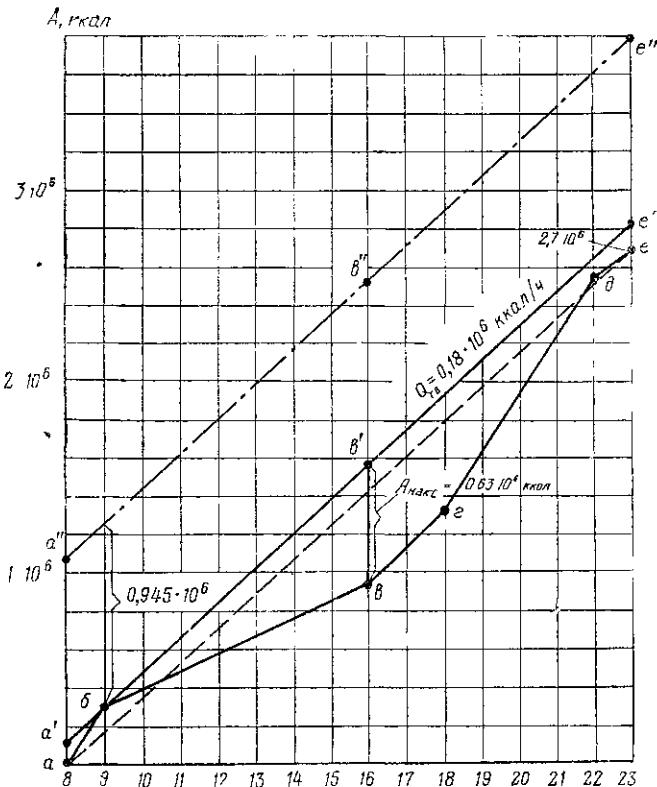


Рис 20.10. График расхода тепла $Q_{гв}$ по часам суток (к примерам 20.1—20.3)



Примем для примера, что подача тепла в аккумулятор происходит равномерно в течение всего периода водоразбора, продолжительность которого (см рис 20.11) составляет 15 ч. В данном случае принять прямую ae за линию подачи тепла нельзя, так как на некоторых участках графика эта прямая располагается ниже линии потребления, а это значит, что в некоторые моменты суток (около 9 и 22 ч) из аккумулятора будет взято тепла больше, чем там содержится, что физически невозможно. Для устранения отмеченной нереальности линию подачи необходимо переместить параллельно прямой ae вверх по крайней мере так, чтобы она соприкасалась с линией потребления только в одной точке и лежала выше всех остальных ее точек. Этому условию отвечает прямая $a'e'$.

Отрезки ординат между прямой $a'e'$ и линией потребления тепла соответствуют количеству полезного тепла в аккумуляторе в те или иные часы суток.

Если хотят, чтобы количество полезного тепла в аккумуляторе было всегда больше нуля, то линию подачи тепла располагают выше точки $б$. При этом отрезок ординаты $вв''$ будет больше отрезка $вв'$, и необходимая емкость аккумулятора увеличится.

Емкость аккумуляторов $V_{ак}$, л, определяют по различным формулам в зависимости от заданных условий: при постоянной температуре и переменном объеме воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_{г} - t_{х}) c}; \quad (20.9)$$

при постоянном объеме и переменной температуре воды в аккумуляторе

$$V_{ак} = \frac{A_{макс}}{(t_{макс} - t_{мин}) c}, \quad (20.10)$$

где $A_{макс}$ — максимальное количество полезного тепла в аккумуляторе, ккал;

t_1 — постоянная температура воды, выходящей из аккумулятора с переменным объемом воды, °С,

t_x — температура холодной воды, °С;

$t_{макс}$ и $t_{мин}$ — соответственно максимальная и минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом воды, °С;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Емкость аккумуляторов со змеевиками и емкостных подогревателей при отборе горячей воды из их верхней части и подаче холодной воды под змеевик должна быть увеличена против расчетной на 20—25%.

Определение температур горячей воды, выходящей из аккумулятора с постоянным объемом, в различные часы суток приведено в примерах 20.2 и 20.3

При отсутствии данных для составления интегральных графиков емкость аккумуляторов следует принимать согласно указаниям главы СНиП II-Г.10-62 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

По данным А. В. Хлудова, независимо от расчета емкость аккумуляторов для небольших бань с местными источниками теплоснабжения должна быть не менее 1,5-часового расхода; для жилых зданий, общежитий, гостиниц, больниц и бань при наличии водопровода — 1-часового расхода; для прачечных производительностью до 3000 кг белья в смену — 0,75-часового расхода; для прачечных производительностью свыше 3000 кг белья в смену — 0,5-часового расхода.

Ниже приводятся эмпирические формулы А. В. Хлудова для определения емкости аккумуляторов $V_{ак}$, л, и производительности генераторов тепла $Q_{гв}$, ккал/ч,

Рис 20.11 Интегральный график (к примерам 20.1—20.3)

в случае непрерывного поступления тепла в подогреватели

1) для жилых зданий

$$V_{ак} = 900 \sqrt{n + 15} - 3250; \quad (20.11)$$

$$Q_{г.в} = 1500 n a_2, \quad (20.12)$$

где n — число ванн (длиной 1500 мм), обслуживаемых системой,

a_2 — коэффициент одновременности действия ванн, принимаемый по табл. 207,

ТАБЛИЦА 207

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ВАНН В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

| Число ванн | Коэффициент | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 50 и более | |
| a_2 | 1 | 0,75 | 0,6 | 0,5 | 0,45 | 0,42 | 0,39 | 0,35 | 0,34 | 0,32 | 0,3 |

2) для столовых при предприятиях

$$V_{ак} = \frac{Q_{г.в}}{t_{г} - t_{х}}; \quad (20.13)$$

$$Q_{г.в} = \frac{1,3 m_1 n_2}{\tau_2 + \delta} 4,5 (t_{г} - t_{х}), \quad (20.14)$$

где m_1 — число посадочных мест,

n_2 — число посадок за время обеденного периода;

τ_2 — продолжительность обеденного периода, ч,

δ — время, равное 2—3 ч;

3) для общественных столовых и ресторанов

$$V_{ак} = K G_{+70^{\circ}}, \quad (20.15)$$

где K — коэффициент, изменяющийся в пределах от 0,8 до 1,

$G_{+70^{\circ}}$ — расчетный расход горячей воды при $t_{г} = +70^{\circ} \text{C}$, л/ч, который, в свою очередь, определяют по формуле

$$G_{+70^{\circ}} = \frac{0,75 m_1 \tau_3}{\tau_3 - 2} q_r k_4, \quad (20.16)$$

где m_1 — число посадочных мест,

τ_3 — продолжительность работы столовой или ресторана, ч,

q_r — удельный расход горячей воды на посетителя (от 3,6 до 4,5 л),

k_4 — коэффициент часовой неравномерности принимаемый в пределах от 1,4 до 1,5,

4) для бытовых помещений промышленных предприятий

$$V_{ак} = (G_1 n_1 + G_2 n_2 + G_3 n_3) k_1, \quad (20.17)$$

$$Q_{г.в} = (Q_1 n_1 + Q_2 n_2 + Q_3 n_3) k_2. \quad (20.18)$$

где G_1, G_2, G_3 — расчетный расход воды соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, л (графа 5 табл. 208);

Q_1, Q_2, Q_3 — расчетный расход тепла соответственно на 1 душ, полудуш и умывальник, ккал/ч (графа 7 табл. 208),

n_1, n_2, n_3 — количество установленных душевых, полудушей и умывальников,

ТАБЛИЦА 208

РАСХОД ВОДЫ И ТЕПЛА ДЛЯ БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ УСТАНОВКЕ ГРУППОВЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ

| Водоразборное устройство | Температура смешанной воды, °С | Расход смешанной воды, л | | Расчетный расход воды, л | | Расчетный расход тепла ккал/ч |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | | на 1 процедуру | за 45 мин | для определения емкости подогревателя | для расчета диаметров труб | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Душ | 37 | 40—60 | 400 | 215 | 550 | 12 800 |
| Полудуш | 37 | 25 | 250 | 135 | 350 | 8000 |
| Умывальник | 25—35 | 3—5 | 80 | 30—40 | 100 | 1600—2400 |

Примечание При отсутствии групповых смесителей указанные в таблице расходы воды и тепла, следует увеличивать на 25%

ТАБЛИЦА 209

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ НА ЕМКОСТЬ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ k_1 И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА k_2

| Схема приготовления горячей воды | Продолжительность подогрева, ч | | k_1 | k_2 |
|--|--------------------------------|----------------------|-------|-------|
| | до начала водоразбора | во время водоразбора | | |
| Нагрев воды в скоростных подогревателях с установкой бака аккумулятора | 1 | — | 1,1 | 1,1 |
| | 2 | — | 1,1 | 0,55 |
| | 3 | — | 1,1 | 0,35 |
| Нагрев воды в емкостных подогревателях | 1 | 0,75 | 1,1 | 0,75 |
| | 2 | 0,75 | 1,1 | 0,4 |
| | 3 | 0,75 | 1,1 | 0,3 |
| Нагрев воды в баках аккумуляторах, снабженных змеевиками | 1 | 0,75 | 1,32 | 0,7 |
| | 2 | 0,75 | 1,56 | 0,4 |
| | 3 | 0,75 | 1,7 | 0,3 |

k_1, k_2 — поправочные коэффициенты соответственно на емкость подогревателя и производительность генератора, принимаемые в зависимости от выбранной схемы и режима подачи тепла по табл. 209

Для душевых на промышленных предприятиях продолжительность подогрева (число часов зарядки баков-аккумуляторов в смену) рекомендуется принимать по табл. 2010

Площадь поверхности нагрева котлов и змеевиков, m^2 , определяют по формулам.

ТАБЛИЦА 20.10
ЧИСЛО ЧАСОВ ЗАРЯДКИ
БАКОВ-АККУМУЛЯТОРОВ В СМЕНУ

| | | | | |
|-----------------------------|------|------|-------|------------|
| Число душевых сеток | до 5 | 6—20 | 21—30 | 31 и более |
| Число часов зарядки в смену | 1 | 2 | 3 | 4 |

а) котлов при непосредственном отборе воды из них

$$H_k = K \frac{Q_r}{Q/H}; \quad (20.19)$$

б) змеевиков при нагреве воды в баках и емкостных подогревателях

$$F_{зм} = K \frac{Q_r}{k \Delta t}. \quad (20.20)$$

где K — коэффициент, учитывающий потери тепла системой горячего водоснабжения в окружающую среду; значение K принимают в пределах от 1,1 до 1,2;

Q_r — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч;

Q/H — тепловое напряжение поверхности нагрева котлов, ккал/(м²·ч);

k — коэффициент теплопередачи змеевиков, ккал/(м²·ч·°C);

Δt — расчетная разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды, °C.

Коэффициент теплопередачи k для определения площади поверхности змеевика при нагреве воды в баках или емкостных подогревателях следует принимать по табл. 20.11.

ТАБЛИЦА 20.11

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ k , ККАЛ/(М²·Ч·°C),
ЗМЕЕВИКА ПРИ НАГРЕВЕ ВОДЫ В БАКАХ
И ЕМКОСТНЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ
(ПО СНИП П-Г.8-62)

| Материал змеевика | Значения k при теплоносителе | |
|-------------------|--------------------------------|------|
| | паре | воде |
| Сталь | 600 | 250 |
| Медь или латунь | 720 | 300 |

Расчетную разность средних температур теплоносителя и нагреваемой воды для баков и емкостных подогревателей определяют по формулам: при подаче холодной воды снизу

$$\Delta t = \frac{T_n + T_k}{2} - \frac{t_n - t_k}{2}; \quad (20.21)$$

при подаче холодной воды сверху

$$\Delta t = \frac{T_n + T_k}{2} - t_k. \quad (20.22)$$

где T_n и T_k — соответственно начальная и конечная температуры греющей воды, °C; при нагреве

паром $(T_n + T_k)/2 = T_n$ (здесь T_n — температура насыщенного пара, °C);

t_n и t_k — соответственно начальная и конечная температуры нагреваемой воды, °C.

Пример 20.1. Определить необходимую емкость аккумулятора при постоянной температуре $t_r = 65^\circ\text{C}$ и переменном объеме воды по заданному графику расхода тепла (см. рис. 20.10) и принятой интенсивности подачи тепла $Q_{г.в} = 180$ тыс. ккал/ч (см. рис. 20.11).

Решение. Из графика на рис. 20.11 находим $A_{\text{макс}} = 630$ тыс. ккал (отрезок as'). Емкость аккумулятора по формуле (20.9)

$$V_{\text{ак}} = \frac{630\,000}{(65 - 5)} \text{ л} = 10\,500 \text{ л} = 10,5 \text{ м}^3.$$

Пример 20.2. Определить необходимую емкость аккумулятора с постоянным объемом и переменной температурой горячей воды по интегральному графику на рис. 20.11 при $t_{\text{макс}} = 80^\circ\text{C}$, $t_{\text{мин}} = 50^\circ\text{C}$ и подаче холодной воды в верхнюю часть аккумулятора (естественное перемешивание) или при побудительном перемешивании воды в баке.

Решение. Полезная емкость аккумулятора по формуле (20.10)

$$V_{\text{ак}} = \frac{630\,000}{(80 - 50)} \text{ л} = 21\,000 \text{ л} = 21 \text{ м}^3.$$

При перемешивании воды в аккумуляторе ее температура одинакова по всей его высоте (при наличии змеевика в аккумуляторе это относится к объему воды, находящемуся выше змеевика).

На интегральном графике рис. 20.11 видно, что в 16 ч в аккумуляторе должен находиться максимальный запас тепла; следовательно, температура воды в аккумуляторе в это время равна 80°C . Полный запас тепла в аккумуляторе

$$A_{\text{полн}} = V_{\text{ак}} (t_{\text{макс}} - t_x) c = 21\,000 (80 - 5) \text{ л ккал} = 1\,575\,000 \text{ ккал}.$$

В 9 ч полезный запас тепла в аккумуляторе равен нулю, но температура воды составляет 50°C . Из этого вытекает, что постоянный (неиспользуемый) запас тепла в аккумуляторе

$$A_{\text{мин}} = V_{\text{ак}} (t_{\text{мин}} - t_x) c = 21\,000 (50 - 5) \text{ л ккал} = 945\,000 \text{ ккал}.$$

От 9 до 16 ч в аккумуляторе накоплено полезного тепла

$$A = A_{\text{полн}} - A_{\text{мин}} = 1\,575\,000 - 945\,000 = 630\,000 \text{ ккал}.$$

т. е. то количество тепла, которое и необходимо по расчету. Изменение полного количества тепла в аккумуляторе с постоянным объемом воды выражается на интегральном графике линией $a''e''$.

Температуру воды в аккумуляторе в различные часы суток определяют по формуле

$$t_r = \frac{A_{\text{полн}}}{V_{\text{ак}} c} + t_x. \quad (20.23)$$

где $A_{\text{полн}}$ — полный накопленный запас тепла в аккумуляторе к данному часу суток (отрезок ординаты между линией $a''e''$ и линией потребления тепла), ккал;

$V_{\text{ак}}$ — полезная емкость аккумулятора, л;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°C),

t_x — температура холодной воды, °C.

Например, в 18 ч, когда $A_{\text{полн}} = 1535$ тыс. ккал,

$$t_r = \frac{1\,535\,000}{21\,000 \cdot 1} + 5 = 78^\circ\text{C},$$

в 23 ч, когда $A_{\text{полн}} = 1065$ тыс. ккал.

$$t_r = \frac{1\,065\,000}{21\,000 \cdot 1} + 5 = 56,7^\circ\text{C}.$$

Значения температуры горячей воды в различные часы суток приведены в табл. 20.12.

Пример 20.3. Для условий примера 20.2 определить необходимую емкость аккумулятора и температуру выходящей из аккумулятора воды при продавливания воды через греющий змеевик снизу вверх.

ТАБЛИЦА 20.12

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ, ВЫХОДЯЩЕЙ ИЗ АККУМУЛЯТОРА

| Аккумулятор | Температура воды, °С, по часам суток | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|------|------|----|------|------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| подачей воды в верхнюю часть | 55,7 | 50 | 54,2 | 58,5 | 62,8 | 67,1 | 71,4 | 75,7 | 80 | 79 | 78 | 72,3 | 66,7 | 61 | 55,2 | 55,7 |
| продавливанием снизу вверх | 75,2 | 53,2 | 54,2 | 58,5 | 62,8 | 67,1 | 71,4 | 75,7 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 72,5 | 72,5 |

Замечание. В примерах 20.2 и 20.3 принято, что отдача тепла змеевиком постоянна в течение всего периода водоразбора. Фактически эта теплоотдача будет изменяться в связи с изменением Δt и коэффициента теплопередачи. Однако получающиеся при поправке очень невелики, и в практических расчетах ими можно пренебречь.

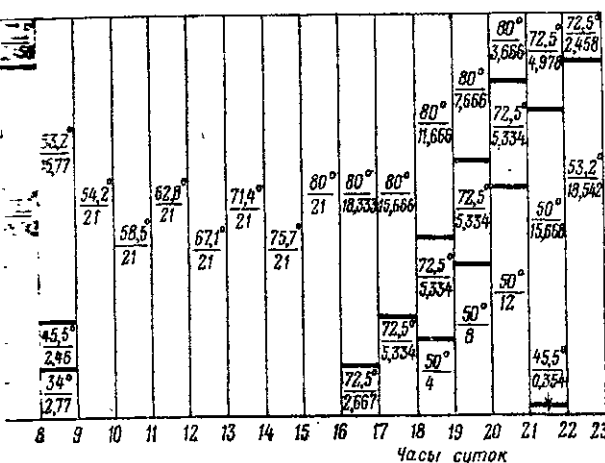


Рис. 20.12 Объемы, м³ (знаменатель), и температура, °С (числитель), слоев воды в аккумуляторе с продавливанием воды снизу вверх

Решение. По формуле (20.10) необходимая емкость аккумулятора

$$V_{ак} = \frac{630\,000}{(80 - 50) \cdot 1} \text{ л} = 21\,000 \text{ л}$$

Температура воды, выходящей из аккумулятора, будет в данном случае несколько иной. Чем в примере 20.2, так как при продавливании воды снизу вверх возможно образование по высоте аккумулятора нескольких слоев воды с различными температурами, убывающими сверху вниз. По этой же причине фактическая минимальная температура воды, выходящей из аккумулятора, может быть несколько выше предвзятельно назначенной, соответствующей средней температуре воды в аккумуляторе.

Связь между температурой $t_{г}$ воды, выходящей из аккумулятора, и температурой $t_{ниж}$ воды в слое над змеевиком выражается формулой

$$t_{ниж} = \frac{Q_{под}}{Q} (t_{г} - t_{х}) + t_{х} \quad (20.24)$$

$Q_{под}$ — тепло, поступающее в аккумулятор от греющего змеевика, ккал/ч;

Q — часовой расход тепла из аккумулятора, ккал/ч.

Часовой расход горячей воды из аккумулятора, а следовательно, и количество поступающей в аккумулятор воды находятся по формуле

$$V_{час} = \frac{Q}{(t_{г} - t_{х}) \cdot c} \quad (20.25)$$

Если $Q_{под} < Q$, то нижний слой воды имеет температуру из температуры вышележащего слоя и в аккумуляторе возникнет расслоение воды. Если $Q_{под} > Q$, то нижний слой воды имеет температуру выше температуры вышележащего слоя, и в результате конвективного перемешивания воды образуется общий слой со средней температурой, определяемой по известной формуле смешения.

При неоднократном образовании нижнего слоя воды с повышенной температурой расслоение воды в аккумуляторе может исчезнуть и вся вода в нем будет иметь одну и ту же температуру.

Значения температуры воды, выходящей из аккумулятора, даны в табл. 20.12. Объемы и температура слоев воды в аккумуляторе в различные часы суток показаны на диаграмме рис. 20.12.

20.6. Определение диаметров подающих труб

Диаметры подающих труб систем горячего водоснабжения должны приниматься из расчета обеспечения подачи необходимого количества горячей воды в наиболее удаленные и высокорасположенные точки водоразбора с максимальным использованием располагаемого давления.

Гидравлический расчет труб производится по формулам и таблицам, применяемым для расчета водопроводных сетей.

Потери давления на трение в сетях горячего водоснабжения следует принимать с коэффициентом 1,2, учитывающим накипеобразование.

В системах горячего водоснабжения со значительными колебаниями температуры горячей воды, например при аккумуляторах с постоянным объемом и переменной температурой воды, расчетный расход горячей воды следует определять по наименьшей температуре воды, выходящей из бака.

Количество горячей воды при заданном количестве смешанной (потребляемой) воды определяют по формуле (20.2).

Расчетную разность давлений, м вод. ст., определяют по следующим формулам:

а) при открытых баках-аккумуляторах

$$H_p = h - H_{с.н.} \quad (20.26)$$

где h — расстояние по вертикали от наиболее высоко расположенной точки водоразбора до точки отбора горячей воды из аккумулятора, м;

$H_{с.н.}$ — избыточное давление (свободный напор) перед водоразборными точками, которое для душевых сеток принимают не менее 2 м вод. ст.;

б) при подогревателях или закрытых герметичных баках-аккумуляторах без дополнительного насоса

$$H_p = H_{вод} - (H_{с.н.} + H_{п.} + H_{в.} + h_1) \quad (20.27)$$

где $H_{вод}$ — давление в наружном водопроводе у ввода, м вод. ст.;

$H_n = 1,5v^2/2g$ — потери давления в емкостном подогревателе, м вод. ст. (здесь v — скорость движения воды в подающей трубе, м/с);
 H_b — потери давления в водомере, м вод. ст.;
 h_1 — расстояние по вертикали от ввода до наиболее высоко расположенной точки водоразбора, м.

20.7. Определение диаметров циркуляционных труб

А. ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ ТРУБА МЕЖДУ ГЕНЕРАТОРОМ ТЕПЛА И БАКОМ-АККУМУЛЯТОРОМ

Расход циркулирующей воды, л/ч, определяют по формуле

$$G_{ц} = \frac{Q_{г.в.}}{(t_{ст} - t_{ак}) c}, \quad (20.28)$$

где $Q_{г.в.}$ — максимальная расчетная производительность генератора, ккал/ч;

$t_{ст}$ — максимальная температура воды в подъемном стояке, принимаемая при открытых баках-аккумуляторах не выше 98°C (обычно принимают $t_{ст} = 95^\circ\text{C}$), при закрытых баках-аккумуляторах — в зависимости от давления;

$t_{ак}$ — максимальная температура воды в аккумуляторе, $^\circ\text{C}$;

c — теплоемкость воды принимаемая равной $1 \text{ ккал}/(\text{л} \cdot ^\circ\text{C})$.

Располагаемую циркуляционную разность давлений, мм вод. ст., определяют по формуле

$$H_p = h_2 (\gamma_{ак} - \gamma_{ст}), \quad (20.29)$$

где h_2 — расстояние по вертикали от середины генератора тепла до устья подъемной трубы, м (рис. 20.13);

$\gamma_{ак}$, $\gamma_{ст}$ — удельный вес воды соответственно при максимальной температуре в аккумуляторе $t_{ак}$ и при максимальной температуре в подъемном стояке $t_{ст}$, кгс/м³.

Диаметр циркуляционной трубы при $t_{ст} > 100^\circ\text{C}$ следует принимать больше расчетного (следующий по сортаменту), учитывая интенсивный процесс накипеобразования.

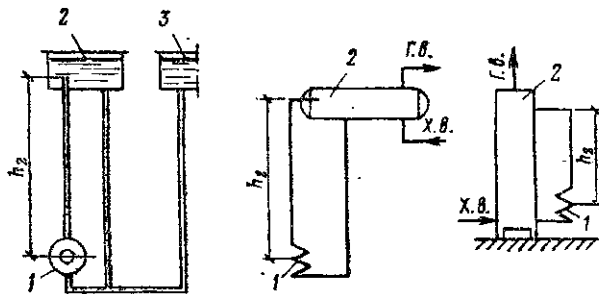


Рис. 20.13. Схемы для определения расчетного циркуляционного давления

1 — генератор тепла; 2 — аккумулятор; 3 — бак холодной воды

Б. ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ТРУБЫ ВОДОРАЗБОРНОЙ СЕТИ

Циркуляционные трубы служат для предотвращения остывания горячей воды у точек водоразбора при незначительном водоразборе или полном его отсутствии.

Различают два способа циркуляции: 1) непрерывная циркуляция в течение всего периода снабжения потребителей горячей водой (12—24 ч в сутки), применяемая в системах горячего водоснабжения поликлиник, больниц, амбулаторий, гостиниц, жилых зданий и т. п.; 2) кратковременная циркуляция периодического действия (обычно за полчаса или за час до водоразбора), применяемая в душевых на промышленных предприятиях и служащая лишь для замены в сети остывшей воды горячей.

Примечание. В соответствии с указаниями главы СНиП II-Г-8-62 «Горячее водоснабжение. Нормы проектирования» в жилых зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии полотенцесушителей циркуляция воды должна предусматриваться только в магистральных трубах; в зданиях большей этажности и в зданиях, где проектируется установка полотенцесушителей, — в магистральных трубах и стояках.

При постоянном разборе горячей воды или малой протяженности подающих труб (бани, прачечные, небольшие одноэтажные здания и т. п.) циркуляцию воды предусматривать не следует.

Циркуляция воды может осуществляться за счет естественного давления, возникающего вследствие разности удельных весов горячей и остывшей воды в трубах (гравитационная система циркуляции), или под действием насоса (насосная система циркуляции).

Системы с естественной циркуляцией могут применяться для сети протяженностью не более 50 м при верхней разводке и 35 м при нижней разводке в случае расположения генератора тепла ниже наиболее низко расположенных точек водоразбора (табл. 20.13).

ТАБЛИЦА 20.13

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

| Превышение наиболее низко расположенной точки водоразбора над серединой генератора тепла, м | Расстояние по горизонтали от генератора тепла до наиболее удаленной точки, м | |
|---|--|-------------------------------|
| | в системах с верхней разводкой | в системах с нижней разводкой |
| 2 | 15—20 | 12—15 |
| 6 | 30—35 | 20—25 |
| 10 | 40—45 | 25—30 |
| 20 | 50—60 | 30—35 |

Поскольку количество воды, которое должно циркулировать в системах горячего водоснабжения при отсутствии водоразбора, зависит от теплопотерь подающих труб, необходимо прежде всего определить их диаметры, выбрать способ прокладки трубопроводов, тип изоляции и ее к. п. д.

Теплопотери подающих труб, ккал/ч, определяют по формуле

$$Q_{тр} = ql(1 - \eta), \quad (20.30)$$

где q — теплопотери с 1 м длины неизолированного трубопровода, ккал/(ч·м);

l — длина участка трубопровода, м;

η — к. п. д. изоляции (обычно принимают от 0,6 до 0,8).

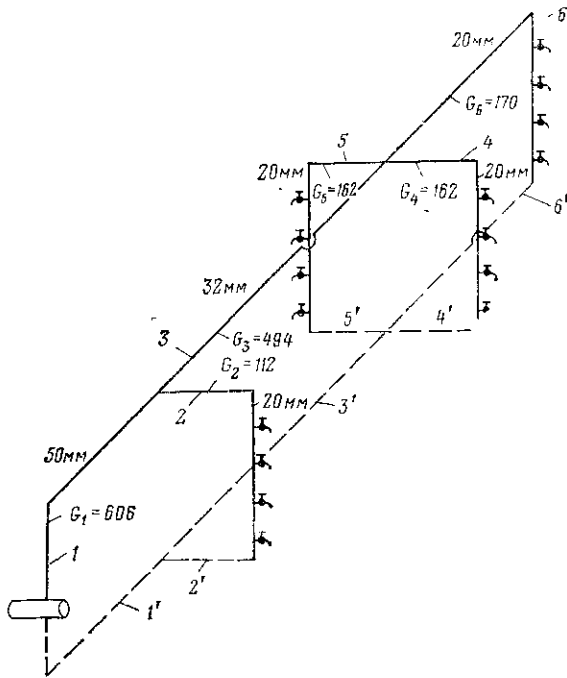


Рис. 20.14. Схема сети горячего водоснабжения с циркуляционным кольцом

— подающая труба; - - - циркуляционная труба

Для нахождения величины q (см. табл. 46.22) необходимо:

- 1) определить диаметр подающей трубы;
- 2) определить перепад между средней температурой воды в подающей трубе и температурой окружающего воздуха:

$$\Delta t' = \frac{t_n + t_k}{2} - t_b, \quad (20.31)$$

где t_n и t_k — температура горячей воды соответственно в начале и конце подающей трубы, °С;

t_b — температура окружающего воздуха, °С, принимаемая в зависимости от места прокладки подающей трубы:

| | |
|---|-------|
| в неотапливаемом подвале | 5 |
| на чердаке | -10 |
| в жилых помещениях при открытой прокладке | 18—20 |
| то же, при прокладке в бороздах и каналах | 40 |

В жилых зданиях теплотери подающих труб, ккал/ч, ориентировочно могут быть определены по формуле (при полотенцесушителях на циркуляционной трубе)

$$Q_{TP} = 0.05 G_{Г.В.} \quad (20.32)$$

где $G_{Г.В.}$ — расчетный часовой расход тепла на нужды горячего водоснабжения, ккал/ч, определяемый по формулам (20.3) — (20.8).

Расход воды, л/ч, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца (рис. 20.14), определяют по формулам:

по участку 1

$$G_1 = \frac{\sum Q_{TP}}{\Delta t'' c}; \quad (20.33)$$

по участку 2

$$G_2 = G_1 \frac{Q_2}{Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.34)$$

по участку 3

$$G_3 = G_1 - G_2; \quad (20.35)$$

по участку 4

$$G_4 = G_3 \frac{Q_4}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.36)$$

по участку 5

$$G_5 = G_3 \frac{Q_5}{Q_4 + Q_5 + Q_6}; \quad (20.37)$$

по участку 6

$$G_6 = G_3 - (G_4 + G_5). \quad (20.38)$$

где $\sum Q_{TP}$ — суммарные теплотери подающих труб, ккал/ч;

$\Delta t''$ — перепад температур воды в начале и конце подающей трубы, обычно принимаемый в пределах от 5 до 15°С в зависимости от протяженности циркуляционного кольца;

Q_1, Q_2, \dots — теплотери соответствующих участков подающих труб, ккал/ч.

Данные о теплотерях и расходе воды, проходящей по отдельным участкам циркуляционного кольца, рекомендуется записывать в табличной форме (табл. 20.14).

Для определения расчетного циркуляционного давления используют следующие формулы:

1) при естественной циркуляции, мм вод. ст. — эмпирические формулы, предложенные А. В. Хлудовым:

а) для схемы с верхней разводкой

$$H_p = 0.4 (h + 0.08 l_1) (t_n - t_k); \quad (20.39)$$

б) для схемы с нижней разводкой

$$H_p = 0.25 (h + 0.03 l_1) (t_n - t_k), \quad (20.40)$$

где h — расстояние по вертикали от середины подогревателя или генератора тепла до горизонтального разлива при верхней разводке и до наиболее высоко расположенной точки водоразбора при нижней разводке, м;

l_1 — расстояние по горизонтали от подогревателя или генератора тепла до наиболее удаленной точки водоразбора, м;

t_n и t_k — соответственно начальная и конечная температура в подающей трубе, °С;

2) при насосной циркуляции, м вод. ст. — формулу

$$H_p = H_1 \left(\frac{0.15 G_p + G_{ц}}{G_{ц}} \right)^2 + H_2, \quad (20.41)$$

где H_1 — потери напора в подающей трубе и оборудовании при расходе $G_{ц}$, м;

G_p — расчетный расход горячей воды, л/ч;

$G_{ц}$ — циркуляционный расход воды при отсутствии водоразбора, л/ч;

H_2 — потери напора в циркуляционной трубе, м.

ТАБЛИЦА 20.14

ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ТЕПЛОПOTЕРЬ ТРУБ
И РАСХОДА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ ВОДЫ

| № участка | Подающие трубы | | Температура охлаждающего воздуха, °С | Δt | Теплопотери неизолированными трубами, ккал/ч | | К.п.д. изоляции η | Теплопотери с учетом изоляции Q _{тр} , ккал/ч | Расход циркулирующей воды G _ц , л/ч |
|-----------|----------------|------------|--------------------------------------|----|--|-----------|-------------------|--|--|
| | диаметр d, мм | длина l, м | | | 1 м — q | всего — Q | | | |
| | | | | | | | | | |

Расчетный расход горячей воды, л/ч, в формуле (20.41) определяют по формуле

$$G_p = \frac{Q}{(t_r - t_x) c} \quad (20.42)$$

где Q — расчетный часовой расход тепла, ккал/ч [формулы (20.3) — (20.8)];

t_r — расчетная температура горячей воды, °С;

t_x — температура холодной воды, °С;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С).

Примечания: 1. При расчете циркуляционного кольца предполагается, что разоб горячей воды отсутствует.

2. Естественное давление при насосной циркуляции не учитывают.

3. Величину H_p для небольших систем при применении осевых или малонапорных насосов принимают в пределах от 100 до 500 мм вод. ст.

4. В протяженных системах циркуляционные трубы следует рассчитывать при удельных потерях давления на трение 10—15 мм вод. ст. на 1 м их длины.

5. Для удовлетворительной работы циркуляционного кольца потери давления в подающей трубе рекомендуется принимать в четыре раза меньше потерь давления в циркуляционной трубе.

6. Потери давления в циркуляционных кольцах должны быть увязаны. Разница в потерях давления в циркуляционных кольцах не должна превышать 10%.

7. Общие потери давления в циркуляционном кольце не должны превышать 75% располагаемого расчетного циркуляционного давления.

8. Подбор диаметров циркуляционной трубы производят методом, аналогичным применяемому для водяного отопления.

Циркуляцию воды в системах горячего водоснабжения, присоединенных к открытым системам теплообеспечения, осуществляют следующим способом:

а) при водоразборе из обратного теплопровода (зимний режим) за счет разности давлений, создаваемой диафрагмой, устанавливаемой на обратном теплопроводе между точками присоединения подающей и циркуляционной труб системы горячего водоснабжения;

б) при водоразборе из подающего теплопровода (летний режим) за счет разности давлений в трубах тепловой сети, уменьшенной до необходимой величины H_p [см. формулу (20.41)] диафрагмой, устанавливаемой на циркуляционной трубе системы горячего водоснабжения.

Диаметр отверстия диафрагмы, мм, определяют по формуле

$$d_d = 11,3 \sqrt{\frac{G_d}{V H_d}} \quad (20.43)$$

где G_d — расход воды, проходящей через диафрагму, м³/ч;

H_d — напор, поглощаемый диафрагмой, м вод. ст.

Напор, поглощаемый диафрагмой, установленной на обратном теплопроводе, обеспечивающей циркуляцию

в зимнее время, определяют по формуле (20.41). Расход воды через диафрагму принимают равным расходу воды в системе отопления.

Давление, м вод. ст., поглощаемое диафрагмой, установленной на обводной линии циркуляционной трубы, обеспечивающей циркуляцию в летнее время, определяют по формуле

$$H_d = H_c - H_p \quad (20.44)$$

где H_c — разность давлений в подающем и обратном теплопроводах, м вод. ст.

Расход воды, м³/ч, через диафрагму определяют по формуле

$$G_d = 0,00015 G_p \quad (20.45)$$

20.8. Конструктивные указания

Сети трубопроводов горячего водоснабжения, следует, как правило, проектировать с нижней тушковой разводкой. Кольцевая разводка допускается только при наличии соответствующих технико-экономических обоснований.

В душевых при количестве установленных душевых сеток более трех подающий трубопровод должен быть закольцован.

При применении в жилых зданиях стандартных санитарно-технических кабин для увязки потерь давления в подающих и циркуляционных стояках следует применять диафрагмирование. Диаметр отверстия диафрагмы определяется по формуле (20.43). Если искомый диаметр диафрагмы получается меньше 5 мм, следует устанавливать две диафрагмы на расстоянии, равном 10 диаметрам трубы.

В зданиях с числом этажей до четырех включительно при отсутствии циркуляционных стояков и в других отдельных случаях в зависимости от местных условий допускается присоединение полотенцесушителей к системе отопления.

Трубопроводы горячего водоснабжения надлежит проектировать из стальных оцинкованных труб.

Подогреватели, аккумуляторы, главные стояки и разводящие магистрали независимо от места их расположения должны быть покрыты тепловой изоляцией.

Для обеспечения выпуска воздуха и спуска воды трубопроводы системы горячего водоснабжения следует прокладывать с уклоном не менее 0,002.

При верхней разводке и при отсутствии баков-аккумуляторов, расположенных наверху, для выпуска воздуха из системы горячего водоснабжения применяются автоматические воздухоотводчики или, в крайнем случае, воздухоотборники с кранами.

Из системы с нижней разводкой воздух выпускается через верхние водоразборные точки. Если при этом предусмотрена циркуляция через стояки, то циркуляционный стояк должен быть присоединен к подающему ниже наиболее высоко расположенного водоразбора.

Питание открытых баков холодной водой следует производить через поплавковые краны. Число шаровых поплавковых кранов должно быть не менее двух.

Баки для нагрева воды снабжают переливной, спускной и сигнальными трубами.

При подаче холодной воды под эмеевик горячую воду рекомендуется отбирать из бака на 150 мм ниже уровня воды в баке.

При нагреве воды непосредственным впуском острого пара для устранения возможности попадания воды из перфорированной трубы в подводящий паропровод пос-

1. Также может быть расположен вне бака не менее чем на 100 мм выше уровня воды в нем.

2. Емкостные подогреватели, обогреваемые паром низкого давления или водой температурой выше 100°C, а также стальные котлы при непосредственном нагреве воды из них должны быть снабжены рычажными обратными клапанами, диаметр которых определен расчетом.

3. При нагреве воды паром низкого давления в баках емкостных подогревателей змеевик не должен иметь более четырех рядов труб. В случае необходимости следует устанавливать несколько змеевиков с самостоятельной подачей пара и с отводом конденсата и воздуха из каждого из них.

4. Для обеспечения постоянства температуры воды, подаваемой в баках и в емкостных или скоростных подогревателях, рекомендуется устанавливать автоматические регуляторы температур.

5. На циркуляционной трубе перед присоединением ее

к подогревателю при насосной циркуляции следует устанавливать обратный клапан, при естественной циркуляции — тройник с эжектирующим соплом.

Запорная арматура должна устанавливаться в следующих местах:

- а) на всех ответвлениях от магистральных труб;
- б) у оснований подающих и циркуляционных стояков в зданиях с числом этажей три и более;
- в) на ответвлениях в каждую квартиру;
- г) на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек.

Примечание. Пробочные краны допускается устанавливать, когда давление в сети не превышает 10 м вод. ст.

Манометры устанавливают до и после циркуляционных насосов, а также на подающей трубе.

Термометры устанавливают на подающей трубе (до и после подогревателей) и циркуляционной трубе (после насоса).

Раздел V. ТЕПЛОВЫЕ ВВОДЫ

Для присоединения потребителей к тепловым сетям устраивают тепловые пункты

На вводах к промышленным предприятиям, а также к абонентам в здании которых находятся несколько компактно расположенных зданий, кроме тепловых пунктов, устраиваемых отдельно в каждом здании, сооружают центральные тепловые пункты. Для жилых кварталов целесообразность сооружения центрального теплового пункта с размещением в нем подогревательных установок горячего водоснабжения и его оптимальную мощность определяют технико-экономическим расчетом.

Помещение теплового пункта должно быть отделено от других помещений и иметь открывающиеся наружу входные двери, оборудованные надежными запорами. Помещение должно быть сухим. Пол в помещении теплового пункта выполняют бетонным или плиточным, потолки и стены оштукатуривают и окрашивают. Панели окрашивают масляной краской, а потолки и стены выше панели — клеевой краской.

В газифицированных районах тепловоды вводят в помещение теплового пункта через газонепроницаемые перегородки (обычно неподвижные опоры), устанавливаемые в наружной стене.

Помещение теплового пункта должно иметь постоянное электрическое освещение с осветительной арматурой, соответствующей требованиям для сырых помещений. В тепловом пункте предусматривают устройство приточно-вытяжной вентиляции водопровода и канализации.

Размеры (минимальные) помещений тепловых пунктов, м, принимают в зависимости от характеристик зданий и присоединенных систем теплоснабжения¹.

Длина
Ширина
Высота до выступающих балок перекрытия

Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами присоединенными непосредственно или через элеваторы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии

То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводными подогревателями

Жилые, административные и промышленные здания с отопительными системами присоединенными через центробежные подмешивающие насосы, как при наличии систем горячего водоснабжения с непосредственным водоразбором, так и при их отсутствии

То же, при наличии систем горячего водоснабжения с водоводными подогревателями

| | | |
|---|-----|-----|
| 4 | 1,5 | 2 |
| 7 | 4 | 2,5 |
| 5 | 4 | 2,5 |
| 7 | 6 | 2,5 |

Примечание. При наличии кроме указанных нагрузок (отопления и горячего водоснабжения), нагрузки вентиляции длина теплового пункта увеличивается на 0,5 м, а высота — на 0,4 м.

Ширину проходов между оборудованием принимают не менее 1 м, расстояние от поверхности изоляции

¹ Инструкция по эксплуатации тепловых сетей М., «Энергия», 1972

тепловодов до стен — не менее 0,1 м, расстояние фланца арматуры до пола или потолка помещения — не менее 0,3 м.

На трубе смешанной воды после элеватора не допускают изгибов на расстоянии не менее пяти диаметров трубы. При этом диаметр трубы после элеватора должен быть на один калибр больше диаметра трубы до элеватора.

Тепловые узлы оборудуют штуцерами с задвижками или вентилями, обеспечивая возможность подсоединения к ним линий водопровода и сжатого воздуха. Соединение дренажных выпусков с канализацией следует выполнять с воздушным разрывом через раковину, воронку или приямок.

В случаях, когда на тепловом пункте нет условий для самотечного спуска воды из системы, а также при давлении в водопроводной сети, меньшем статического давления системы абонента, на тепловом пункте должен быть установлен ручной или электрический центробежный насос, обеспечивающий при подсоединении его к тепловому узлу опорожнение или заполнение системы.

На тепловом пункте не допускается устройство обводов вокруг грязевиков и элеваторов, а также переключек между подающими и обратными трубами.

Тепловой пункт паровых сетей оборудуют дренажами пусковыми (прямыми) и эксплуатационными (через конденсатоотводчики или ограничительные шайбы). Пусковые дренажи устраивают в следующих местах: перед главными входными задвижками, на распределительном коллекторе, за пусковыми задвижками распределительных паропроводов, во всех нижних точках паропровода на тепловом пункте и в системе паропотребления.

Все горячие трубы, линии холодного водопровода и оборудование теплового пункта должны быть изолированы и окрашены.

Для обслуживания оборудования, расположенного на высоте 2,5 м и более, необходимо устраивать постоянные площадки и лестницы.

Выбор схемы присоединения того или иного потребителя к тепловым сетям в основном зависит от принятого местного систем теплоснабжения, системы теплоснабжения, температурного графика тепловых сетей, пьезометрического графика тепловых сетей.

Присоединения к тепловым сетям следует проектировать в соответствии с техническими правилами проектирования, строительства и приемки в эксплуатацию тепловых сетей и вводов.

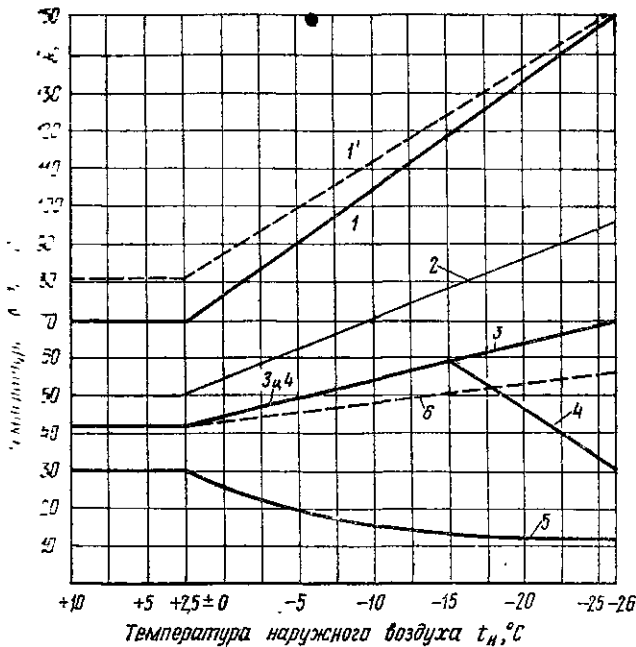
Глава 21. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ, А ТАКЖЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛА К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

21.1. Системы теплоснабжения

Наиболее распространенными системами теплоснабжения от ТЭЦ и крупных котельных с теплоносителем горячей водой являются двухтрубные закрытые и открытые системы теплоснабжения. Термины «закрытая» и «открытая» приняты условно по характеру присоединения систем горячего водоснабжения к тепловым сетям — через подогреватели и непосредственно (непосредственный водоразбор).

21.2. Температурный график водяных тепловых сетей

В настоящее время в системах теплоснабжения все более широко применяют регулирование температуры теплоносителя по графику 150—70°С. В ряде случаев температуру теплоносителя повышают до 180°С, такая высокая температура пригодна только для



21.1. Примерный график регулирования температуры воды в тепловой сети ($Q_0 = 80\%$; $Q_{\text{вент}} = 6\%$; $Q_{\text{гвд}} = 14\%$, в том числе 15% — параллельное присоединение, 85% — последовательное присоединение по двухступенчатой схеме)

1 — температура воды в подающем теплопроводе соответствует нормальному (отопительному) и повышенному графику (пунктирная линия), 2 — температура воды в подающей трубе этой системы отопления; 3 — температура обратной воды от системы отопления; 4 — то же, от системы вентиляции; 5 — температура обратной воды от системы горячего водоснабжения (присоединение по параллельной схеме); 6 — температура смешанной обратной воды

взятых теплопроводов, городские же тепловые сети после станции смешения обычно работают по температурному графику 150—70°С.

Схема присоединения систем теплоснабжения должна предусматривать снижение температуры теплоносителя до величин, заданных для местных систем (отопление 95 и 105°С, горячее водоснабжение 60°С)*.

На рис. 21.1 приведен примерный график регулирования температуры теплоносителя по отопительной нагрузке с параллельным включением подогревателей горячего водоснабжения (линии 1, 3 и 5). При этом расход сетевой воды на 1 Гкал/ч составляет:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(70 - 30) 10^3} = 25 \text{ т/ч,}$$

т. е. вдвое больше, чем требуется на 1 Гкал/ч для отопления:

$$\frac{1 \cdot 10^6}{(150 - 70) 10^3} = 12,5 \text{ т/ч.}$$

В целях снижения расхода теплоносителя, уменьшения затрат на его перекачку и стоимости тепловой сети в последнее время широко применяют повышенный график центрального регулирования температуры теплоносителя по суммарной нагрузке отопления и горячего водоснабжения с двухступенчатыми (последовательной и смешанной) схемами включения подогревателей горячего водоснабжения (пунктирные линии 1' и 6).

Повышенный график, согласно главе СНиП II-Г.10-62, допускается применять при наличии систем горячего водоснабжения не менее чем у 75—80% жилых и общественных зданий¹.

Температурный график, необходимый для проектирования тепловых пунктов, принимается по техническим условиям энергоснабжающей организации или по данным организации, проектирующей систему централизованного теплоснабжения от ТЭЦ (котельной).

21.3. Пьезометрический график тепловых сетей

Пьезометрический график характеризует динамическое и статическое давление в любой точке теплофикационной системы, т. е. ее динамическое и статическое состояние, которое необходимо учитывать при выборе схемы присоединения.

На рис. 21.2 показаны наиболее часто встречающиеся случаи расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности.

21.4. Присоединение систем отопления

При выборе схем присоединения систем отопления к тепловым водяным сетям необходимо учитывать допустимое давление на отопительные приборы (см. главу 12). Увеличение давления сверх допустимого может привести к аварии.

В техническом задании теплоснабжающей организации должны быть указаны расчетный температурный график, давление в подающем и обратном теплопроводах и отметка линии статического давления в системе теплоснабжения.

В зависимости от характера пьезометрического графика отопительные системы присоединяют к тепловым сетям, работающим на перегретой воде, по следующим основным схемам²:

- а) с элеватором (рис. 21.3);
- б) с насосом на перемычке или на подающей либо обратной линии (рис. 21.4—21.6);
- в) непосредственно, без подмешивания (рис. 21.7);
- г) через подогреватель (рис. 21.8).

Присоединение с элеватором применяется в тех случаях, когда разность давлений составляет не менее

¹ Подробные данные по режимам регулирования см в «Справочнике проектировщика Тепловые сети». М., Стройиздат, 1965

² Подробные схемы и типовые рабочие чертежи узлов даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. I-IV. М., Госстрой СССР, 1945.

* Для зданий различного назначения расчетные температуры воздуха внутри помещений и температуры воды после подогревателей даны в главах СНиП II-Г.7-62, СНиП II-Г.8-62 и СНиП II-Г.10-62.

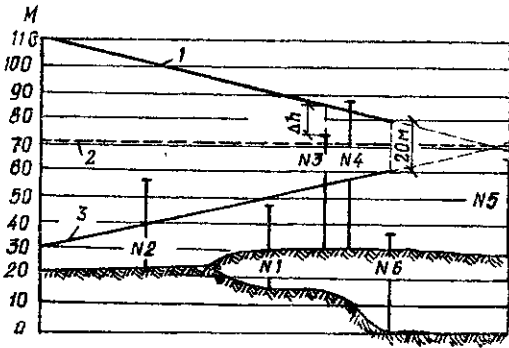


Рис. 21.2. Пьезометрический график тепловой сети (№ 1—6 — потребители)

1 — линия давления в подающей тепловой магистрали; 2 — линия статического давления в системе теплоснабжения; 3 — линия давления в обратной тепловой магистрали

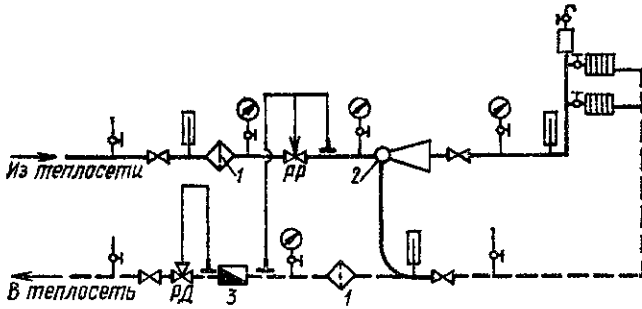
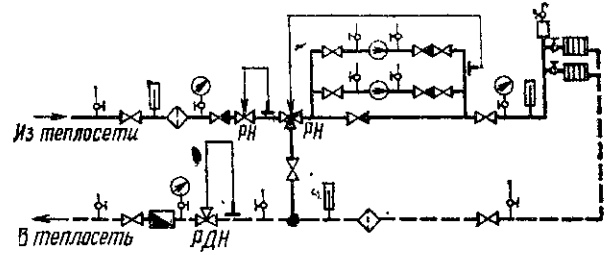


Рис. 21.3. Схема присоединения системы отопления с элеватором

1 — грязевик, 2 — элеватор, 3 — водомер или расходомер; PP — регулятор расхода; РД — регулятор давления



215 Схема присоединения системы отопления с насосами на подающей линии

РДН — регулятор давления непрямого действия

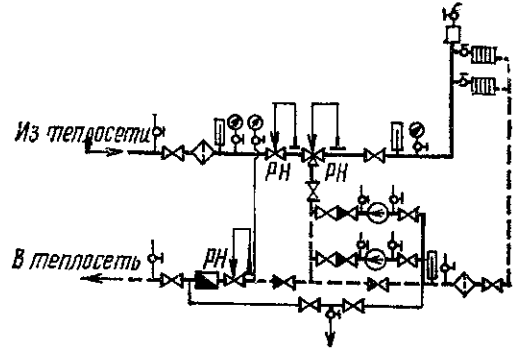


Рис. 21.6. Схема присоединения системы отопления с насосами на обратной линии

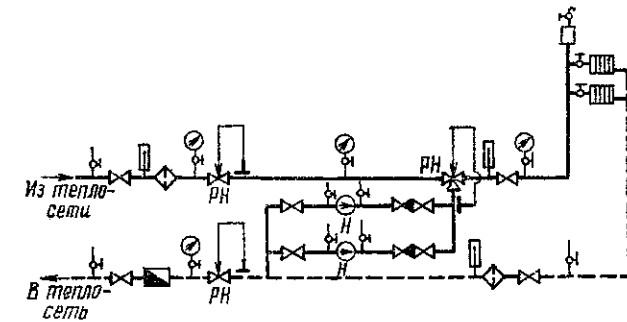


Рис. 21.4. Схема присоединения системы отопления с насосами на перемычке

РН — регулятор напора прямого действия; Н — насос

15 м вод. ст., а давление в обратной тепловой магистрали не превышает 60 м вод. ст.

Присоединение с насосом на перемычке применяется при разности давлений, недостаточной для работы элеватора. В частном случае присоединение с насосом на перемычке применяется, когда давление в обратной линии меньше статического давления местной системы,

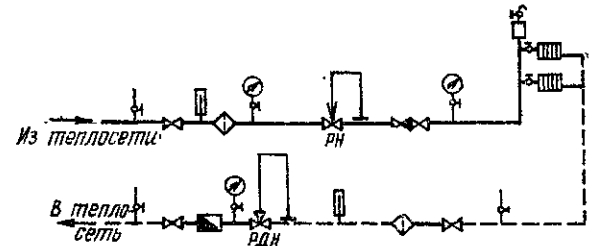


Рис. 21.7. Схема непосредственного присоединения системы отопления

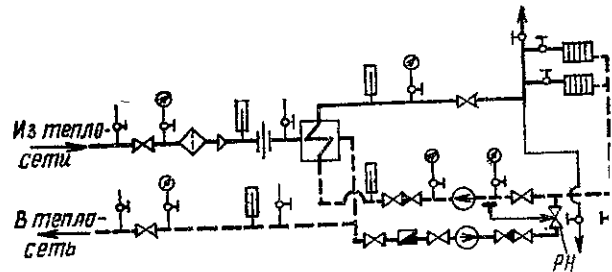


Рис. 21.8. Схема присоединения системы отопления через подогреватель (независимое присоединение)

ответствующего высоте здания. При этом за расчетную разность давлений принимают разность между давлением в подающей линии и статическим давлением местной системы с учетом запаса на непредвиденные сопротивления (не менее 4 м вод. ст.).

Присоединение систем отопления по независимой схеме через подогреватели применяют в случаях, когда давление в обратной тепловой магистрали или статическое давление в системе теплоснабжения больше допустимого на отопительные приборы, а также для особо ответственных зданий (музеи, архивы, архитектурные памятники и др.).

Для уникальных зданий и зданий особого назначения подогревательную установку проектируют из двух параллельно включенных подогревателей.

Потребителей, не ограниченных температурой воды в системах отопления и вентиляции, можно присоединять к тепловым сетям по схеме без подмешивания обратной воды¹. При этом должна быть исключена возможность вскипания перегретой воды при динамическом статическом состояниях систем.

Для наиболее часто встречающихся случаев расположения отдельных потребителей при сложном рельефе местности (см. рис. 21.2) применяют следующие из указанных выше схем присоединений.

Потребитель № 1 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3), так как разность давлений на вводе вполне достаточна. Регулятор давления на обратной линии не устанавливают, поскольку статическое давление местной системы, соответствующее высоте абонента, меньше давления в обратной тепловой магистрали и статического давления в системе теплоснабжения.

Потребитель № 2 — присоединение по элеваторной схеме (см. рис. 21.3) с установкой регулятора давления (клапана подпора) на обратной линии, так как высота здания выходит за пределы давления в обратной тепловой магистрали.

Потребитель № 3 — присоединение с насосом на перемычке (см. рис. 21.4), так как разность давлений Δh недостаточна для присоединения абонента через элеватор, а высота здания выходит за пределы давления в обратной тепловой магистрали и за пределы статического давления в системе теплоснабжения. На вводе необходимо устанавливать регулятор давления (на обратной линии) и обратный клапан (на подающей линии).

Потребитель № 4 — присоединение с насосом на подающей линии (см. рис. 21.5), так как высота здания выходит за пределы давления в подающей тепловой магистрали. Применение такой схемы следует согласовывать с теплоснабжающей организацией, поскольку она останавливает циркуляционные насосы на ТЭЦ и при срабатывании обратного клапана на подающей линии вся система теплоснабжения оказывается под недопустимым статическим давлением местной системы, что может вызвать аварию. Такие потребители целесообразнее присоединять по независимой схеме через подогреватель (см. рис. 21.8).

Потребитель № 5 — присоединение с насосом на обратной линии (см. рис. 21.6), так как здание находится в зоне пересечения пьезометрических линий подающей и обратной тепловых магистралей. Этот случай вообще ненормален и рассматривается как исключение. При пересечении пьезометрических линий насосы иногда устанавливают на подающей линии (см. рис. 21.5).

Потребитель № 6 — присоединение по независимой,

гидравлически несвязанной схеме через подогреватель (см. рис. 21.8), так как давление в обратной тепловой магистрали больше допустимого.

21.5. Присоединение систем горячего водоснабжения

При открытой системе теплоснабжения система горячего водоснабжения присоединяется непосредственно к подающей и обратной теплофикационным линиям на вводе (непосредственный водоразбор) (рис. 21.9).

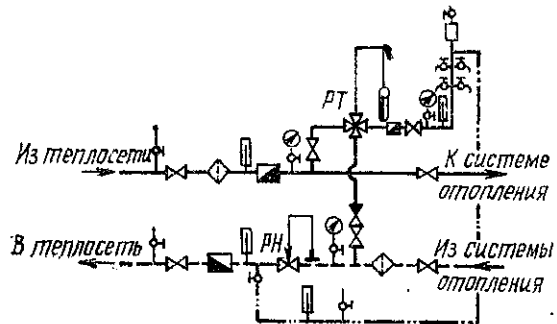


Рис. 21.9. Схема присоединения системы горячего водоснабжения при непосредственном водоразборе

РТ — регулятор температуры прямого действия

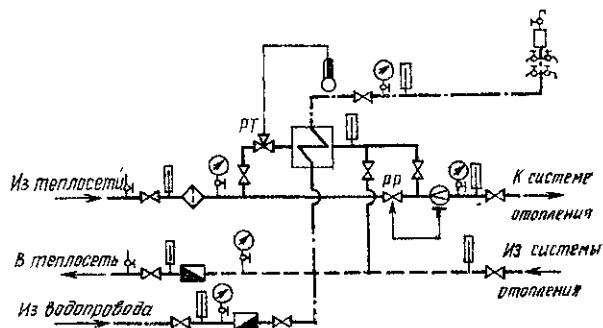


Рис. 21.10. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с предвключенным подогревателем

Потоки сетевой воды из подающей и обратной линий смешиваются в смесителе или непосредственно в корпусе регулятора температуры (РТ), установка которого обязательна для поддержания постоянной (заданной) температуры разбираемой воды (обычно 60°С).

Для исключения перегрева воды из подающей линии в обратную на перемычке устанавливается обратный клапан.

Присоединение систем горячего водоснабжения по схеме с непосредственным водоразбором, применяемой как с аккумуляторами, так и без них, допускается, если система теплоснабжения обеспечена специальной водоподготовкой на ТЭЦ (в котельной).

При закрытой системе теплоснабжения присоединение систем горячего водоснабжения осуществляется через водоводяные скоростные подогреватели. Выбор

¹ См. главу СНиП II-Г.7-62,

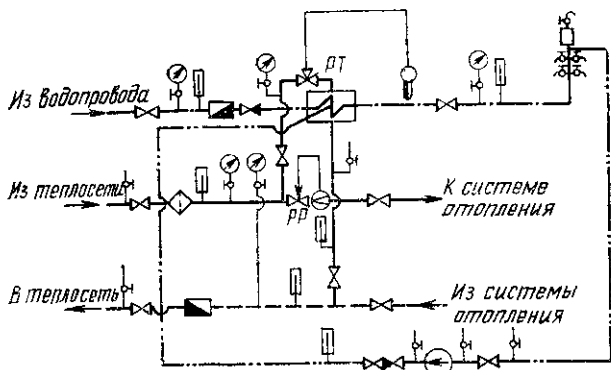


Рис. 21.11. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателя по параллельной схеме

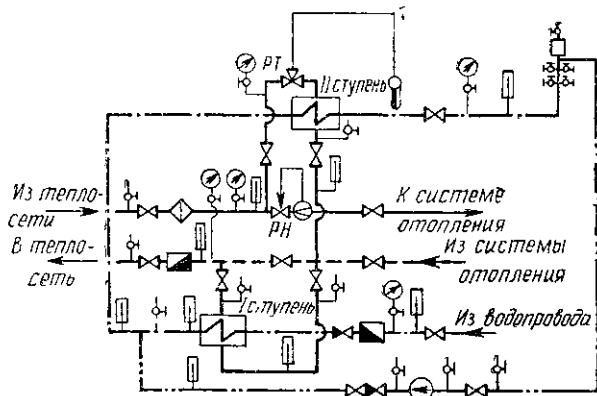


Рис. 21.12. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой смешанной схеме

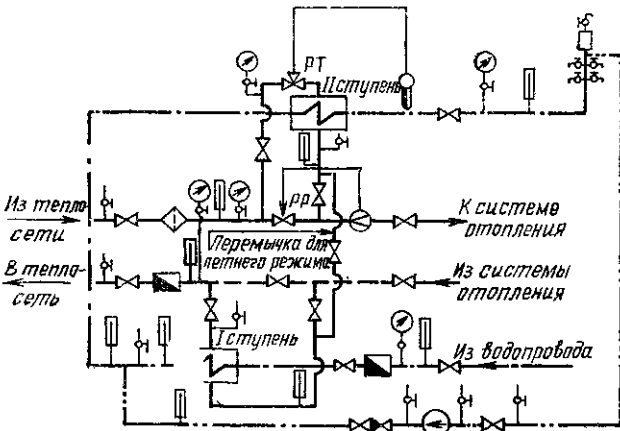


Рис. 21.13. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с включением подогревателей по двухступенчатой последовательной схеме

схемы включения подогревателей горячего водоснабжения в основном обуславливается принятым температурным режимом работы теплосвой сети и отношением максимальных расходов тепла на нужды горячего водоснабжения и отопления $\rho = Q_{г.в}^{max} / Q_o$. Предел указанного отношения, при котором применяется та или иная схема включения подогревателей (двухступенчатая последовательная, двухступенчатая смешанная, предвключенная — рис. 21.10, параллельная — рис. 21.11) для

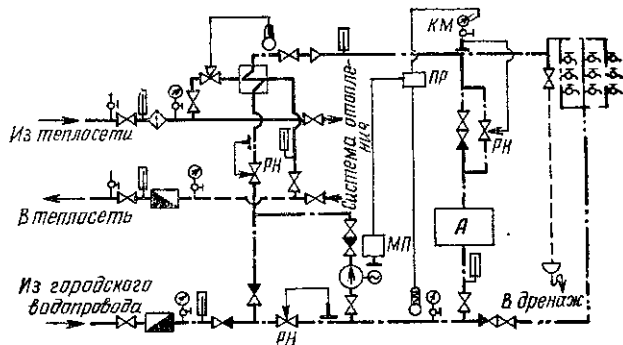


Рис. 21.14. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с нижним аккумуляторным баком
А — аккумуляторный бак; МП — магнитный пускатель; ПР — промежуточное реле, КМ — контактный манометр

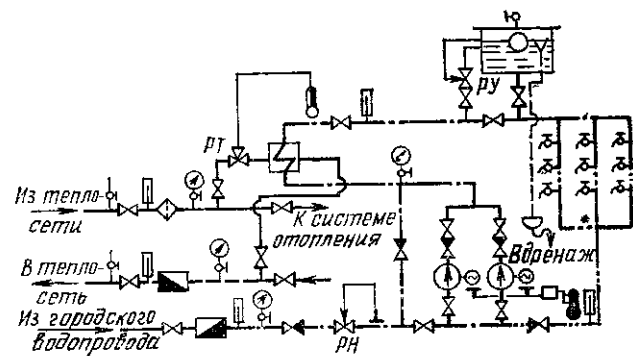


Рис. 21.15. Схема присоединения системы горячего водоснабжения с верхним аккумуляторным баком
ПУ — регулятор уровня

нормального (отопительного) и повышенного температурных графиков, определяется Строительными нормами и правилами (СНиП) или нормами технологического проектирования.

Подогреватели горячего водоснабжения бань, прачечных, плавательных бассейнов, гостиниц и больниц следует включать по параллельной схеме с установкой аккумуляторных баков.

Принцип работы подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатой смешанной схеме (рис. 21.12), заключается в следующем. Водопроводная вода поступает в трубный пучок подогревателя I ступени, где она нагревается обратной водой из системы отопления и обратной водой из подогревателя II ступени. Затем водопроводная вода поступает в труб-

подогревателя II ступени, где ее температура повышается до расчетной сетевой водой из подающего трубопровода. Расход сетевой воды из подающего трубопровода на подогрев водопроводной воды в периоде II ступени зависит от степени ее нагрева подогревателем I ступени. Этот расход регулируется регулятором температуры РТ по импульсу от перемычки, установленного на трубе нагретой воды на выходе из подогревателя II ступени.

Принцип работы подогревателей горячего водоснабжения включаемых по двухступенчатой последовательной схеме (рис 21 13), отличается от принципа работы подогревателей, включаемых по двухступенчатой смешанной схеме тем, что вода из подающего теплопровода для подогрева поступает, в отличие от смешанной предвключенной схемы (см рис 21 10), в систему отопления, а не в подогреватель I ступени. Для этой цели предусматривается перемычка (в схеме рис 21 12 эта перемычка является рабочей).

Принципы работы подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по другим схемам, ясны из рис 21 10—21 13.

Условия присоединения систем горячего водоснабжения к тепловой сети, необходимые для проектирования, выдаются энергоснабжающей организацией.

Согласно правилу, узлы присоединения отопительных систем совмещаются с узлами присоединения систем горячего водоснабжения и размещаются в одном тепловом пункте. В связи с этим для конкретных условий необходимо составлять совмещенные схемы, пользуясь принципами, приведенными на рис 21 3—21 15. Для центральных тепловых пунктов при составлении схем следует учитывать качество водопроводной воды, предусматривая в необходимых случаях ее дополнительную очистку.

Тип тепловых пунктов (индивидуальные или групповые) и оптимальную тепловую мощность центрального теплового пункта определяют технико-экономическими расчетами.

Глава 22. ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К ВОДЯНЫМ ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ И ПАРОПРОВОДАМ

22.1. Основные положения по выбору схем присоединения

Выбор схем тепловых пунктов и отдельных узлов присоединения промышленных предприятий к теплопроводам зависит от масштаба теплопотребления, размера территории, размещения на ней цехов и их количества, типов систем отопления и вентиляции и других факторов, в которые необходимо учитывать при проектировании в каждом конкретном случае. Особое внимание необходимо уделять организации сбора и возврата конденсата к источнику тепла.

При выборе схем присоединения водяных систем отопления промышленных предприятий следует выполнять те же требования, что и для систем жилых зданий также общественных и коммунальных потребностей. В большинстве случаев системы, работающие в смешанной воде температурой 95 и 105°С, можно объединять по схемам, приведенным на рис 21 3—

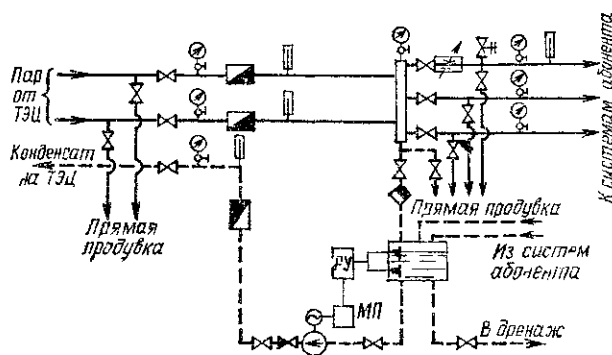


Рис 22 1. Схема непосредственного присоединения потребителей к паропроводам

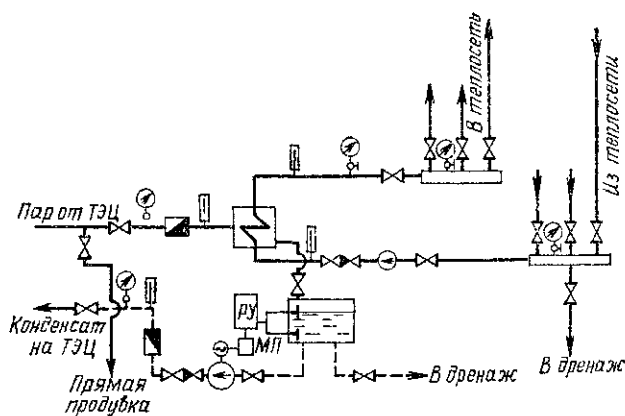


Рис 22 2. Схема независимого присоединения водных систем к паропроводам

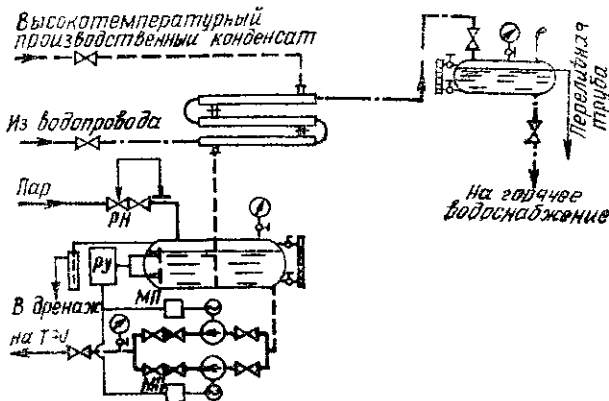


Рис 22 3. Закрывающаяся схема сбора и возврата конденсата с водяным охладителем

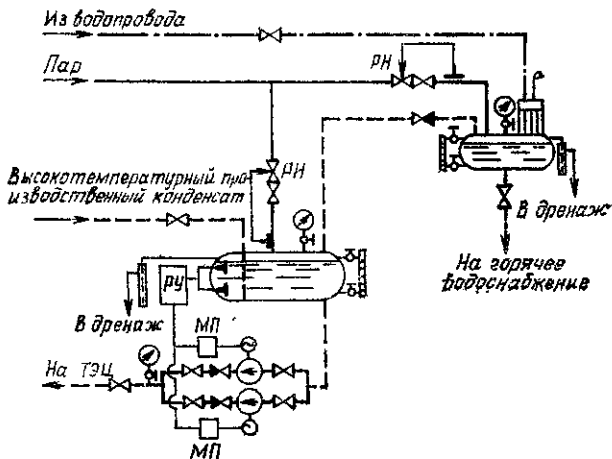


Рис. 22.4. Закрытая схема сбора и возврата конденсата со смешивающим охладителем пара вторичного вскипания

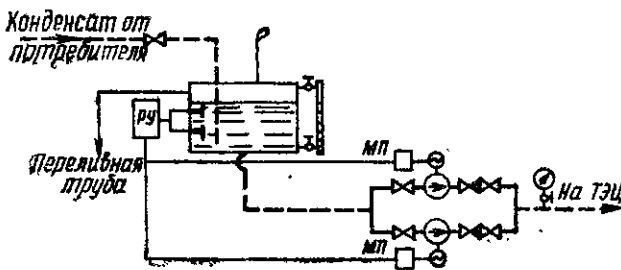


Рис. 22.5. Открытая схема сбора и возврата конденсата

Схемы присоединения потребителей тепла к паропроводам приведены на рис. 22.1 и 22.2.

Выбор схем присоединения потребителей к паропроводам зависит от характера обслуживаемого производства и параметров пара¹.

22.2. Сбор и возврат конденсата

Сбор конденсата от потребителей и возврат его к источнику тепла, как правило, организуют на каждом предприятии, потребляющем пар.

На станции перекачки конденсата следует обеспечивать химический контроль за его качеством. В конденсате, возвращаемом на ТЭЦ (в котельную), не должно быть механических примесей, масла, окислителей, органических веществ. Щелочность и жесткость конденсата не должны превышать норм, установленных «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей».

В целях предотвращения коррозии труб и оборудования схему возврата конденсата принимают, как правило, закрытой (рис. 22.3 и 22.4)

На небольших предприятиях и для отдельных цехов иногда применяют открытую схему возврата конденсата (рис. 22.5).

Глава 23. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА

Узел управления теплового пункта водяной тепловой сети должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) манометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек; штуцерами для манометров на подающем и обратном теплопроводах до указанных задвижек, а также на всех ответвлениях подающего теплопровода после задвижек и на трубах местной системы после смесительного устройства;

б) термометрами показывающими на подающем и обратном теплопроводах после входных задвижек, на подающей трубе смешанной воды после элеватора или смесительного насоса, а также гильзами для термометров на обратных трубах, идущих от всех присоединяемых к данному узлу теплопотребляющих систем, на задвижках;

в) расходомерами на подающем или обратном теплопроводе, а в открытых системах теплоснабжения — на подающем теплопроводе и на линии горячего водоснабжения после смесительного устройства.

Узел управления теплового пункта паровой системы теплопотребления должен быть оснащен следующими контрольно-измерительными приборами:

а) на паропроводах — регистрирующими и суммирующими тепломерами (расходомерами), регистрирующими манометрами и регистрирующими и указывающими термометрами;

б) на конденсатопроводах — суммирующими тепломерами (расходомерами), показывающими манометрами и термометрами;

в) до и после редукционных клапанов — показывающими манометрами и термометрами.

Недопустима установка одного манометра для измерения давления в двух или нескольких точках путем переключения импульсных труб.

Диафрагмы расходомеров, а также скоростные индикаторы располагают на прямолинейных участках трубопровода, длина которых должна соответствовать действующим правилам.

Тепловые пункты с нагрузкой более 2 Гкал/ч, как правило, укомплектовывают следующими контрольно-измерительными приборами¹:

а) манометрами самопишущими на подающем обратном теплопроводах после входных задвижек, также на паропроводах и сборных конденсатопроводах;

б) манометрами показывающими на подающем обратном теплопроводах до и после входных задвижек на паропроводах и конденсатопроводах, на каждом ответвлении от подающего распределительного коллектора после задвижек, а также на всасывающем и нагнетательном патрубках каждого насоса;

в) термометрами самопишущими на подающем обратном теплопроводах, на паропроводах и общих сборных конденсатопроводах;

¹ Подробные схемы для различных промышленных предприятий и установок даны в «Альбоме типовых деталей» ТС-01-15, вып. V, М., Госстрой СССР, 1955

¹ См. рисунок на стр. 186.

г) термометрами показывающими на подающих и обратных теплопроводах, на паропроводах и конденсаторных трубопроводах, а также на всех обратных трубопроводах перед сборным обратным коллектором;

д) тепломерами (при их отсутствии расходомерами) суммирующими на подающем и обратном теплопроводах, паропроводах и общем конденсаторном трубопроводе.

Вопросы автоматизации узлов присоединения освещаются в объеме, необходимом только для принятия принципиальных решений по основным схемам.

Автоматизация тепловых пунктов водяных тепловых сетей в основном предназначается для обеспечения заданных тепловых и гидравлических режимов. Ее задачами являются:

а) автоматическое поддержание постоянного расхода воды на тепловом вводе;

б) автоматическое поддержание давления в обратной линии отопительной системы;

в) автоматическое поддержание температуры горячей воды, поступающей в местные системы горячего водоснабжения;

г) автоматическое включение и выключение насосов;

д) автоматическая защита от недопустимых давлений.

Схемы регулирования расхода основываются на поддержании неизменного перепада давлений на постоянном сопротивлении (дроссель, сопло элеватора, водоподогреватель, местная система и т. п.).

Схема регулирования температуры нагреваемой воды в системе горячего водоснабжения основывается на изменении расхода первичного теплоносителя.

В тепловых пунктах в основном применяются гидравлические авторегуляторы прямого действия, главным образом регуляторы ОРГРЭС следующих конструкций¹:

а) регуляторы РР, РД и ТРБ, внедряемые в тепловых сетях Мосэнерго (закрытая система теплоснабжения). Регуляторы РР применяются для регулирования расхода сетевой воды систем отопления и в качестве исполнительного органа регулятора температуры ТРБ после подогревателей горячего водоснабжения. Регуляторы РД применяются для регулирования давления (регуляторы подпора);

б) регуляторы с грузом и регуляторы ТРЖ, внедряемые в тепловых сетях Ленэнерго (открытая система теплоснабжения). Регуляторы с грузом виброустойчивого типа применяются для регулирования расхода или давления «до себя» и «после себя». Регуляторы ТРЖ в блочной конструкции с регулирующим клапаном РК применяются для регулирования температуры;

в) унифицированные регуляторы, рассчитанные на решение задач не только регулирования, но и автоматической защиты (выпускаются серийно заводом «Теплоприбор», г. Улан-Удэ). Унифицированные регуляторы состоят из регулирующих приборов РД-3а и ТРД и регулирующих клапанов УРРД, РК, РКС и др. Терморегулирующий прибор ТРД в закрытых системах комплектуется исполнительными клапанами, которыми могут быть УРРД, РК-I, РК-II и другие соответствующего диаметра. Универсальный клапан УРРД является регулятором прямого действия для регулирования расхода и давления (заменяет РР и РД). При необходимости автоматической защиты от избыточного давления путем отсечки ввода от тепловой сети клапаны УРРД дополняются блокировочным реле.

Глава 24. РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ВВОДОВ¹

Основным оборудованием тепловых вводов являются элеваторы, подогреватели, грязевики, насосы и домеры.

24.1. Элеваторы

Наиболее широкое распространение получили стальные элеваторы типа ВТИ Мосэнерго².

Диаметр, мм, сопла элеватора рассчитывают по формуле

$$d_c = \frac{10 d_r}{\sqrt{\frac{0,78}{G_{\text{пр}}^2} (1+q)^2 d_r^4 + 0,6 (1+q)^2 - 0,4 q^2}}, \quad (24.1)$$

где d_r — диаметр горловины элеватора, см;

q — расчетный коэффициент смешения элеватора;

$G_{\text{пр}}$ — приведенный расход смешанной воды, т/ч.

Диаметр, см, горловины элеватора определяют по формуле

$$d_r = 0,874 \sqrt{G_{\text{пр}}}. \quad (24.2)$$

Коэффициент смешения элеватора

$$q = \frac{T_1 - t_1}{t_1 - t_2} \cdot 1,15. \quad (24.3)$$

где T_1 — температура горячей воды в тепловой сети, °С;

t_1 и t_2 — температура соответственно горячей и обратной воды в местной системе отопления, °С;

1,15 — коэффициент запаса.

Приведенный расход, т/ч, смешанной воды

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{см}}}{\sqrt{H_2}} = \frac{Q_0}{\sqrt{H_2(t_1 - t_2)} c \cdot 1000}, \quad (24.4)$$

где Q_0 — расход тепла в местной системе отопления, ккал/ч;

H_2 — гидравлическое сопротивление местной системы отопления, м вод. ст.;

c — теплоемкость воды, принимаемая равной 1 ккал/(л·°С), для упрощения расчетов в дальнейшем опускается.

При заданной разности давлений перед элеватором диаметр, см, сопла определяют по формуле

$$d_c = \sqrt[4]{\frac{0,64 G_T^2}{H_1}}. \quad (24.5)$$

где G_T — расход эжектирующей воды из теплофикационной сети, т/ч;

H_1 — разность давлений перед элеватором, м вод. ст.

Расход эжектирующей воды, т/ч

$$G_T = \frac{Q_0}{(T_1 - T_2) 1000}, \quad (24.6)$$

где T_2 — температура обратной воды в тепловой сети.

См. сноску на стр. 186.

¹ Оборудование тепловых вводов см. в приложении XV,

² См. приложение XVI.

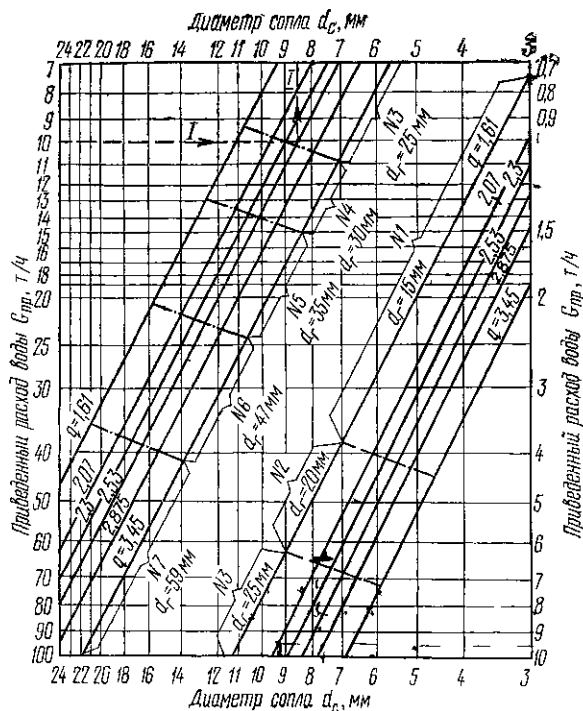


Рис. 24.1. Номограмма для подбора элеватора (№ 1—№ 7 — номера элеваторов)

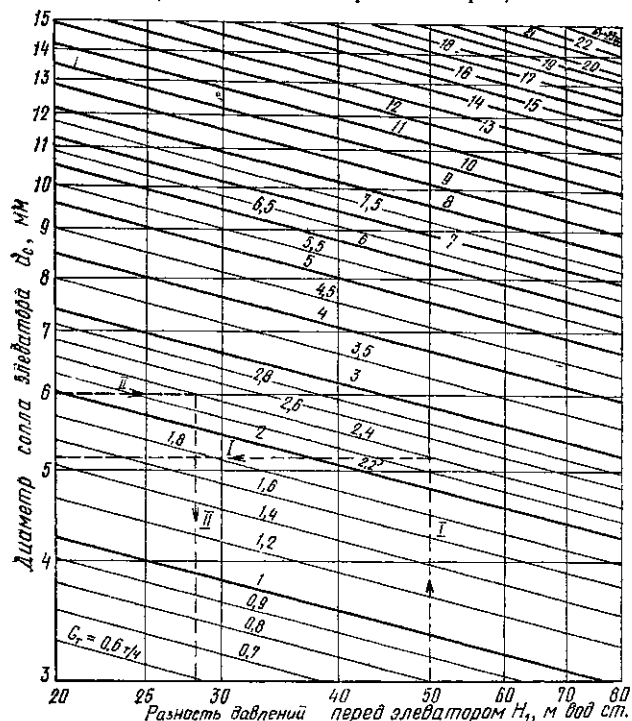


Рис. 24.2. Номограмма для определения диаметра сопла по разности давлений перед элеватором H_1 и расходу эжектирующей воды $G_г$

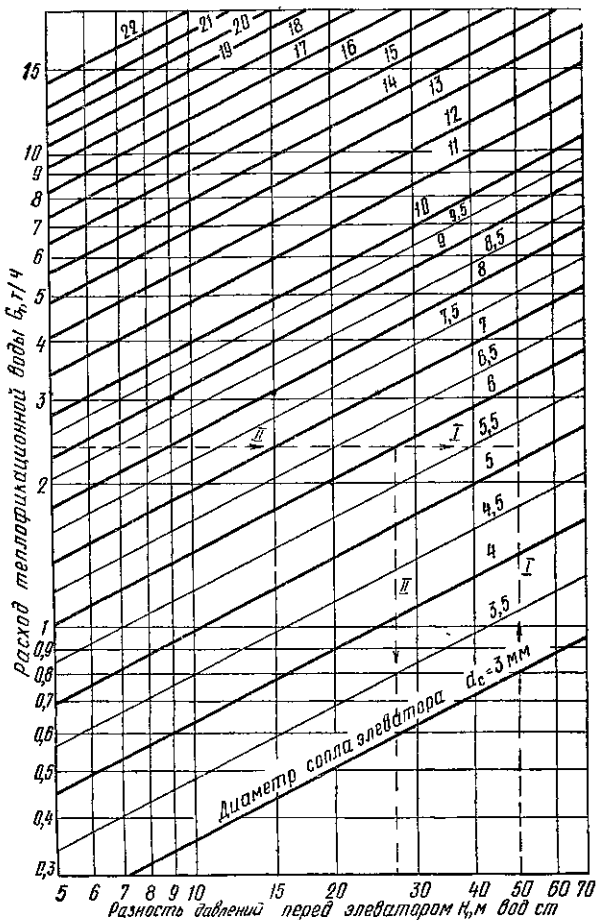


Рис. 24.3. Номограмма для определения давления перед элеватором

При заданных величинах $G_г$ и d_c разность давлений, м вод ст., перед элеватором определяют по формуле

$$H_1 = \frac{0,64 G_г^2}{d_c^4} \quad (24.7)$$

Подбор элеватора обычно производят по номограммам (рис. 24.1—24.3). Номограмму на рис. 24.3 используют при значениях H_1 до 20 м вод ст.

Пример 24.1. Определить номер элеватора и диаметр сопла, если дано количество смешанной воды, циркулирующей в местной системе отопления

$$G_{см} = \frac{Q_0}{(t_1 - t_2) 1000} = 10 \text{ т/ч.}$$

гидравлическое сопротивление местной системы отопления $H_2 = 1$ м вод ст., температура горячей и обратной воды соответственно в местной системе отопления $t_1 = 95^\circ \text{C}$ и $t_2 = 70^\circ \text{C}$, в тепловой сети $T_1 = 150^\circ \text{C}$ и $T_2 = 70^\circ \text{C}$.

Решение. Коэффициент смешения элеватора по формуле (24.3)

$$\varphi = \frac{150 - 95}{95 - 70} \cdot 1,15 = 2,53.$$

Приведенный расход воды по формуле (24.4)

$$G_{пр} = \frac{10}{\sqrt{1}} = 10 \text{ т/ч}$$

По номограмме на рис. 24.1 для $G_{пр}=10$ т/ч и $q=2,53$ находим элеватор № 3 и $d_c=8,5$ мм.

Ход решения показан на номограмме пунктирной линией I.

Пример 24.2. Определить диаметр сопла элеватора по разности давлений $H_1=30$ м вод. ст. при расходе эжектирующей воды из теплофикационной сети $G_T=2,4$ т/ч.

Решение. По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим диаметр сопла $d_c=5,2$ мм. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией I.

Пример 24.3. Определить необходимую разность давлений перед элеватором при $d_c=6$ мм и $G_T=2,4$ т/ч.

Решение. По номограмме на рис. 24.2 или 24.3 находим $H_1=28$ м вод. ст. Ход решения показан на номограмме пунктирной линией II.

24.2. Скоростные водоводяные подогреватели¹

Для тепловых вводов, как правило, применяют скоростные водоводяные подогреватели с плотным трубным пучком и малой площадью межтрубного пространства. В настоящее время подогреватели изготавливают по отраслевым нормам МВН 2052-62 Мосэнерго. Подогреватели выпускаются с длиной секций 2 и 4 м. Корпус стальной, трубки латунные диаметром 16/14 мм (см. приложение XV).

А. ПОДОГРЕВАТЕЛИ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ В ТЕПЛОВУЮ СЕТЬ ПО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЕ

Тепловой расчет. Исходные данные: расчетный расход тепла Q , ккал/ч; температура греющей воды на входе в подогреватель T_1 , °С;

то же, на выходе из подогревателя T_2 , °С; температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя t_1 , °С;

то же, на входе в подогреватель t_2 , °С;

внутренний диаметр корпуса подогревателя D_B , м; наружный и внутренний диаметры трубок d_H и d_B , м;

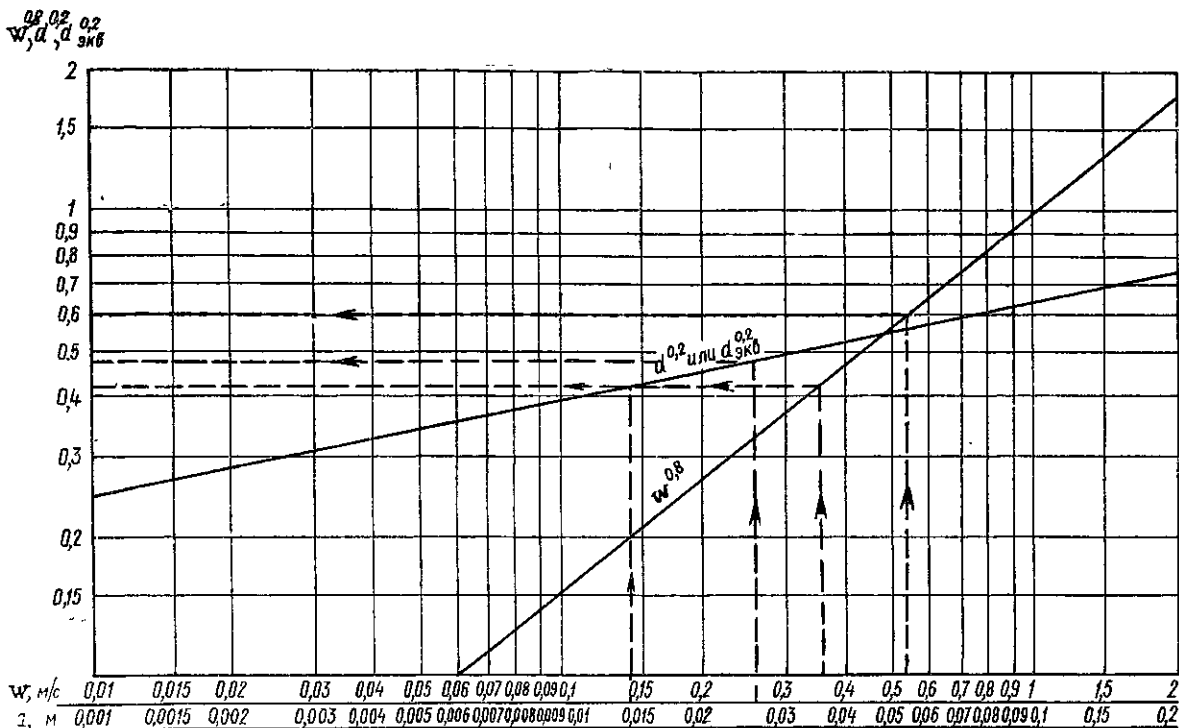
число трубок в живом сечении подогревателя z ; площадь, м², живого сечения трубок $f_{тр}=0,785 d_B^2 z$;

площадь, м², сечения межтрубного пространства $f_{мт}=0,785(D_B^2 - z d_H^2)$;

эквивалентный диаметр, м, межтрубного пространства

$$d_{экр} = \frac{D_B^2 - z d_H^2}{D_B + z d_H}$$

¹ Расчет емкостных подогревателей приведен в разделе IV «Горячее водоснабжение».



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| z | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 |
| A | 1489 | 1576 | 1668 | 1746 | 1828 | 1909 | 1987 | 2066 | 2139 | 2212 | 2284 | 2354 | 2422 | 2488 | 2553 | 2616 | 2687 | 2736 | 2794 | 2850 | 2902 | 2956 | 3007 | 3056 | 3103 | 3148 | 3192 | 3234 | 3274 | 3312 |

Рис. 24.4. Номограмма для определения вспомогательных величин при вычислении коэффициента теплопередачи K

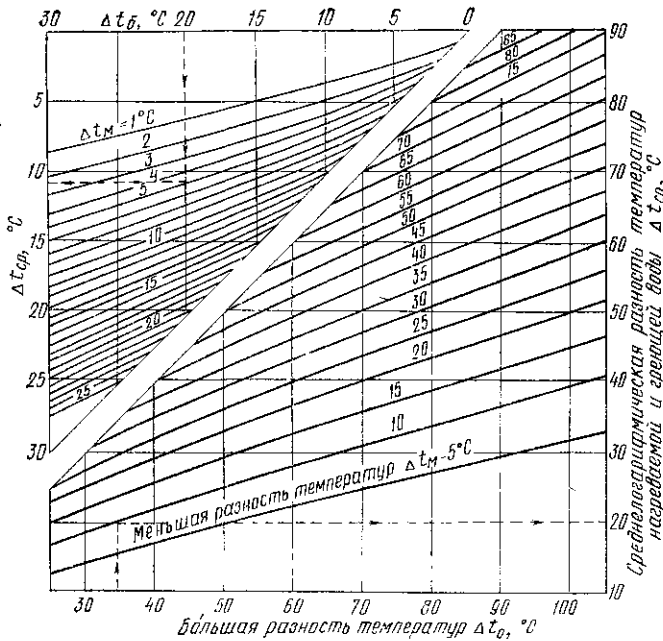


Рис. 24.5. Номограмма для определения среднелогарифмической разности температур Δt_{cp}

нагреваемая вода проходит по трубкам, греющая — в межтрубном пространстве.

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, греющей воды

$$G_r = \frac{Q}{(T_1 - T_2) 1000};$$

2) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_m = \frac{Q}{(t_1 - t_2) 1000};$$

3) задавшись ориентировочно типом и номером подогревателя с диаметром корпуса D_k , находят: скорость, м/с, греющей воды в межтрубном пространстве

$$\omega_{MT} = \frac{G_r}{3600 f_{MT}};$$

скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$\omega_{TP} = \frac{G_m}{3600 f_{TP}};$$

4) средняя температура, °C, греющей воды $T = 0,5(T_1 + T_2)$;

5) средняя температура, °C, нагреваемой воды $t = 0,5(t_1 + t_2)$;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°C), от греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве, к стенкам трубок

$$\alpha_2 = (1400 + 18T - 0,035T^2) \frac{\omega_{MT}^{0,8}}{d_{экр}^{0,2}};$$

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°C), от стенок трубок к нагреваемой воде, проходящей по трубкам:

$$\alpha_1 = (1400 + 18t - 0,035t^2) \frac{\omega_{TP}^{0,8}}{d_B^{0,2}};$$

вспомогательные величины принимают по номограмме на рис. 24.4;

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч·°C):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}};$$

при латунных трубках диаметром 16/14 мм значение $\delta_{ст}/\lambda_{ст} = 0,000011$;

9) среднелогарифмическая разность температур, °C, в подогревателе

$$\Delta t_{cp} = \frac{(T_1 - t_1) - (T_2 - t_2)}{2,3 \lg \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}};$$

значение Δt_{cp} находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м², поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K \Delta t_{cp}};$$

где μ — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (табл. 24.1);

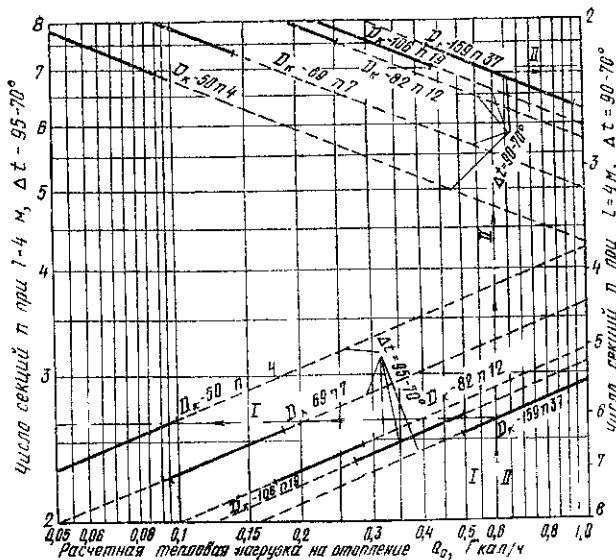


Рис. 24.6. Номограмма для подбора отопительных водоводяных подогревателей при $\Delta t = 150 - 80^\circ \text{C}$ (греющая вода проходит по трубкам)

D_k — внутренний диаметр корпуса; n — число трубок подогревателя диаметром 16/14 мм

активная длина, м, секций подогревателя

$$l = \frac{0,318 F}{d_{\text{ср}} z}$$

$$z = 0,5(d_n - d_b);$$

число секций подогревателя при длине секций

$$z = l/4$$

Гидравлический расчет. Потери давления в подогревателях складываются из потерь на трение и потерь

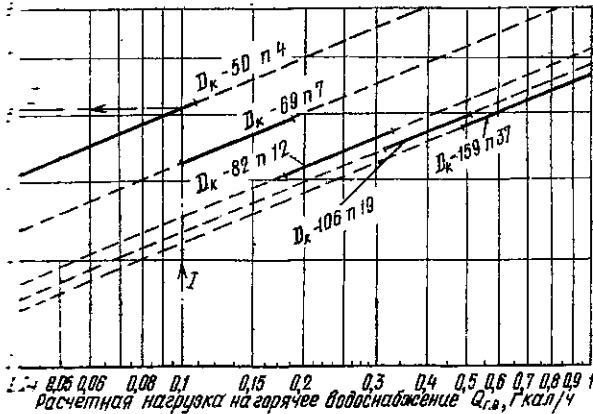


Рис. 24.7. Номограмма для подбора водоводяных подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по параллельной схеме ($\Delta t = 70-30^\circ\text{C}$ для греющей воды и $\Delta t = 60-5^\circ\text{C}$ для нагреваемой воды, которая проходит по трубкам)

ТАБЛИЦА 24.1

КОЭФФИЦИЕНТ μ , УЧИТЫВАЮЩИЙ НАКИПЬ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТРУБОК ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

| характеристика поверхности теплообмена | μ |
|--|-----------|
| Чистые латунные трубки | 1 |
| Стальные трубки, зачищенные до блеска | 1 |
| Латунные трубки, работающие при условии проточного водоснабжения на чистой воде | 0,8-0,85 |
| То же, при условии оборотного водоснабжения или на химически очищенной воде | 0,75-0,8 |
| То же, на загрязненной воде при возникновении минеральных и органических отложений | 0,65-0,75 |
| Стальные трубки, покрытые тонким слоем окислов или накипи | 0,67-0,7 |

Потери давления, кгс/м², на одну секцию длиной 4 м определяют по формулам:

а) в трубках

$$\Delta p_{\text{тр}} = 530 \omega_{\text{тр}}^2;$$

б) в межтрубном пространстве

$$\Delta p_{\text{мт}} = 1100 \omega_{\text{мт}}^2,$$

где $\omega_{\text{тр}}$ и $\omega_{\text{мт}}$ — скорость движения воды соответственно в трубках и межтрубном пространстве.

Расчет подогревателей, включаемых в тепловую сеть по параллельной схеме, можно производить также по номограммам, приведенным на рис. 24.6 и 24.7.

Б. ПОДОГРЕВАТЕЛИ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВКЛЮЧАЕМЫЕ ПО ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМЕ¹

Расчет. Исходные данные:

расчетная наружная температура для отопления $t_n^o, ^\circ\text{C}$;

расчетный расход тепла на нужды отопления Q_o , ккал/ч, при t_n^o ;

максимальный расход тепла на нужды горячего водоснабжения $Q_{г.в}^{\text{макс}}$, ккал/ч;

расчетная наружная температура, соответствующая точке «излома» температурного графика, $t_n^o, ^\circ\text{C}$;

температура сетевой воды в подающей линии ввода $T_1, ^\circ\text{C}$, при t_n^o ;

то же, в обратной линии ввода при нормальном температурном (отопительном) графике $T_2, ^\circ\text{C}$;

температура нагреваемой (местной) воды на выходе из подогревателя II ступени $t_1, ^\circ\text{C}$;

то же, на входе в подогреватель I ступени $t_2, ^\circ\text{C}$;

температура воды (горячей и обратной) t_1^o и t_2^o в системе отопления при t_n^o и нормальном температурном (отопительном) графике;

коэффициент часовой неравномерности нагрузки горячего водоснабжения k_q ;

расчетная температура внутри помещений $t_b, ^\circ\text{C}$.

Порядок расчета:

1) балансовый расход тепла, ккал/ч, на нужды горячего водоснабжения при обычном графике суточного потребления горячей воды в жилых зданиях и небольших колебаниях сетевой воды ($\pm 10\%$), когда обеспечивается нормальный суточный отпуск тепла на нужды отопления:

$$Q_{г.б} = 1,2 \frac{Q_{г.в}^{\text{макс}}}{k_q};$$

при установке аккумулятора

$$Q_{г.б} = \frac{Q_{г.в}^{\text{макс}}}{k_q};$$

в местных сопротивлениях, определяются по формуле, кгс/м²:

$$\Delta p = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{\omega^2}{2g} \gamma + \sum \xi \frac{\omega^2}{2g} \gamma,$$

где λ — коэффициент трения (0,03);

l — длина пути воды, м;

ω — скорость движения воды, м/с;

γ — удельный вес воды, кгс/м³;

d — внутренний или эквивалентный диаметр, м;

g — ускорение свободного падения, м/с²;

$\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

¹ Расчет приводится в сокращенном виде для нормального (отопительного) температурного графика и зависимой схемы присоединения отопительной системы с элеваторным или насосным смешением (подробный расчет см в Инструкции ЭИ-57/24. «Методика расчета абонентских вводов с последовательной двухступенчатой схемой горячего водоснабжения». Изд. Дома энергетикн Мосэнерго, 1964).

2) дополнительный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{r.6} = \frac{Q_{r.6} (t_1 - t_{п.6})}{(T_1 - t_2^0) (t_1 - t_2) 1000},$$

где $t_{п.6}$ — температура местной воды после подогревателя I ступени при $Q_{r.6}$, принимаемая на 5–8° ниже t_2^0 ;

3) расчетный (балансовый) расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_6 = G_0 + G_{r.6},$$

где G_0 — расчетный расход сетевой воды на отопление;

4) максимальный расход, т/ч, сетевой воды на абонентский ввод

$$G_{\max} = \psi G_6 = 1,1 G_6$$

(при установке регулятора прямого действия $\psi = 1,1$);

5) расход, т/ч, нагреваемой (местной) воды

$$G_M = \frac{Q_{r.в}^{\max}}{(t_1 - t_2) 1000};$$

6) производительность, ккал/ч, подогревателя I ступени при балансовой нагрузке горячего водоснабжения $Q_{r.6}$ и t_H

$$Q_{I6} = Q_{r.6} \frac{t_{п.6} - t_2}{t_1 - t_2};$$

7) температура, °C, сетевой воды в обратной линии ввода при $Q_{r.6}$ и t_H

$$T_{26} = t_2^0 - \frac{Q_{I6}}{G_6};$$

8) среднегарифмическая разность температур, °C, в подогревателе I ступени при $Q_{r.6}$ и t_H

$$\Delta t_{cp I 6} = \frac{(T_{26} - t_2) - (t_2^0 - t_{п.6})}{2,3 \lg \frac{T_{26} - t_2}{t_2^0 - t_{п.6}}}$$

Значения $\Delta t_{cp I 6}$ находят по номограмме на рис. 24 5;

9) суммарный перепад температур, °C, сетевой воды в подогревателях I и II ступени при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$\Delta T_r = \frac{Q_{r.в}^{\max}}{G_{\max}};$$

10) коэффициент смешения элеватора или насосно-смесительной установки

$$q' = \frac{1 + q}{\Phi_6} - 1,$$

где q — расчетный коэффициент смешения, определяемый по формуле (24.3);

$$\Phi_6 = G_6/G_0;$$

11) безразмерная характеристика отопительной системы при t_H

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{\frac{0,5 + q'}{1 + q'} + \frac{\Phi_M (t_{np} - t_B)}{T_1 - t_2^0}} \leq 1,$$

где $\Phi_M = G_{\max}/G_0$, $t_{np} = 0,5(t_2^0 + t_1^0)$;

если будет получено $\varepsilon_0 > 1$, следует принимать $\varepsilon_0 = 1$;

12) безразмерная характеристика подогревателя I ступени:

а) при $\Delta T_r < t_1 - t_2$

$$\varepsilon_I = \frac{1}{0,35 + \frac{0,65(t_1 - t_2)}{\Delta T_r} + \frac{0,95 \Delta t_{cp I 6} (t_1 - t_2)}{\Delta T_r (t_{п.6} - t_2)} \sqrt{\frac{Q_{r.в}^{\max}}{Q_{r.6}}}} \leq \frac{\Delta T_r}{t_1 - t_2};$$

если будет получено $\varepsilon_I > \Delta T_r / (t_1 - t_2)$, следует принимать $\varepsilon_I = \Delta T_r / (t_1 - t_2)$;

б) при $\Delta T_r > t_1 - t_2$

$$\varepsilon_I = \frac{1}{0,65 + \frac{0,35(t_1 - t_2)}{\Delta T_r} + \frac{0,95 \Delta t_{cp I 6} (t_1 - t_2)}{\Delta T_r (t_{п.6} - t_2)} \sqrt{\frac{Q_{r.в}^{\max}}{Q_{r.6}}}} \leq 1;$$

если будет получено $\varepsilon_I > 1$, следует принимать $\varepsilon_I = 1$;

13) температура, °C, воды после системы отопления при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$t_{2M}^0 = \frac{(T_I - \Delta T_r - \varepsilon_I t_2)(1 - \varepsilon_0) + t_B \varepsilon_0}{1 - \varepsilon_I (1 - \varepsilon_0)};$$

14) производительность, ккал/ч, подогревателей I и II ступени при $Q_{r.в}^{\max}$

$$Q_I = Q_{r.в}^{\max} \frac{(t_{2M}^0 - t_2) \varepsilon_I}{\Delta T_r}; \quad Q_{II} = Q_{r.в}^{\max} - Q_I;$$

15) температура, °C, сетевой воды перед системой отопления при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$T_{1M}^0 = T_I - \frac{Q_{II}}{G_{\max}};$$

16) температура, °C, сетевой воды в обратной линии ввода при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$T_{2M} = t_{2M}^0 - \frac{Q_I}{G_{\max}};$$

17) температура, °C, местной воды после подогревателя I ступени при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$t_{п.м} = t_2 + \frac{Q_I}{G_M};$$

18) среднегарифмическая разность температур, °C, в подогревателях I и II ступени при $Q_{r.в}^{\max}$ и t_H

$$\Delta t_{cp I} = \frac{(T_{2M} - t_2) - (t_{2M}^0 - t_{п.м})}{2,3 \lg \frac{T_{2M} - t_2}{t_{2M}^0 - t_{п.м}}};$$

$$\Delta t_{cp II} = \frac{(T_{1M}^0 - t_{п.м}) - (T_I - t_1)}{2,3 \lg \frac{T_{1M}^0 - t_{п.м}}{T_I - t_1}};$$

значения $\Delta t_{ср I}$ и $\Delta t_{ср II}$ находят по номограмме на рис. 24.5.

Зная производительность подогревателей I и II ступени, значения температуры воды на входе и выходе из них и предварительно задавшись номером подогревателя, рассчитывают площадь их поверхности нагрева и число секций по обычным формулам. Подогреватели горячего водоснабжения при повышенном

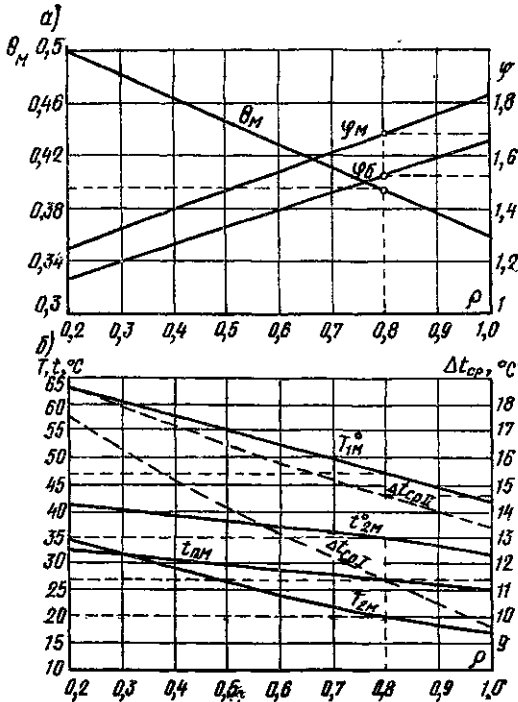


Рис. 24.8. Вспомогательные графики для расчета подогревателей, включаемых по двухступенчатой последовательной схеме при нормальном (отопительном) температурном графике ($t'_н = -26^\circ\text{C}$)

a — относительные расходы сетевой воды ϕ_6 и ϕ_M и производительность подогревателей I ступени G_M в долях от общей производительности $Q_{г.в.}$; *б* — температуры сетевой и местной воды и среднеарифметические разности температур $\Delta t_{ср I}$ и $\Delta t_{ср II}$ подогревателей I и II ступени

температурном графике рассчитывают аналогично. Температурная надбавка принимается в точке «излома» графика (см. рис. 21.1).

На рис. 24.8 приведены вспомогательные графики для упрощенного расчета подогревателей, построенные по следующим исходным данным: максимальная температура теплоносителя 150°C ; $\Delta T = 150 - 70^\circ\text{C}$; $t'_н = -2,5^\circ\text{C}$; $T_1 = 70^\circ\text{C}$; $t_1^0 = 50,5^\circ\text{C}$; $t_2^0 = 41,7^\circ\text{C}$; $k_к = 2,2$; отопительные системы присоединены по зависимой схеме с элеваторным смещением.

Пример 24.4. Рассчитать подогреватели, включенные по двухступенчатой последовательной схеме, с использованием вспомогательных графиков.

Исходные данные: $t'_н = -26^\circ\text{C}$; $t_1 = 60^\circ\text{C}$; $t_2 = 5^\circ\text{C}$;

$Q_0 = 0,75$ Гкал/ч; $Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,6$ Гкал/ч; $\Delta T = 150 - 70^\circ\text{C}$

Решение. Отношение

$$\rho = \frac{Q_{г.в.}^{\text{макс}}}{Q_0} = \frac{0,6}{0,75} = 0,8.$$

Расход сетевой воды на отопление

$$G_0 = \frac{Q_0}{\Delta T \cdot 10^3} = \frac{0,75 \cdot 10^6}{80 \cdot 10^3} = 9,4 \text{ т/ч.}$$

Расход местной воды на горячее водоснабжение

$$G_M = \frac{Q_{г.в.}^{\text{макс}}}{(t_1 - t_2) 10^3} = \frac{0,6 \cdot 10^6}{(60 - 5) 10^3} = 10,9 \text{ т/ч.}$$

По графику на рис. 24.8, *a* находим:

$$\phi_6 = \frac{G_6}{G_0} = 1,52; \quad \phi_M = \frac{G_{\text{макс}}}{G_0} = 1,68; \quad \theta_M = 0,395.$$

ход решения показан на графике пунктирными линиями. Расчетный (балансовый) расход сетевой воды на абонентский ввод

$$G_6 = G_0 \phi_6 = 9,4 \cdot 1,52 \text{ т/ч} = 14,3 \text{ т/ч.}$$

Максимальный расход воды

$$G_{\text{макс}} = G_0 \phi_M = 9,4 \cdot 1,68 \text{ т/ч} = 15,8 \text{ т/ч.}$$

Производительность подогревателя I ступени

$$Q_I = 0,395 Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,395 \cdot 0,6 = 0,237 \text{ Гкал/ч.}$$

Производительность подогревателя II ступени

$$Q_{II} = Q_{г.в.}^{\text{макс}} - 0,237 = 0,6 - 0,237 \text{ Гкал/ч} = 0,363 \text{ Гкал/ч.}$$

По графику на 24.8, *б* находим: температуру сетевой воды в подающей линии перед системой отопления $T_{IM}^0 = 47^\circ\text{C}$; температуру воды после системы отопления $t_{2M}^0 = 35^\circ\text{C}$; температуру воды в обратной линии ввода $T_{2M} = 20^\circ\text{C}$; температуру местной воды между подогревателями I и II ступени $t_{п.м} = 27^\circ\text{C}$.

По этому же графику определяем среднеарифметическую разность температур в подогревателях I и II ступени:

$$\Delta t_{ср I} = 11,4^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{ср II} = 14,6^\circ\text{C}.$$

Средняя температура греющей воды в подогревателе I ступени

$$T_I = 0,5 (t_{2M}^0 + T_{2M}) = 0,5 (35 + 20)^\circ\text{C} = 27,5^\circ\text{C}.$$

Средняя температура нагреваемой воды в подогревателе I ступени

$$t_1 = 0,5 (t_2 + t_{п.м}) = 0,5 (5 + 27)^\circ\text{C} = 16^\circ\text{C}.$$

Марку подогревателя принимаем ориентировочно.

Нагрузке $Q_{г.в.}^{\text{макс}} = 0,6$ Гкал/ч и $\rho = 0,8$ соответствует подогре-

ватель по МВН 2052—62, у которого $f_{MT} = 0,0122 \text{ м}^2$, $f_{TP} = 0,0057 \text{ м}^2$, $z = 37$.

Скорость греющей воды в межтрубном пространстве

$$\omega_{MT} = \frac{G_T}{3600 f_{MT}} = \frac{15,8}{3600 \cdot 0,0122} \text{ м/с} = 0,36 \text{ м/с.}$$

Скорость нагреваемой воды в трубках

$$\omega_{TP} = \frac{G_M}{3600 f_{TP}} = \frac{10,9}{3600 \cdot 0,0057} \text{ м/с} = 0,53 \text{ м/с.}$$

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от греющей воды к стенкам трубок

$$\alpha_{I \text{ мт}} = \left(1400 + 18 T_I - 0,035 T_I^2 \right) \frac{\omega_{MT}^{0,8}}{d_{эвб}^{0,2}} = \left(1400 + 18 \cdot 27,5 - 0,035 \cdot 27,5^2 \right) \frac{0,36^{0,8}}{0,0262^{0,2}} \text{ ккал/(м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C)} =$$

$$= 1868 \frac{0,42}{0,49} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 1600 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$(d_{\text{экв}} = 2,62 \text{ мм}).$$

Величины $A=1400+18 T_1-0,035 T_1^2$, $\omega^{0,8}$ и $d^{0,2}$ определяют по номограмме на рис. 24.4.

Коэффициент теплоперехода в подогревателе I ступени от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_{I \text{ тр}} = \left(1400 + 18 t_1 - 0,035 t_1^2 \right) \frac{\omega_{\text{тр}}^{0,8}}{d_B^{0,2}} = (1400 +$$

$$+ 18 \cdot 16 - 0,035 \cdot 16^2) \frac{0,53^{0,8}}{0,014^{0,2}} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) =$$

$$= 1682 \frac{0,60}{0,42} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 2405 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Коэффициент теплопередачи подогревателя I ступени

$$K_I = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{I \text{ мт}}} + \frac{1}{\alpha_{I \text{ тр}}} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{1600} + \frac{1}{2405} + 0,000011} \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) = 954 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}).$$

Площадь поверхности нагрева подогревателя I ступени

$$F_I = \frac{Q_I}{\mu K_I \Delta t_{\text{ср} I}} = \frac{0,237 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 954 \cdot 11,4} \text{ м}^2 = 27,2 \text{ м}^2.$$

Активная длина секций подогревателя I ступени

$$l_I = \frac{0,318 F_I}{d_{\text{ср}} z} = \frac{0,318 \cdot 27,2}{0,015 \cdot 27} \text{ м} = 15,6 \text{ ч}$$

Число секций подогревателя I ступени при длине секций 4 м

$$n_I = \frac{l_I}{4} = \frac{15,6}{4} \approx 3,9.$$

Принимаем $n_I=4$

Аналогично определяем площадь поверхности нагрева и число секций подогревателя II ступени.

$$F_2 = 23,2 \text{ м}^2, \quad l_2 = 13,3 \text{ м}, \quad n_{II} = 3,3.$$

Принимаем $n_{II}=4$

Подбор подогревателей горячего водоснабжения, включаемых по двухступенчатому (последовательной и смешанной) схемам, можно также производить по номограммам.

24.3. Скоростные пароводяные подогреватели

Тепловой расчет. Исходные данные: расчетный расход тепла Q , ккал/ч; давление насыщенного пара p , кгс/см²; температура насыщенного пара T_n , °C; температура нагреваемой воды на выходе из подогревателя t_1 , °C;

то же, на входе в подогреватель t_2 , °C; внутренний диаметр корпуса подогревателя D_B , м; наружный и внутренний диаметры трубок d_n и d_B , м;

число трубок в живом сечении одного хода по воде z ;

площадь, м², живого сечения трубок $f_{\text{тр}} = 0,785 d_B^2 z$;

приведенное число трубок в вертикальном ряду m ; диаметры и число трубок принимают по расчетным таблицам подогревателей¹.

Порядок расчета:

1) расход, т/ч, нагреваемой воды

$$G_M = \frac{Q}{(t_1 - t_2) 1000};$$

2) скорость, м/с, нагреваемой воды в трубках

$$w_{\text{тр}} = \frac{G_M}{3600 f_{\text{тр}}};$$

3) средняя температура, °C, нагреваемой воды $t = 0,5(t_1 - t_2)$;

4) средняя температура, °C, стенки $t_{\text{ст}} = 0,5(t + t_B)$;

5) средняя температура, °C, конденсата на поверхности трубок $\tau = 0,5(T_n + t_{\text{ст}})$;

6) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°C), от пара к стенкам трубок, расположенных горизонтально;

$$\alpha_1 = \frac{0,77 (5500 + 65 \tau - 0,2 \tau^2)}{\sqrt[4]{(T_n - t_{\text{ст}}) m d_n}}$$

для подогревателей с вертикальными трубками

$$\alpha_1 = \frac{5500 + 65 \tau - 0,2 \tau^2}{\sqrt[4]{(T_n - t_{\text{ст}}) h}}$$

где h — расчетная высота трубок подогревателя, м;

7) коэффициент теплоперехода, ккал/(м²·ч·°C), от стенок трубок к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = (1400 + 18 t - 0,035 t^2) \frac{\omega_{\text{тр}}^{0,8}}{d_B^{0,2}};$$

8) коэффициент теплопередачи, ккал/(м²·ч·°C)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}}$$

где $\delta_{\text{ст}}$ — толщина стенки трубки, м; $\lambda_{\text{ст}}$ — коэффициент теплопроводности для латуни, равный 90 ккал/(м²·ч·°C) (при латунных трубках $\delta_{\text{ст}}/\lambda_{\text{ст}} = 0,000011$);

9) средняя логарифмическая разность температур, °C, в подогревателе

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(T_n - t_2) - (T_n - t_1)}{2,3 \lg \frac{T_n - t_2}{T_n - t_1}};$$

значения $\Delta t_{\text{ср}}$ находят по номограмме на рис. 24.5;

10) площадь, м², поверхности нагрева подогревателя

$$F = \frac{Q}{\mu K \Delta t_{\text{ср}}},$$

где μ — коэффициент, учитывающий накипь и загрязнение трубок (см. табл. 24.1).

¹ См. приложение XV.

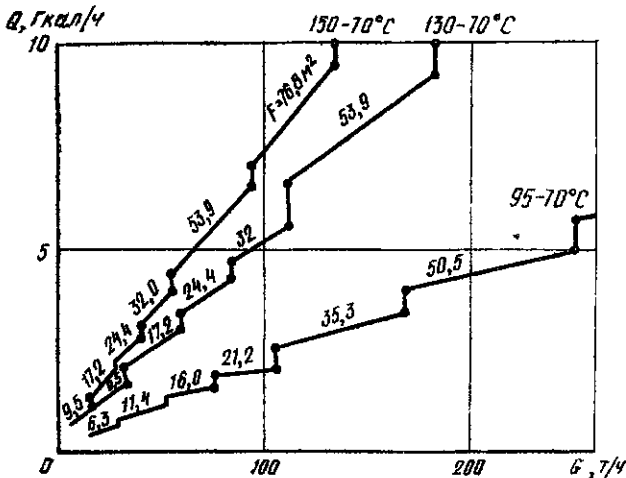
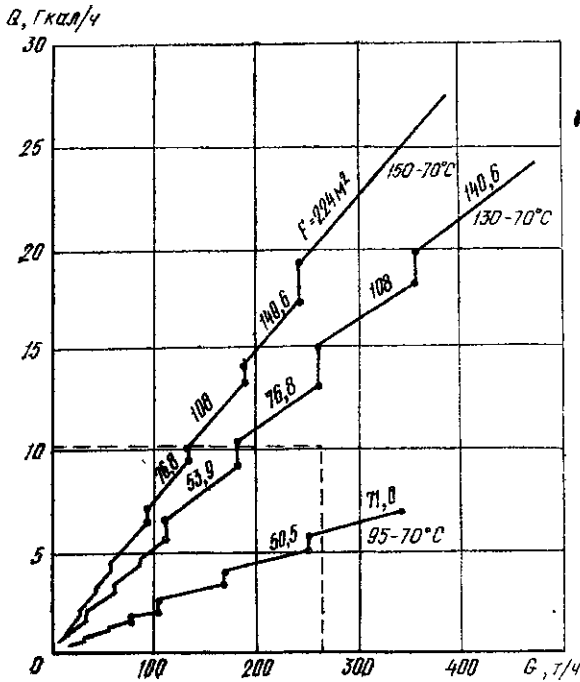


Рис. 24.9. Номограммы для определения площади F поверхности нагрева подогревателей

Ориентировочный расчет пароводяных подогревателей для приготовления воды с наиболее распространенными параметрами может производиться также по графикам, приведенным в альбоме «Водоподогреватели», серия А6-51. Изд. Сантехпроект, 1970 (рис. 24.9).

Пример 24.5. Выбрать подогреватель теплопроизводительностью 5 Гкал/ч для теплоснабжения по температурному графику 150–70°С (см. рис. 24.9).

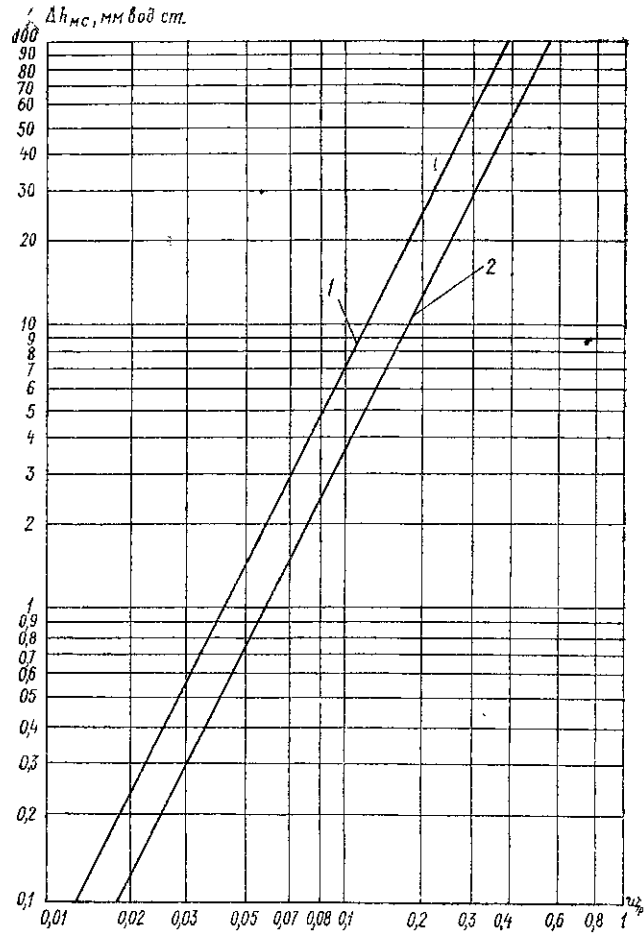


Рис. 24.10. Номограмма для определения потерь давления $\Delta h_{м.с}$ в местных сопротивлениях подогревателей

1 — пароводяного четырехходового; 2 — пароводяного двухходового и емкостного «Энергия»

Решение. Из точки $Q=5$ Гкал/ч на оси ординат проводим горизонтальную линию до линии температурного графика 150–70°С. Точка их пересечения соответствует подогревателю с площадью поверхности нагрева 53,9 м².

Выбираем четырехходовой подогреватель с диаметром корпуса 630 мм, длиной секции 3 м, площадью поверхности нагрева 53,9 м².

Гидравлический расчет. Величину потерь давления на трение в трубках и в местных сопротивлениях определяют по формуле, мм вод. ст.:

$$\Delta h = Rlp + \Delta h_{м.с},$$

где R — удельные потери давления на трение, мм вод. ст./м;

l — длина секции, м;

p — число ходов;

$\Delta h_{м.с}$ — потери давления в местных сопротивлениях.

Величину Rl определяют обычным путем, а величину $\Delta h_{м.с}$ — по номограмме на рис. 24.10.

Раздел VI. ВОДОПРОВОД

Глава 25. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

25.1. Основы проектирования внутренних систем водопровода

Внутренний водопровод проектируется для подачи воды непосредственно потребителю.

Система внутреннего водопровода включает: вводы, водомерные узлы, стояки, магистральную и разводящую сети с подводками к санитарным приборам или технологическим установкам, водоразборную, запорную и регулирующую арматуру. В зависимости от назначения здания, местных условий и технологии производства в систему внутреннего водопровода могут входить насосные установки и водопроводные баки, резервуары и другие сооружения, расположенные как внутри здания, так и около него.

Внутренние системы водопровода устраивают с целью обеспечения водой хозяйственно-питьевых, противопожарных и производственно-гигиенических нужд для производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, оборудуемых соответствующими системами канализации.

В производственных и вспомогательных зданиях хозяйственно-питьевой водопровод не обязателен в том случае, если отсутствует централизованный водопровод, а количество работающих на предприятии не превышает 25 человек в смену.

В проектах должны предусматриваться наиболее рациональное использование воды, а также экономичные и надежные в действии внутренние системы водопровода, учитывающие все местные условия и особенности проектируемого здания, возможность применения индустриального метода заготовки узлов систем водопровода и поточно-скоростного производства монтажных работ, удобство и экономичность эксплуатации систем, широкое использование оборудования и деталей, изготавливаемых промышленностью, увязка с архитектурно-строительной, технологической и другими частями проекта.

25.2. Источники и качество воды

Вода, подаваемая для хозяйственно-питьевых нужд потребителей производственных, вспомогательных, жилых и общественных зданий, по качеству должна удовлетворять следующим требованиям ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая»:

Бактериологические показатели

| | |
|--|-----|
| Общее количество бактерий на 1 мл неразбавленной воды (не более) | 100 |
| Количество бактерий группы кишечной палочки: определяемый по плотной элективной среде с применением концентраций бактерий на мембранных фильтрах в 1 л воды (коли-индекс) (не более) | 3 |
| при использовании жидких сред накопления (колититр) (не менее) | 300 |

Показатели токсических химических веществ воды

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Бериллий (Be^{2+}), мг/л | 0,0002 |
| Молибден (Mo^{2+}) | 0,5 |
| Мышьяк ($As^{3+}, 5+$) | 0,05 |
| Нитраты (по N) | 10 |
| Полиакриламид | 2 |
| Свинец (Pb^{2+}) | 0,1 |
| Селен (Se^{6+}) | 0,001 |
| Стронций (Sr^{2+}) | 2,0 |
| Фтор, мг/л: | |
| для I и II климатических районов | 1,5 |
| » III климатического района | 1,2 |
| » IV | 0,7 |
| Уран (U) природный и уран-238, мг/л | 1,7 |

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Радий-226 (Ra), Ку/л | 1,2 · 10 ⁻¹⁰ |
| Стронций-90 (Sr), Ку/л | 4 · 10 ⁻¹⁶ |

Органолептические показатели

| | |
|---|------|
| Запах при 20° С и при подогревании воды до 60° С, баллы (не более) | 2 |
| Привкус при 20° С, баллы (не более) | 2 |
| Цветность по платино-кобальтовой или имитирующей шкале, град (не более) | 20 |
| Мутность по стандартной шкале, мг/л (не более) | 1,5 |
| Допустимая концентрация в воде химических веществ | |
| Сухой остаток, мг/л | 1000 |
| Хлориды (Cl^-), мг/л | 350 |
| Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л | 50 |
| Марганец (Mn^{2+}), мг/л | 0,1 |
| Медь (Cu^{2+}), мг/л | 1,0 |
| Цинк (Zn^{2+}), мг/л | 5,0 |
| Остаточный алюминий (Al^{3+}), мг/л | 0,5 |
| Гексаметафосфат (PO_4), мг/л | 3,5 |
| Общая жесткость, мг-экв/л | 7,0 |

Примечания: 1 Водородный показатель (рН) должен быть в пределах 6,5—8,5

2. При использовании подземных вод без установок по обезжелезиванию воды, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы, содержание железа в воде, поступающей в водопроводную сеть, допускается до 1 мг/л.

После хлорирования вода не должна иметь хлорофеноловых запахов.

К смывным бачкам, смывным кранам и писсуарам может быть подведена вода непитьевого качества.

Вода относительно низкой температуры обычно требуется для охлаждения производственных агрегатов, а также для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

В воде, применяемой для охлаждения производственных агрегатов, содержание взвешенных веществ не должно превышать норм, указанных в табл. 25.1.

ТАБЛИЦА 25.1

ДОПУСТИМОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

| Охлаждающие устройства | Содержание взвешенных веществ, мг/л | |
|---|-------------------------------------|-----------|
| | круглогодное | в паводок |
| Холодильники коробчатого типа: | фурмы | 30 |
| | прочие холодильники | 60 |
| | Холодильники трубчатого типа: | |
| фурменные амбразурные шлаковые и чугунные лотки | 100 | 200 |
| прочие холодильники | 50 | 100 |

В воде, подаваемой на производственные нужды, содержание железа нежелательно во всех случаях. Для производств предельное содержание железа не должно превышать 0,1 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в воде, используемой для производственных нужд, допускается не более 100 мг/л, а для ряда производств (текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности и др.) требуется вода высокой степени прозрачности и в каждом отдельном случае определяется требованиями технологии производства.

Для пищевых предприятий должна подаваться вода питьевого качества.

Цветность воды для многих производств (текстильной, бумажной, искусственного волокна и др.) не должна превышать 15 град.

Наиболее важными показателями химического состава воды являются жесткость, содержание железа, содержание других химических соединений, вредных для технологии.

Для котлов высокого давления производительностью 2 т/ч и более жесткость воды и содержание кислорода не должны превышать норм, указанных в табл. 25.2.

ТАБЛИЦА 25.2

ДОПУСТИМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ И КОЛИЧЕСТВА КИСЛОРОДА В ВОДЕ, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В ВОДОТРУБНЫХ КОТЛАХ РАЗЛИЧНОГО ДАВЛЕНИЯ

| Давление, атм | Общая жесткость, мг-экв/л | Содержание кислорода, мг/л |
|---------------|---------------------------|--|
| 100 | 0,005 | 0,02 |
| 31,5—100 | 0,001 | 0,062 |
| 16—31,5 | 0,02 | 0,03 (при стальных экономайзерах) и 0,1 (при чугунных экономайзерах или без них) |
| до 16 | 0,3 | |

Глава 26. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОПРОВОДА

26.1. Характеристика систем водопровода различных зданий и сооружений

В зданиях могут быть следующие системы внутреннего водопровода: единый водопровод для подачи воды питьевого качества на все нужды; отдельные системы

водопровода — хозяйственно-питьевой и производственный (один или несколько); отдельные системы водопровода — хозяйственно-противопожарный и производственный (один или несколько); отдельные системы водопровода — хозяйственно-питьевой и производственно-противопожарный (возможны другие системы производственного водопровода или отдельно противопожарный водопровод); водопровод циркуляционный, состоящий из двух сетей: подающей и обратной; водопровод повторного использования в самом здании (с целью сокращения расхода воды).

Единый водопровод применяют при отсутствии или малой потребности (до 100 м³/сутки) воды на производственные нужды.

Не допускается соединение сетей хозяйственно-питьевого водопровода с сетями, подающими воду непитьевого качества. В исключительных случаях по согласованию с органами Государственного санитарного надзора допускается использование хозяйственно-питьевого водопровода в качестве резерва для водопровода, подающего воду непитьевого качества. В этом случае резервное соединение должно обеспечивать воздушный разрыв между сетями.

Прямоточные системы по типу сетей разделяют на три вида: тупиковые, кольцевые или закольцованные вводами и двойные сети.

Тупиковые сети применяют: в хозяйственно-питьевых водопроводах при устройстве только одного ввода; в производственных водопроводах в том случае, когда допускается перерыв в подаче воды на производственные нужды; при числе внутренних пожарных кранов до 12, если эти сети одновременно являются и противопожарными, а также в отдельных случаях при большом числе пожарных кранов, если внутренний водопровод питается водой от тупиковой наружной сети.

Тупиковые сети устраивают из труб различного или постоянного диаметра (рис. 26.1 и 26.2).

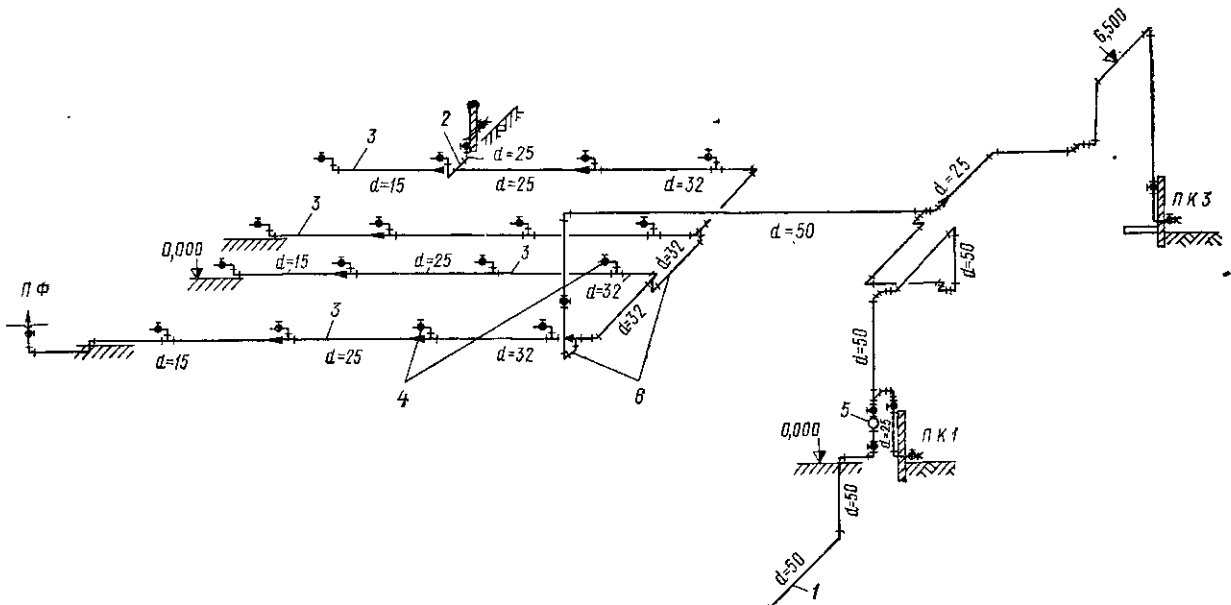


Рис. 26.1. Схема производственного водопровода завода железобетонных изделий

1 — ввод; 2 — прокладка линии в борозде пола; 3 — прокладка линий в полу; 4 — конденсаторы; 5 — водомер турбинный; 6 — прокладка труб в канале; ПФ — питьевой фонтанчик; ПК — поливочный кран

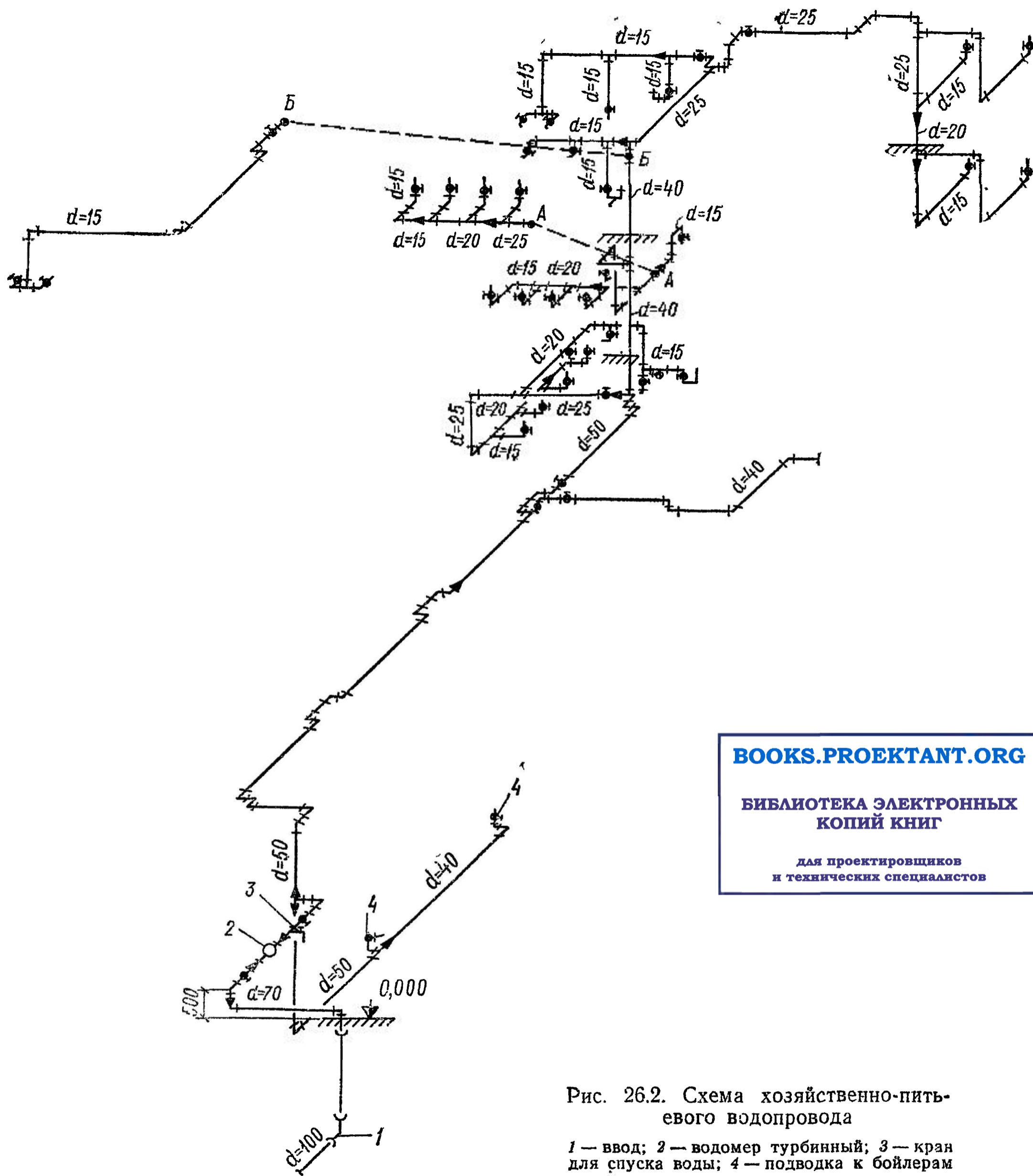


Рис. 26.2. Схема хозяйственно-питьевого водопровода

1 — ввод; 2 — водомер турбинный; 3 — кран для спуска воды; 4 — подводка к бойлерам

Кольцевые водопроводные сети применяют: в противопожарных водопроводах при 12 пожарных кранах и более; в производственных водопроводах, обслуживающих оборудование, которое требует непрерывной подачи воды.

Кольцевые сети, как правило, должны иметь два или несколько вводов. В кольцевой сети с несколькими вводами основная магистраль проектируется одного диаметра по всей длине.

Примером кольцевой сети может служить производственно-противопожарная сеть одного из химических корпусов (рис. 26.3).

Двойные сети применяют в тех случаях, когда при перерыве подачи воды может произойти авария на производстве.

Непрерывность подачи воды должна обеспечиваться как наружными, так и внутренними системами водоснабжения. Для обеспечения непрерывности подачи воды могут применяться следующие схемы сетей: кольцевая сеть с увеличенным числом вводов и установкой дополнительных задвижек или запорных вентилей и двойная сеть.

В кольцевой сети для питания оборудования, не допускающего перерыва в подаче воды, необходимо пре-

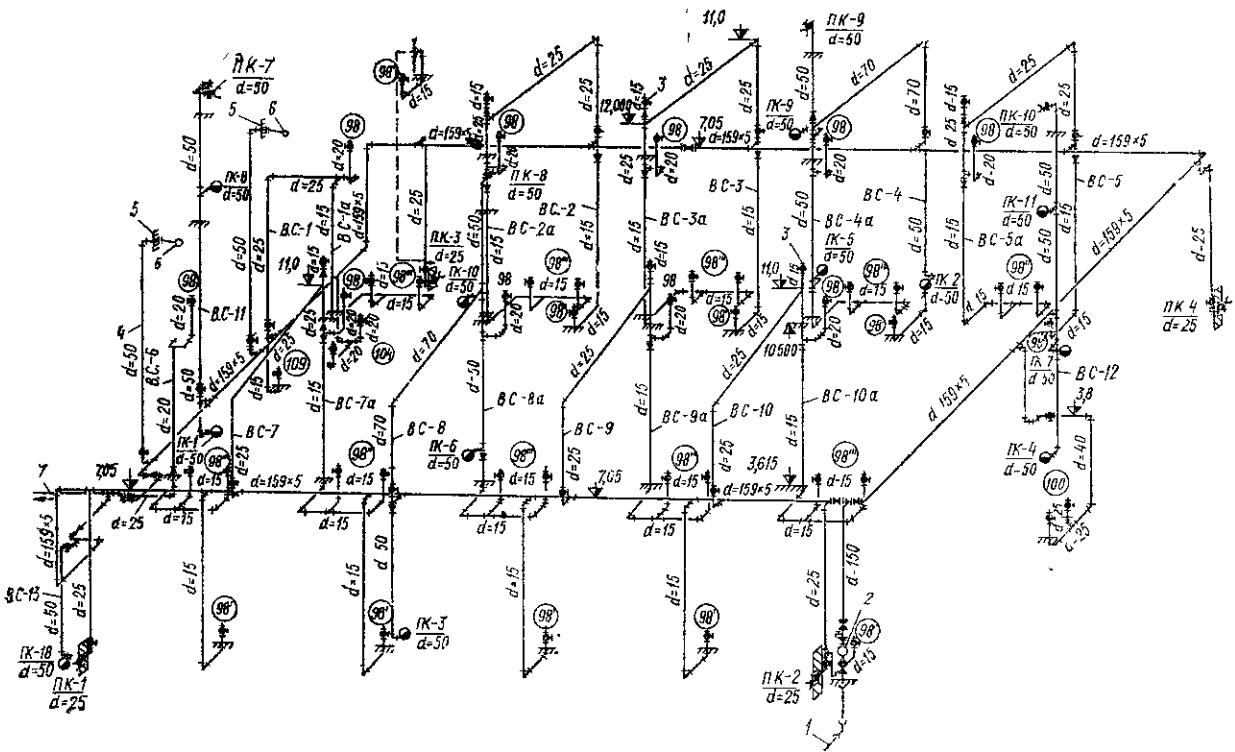


Рис. 26.3 Схема производственно-противопожарного водопровода

1 — ввод № 2, $d=150$ мм; 2 — водомер турбинный $d=100$ мм; 3 — выпуск воздуха, 4 — трубопровод подачи воды в бак; 5 — стенка бака; 6 — шаровый кран. 7 — подача воды в левую часть корпуса (цифры в кружках обозначают камеры подогревателей воды)

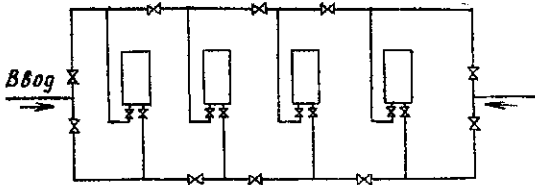


Рис. 26.4. Схема кольцевой сети производственного водопровода

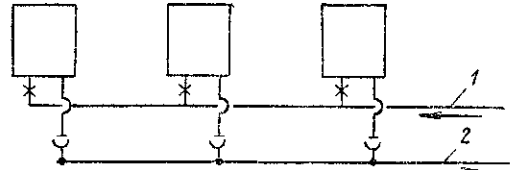


Рис 26.6 Схема двухступенчатого циркуляционного водопровода

1 — подающая магистраль, 2 — обратная магистраль

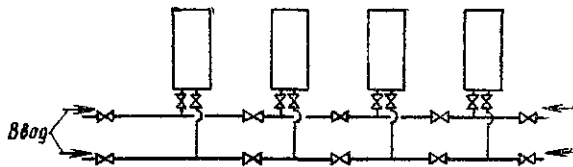


Рис. 26.5. Схема двойной сети производственного водопровода

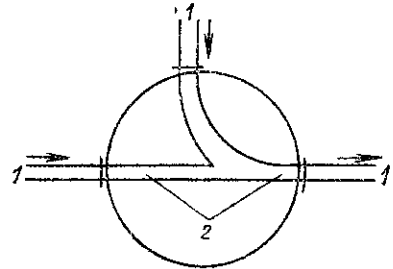


Рис. 26.7. Схема смотрового колодца на обратной линии
1 — труба, 2 — лотки

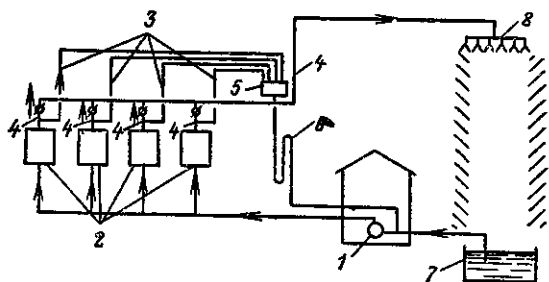


Рис. 26.8. Схема циркуляционного одноступенчатого водопровода

1 — насос; 2 — охлаждаемый агрегат; 3 — контрольные трубопроводы; 4 — отводные трубопроводы от агрегатов; 5 — контрольный бак; 6 — гидравлический затвор; 7 — сборный резервуар; 8 — радиатор

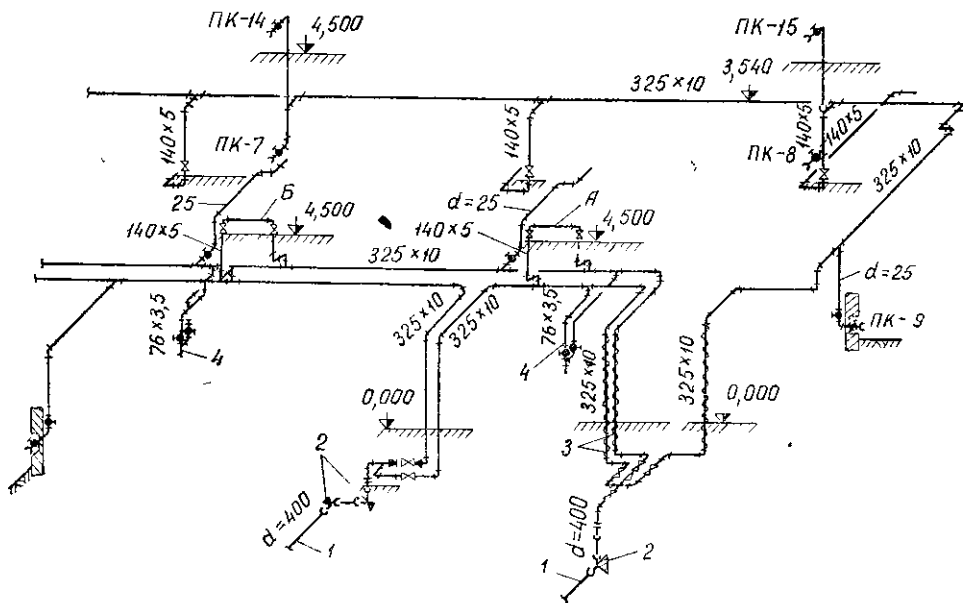


Рис. 26.9. Схема циркуляционного подающего водопровода завода ферросплавов

1 — ввод охлажденной воды; 2 — опоры; 3 — утепленные стояки; 4 — подводы к маслоохладителям; А — печь № 1; Б — печь № 2; ПК — поливочный кран $d = 25$ мм

Рис. 26.10. Схема циркуляционного подающего водопровода главного корпуса медносерного комбината

1 — вентиль $d = 25$ мм; 2 — наружная водопроводная магистраль

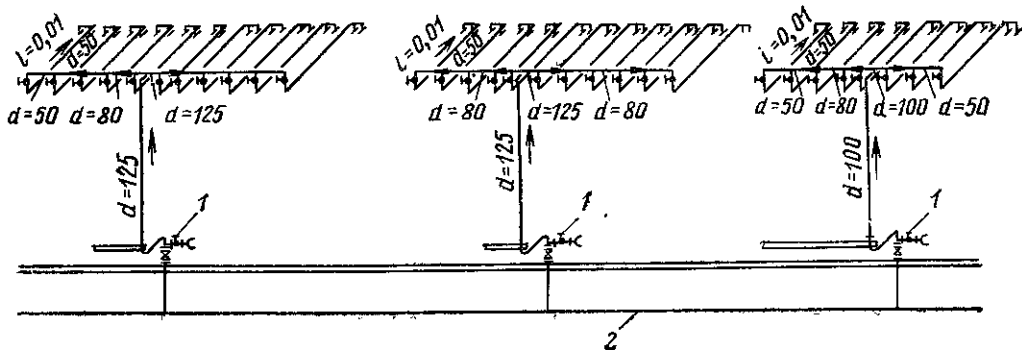


Рис. 26.11. Схема водопровода повторного использования воды от маслоохладителей в механическом цехе

1 — трубопровод для подачи воды из сети хозяйственно - противопожарного водопровода; 2 — сеть повторного использования воды; 3 — маслоохладители; 4 — ванны гальванического отделения; 5 — бак для регулирования подачи воды в сеть повторного использования; 6 — трубопровод для подачи воды от маслоохладителей; 7 — аварийный сброс воды в канализацию; 8 — подача воды из бака в термическое отделение

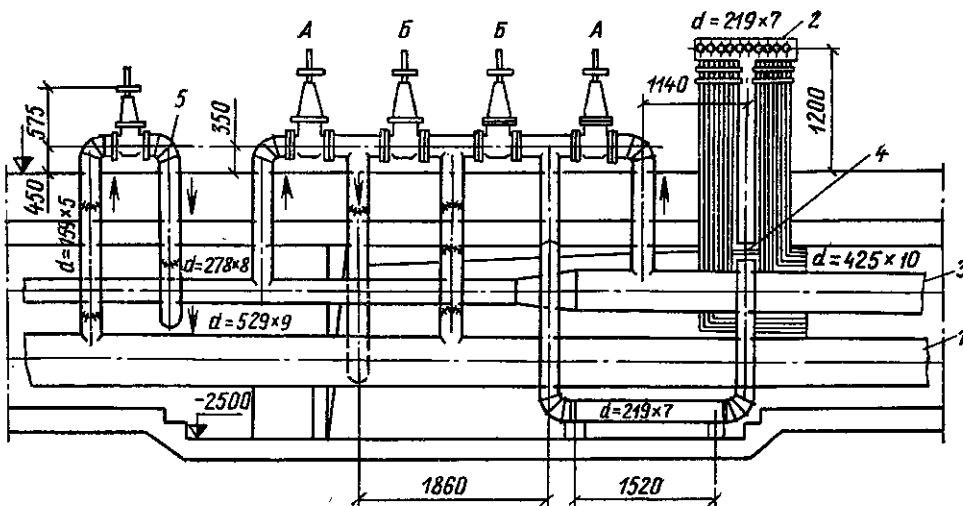
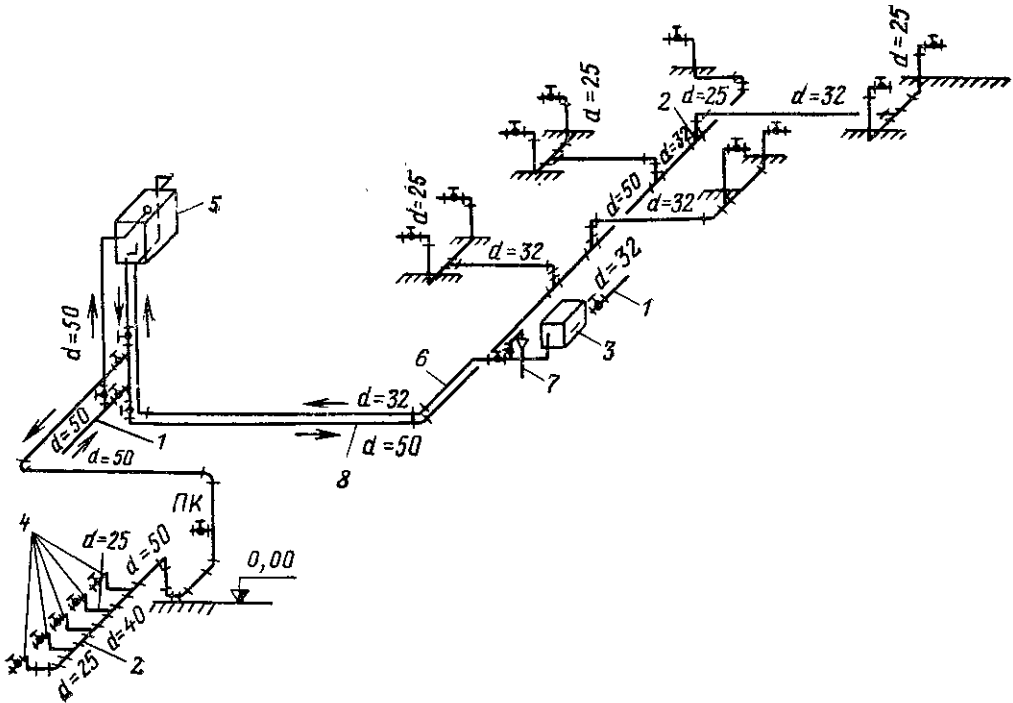


Рис. 26.12. Аварийное соединение водопроводов исходной и повторно используемой воды прокатного цеха

1 — сеть производственного водопровода; 2 — подвод повторно используемой воды; 3 — сеть воды повторного использования; 4 — измерительная диафрагма; 5 — подвод воды для охлаждения текстолитовых подшипников

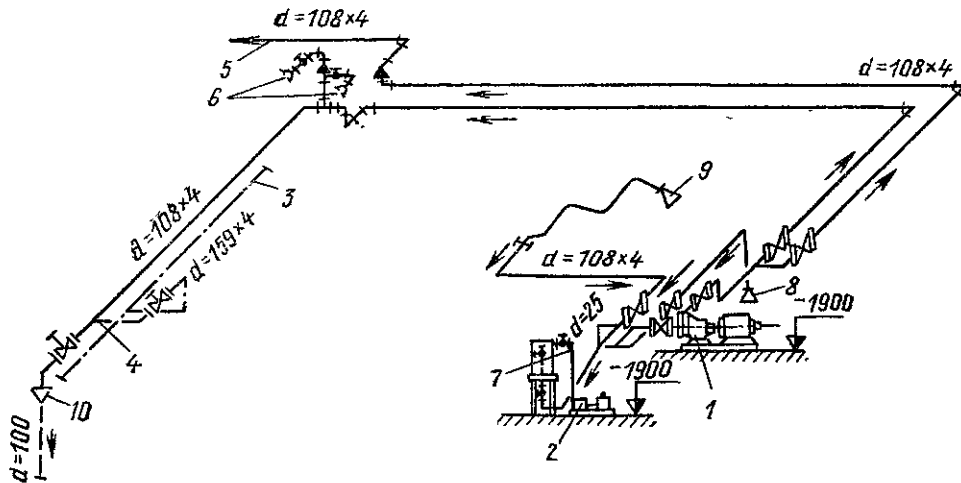


Рис. 26.13. Водопровод повторно используемой воды склада концентратов медеплавильного комбината

1—центробежный насос; 2—вакуум-насос; 3—производственный водопровод; 4—присоединение производственного водопровода; 5—подача в канал пульпопровода; 6—поливочные краны; 7—труба для заливки вакуум-насоса; 8—всасывающая воронка; 9—воронка для захвата осадка; 10—сливная воронка

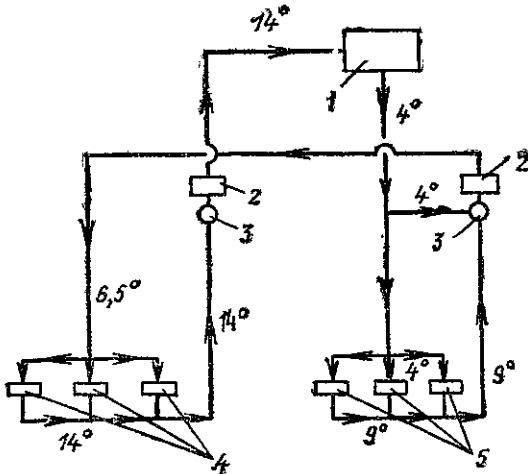


Рис. 26.14. Схема водопровода установки для кондиционирования воздуха

1—холодильная станция; 2—насосная станция; 3—запасный и смешительный резервуары; 4—кондиционеры, требующие воду с $t=6,5^\circ\text{C}$; 5—кондиционеры, требующие воду с $t=4^\circ\text{C}$

дусматривать возможность отключения любого агрегата и любого участка сети без прекращения подачи воды другим агрегатам (рис. 26.4). Это же правило должно быть соблюдено и при применении двойной водопроводной сети (рис. 26.5).

В кольцевой или двойной водопроводной сети необходимо предусматривать возможность замены любой задвижки на магистрали без прекращения подачи воды оборудованию

Циркуляционные системы состоят из двух сетей: подающей и обратной

В двухступенчатой системе подающая сеть, как правило, является напорной, а обратная — самотечной (рис. 26.6).

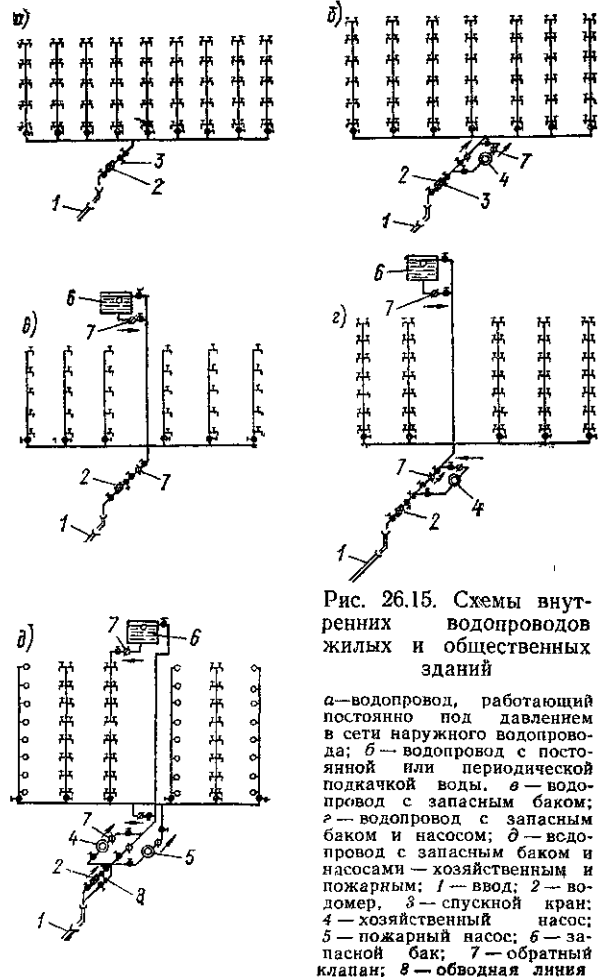


Рис. 26.15. Схемы внутренних водопроводов жилых и общественных зданий

а—водопровод, работающий постоянно под давлением в сети наружного водопровода; б—водопровод с постоянной или периодической подкачкой воды; в—водопровод с запасным баком; г—водопровод с запасным баком и насосом; д—водопровод с запасным баком и насосами — хозяйственным и пожарным; 1—ввод; 2—волокер; 3—спускной кран; 4—хозяйственный насос; 5—пожарный насос; 6—запасной бак; 7—обратный клапан; 8—обводная линия

Третья сеть в отличие от самотечных канализационных сетей имеет следующие особенности:

При расчете сети для отвода максимального расхода задаются диаметром труб, после чего определяют уклон трассы;

смотровые колодцы устанавливают по конструктивным соображениям, принимая их с открытыми люками ревизиями на закрытой сети и двойными люками (рис. 26.7).

При одноступенчатой схеме, как подающей, так и обратной, трубопроводы являются напорными и должны соответствовать требованиям, предъявляемым к напорным сетям (рис. 26.8).

Примером циркуляционного подающего напорного трубопровода по схеме двойной сети является водопровод для охлаждения печей и маслоохладительных колонок на ферросплавов (рис. 26.9).

Мелкие агрегаты, охлаждаемые водой, которые целесообразно объединить в отдельные узлы, целесообразно соединять к сборным магистралям циркуляционного трубопровода, прокладываемого вне зданий (рис. 26.10).

Системы повторного использования воды Повторное использование воды может осуществляться как в самом здании, так и вне его.

При повторном использовании воды в здании предусматривают специальный водопровод со всеми необходимыми установками: насосной, баками, резервуарами и т.д. Примером системы повторного использования воды является водопровод механического цеха (рис. 26.11).

В данной системе вода после охлаждения маслоохладителей поступает в напорный бак, из которого распределяется для термического и гальванического отделений.

В системах со значительным расходом воды целесообразно устанавливать напорные регулирующие баки или запасные резервуары из-за их больших размеров. В таких случаях для обеспечения бесперебойной подачи воды следует предусматривать автоматизацию работы водопроводов.

Примером применения автоматизации может служить схема с автоматически действующими задвижками для системы повторного использования воды в одном из прокатных цехов (рис. 26.12). При прекращении подачи воды повторного использования или при подаче ее в недостаточном количестве автоматически перекрываются задвижки (задвижки А закрываются, задвижки Б открываются) и вместо воды повторного использования подается исходная вода.

Для автоматического выброса лишней воды, поступающей в систему повторного использования, устанавливают контактные манометры.

Повторное использование воды применяют также для извлечения и утилизации сырья (рис. 26.13).

Отработавшую воду после кондиционеров целесообразно использовать для охлаждения другого оборудования. Если некоторые кондиционеры требуют воду более высокой температурой, следует применять схему (рис. 26.14). По этой схеме из холодильной станции воды с температурой 4°С подают на кондиционеры первой очереди, где она нагревается до 9°С, а затем поступает в резервуар-смеситель, в который также поступает вода с температурой 4°С. После смешивания воду с температурой 6,5°С подают на кондиционеры второй очереди. Воду, нагретую до температуры 14°С, направляют в холодильную станцию.

Применение систем водопровода по режиму их работы приведено в табл. 26.1.

В жилых зданиях высотой 17 этажей и более, административных зданиях, гостиницах, пансионатах, са-

наториях, домах отдыха, производственных и вспомогательных зданиях высотой более 50 м предусматривается зонирование водопровода. Высота зоны определяется из расчета максимально допустимого гидростатического напора у нижних пожарных кранов и хозяйственных или производственных водоразборных точек. При зонировании водопровода подача воды может быть предусмотрена от водонапорных или гидропневматических баков, а также непосредственно от наружного водопровода. Имеющееся давление во внешней водопроводной сети используется для подачи воды в нижние этажи зданий.

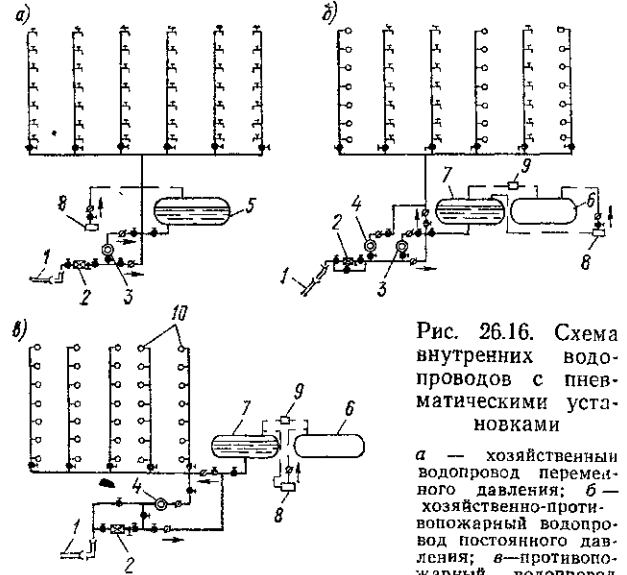


Рис. 26.16. Схема внутренних водопроводов с пневматическими установками

а — хозяйственный водопровод переменного давления; б — хозяйственно-противопожарный водопровод постоянного давления; в — противопожарный водопровод постоянного давления. 1 — ввод; 2 — водомер; 3 — хозяйственный насос; 4 — пожарный насос; 5 — воздушно-водяной пневматический бак; 6 — воздушный пневматический бак; 7 — водяной пневматический бак; 8 — компрессор; 9 — редукционный клапан; 10 — пожарные краны

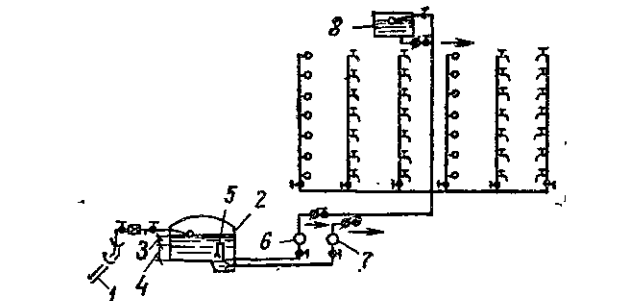


Рис. 26.17. Схема внутренних водопроводов с запасными резервуарами и с разрывом струи воды

1 — ввод наружного водопровода; 2 — запасный подземный резервуар; 3 — запас воды на хозяйственные нужды; 4 — запас воды на тушение пожара; 5 — отверстие для разрыва струи; 6 — хозяйственный насос; 7 — напорный насос; 8 — напорный бак

ТАБЛИЦА 26 I
РАЗЛИЧНЫЕ СИСТЕМЫ ВОДОПРОВОДА И РЕЖИМ
ИХ ДЕЙСТВИЯ

| Система | Применение системы |
|--|---|
| Под постоянным давлением наружного водопровода без специальных устройств (рис. 26.15, а) | В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах, когда гарантируемое давление в наружной сети достаточно для создания необходимых напоров у всех водопотребителей, включая пожарные краны |
| С местными повысительными устройствами постоянно-го или периодического действия без запасных баков (рис. 26.15, б) | В хозяйственно-питьевом, противопожарном и объединенном водопроводах при постоянной или периодической недостаточности давления в наружной сети |
| С запасными водонапорными баками, заполняемыми периодически под давлением наружного водопровода без повысительных устройств (рис. 26.15, в) | В особых случаях хозяйственно-питьевых водопроводов, когда расходы воды незначительны, а установка насосов затруднена |
| С баками и насосами для повышения давления (рис. 26.15, г) | Для хозяйственно-питьевых, противопожарных и объединенных водопроводов при значительной разности давления в том случае, когда возможна установка баков |
| С пневматическими установками постоянного или переменного давления (рис. 26.16) | То же, когда возможно и целесообразно устройство пневматической установки для автоматических пожарных систем |
| С разрывами струн, с запасными резервуарами и повысительными устройствами для подачи воды в сеть или одновременно в сеть и в запасные емкости (водонапорные баки) (рис. 26.17) | То же, когда требуется сразу получить большой расход воды из наружной сети для тушения пожаров и необходимо обеспечить обмен воды в резервуарах |
| Зонного водоснабжения с запасными баками и без баков (рис. 26.18) | В многоэтажных зданиях высотой 17 этажей и более или более 50 м, когда давление в наружной сети достаточно для снабжения четырех этажей и более и когда давление во внутренних водопроводах без применения зонного водоснабжения может превышать допустимое давление 60 м |
| Циркуляционного водоснабжения и повторного использования воды | При высоком тарифе или дефиците воды, больших расходах ее, возможности и технико-экономической целесообразности циркуляции воды повторного использования (например, в фонтанах) |
| С запасными уравнительными баками (рис. 26.19) | При необходимости снижения давления у водоразборной аппаратуры и обеспечения запаса воды, например в банях, прачечных |

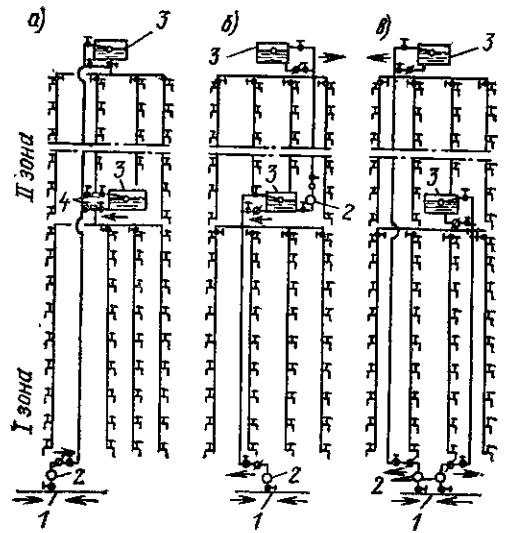


Рис. 26.18. Схема зонных водопроводов зданий, в системах которых статическое давление превышает 60 м

а — водопровод с подачей воды во все зоны одной группой насосов; б — водопровод с последовательной подачей воды из более низкой зоны в более высокую; в — водопровод с параллельной подачей воды во все зоны насосами различных групп; 1 — ввод; 2 — насос; 3 — напорный бак; 4 — редукционный клапан

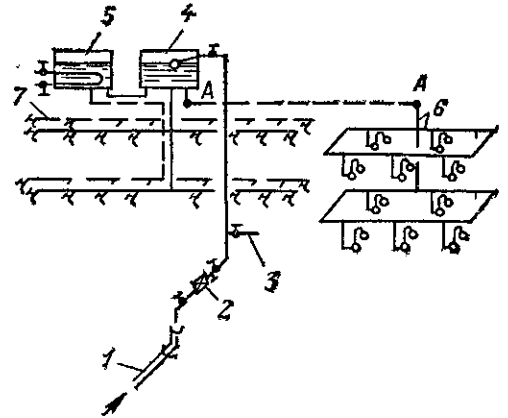


Рис. 26.19. Схема внутренних водопроводов с уравнительными баками

1 — ввод; 2 — водомер; 3 — хозяйственная сеть; 4 — бак холодной воды; 5 — бак горячей воды; 6 — сеть холодной воды к душам и умывальникам; 7 — сеть горячей воды

В зданиях высотой 17—25 этажей (более 50 м) водопроводные сети каждой зоны (объединенные и раздельные, хозяйственно-питьевые, противопожарные и производственные) закольцовываются по вертикали. При отсутствии в здании промежуточных технических этажей вместо кольцевания по вертикали допускается закольцовывать сеть в горизонтальной плоскости. В зданиях высотой 25 этажей и более внутренние сети каждой зоны закольцовывают по вертикали и по горизонтали.

ТАБЛИЦА 26.2

**ПЕРЕЧЕНЬ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ,
ПОДЛЕЖАЩИХ ОБОРУДОВАНИЮ АВТОМАТИЧЕСКИМИ
СРЕДСТВАМИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

| Здания | Помещения |
|---|--|
| <p>Склады (независимо от ведомственной принадлежности)</p> <p>Здания без фонарей при ширине более 60 м</p> | <p>Помещения складов горючих материалов площадью 1000 м² и более, а также негорючих материалов в сгораемой упаковке площадью 1500 м² и более; указанные помещения складов, расположенные в подвале площадью 700 м² и более. Помещения хранения шерсти, пушнины, мехов и меховых изделий, склады каучука (независимо от площади).</p> <p>Помещения складов горючих материалов и негорючих материалов в сгораемой упаковке при высоте штабелей или стеллажей более 5,5 м</p> <p>Со взрывопожароопасными и пожароопасными производствами</p> |
| <p>Предприятия по обслуживанию автомобилей</p> | <p>Помещения для хранения автомобилей и постов технического обслуживания и ремонта автомобилей (кроме постов мойки автомобилей) в гаражах высотой два этажа и более, в подземных гаражах и гаражах, расположенных под мостами, а также в одноэтажных зданиях предприятий по обслуживанию автомобилей, в которых площадь помещения для хранения автомобилей или постов технического обслуживания и ремонта автомобилей составляет 7000 м² и более</p> |
| <p>Магазины универсальные, театры, клубы</p> <p>Здания с электронно-счетными и вычислительными машинами</p> | <p>По соответствующим главам СНиП</p> <p>Залы электронно-счетных и вычислительных машин, подвальные пространства и технические этажи, помещения перфокарт и перфолент, табуляторные и коммуникационные</p> |

26.2. Противопожарные системы водопровода

Во внутренние водопроводы для пожаротушения вода подается непосредственно от наружной сети через стояки прямо или через промежуточную регулировочную камеру. Потребный напор определяется по формуле

$$H_{\text{потр}} = h_c + H_{\text{св}} + \Delta z, \quad (26.1)$$

- где h_c — потери напора на вводах и во внутренней сети;
 $H_{\text{св}}$ — свободный напор у водоразборного устройства;
 Δz — разность отметок ввода в здание и наиболее высоко расположенного водоразборного устройства.

А. СПРИНКЛЕРНЫЕ И ДРЕНЧЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

Наряду с пожарными кранами некоторые здания и сооружения (табл. 26.2), особо опасные в пожарном отношении, необходимо оборудовать спринклерными и дренчерными установками.

Водяная спринклерная система применяется в отапливаемых помещениях с температурой воздуха выше 5°С. Водяная система полностью заполняется водой. Водяной секции водяной системы должно быть не более 800 спринклеров.

Воздушная спринклерная система используется в неотапливаемых помещениях с температурой воздуха ниже 5°С. Воздушная система (контрольно-наблюдательного клапана) заполняется сжатым воздухом, а в КСК — водой: в ней устанавливается до 800 спринклеров.

Смешанная система устраивается в тех зданиях, где имеются смежные помещения с различным температурным режимом. Эта система состоит как бы из двух систем: воздушной с воздушным КСК и водяной с водяным КСК. Общими между воздушной и водяной системами являются водопитатели.

В смешанной системе должно быть не более 1400 спринклерных головок, из них 600 в воздушной и 800 в водяной системе. Спринклерные головки являются водопитателями всей спринклерной системы. В настоящее время применяют спринклерные головки с металлическим и стеклянным замком.

Спринклеры изготавливают на различные температурные режимы (табл. 26.3).

Диаметр срыска (отверстие в диафрагме) спринклерной головки 12,75 мм. Площадь пола, защищенная одним спринклером, в помещениях повышенной пожарной опасности при наличии горючих материалов более

Продолжение табл 26 2

| Здания | Помещения |
|--|--|
| Научно-исследовательские институты и лаборатории | Помещения с уникальным оборудованием, приборами и материалами, лабораториями, установки со взрывопожароопасными производствами, а также помещения хранения и выдачи уникальных изданий, отчетов, рукописей и других документов особой ценности |

Примечания 1 Выбор средств пожаротушения (вода, пена, газ или порошок) определяется технологическими требованиями и технико-экономическим обоснованием

2 Наиболее эффективная высота использования спринклерных систем до 8 м, максимальная — 10 м

3 Помещения складов, не указанные в перечнях министерств и ведомств, должны быть оборудованы автоматическими средствами пожаротушения согласно п 1 данного перечня

4 Здания и помещения, не включенные в данный перечень, подлежат оборудованию автоматическими установками пожаротушения согласно перечням, утвержденным министерством или ведомством и согласованным с Госстроем СССР и Главным управлением пожарной охраны МВД СССР

ТАБЛИЦА 26 3

ТЕМПЕРАТУРА ВСКРЫТИЯ СПРИНКЛЕРНЫХ ГОЛОВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБСЛУЖИВАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ

| Температура вскрытия, °С | Нормальная температура помещения, °С | Цвет окраски штуцера и рамки |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 72 | <40 | Без окраски |
| 93 | 41—60 | Белый |
| 141 | 61—100 | Синий |
| 182 | 101—140 | Красный |

200 кг на 1 м² не должна превышать 9 м, в остальных случаях — 12 м Расстояние от розетки спринклера до плоскости несгораемого перекрытия должно быть не более 0,4 м, при трудносгораемом и сгораемом перекрытиях — не более 0,3 м, причем расстояние между розеткой спринклера и конструкцией, под которой он устанавливается, принимается не менее 0,08 м

При сгораемых односкатных и двухскатных перекрытиях расстояние по горизонтали от спринклеров до стел и конька должно быть не более 0,8 м, а при несгораемых и трудносгораемых перекрытиях — не более 1,5 м

В помещениях повышенной пожарной опасности расстояние между спринклерами принимается не более 3 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 1,5 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1 м

Во всех остальных менее пожароопасных помещениях расстояние между спринклерами принимается не более 4 м, между спринклерами и несгораемыми стенами и перегородками — не более 2 м, между спринклерами и сгораемыми и трудносгораемыми стенами и перегородками — не более 1,2 м

Рекомендуется применять самостоятельные системы с водонапорным баком или пневматической установкой, предназначенными только для создания давления и сохранения необходимого количества воды для спринклерной системы

Дренчерные системы бывают неавтоматического (ручного) и автоматического действия Для дренчерных

систем должно быть два водопитателя автоматический действующий, предназначенный для тушения пожара в первые 10 мин, и основной для тушения пожара в последующие 60 мин

В зависимости от степени пожарной опасности защищаемых объектов применяют следующие системы

1) заливные — в помещениях взрывоопасных производств,

2) сухотрубные — в помещениях невзрывоопасных производств

В заливных системах дренчеры устанавливают розетки вверх, а в сухотрубных — вверх или вниз Каждая секция или завеса обслуживается отдельными клапанами группового действия, задвижкой или вентилем управления

Площадь пола, защищаемая одним дренчером, 9 м Расстояние между дренчерами 3 м, между дренчерами и стенами или перегородками 1,5 м Расстояние между дренчерами, орошаемыми вертикальные плоскости или предназначенными для создания водяных завес, определяется из условия расхода воды 0,5 л/с на 1 м ширины орошаемой плоскости или проема

Дренчеры применяют лопаточные с выходным отверстием диаметром 12 мм (в диафрагме) или розеточные (для создания водяной завесы) с выходным отверстием диаметрами 10, 12 и 16 мм

Автоматическое включение дренчерных установок обеспечивается одним из следующих побудительных устройств

а) при наличии клапанов группового действия — побудительным трубопроводом с тросовой системой, имеющей легкоплавкие замки, а также гидравлической и пневматической системами,

б) при наличии задвижек и вентилях с электроприводом — электрическими системами с электрическими датчиками.

Все побудители (спринклеры, легкоплавкие замки и электрические датчики) необходимо устанавливать на расстоянии не более 0,4 м от перекрытия. Расстояние (по горизонтали) между легкоплавкими замками побудительной тросовой системы не должно превышать во взрывоопасных производствах 2,5 м, а в невзрывоопасных 3 м.

Не допускается установка запорной арматуры и фланцевых соединений на питательных и распределительных трубопроводах

Принимаются следующие расстояния между опорами (подвесками) трубопроводов

Условный проход трубопровода, мм 15 20 25 32 40 50 70 80 100 125 150

Максимальное расстояние между креплениями трубопровода, м 2,5 3 3,5 4 4,5 5 6 6 6 7 8

Расход воды на противопожарную защиту зданий принимают по специальным нормам Расход воды на 1 м² площади пола защищаемого помещения должен быть не менее 0,1 л/с

Для зданий и помещений, в которых основным сгораемым материалом являются каучук, резинотехнические изделия, киноплёнки на нитрооснове, целлулоид и изделия из него и другие аналогичные материалы, расход воды следует принимать не менее 0,3 л/с на 1 м² площади пола

При определении диаметров трубопроводов рекомендуется принимать следующую скорость движения воды в них в подводящих и питательных трубопроводах не более 3 м/с и в распределительных трубопроводах не более 10 м/с Гидравлический расчет спринклер-

ных установок производится на два случая питания сети: от автоматического и основного водопитателя.

Гидравлический расчет дренажных установок производится исходя из условия одновременного действия всех дренажей расчетной секции или завесы при работе как от автоматического, так и от основного водопитателя.

Расчетный расход воды (л/с) через спринклер или дренажер определяют по формуле

$$Q^2 = B_n H, \quad (26.2)$$

B_n — характеристика истечения оросителя (спринклера, дренажера), л²/с²·м; принимается по табл. 26.4 в зависимости от диаметра выходного отверстия спринклера или дренажера;

H — свободный напор у спринклера или дренажера, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 26.4

ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ B_n

| Оросители | Диаметр отверстия истечения, мм | Значения B_n , л ² /с ² ·м |
|------------------------|---------------------------------|--|
| Спринклер | 16 | 0,391 |
| | 12 | 0,122 |
| | 10 | 0,059 |
| Дренажер розеточный | 16 | 0,391 |
| | 12 | 0,122 |
| | 10 | 0,059 |
| » лопаточный | 12 | 0,122 |

Характеристика B_n определена при коэффициенте расхода 0,7.

Свободный напор у наиболее удаленного и высокоположенного спринклера или дренажера следует принимать не менее 5 м вод. ст.

Потери напора H_k в контрольно-сигнальных клапанах и клапанах пружинного действия определяют по формулам, приведенным в табл. 26.5.

ТАБЛИЦА 26.5

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПОРА В КОНТРОЛЬНО-СИГНАЛЬНЫХ КЛАПАНАХ И КЛАПАНАХ ГРУППОВОГО ДЕЙСТВИЯ

| Контрольно-сигнальные клапаны | Марка клапана | Диаметр клапана, мм | Формулы |
|-------------------------------|---------------|---------------------|---|
| Водяной | ВС-100 | 100 | $H_k = 0,00302 Q^2$ $H_k = 0,000869 Q^2$ |
| | ВС-150 | 150 | |
| Воздушно-водяной | ВВ-100 | 100 | $H_k = 0,00726 Q^2$ $H_k = 0,00208 Q^2$ |
| | ВВ-150 | 150 | |
| Воздушный | В-150 | 150 | $H_k = 0,0016 Q^2$ $H_k = 0,048 Q^2$ |
| | ГД-65 | 65 | |
| Группового действия | ГД-100 | 100 | $H_k = 0,00634 Q^2$ $H_k = 0,0014 Q^2$ |
| | ГД-150 | 150 | |

Примечание. Q — расход воды через клапан, л/с; H_k — потери напора в клапане, м вод. ст.

В качестве источника для бесперебойного водоснабжения могут быть использованы: а) промышленные и городские системы водопровода; б) естественные и искусственные водоёмы; в) артезианские скважины.

При маломощных источниках предусматривают запасные резервуары для хранения неприкосновенного запаса воды с учетом расхода на спринклерные и дренажные установки в течение 1 ч.

Для работы установки необходимо предусматривать автоматические и основные водопитатели. При одном водопитателе, включающемся автоматически, следует иметь устройства для подачи воды в спринклерные и дренажные сети передвижными пожарными насосами.

В качестве автоматического водопитателя спринклерных и дренажных установок можно принимать водонапорные баки, пневматические установки, хозяйственно-противопожарные или производственные водопроводы, обеспечивающие требуемые расходы воды и постоянный напор в сетях до включения основного водопитателя. Водонапорные и воздушно-водяные баки пневматических установок при ручном включении насосов должны содержать неприкосновенный запас воды для работы спринклерных или дренажных установок (до включения насоса) в течение 10 мин. Для спринклерных установок в течение 10 мин должен обеспечиваться расход воды 10 л/с, для дренажных — расход, обеспечивающий одновременную работу всех дренажей расчетной секции.

При автоматическом включении насосов, обслуживающих спринклерные и дренажные установки, запас воды в воздушно-водяных баках пневматических установок и водонапорных баках надлежит принимать равным 1,5 м³ при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение до 35 л/с и 3 м³ при расчетном расходе воды более 35 л/с. При самотрубных установках расчетный запас воды увеличивается на величину емкости трубопровода максимальной по объему секции. При включении основного водопитателя водонапорные баки и пневматические установки автоматически отключаются. Основной водопитатель должен обеспечить работу спринклерных и дренажных установок в течение 1 ч при подаче расчетного расхода воды ко всем водопотребителям.

Схема автоматического электроуправления предусматривает автоматический запуск рабочего насоса, автоматический запуск резервного насоса, автоматическое переключение электропитания цепей управления с рабочего фидера на резервный (если предусмотрено проектом).

Включение и выключение насосов может быть местное из помещения насосной и дистанционное из помещения пожарного поста.

В качестве побудителей для автоматического запуска насосов используют реле давления, реле уровня, электроконтактные манометры, электроводяные сигналы, тепловые, дымовые и другие извещатели пожарной сигнализации.

При установке компрессора для наполнения сжатым воздухом пневматических баков запуск его производится только вручную из помещения, где размещены пневматические баки.

У задвижек с электродвигателями необходимо предусматривать световую сигнализацию трех положений задвижек: «открыто», «закрыто», «включена муфта». В помещении пожарной охраны объекта должна быть предусмотрена сигнализация следующих видов: а) световая, извещающая о наличии напряжения на рабочем и резервном фидерах; б) звуковая, свидетельствующая об отсутствии напряжения на рабочем фидере (при исчезновении напряжения на резервном фидере гаснет лампа); в) световая и звуковая, свидетельствующие о включении насосов; г) световая и звуковая, извещающие о начале работы спринклерной (дренажной) установки.

Б. ПОЖАРОТУШЕНИЕ ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНОЙ

Для тушения пожаров в резервуарных парках на складах I и II категории предусматривают следующие системы пожаротушения:

- а) стационарные — при наземных резервуарах емкостью каждого 5000 м³ и более;
- б) передвижные — при наземных резервуарах емкостью менее 5000 м³ и при подземных резервуарах любой емкости

Примечания 1 Стационарная система пожаротушения состоит из насосов, резервуаров для приготовления растворов, трубопроводов для подачи растворов к резервуарам и другим объектам склада и пеногенераторов

2 К передвижным относятся системы пожаротушения, в которых все оборудование и материалы для подачи пены доставляются к месту пожара

3 Для тушения пожаров на складах нефти и нефтепродуктов следует применять воздушно-механическую пену высокой кратности Средства и методы пожаротушения других легковоспламеняющихся или горючих жидкостей выбирают в каждом отдельном случае в зависимости от свойств этих жидкостей

4 Для резервуаров со стационарными крышами и потолками дополнительно предусматривается охлаждение передвижными средствами от гидрантов, установленных на трубопроводах стационарной системы пожаротушения

На складах III категории допускается подача воды на охлаждение резервуаров с нефтью и нефтепродуктами и на тушение пожаров мотопомпами или автососами из противопожарных водоемов или резервуаров Должно быть не менее двух водоемов или резервуаров; емкость каждого из них определяется расчетом, но должна быть не менее 100 м³ Водоемы и резервуары размещают на расстоянии не более 200 м от обслуживаемых объектов при тушении пожаров автососами и не менее 150 м — мотопомпами.

При расположении резервуарных парков на расстоянии менее 200 м от естественных водоемов и при возможности устройства к ним подъездов и площадок для пожарных автомобилей или мотопомп противопожарные резервуары не устраивают. в зданиях различных, расфасовочных и раздаточных, продуктовых насосных, зданиях для хранения нефтепродуктов в таре и др. при экономической целесообразности принимается такая же система пожаротушения, как и для резервуарного парка данного склада.

При стационарной системе тушения пожаров в резервуарном парке вдоль железнодорожных и автомобильных сливо-наливных устройств, а также к речным и морским причалам прокладывают трубопроводы для подачи раствора на тушение пожаров с помощью передвижных пеногенераторов

За расчетный расход воды принимается один из наибольших расходов на пожаротушение отдельных объектов.

СПКБ противопожарной автоматики Всесоюзного объединения Союзспецавтоматика разработаны новые системы автоматического пожаротушения высокократной пеной

Система В-275 предназначена для защиты отдельных наиболее пожароопасных участков производственных и складских помещений в различных отраслях промышленности (трансформаторные камеры, реакторы, помещения топливных насосов, масляные закалочные ванны, испытательные стенды двигателей внутреннего сгорания, покрасочные и сушильные камеры и т. п.), в которой в качестве огнегасящего состава применяется высокократная пена.

Основные технические данные системы: объем подаваемой пены за время тушения (с учетом коэффициента разрушения пены 3,5) 50, 100 и 200 м³; расчетное давление 3 кгс/см²; площадь орошения 28 м²; оросители — пеногенераторы типа ГМС-2000.

Воду на пенообразование рекомендуется использовать из производственного водопровода.

Глава 27. НОРМАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

27.1. Нормы водопотребления, коэффициенты неравномерности и расходы воды

Расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях промышленных предприятий приведены в табл. 27.1.

ТАБЛИЦА 27.1

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

| Цехи | Норма расхода воды на 1 чел в смену, л | Коэффициент часовой неравномерности |
|---|--|-------------------------------------|
| Сс значительными тепловыделениями {более 20 ккал/(м ² ·ч)} | 45 | 2,5 |
| Прочие | 25 | 3 |

Примечания: 1 Нормы водопотребления не включают расход воды на полив территории предприятия, пользование дуцами и в столовых

2 Нормы расхода воды на 1 душевую сетку принимают из расчета 500 л за 45 мин

Нормы расхода воды в гаражах на мытье одной автомашины принимаются при ручном мытье из шланга на одну легковую автомашину 500—700 л, на грузовую 700—1000 л, при механизированном мытье на одну легковую 1000—1500 л, на грузовую 1500—2000 л. Расчетный расход воды на каждое моечное место в гараже принимается равным 1 л/с.

Расходы воды на полив территории приведены в табл. 27.2.

ТАБЛИЦА 27.2

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА ПОЛИВ ТЕРРИТОРИИ

| Характеристика поливаемой территории | Расход воды на 1 полив, л/м ² |
|--|--|
| Усовершенствованные покрытия заводских проездов и площадей при механизированном поливе | 0,3—0,4 |
| при ручном поливе (из шлангов) | 0,4—0,5 |
| Зеленые насаждения | 3—4 |
| Газоны и цветники | 4—6 |

Примечание Количество поливов зависит от местных климатических условий

Нормы расхода воды в сутки максимального водопотребления и коэффициенты часовой неравномерности водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды для жилых и общественных зданий принимаются в зависимости от назначения зданий, степени благоустройства, климатических и других местных условий по табл. 27.3

Нормы расхода воды на отдельные процедуры в жилых, общественных, производственных и вспомогательных зданиях приведены в табл. 27.4.

ТАБЛИЦА 27.3

**НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ЧАСОВОЙ
НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ЖИЛЫХ
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

| Потребитель | Единица потребления | Норма расхода воды в сутки максимального водопотребления | Коэффициент часовой неравномерности водопотребления |
|---|---------------------|--|---|
| Жилые дома квартирного типа с водопроводом и канализацией: | | | |
| а) без ванн | 1 житель | 80—110 | 1,5—1,4 |
| б) без ванн с газоснабжением | то же | 100—125 | 1,4—1,35 |
| в) с ваннами и водонагревателями, работающими на твердом топливе | » | 120—150 | 1,35—1,3 |
| г) с ваннами и газовыми водонагревателями | » | 150—200 | 1,3—1,25 |
| д) с ваннами и быстродействующими газовыми водонагревателями с многоточечным водоразбором | » | 200—250 | 1,3—1,25 |
| е) с ваннами и централизованным горячим водоснабжением | » | 250—300 | 1,25—1,2 |
| Общественные: | | | |
| а) без душевых | » | 50—75 | 2,5 |
| б) с душевыми | » | 75—100 | 2,5 |
| в) с душевыми, столовыми, прачечными | » | 100—120 | 2 |
| Гостиницы и пансионаты: | | | |
| а) с общими ваннами | » | 100—120 | 2,5 |
| б) с ваннами в отдельных номерах, составляющих до 25% общего количества номеров | » | 200—250 | 2,5 |
| в) то же, 75% | » | 250—350 | 2 |
| г) с ваннами во всех номерах | » | 300—400 | 2 |
| Больницы, санатории общепромышленного типа и дома отдыха с общими ваннами и душевыми | 1 койка | 250—300 | 2,5 |
| Санатории и дома отдыха ваннами во всех жилых мнатах | то же | 300—400 | 1,6 |
| Больницы и санатории с железобетонными | » | 500 | 1,5 |
| Поликлиники и амбулатории | 1 больной | 15 | 2,5 |
| То же, с грязеводолечением | 1 кафедра в 1 ч | 3000 | 1 |
| Прачечные: | | | |
| а) немеханизированные | 1 кг сухого белья | 40 | 1 |
| б) механизированные | то же | 60—90 | 1 |
| Бани (без плавательных бассейнов) | 1 посетитель | 125—180 | 1 |
| Предприятия общественного питания: | | | |
| а) приготовляющие пищу, потребляемую на предприятии | 1 блюдо | 12 | 1,5 |
| б) то же, продаваемую на дом | то же | 10 | 1,5 |

Продолжение табл. 27.3

| Потребитель | Единица потребления | Норма расхода воды в сутки максимального водопотребления | Коэффициент часовой неравномерности водопотребления |
|--|----------------------------|--|---|
| Плавательные бассейны: | | | |
| а) пополнение бассейна | % объема бассейна | 10 | 1 |
| б) для спортсменов (с учетом приема душа) | 1 человек | 100 | 2 |
| в) для зрителей | 1 место | 3 | 2 |
| Детские ясли-сады с пребыванием детей: | | | |
| а) дневным | 1 ребенок | 75 | 3 |
| б) круглосуточным | то же | 100 | 3 |
| Административные здания | 1 работающий | 10—15 | 2 |
| Кинотеатры | 1 место | 3—5 | 2 |
| Клубы | 1 место и 1 посетитель | 10 | 1,5 |
| Театры: | | | |
| а) для зрителей | 1 место | 10 | 2 |
| б) для артистов | 1 артист | 40 | 2 |
| Учебные заведения и общеобразовательные школы: | 1 учащийся и преподаватель | 15—20 | 2 |
| Стадионы и спортзалы — для физкультурников (с учетом приема душа) | 1 физкультурник, 1 место | 3 | 2 |
| Полив территории: | | | |
| а) спортивных площадок для игр и других открытых спортивных сооружений, зеленых насаждений и дорожек | 1 м ² | 1,5 | 2 |
| б) травяного покрова футбольного поля | то же | 3 | 2 |
| в) поверхности катка | » | 0,5 | — |
| г) усовершенствованных покрытий тротуаров, площадей, заводских проездов (полив из шланга) | » | 0,4—0,5 | — |
| д) зеленых насаждений, газонов и цветников | » | 3—6 | — |
| Школы-интернаты | 1 место | 200—220 | 1 |
| Пионерские лагеря | то же | 200—250 | 2,5 |
| Обслуживающий персонал общественных зданий | 1 человек в смену | 25 | 2,5 |

Примечания: 1. Норма водопотребления на 1 койку в больницах, санаториях и домах отдыха и на 1 место в пионерских лагерях и школах-интернатах дана с учетом расхода воды столовой и прачечной.

2. Норма водопотребления на 1 работающего в административном здании включает расход воды на посетителей; расход воды на столовую следует учитывать дополнительно.

3. Расход воды на охлаждение агрегатов холодильных установок и кондиционирование воздуха в приведенные нормы водопотребления не включен и должен учитываться отдельно.

4. Норма водопотребления 400 л принимается для зданий высотой более 10 этажей с повышенными требованиями к их благоустройству.

5. При непосредственном разборе горячей воды из теплосети, а также от квартальных или районных котельных расчетный расход холодной воды в здании при расчете трубопровода должен определяться с коэффициентом 0,7.

6. В таблице дана норма на 1 полив; количество поливов в сутки принимают в зависимости от климатических условий.

ТАБЛИЦА 274

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ НА 1 ПРОЦЕДУРУ ИЛИ 1 ПРИБОР

| Санитарные приборы | Единица измерения | Норма водопотребления, л |
|--|-------------------|--------------------------|
| Жилые здания | | |
| Ванна сидячая длиной 1200 мм с душем | 1 процедура | 250 |
| Ванна с душем длиной, мм: | | |
| 1500—1550 | то же | 275 |
| 1650—1700 | » | 300 |
| Ванна без душа | » | 200 |
| Душ с душевым поддоном: | | |
| глубоким | » | 230 |
| мелким | » | 100—120 |
| Умывальник | » | 3—5 |
| Смыв унитаза | » | 6—8 |
| Мойка кухонная | » | 8—10 |
| Общественные здания | | |
| Баня типов: | 1 посетитель | |
| русского | то же | 125—180 |
| комбинированного | | 250—300 |
| Кабины: | | |
| ванные | » | 500 |
| душевые | » | 400 |
| Водоразборная колонка в мыльне | 1 ч | 1000—1500 |
| Ванна без душа в мыльне (или душевой) | то же | 600 |
| Душевая сетка в мыльне | » | 800 |
| Ножная ванна | » | 200 |
| Мытье полов мылен, душевых, парильных и дезинфекционных камер | 1 м ² | 3—5 |
| Умывальники: | | |
| в парикмахерской | 1 ч | 10 |
| » раздевалне или уборной | то же | 100 |
| в кабинете врача | » | 30—40 |
| в аптеке | 1 сутки | 60 |
| Мойка в магазине | 1 ч | 120 |
| Унитаз: | | |
| в уборных общественного пользования | 1 сутки | 600 |
| в вокзальных уборных | то же | 1000 |
| Ванна: | | |
| обычная в водолечебнице | 1 ч | 900 |
| субаквальная | то же | 700 |
| с подводным массажем | » | 3000 |
| контрастная | » | 800 |
| Душ для смыва лечебной грязи | » | 200 |
| Водоразборный кран или мойка в столовых, кафе, чайных, кондитерских, буфетах | » | 250 |
| Производственные и вспомогательные здания | | |
| Индивидуальный душ в бытовых помещениях | 1 процедура | 40—60 |
| Душевая сетка в групповых душевых | 45 мин | 500 |

ТАБЛИЦА 275

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ, ДИАМЕТРЫ ПОДВОДОВ К ПРИБОРАМ И ЗНАЧЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТОВ

| Приборы и арматура | Эквивалент | Расход воды, л/с | Диаметр условного прохода труб, мм |
|---|------------|------------------|------------------------------------|
| Кран: | | | |
| раковины | 1 | 0,2 | 10—15 |
| умывальника | 0,33 | 0,07 | 10—15 |
| писсуара настенного | 0,17 | 0,035 | 10—15 |
| мойки | 1—1,5 | 0,2—0,3 | 15—20 |
| смывной унитаза | 6—7 | 1,2—1,4 | 25—32 |
| Смывной бачок | 0,5 | 0,1 | 10—15 |
| Смеситель ванны с водоподогревателем, работающим на твердом топливе | 1 | 0,2 | 15 |
| с газовым водонагревателем | 1 | 0,2 | 15 |
| с централизованным горячим водоснабжением | 1,5 | 0,3 | 15 |
| Биде, гигиенический душ | 0,35 | 0,07 | 10—15 |
| Душ: | | | |
| в групповых установках | 1 | 0,2 | 15 |
| проходной ножной в бассейнах | 1 | 0,2 | 15 |
| в квартирах | 0,67 | 0,14 | 15 |
| Питьевой фонтанчик | 0,17 | 0,035 | 10—15 |
| Кран: | | | |
| лабораторной раковины | 0,5 | 0,1 | 15 |
| лабораторной мойки | 1 | 0,2 | 15 |
| полновочный | 1,5—2,5 | 0,3—0,5 | 20—25 |
| лабораторный для водоструйного насоса | 0,7 | 0,15 | 15 |
| водоразборной колонки в мыльне | 0,2 | 0,4 | 20 |
| Ванна ножная | 0,6 | 0,12 | 10—15 |

Примечание. До освоения промышленностью водоразборной и смесительной арматуры $D=10$ мм, а также стальных одноканальных труб $D=10$ мм допускается применение подводок к приборам $D=15$ мм.

ТАБЛИЦА 276

НОРМЫ РАСХОДА ВОДЫ И ЧИСЛО СТРУИ НА ВНУТРЕННЕЕ ПОЖАРОТУШЕНИЕ

| Здания | Число струй | Расход воды, л/с |
|---|-------------|------------------|
| Административные здания высотой 6—12 этажей и объемом до 25 000 м ³ включительно | 1 | 2,5 |
| То же, объемом более 25 000 м ³ | 2 | 2,5 |
| Гостиницы и общежития высотой 4 этажа и более объемом до 25 000 м ³ включительно | 1 | 2,5 |
| То же, объемом более 25 000 м ³ | 2 | 2,5 |
| Больницы и другие лечебно-профилактические учреждения, детские ясли-сады, детские дома, Дома ребен- | 1 | 2,5 |

Продолжение табл. 27.6

Продолжение табл. 27.6

| Здания | Число струй | Расход воды, л/с |
|---|--------------------------------|------------------|
| Дома пионеров, спальные корпуса пионерских лагерей, спальные помещения интернатов, магазины, залы, предприятия общественного питания и бытового обслуживания, ломы объемом 5000—25000 м ³ включительно | 2 | 2,5 |
| То же, объемом более 25000 м ³ | 1 | 2,5 |
| Санатории, пансионаты, дома отдыха, мотели, музеи, библиотеки, здания постоянных выставок, здания конструкторских и проектных организаций объемом 7500—25000 м ³ включительно | 2 | 2,5 |
| То же, объемом более 25000 м ³ | 1 | 2,5 |
| Помещения общим строительным объемом 5000—25000 м ³ , расположенные под трибунами на стадионах, и торговые залы объемом до 25000 м ³ включительно | 2 | 2,5 |
| То же, объемом более 25000 м ³ | 1 | 2,5 |
| Вспомогательные здания промышленных предприятий объемом до 25000 м ³ включительно | 2 | 2,5 |
| То же, объемом более 25000 м ³ | 1 | 2,5 |
| Актовые и конференц-залы, оборудованные стационарной киноаппаратурой, вместимостью 200—700 мест | 2 | 2,5 |
| То же, вместимостью более 700 мест | 2 | 2,5 |
| Жилые здания высотой до 16 этажей включительно | По соответствующим главам СНиП | |
| Театры, кинотеатры круглогодичного действия, клубы, дома культуры, цирки, концертные залы, научно-исследовательские институты | 2 | 2,5 |
| Производственные здания, высота высотой до 50 м и здания складов объемом до 500 м ³ и более при хранении в них сгораемых материалов и негоряемых материалов в сгораемой упаковке | По соответствующим главам СНиП | |
| Котельные и тепловые электростанции | 3 | 5 |
| Жилые здания высотой 17—25 этажей | 6 | 5 |
| более 25 этажей | 4 | 5 |
| Административные здания высотой более 50 м и объемом | 8 | 5 |
| до 50 000 м ³ | 8 | 5 |
| более 50 000 м ³ | 8 | 5 |
| Гостиницы, пансионаты, санатории и дома отдыха высотой более 50 м | 8 | 5 |
| Вспомогательные здания промышленных предприятий высотой более 50 м | 8 | 5 |

2 В актовых залах школ на 200—700 мест устройство противопожарного водопровода обязательно только в том случае, когда в качестве отделочных, акустических и других конструкций применяются сгораемые материалы без огнезащитной обработки. При этом следует принимать одну струю с расходом воды 2,5 л/с

3 Внутренние сети противопожарного водопровода каждой зоны здания высотой 17 этажей и более должны иметь два выведенных наружу патрубка диаметром 77 мм для присоединения рукавов пожарных автомашин

Расчетные секундные расходы воды санитарными приборами, диаметры подводок к ним, а также значения эквивалентов принимают по табл. 27.5.

Нормы расхода воды на производственные нужды (технологические процессы, охлаждение и мытье оборудования, мытье и поливку полов и т. д.) и коэффициенты неравномерности водопотребления следует принимать в соответствии с технологическим заданием и с учетом указаний по строительному проектированию отдельных отраслей промышленности.

Нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение приведены в табл. 27.6.

27.2. Свободные напоры

В хозяйственно-питьевых водопроводах необходимо постоянно поддерживать давление, достаточное для создания требуемого свободного напора в точках водоразбора (табл. 27.7). Максимальное давление в сети

ТАБЛИЦА 27.7

НЕОБХОДИМЫЕ (МИНИМАЛЬНЫЕ) СВОБОДНЫЕ НАПОРЫ

| Водопотребители | Минимальный свободный напор, м |
|--|--------------------------------|
| Водоразборные краны у раковин и моек, банные, туалетные, писсуарные краны, смывные бачки унитазов, душевые сетки, питьевые фонтанчики без регулятора расхода | 2 |
| Водоразборные краны со струевыпрямителями, краны лабораторные, краны-смесители и моек, смесители восходящих душей (биде) | 3 |
| Водонагреватели (колонки) для газового и твердого топлива | 4 |
| Регулируемые душевые сетки и смесители для ванн с душевыми сетками | 4 |
| Смывные краны: | |
| унитазов | 5—7 |
| писсуаров (при автоматической промывке) | 5 |
| Питьевые фонтанчики с регуляторами давления | 5—7 |
| Поливочные краны | 10 |
| Лабораторные краны для водоструйных насосов | 25/30 |
| Водолечебные кафедр | 10 |

Примечания: 1. Свободный напор у смывных бачков унитазов в верхних этажах в отдельных случаях может снижаться до 1 м

2. Свободный напор у водоподогревателей и регулируемых душевых сеток принимается на уровне установки индивидуальных смесителей.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струй пожарных кранов, расположенных на планшетах сцены колосникового типа, определяются расчетом

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высокорасположенных пожарных кранов, для повышения напоров устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском

Примечания: 1. Для обеспечения шести и более расчетных противопожарных струй допускается использовать пожарные краны на двух смежных стояках

В зданиях с зонным водоснабжением пожарные краны должны находиться под напором баков или хозяйственных насосов, обеспечивающих получение в любое время суток двух компактных струй производительностью 2,5 л/с каждая, длиной не менее 6 м в течение 10 мин

ТАБЛИЦА 27.8

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНОЙ СТРУИ q И НАПОР У ПОЖАРНЫХ КРАНОВ h_k В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА СПРЫСКОВ И РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ КОМПАКТНОЙ ЧАСТИ СТРУИ

| Высота компактной части струи, м | Диаметр sprыска наконечника пожарного ствола, мм | | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 13 | | 16 | | 19 | | 22 | |
| | q , л/с | h_k , м | q , л/с | h_k , м | q , л/с | h_k , м | q , л/с | h_k , м |

Пожарные краны $d=50$ мм

| | | | | | | | | |
|----|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|---|---|
| 6 | — | — | 2,6 | 9,2 10 | 3,4 | 8,8 10,4 | — | — |
| 8 | — | — | 2,9 | 12 13 | 4,1 | 12,9 14,8 | — | — |
| 10 | — | — | 3,3 | 15,1 16,4 | 4,6 | 16 18,5 | — | — |
| 12 | 2,6 | 20,2 21 | 3,7 | 19,2 21 | 5,2 | 20,6 24 | — | — |
| 14 | 2,8 | 23,6 24,5 | 4,2 | 24,8 26,3 | 5,7 | 24,5 28,5 | — | — |
| 16 | 3,2 | 31,6 32,8 | 4,6 | 29,3 31,8 | — | — | — | — |
| 18 | 3,6 | 39 40,6 | 5,1 | 36 40 | — | — | — | — |
| 20 | 4 | 47,7 49,7 | 5,6 | 44 48 | — | — | — | — |

Пожарные краны $d=65$ мм

| | | | | | | | | |
|----|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|
| 6 | — | — | 2,6 | 8,8 9 | 3,4 | 7,8 8,3 | 4,5 | 7,8 8,6 |
| 8 | — | — | 2,9 | 11 11,4 | 4,1 | 11,4 12,1 | 5,4 | 11,3 12,4 |
| 10 | — | — | 3,3 | 14 14,6 | 4,6 | 14,3 15,1 | 6,1 | 14,4 15,8 |
| 12 | 2,6 | 19,8 20,2 | 3,7 | 18 18,6 | 5,2 | 18,2 19,9 | 6,8 | 18 19,8 |
| 14 | 2,8 | 23 23,3 | 4,2 | 23 23,5 | 5,7 | 21,8 23 | 7,4 | 21,4 23,5 |
| 16 | 3,2 | 31 31,5 | 4,6 | 27,6 28,4 | 6,3 | 26,6 28 | 8,3 | 27 29,7 |
| 18 | 3,6 | 38 38,5 | 5,1 | 33,8 34,6 | 7 | 32,9 34,8 | 9 | 31,7 34,8 |
| 20 | 4 | 46,4 47 | 5,6 | 41,2 42,4 | 7,5 | 37,2 39,7 | 9,7 | 36,7 40,6 |

Примечание. Напоры у пожарных кранов определены с учетом сопротивления в непрорезиненных рукавах; в числителе даны значения h_k для рукавов длиной 10 м, в знаменателе — 20 м.

у кранов и санитарных приборов не должно превышать 60 м, а у пожарных кранов — 90 м. При давлении в наружной сети более 60 м следует устанавливать уменьшающие баки или регуляторы давления воды, а в межэтажных зданиях применять зонирование сети.

Необходимые постоянные свободные напоры у производственных агрегатов и систем вентиляции и кондиционирования воздуха принимаются в соответствии с требованиями технологии. Рекомендуется создавать постоянный свободный напор у производственных агрегатов не менее 5 м.

Постоянный свободный напор у внутренних пожарных кранов должен обеспечивать получение компактных пожарных струй требуемой высоты для тушения пожара самой высокой и удаленной части сгораемых или трудносгораемых конструкций. При несгораемой конструкции помещения напор должен обеспечивать тушение пожара самой высокой и удаленной части сгораемого оборудования, материалов и изделий. Высота компактной пожарной струи должна быть не менее 6 м.

Примечания: 1. Напоры у sprысков необходимо определять с учетом потерь напора в непрорезиненных рукавах длиной 10 или 20 м при диаметрах sprысков 13, 16, 19 и 22 мм.

2. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 50 мм, а для струй большей производительности — диаметром 65 мм.

3. В зданиях клубов и театров высота и производительность струй пожарных кранов, расположенных на планшетах сцене колодезного типа, определяются расчетом.

4. В зданиях, где постоянный напор в наружной сети недостаточен для действия высоко расположенных пожарных кранов, для повышения напора устанавливают пожарные насосы с дистанционным пуском от этих кранов или с автоматическим пуском.

Высоту или длину компактной пожарной струи (радиус действия ее компактной части) для полива пола определяют по формуле

$$S_k = R - l, \quad (27.1)$$

где R — радиус полива, м;

l — длина пожарного рукава, м.

Высоту компактной пожарной струи для полива перекрытия определяют по формуле

$$S_k = \sqrt{(H - h_0)^2 + l_1^2}, \quad (27.2)$$

где H — высота помещения или здания, м;

h_0 — высота расположения пожарного крана, м;

l_1 — расстояние (по горизонтали) от sprыска, м.

Расчетная производительность пожарной струи принимается в зависимости от необходимого радиуса действия компактной части пожарной струи и диаметра sprыска (табл. 27.8).

Потери напора, м, в пожарных непрорезиненных рукавах определяют по формуле

$$h = k_p q^2 l,$$

где q — производительность пожарной струи, л/с;
 k_p — коэффициент сопротивления в рукавах (удельное сопротивление 1 м);

l — длина рукава, м.

Для рукавов диаметром 50 мм $k_p = 0,012$, диаметром 65 мм $k_p = 0,00385$.

Глава 28. ВОДОПРОВОДНЫЕ СЕТИ

28.1. Особенности прокладки сетей

Внутри производственных зданий, как правило, предусматривается открытая прокладка магистральных и разводящих сетей водопровода по фермам, колоннам

стенам и под перекрытиями. Если открытую прокладку применить невозможно, допускается размещение водопроводных сетей в общих каналах с другими трубопроводами, кроме транспортирующих легко воспламеняющиеся, горючие или ядовитые жидкости и газы. Совместная прокладка хозяйственно-питьевых водопроводов с канализационными трубопроводами допускается только в проходных каналах. Специальные каналы для прокладки водопроводов применяют в исключительных случаях при соответствующем обосновании. Трубопроводы, подводящие воду к технологическому оборудованию, отдаленному от стен и колонн, можно прокладывать в полу или под полом.

Прокладка трубопроводов по фермам производственных зданий применяется в том случае, если местные краны не создают препятствия, а водопровод не является противопожарным (при металлических фермах). При этом необходимо при статическом расчете ферм и других конструкций учитывать дополнительную нагрузку от трубопроводов при диаметре их более 80 мм.

В жилых и общественных зданиях разводящие сети внутреннего водопровода прокладывают в подвальных и технических этажах, технических подпольях и технических чердаках, а при отсутствии их — в подпольных каналах первого этажа с трубопроводами отопления и горячего водоснабжения или под полом, устраивая съемный фриз, а также по стенам в местах, допускающих открытую прокладку трубопроводов. Стояки можно прокладывать открыто по стенам и перегородкам уборных, умывальных, душевых, кухонь и других помещений. В помещениях, к отделке которых предъявляются повышенные требования, трубопроводы прокладывают скрыто (в бороздах, шахтах и др.).

Размеры борозд, а также отверстий в стенах и перегородках для пропуска труб даны в табл. 28.1.

ТАБЛИЦА 28.1

РАЗМЕРЫ ОТВЕРСТИЙ И БОРОЗД В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

| Трубопроводы | Диаметр отверстия при открытой прокладке, см | Размеры борозд, см, при скрытой прокладке | |
|--|--|---|---------|
| | | ширина | глубина |
| Один водопроводный стояк диаметром до 50 мм | 10×10 | 13 | 13 |
| Два водопроводных стояка диаметром до 32 мм | 15×10 | 20 | 13 |
| Один водопроводный стояк и один канализационный стояк диаметром, мм: | | | |
| 50 | 20×15 | 20 | 13 |
| 100 | 25×20 | 25 | 20 |
| Два водопроводных стояка и один канализационный диаметр, мм: | | | |
| 50 | 20×15 | 25 | 13 |
| 100 | 35×20 | 38 | 20 |
| Подводка водопроводная | 10×10 | { 6 | 6 |

Примечания: 1. Для отверстий в перекрытиях первый размер означает длину (параллельную стене), а второй — ширину. Для отверстий в стенах первый размер означает ширину, а второй — высоту.

2. Отверстия в фундаментах зданий и сооружений для вводов должны иметь размер не менее 40×40 см.

3. В сборных строительных деталях отверстия и борозды выпяляют на заводах-изготовителях.

28.2. Изоляция трубопроводов

В помещениях с температурой воздуха ниже 2°С предусматривают различные мероприятия по предохранению трубопроводов от замерзания (тепловую изоляцию, постоянный проток воды, прокладку совместно с горячими трубопроводами, применение греющего кабеля и др.).

При возможности кратковременного снижения температуры до 0°С и ниже, а также при прокладке труб в зоне влияния наружного холодного воздуха (вблизи наружных входных дверей и ворот) применяют тепловую изоляцию труб.

На противопожарных сухих водопроводах неотапливаемых зданий запорные и спускные устройства располагают в отапливаемых помещениях или колодцах.

Магистральные трубопроводы, разводящие участки сети и подводки к приборам прокладывают с уклоном 0,002—0,005 для возможности спуска воды из них. Уклон разводящих участков водопроводной сети принимают в сторону стояков или водоразборных точек.

Скрытую прокладку труб применяют: в подземных туннелях, когда невозможно открытая прокладка; в зданиях с повышенными требованиями к отделке (бытовых и конторских помещениях, обеденных залах, коридорах и др.).

Подземные туннели (проходные одно- или двухсекционные, полупроходные и непроходные каналы) применяют в производственных зданиях при большом количестве технологических и водопроводных труб (рис. 28.1). Трубопроводы в туннелях размещают в разных ярусах и рядах. Не рекомендуется совмещать в одной секции туннеля водопроводные трубы, паропроводы и высоковольтные кабели.

Для магистралей большого диаметра устраивают специальный туннель (рис. 28.2).

ТАБЛИЦА 28.2

РАЗМЕРЫ ТУННЕЛЕЙ ПО ТИПОВЫМ ПРОЕКТАМ СЕРИИ ИС-01-05

| Размеры, мм, туннелей различных марок | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----------|------|-----------|------|------|
| Т150-Т240 | | Т300-Т420 | | Т240-Т420 | | |
| А | Н | А | Н | А | В | Н |
| 1500 | 2100 | 3000 | 2100 | 2400 | 5200 | 2400 |
| 1800 | | 3600 | | 3000 | 6400 | |
| 2100 | | 4200 | | 3600 | 7600 | |
| 2400 | 2400 | 3000 | 2400 | 4200 | 8800 | 3000 |
| 2100 | | 3600 | | 2400 | 5200 | |
| 2400 | | 4200 | | 3000 | 6400 | |
| | | 2400 | 3000 | 3600 | 7600 | 3000 |
| | | 3000 | | 4200 | 8800 | |
| | | 3600 | | 4200 | | |

В прокатных цехах для прокладки водопроводных труб рекомендуется использовать туннели для смыва окалины.

Примечание. Прокладка водопроводных труб в вентиляционных и дымовых каналах не допускается.

Водопроводы в бороздах, каналах, бетонных блоках, шахтах, кабинах, туннелях при совместной прокладке с теплосетями, а также в помещениях с повышенной влажностью в необходимых случаях изолируют от конденсации влаги на их поверхности.

Для спуска труб и арматуры в туннеле предусматривают монтажные люки, от которых труба транспорти-

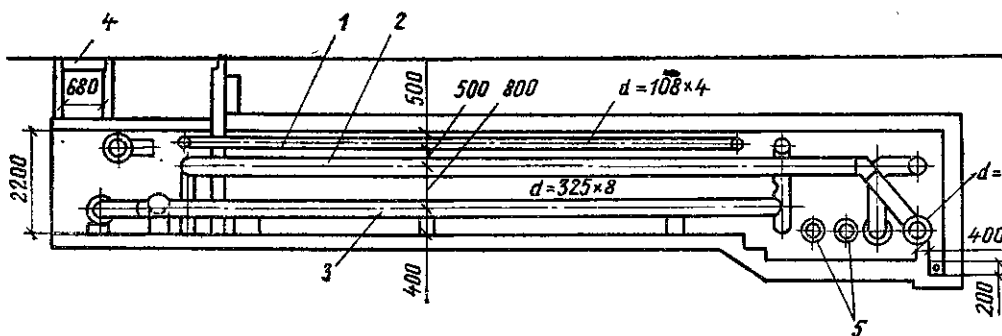


Рис. 28.1. Схема укладки в туннеле водопроводных и технологических трубопроводов
1 — хозяйственно-питьевой водопровод; 2 — производственный водопровод; 3 — водопровод повторно используемой воды; 4 — смотровой люк; 5 — технологические трубопроводы

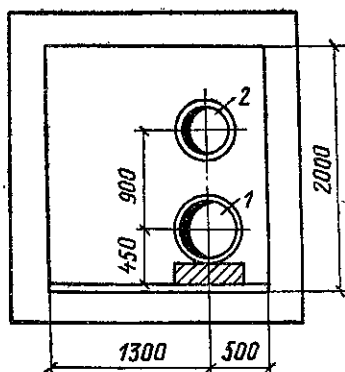


Рис. 28.2. Схема укладки в туннеле водопроводных труб большого диаметра
1 — противопожарный водопровод ($d=599 \times 9$);
2 — водопровод повторно используемой воды

руется к месту их укладки либо по монорельсу, прикрепляемому к перекрытию туннеля, либо на тележке. Основные размеры туннелей приведены в табл. 28.2.

Заглубление верха перекрытия принимается не менее 0,7 м и не более 2 м от поверхности грунта.

При прокладке в туннеле стальных трубопроводов длиной более 30 м необходимо проектировать мероприятия по компенсации возникающих напряжений. Для этого трубы укладывают на роликовые или скользящие опоры и на них устанавливают компенсаторы. Для эффективной работы компенсаторов трубопровод между ними должен быть закреплен неподвижными опорами — «мертвыми точками», которые рекомендуется предусматривать также в местах ответвлений труб от магистралей, проходящих вдоль туннеля.

ТАБЛИЦА 28.3

РАССТОЯНИЕ ОТ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ

| Условный диаметр труб, мм | Расстояния, мм | | | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|---|---|
| | до дна туннеля <i>c</i> | до стенки туннеля <i>a</i> | до перекрытия <i>e</i> | между трубопроводами (без прохода) <i>г</i> | между трубами или стеной (проходы) <i>к</i> |
| 300—400 | 500 | 500 | 600 | 500 | 800 |
| 500—600 | 500 | 500 | 600 | 500 | 800 |
| 700—800 | 600 | 600 | 600 | 600 | 1000—1250 |
| 1000—1200 | 700 | 700 | 700 | 700 | 1300—1600 |

Примечание Размеры указаны для трубопроводов без теплоизоляции.

28.3. Вводы

В табл. 28.3 приведены рекомендуемые расстояния от наружной поверхности труб до стенок, дна и перекрытия туннеля, а также между трубопроводами.

Участок трубопровода от ввода до наружной сети укладывают с уклоном не менее 0,003 в сторону наружной сети.

При прохождении ввода под стеной (ленточные фундаменты, большая глубина заложения ввода) стояк трубопровода прокладывают (для предохранения от промерзания) на расстоянии от внутренней поверхности стены до наружного края борта раструба трубопровода не менее 0,2 м (рис. 28.3).

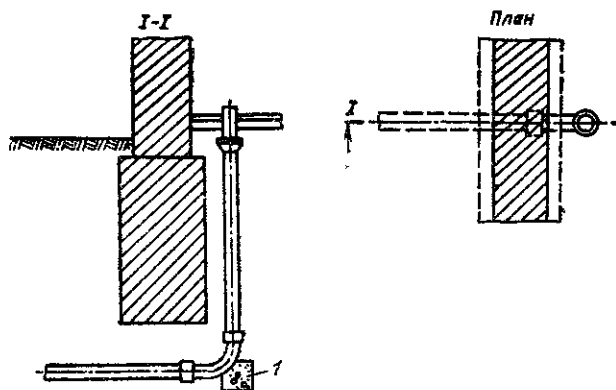


Рис. 28.3. Ввод водопровода при ленточном фундаменте
1 — бетонный или кирпичный упор

При пересечении ввода со стеной или фундаментом его необходимо предохранять от повреждения. Для этого оставляют зазор над трубой 0,1 м и заполняют водонепроницаемым эластичным материалом (мятой глиной).

В сухих грунтах при пересечении стен или фундаментов вводы рекомендуется прокладывать в футлярах из стальных труб (табл. 28.4) с последующей заделкой смоляной прядью и мятой глиной, а снаружи — цементным раствором (рис. 28.4).

Вводы в подвалы при влажных и мокрых грунтах прокладывают с применением ребристых патрубков, а при наличии грунтовых вод используют сальники (рис. 28.5 и 28.6). Размеры сальников приведены в табл. 28.4.

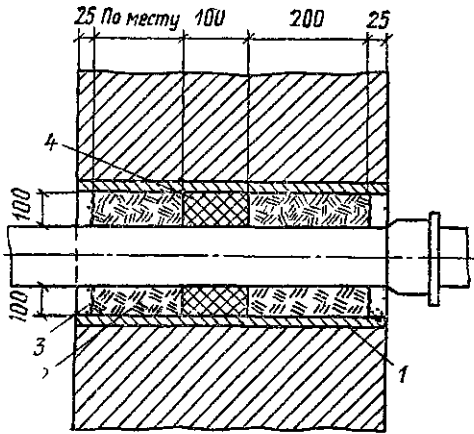
ТАБЛИЦА 28.4

ДИАМЕТР ФУТЛЯРОВ И САЛЬНИКОВ ДЛЯ ВВОДОВ

| Диаметр трубы ввода | Диаметр, мм | | |
|---------------------|-------------|---------|----------|
| | ввода | футляра | сальника |
| 25 | 25 | 219 | — |
| | 40 | 245 | — |
| | 50 | 273 | — |
| | 75 | 299 | — |
| | 100 | 325 | — |
| 50 | 50 | 273 | 89 |
| | 75 | 299 | 114 |
| | 100 | 325 | 152 |
| | 125 | 351 | 180 |
| | 150 | 377 | 194 |

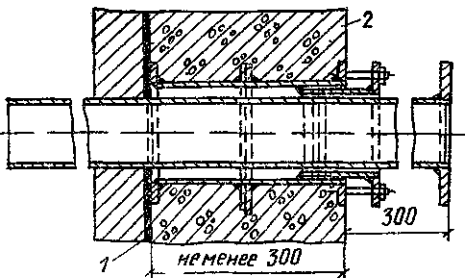
закрепляя отвод в его стенке, и при поворотах в вертикальной плоскости на 30° и более

При давлении в наружной сети более 5 кгс/см² в случае применения чугунных труб необходимо устраивать упоры на вводе у места подъема стояка



28.4 Ввод водопровода через стену подвала в сухих грунтах

1 — стальная труба 2 — мятая глина 3 — заделка цементным раствором 4 — смоляная прядь



28.5 Ввод водопровода с сальником через стену подвала при наличии грунтовых вод

1 — гидроизоляция, 2 — бутобетон

На поворотах трубопроводов в горизонтальной или вертикальной плоскости, стыки которых (раструбы, фланцы) не выдерживают осевых усилий, устраивают упоры, рассчитанные на максимальное давление при использовании трубопровода

На стальных трубопроводах упоры следует предусматривать при расположении угла поворота в колодце,

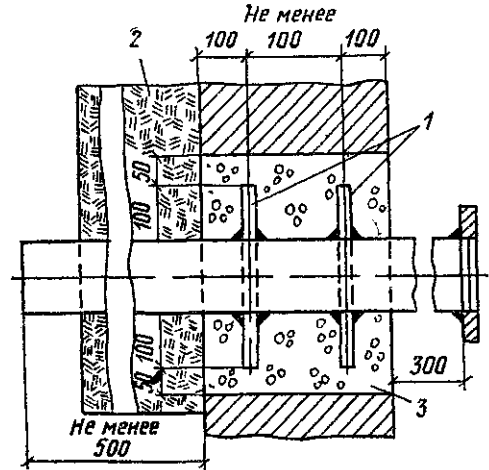


Рис 28.6 Ввод водопровода с ребристым патрубком через стену подвала во влажных и мокрых грунтах

1 — ребра приварные, 2 — замок из мятой глины, 3 — заделка бетонным раствором

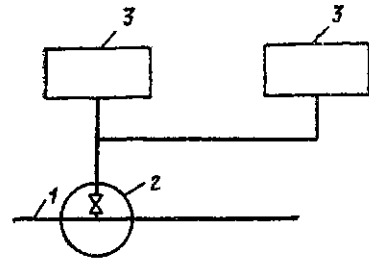


Рис 28.7 Схема водопроводного ввода на два здания

1 — водопроводная магистраль 2 — водопроводный колодец, 3 — здание

Расстояние по горизонтали между вводами хозяйственно-питьевого водопровода и выпусками канализации должно быть не менее 1,5 м при диаметре ввода до 200 мм включительно и не менее 3 м при диаметре более 200 мм. При тех же условиях, но при расположении водопроводных линий ниже канализационных это расстояние следует увеличивать на разность глубин заложения трубопроводов. Расстояние в свету между вводами и другими водопроводами при пересечении их между собой должно быть не менее 0,15 м.

Вводы хозяйственно-питьевого водопровода, как правило, укладывают выше канализационных линий и трубопроводов, транспортирующих ядовитые и пахучие жидкости, при этом расстояние между стенками труб по вертикали должно быть не менее 0,4 м. При необходимости укладки вводов ниже канализационных

трубопроводов применяют стальные вводы, заключенные в футляр.

Допускается совместная прокладка вводов водопровода различного назначения.

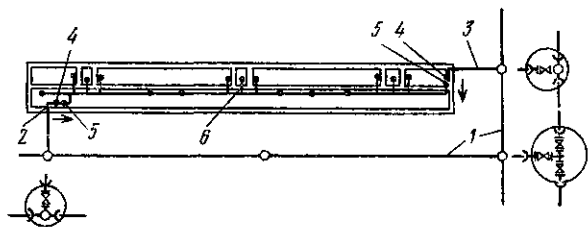


Рис. 28.8. Схема кольцевания хозяйственно-противопожарной сети вводами

1 — наружная водопроводная кольцевая сеть; 2 — ввод № 1; 3 — ввод № 2; 4 — водомерный узел; 5 — обратный клапан; 6 — закольцованная вводами внутренняя водопроводная сеть

и более вводов их следует присоединять к различным участкам наружной сети.

При установке в здании насосов для повышения давления во внутренней водопроводной сети вводы, как правило, объединяют перед насосами. На соединительном трубопроводе предусматривают установку задвижек для обеспечения водой каждого насоса от любого ввода.

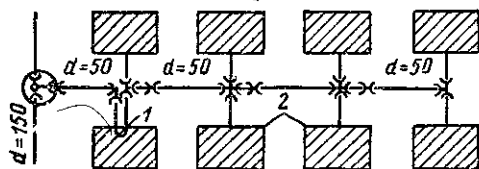


Рис. 28.11. Устройство одного ввода на группу малоэтажных зданий

1 — водомерный узел; 2 — четырехквартирные жилые дома

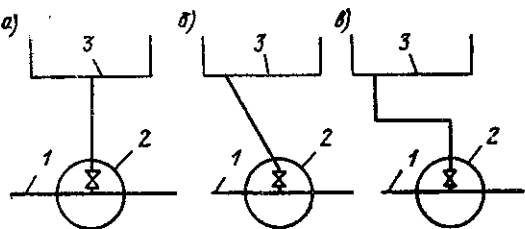


Рис. 28.9. Типы вводов

а — перпендикулярно направленный, б — косой; в — с поворотом; 1 — водопроводная магистраль; 2 — водопроводный колодец; 3 — здание

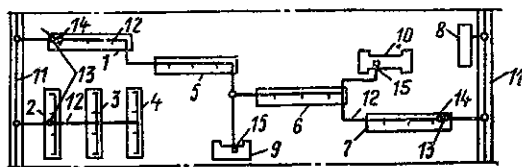


Рис. 28.12. Фрагмент плана микрорайона с водопроводной сетью

1—7 — жилые дома; 8 — магазин; 9 — ясли; 10 — детский сад; 11 — городская водопроводная сеть; 12 — последоводная водопроводная сеть, прокладываемая в непереходных каналах и технических подвалах; 13 — водомерный узел; 14 — обратный клапан; 15 — водомер

При установке на каждом вводе самостоятельных насосов объединение вводов не требуется.

Между вводами в одно и то же здание на наружной водопроводной сети должна быть установлена задвижка для обеспечения подачи воды в здание при аварии на одном из участков наружной сети (рис. 28.8).

К наружной сети вводы присоединяют под прямым углом (рис. 28.9, а). Если такое присоединение невозможно, применяют следующие типы устройства вводов: а) по диагонали (рис. 28.9, б), когда линия стены пересекается под углом не менее 45° и ввод не пересекает каких-либо туннелей; б) с двумя поворотами (рис. 28.9, в), когда при присоединении по диагонал образуется угол менее 45° или имеются какие-либо препятствия для косо го направления ввода.

Два и более вводов для жилых и общественных зданий применяют в том случае, когда снижается стоимость внутреннего водопровода, а также в зданиях, где перерыв в подаче воды недопустим.

При питании внутренней водопроводной сети здания от наружной, расположенной с противоположной стороны здания, предусматривают полупроходной канал для прокладки водопроводной трубы к водомерному узлу (рис. 28.10). При этом не требуется установка дополнительной запорной арматуры на сети, прокладываемой в полупроходном канале.

В районах малоэтажной застройки допускается установка одной отключающей задвижки (рис. 28.11) и одного водомера на группу жилых зданий.

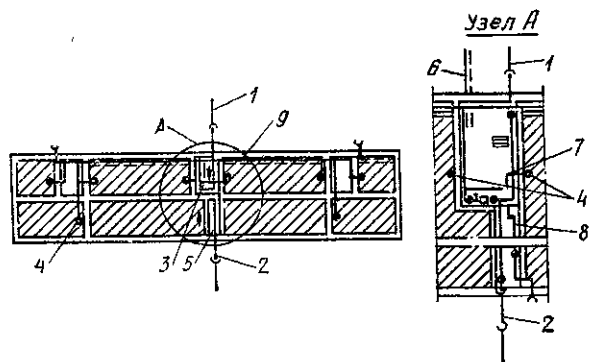


Рис 28.10. Устройство вводов в жилые дома без подвалов

1 и 2 — вводы водопровода (соответственно I и II варианты); 3 — водомерный узел, 4 — водопроводный стояк; 5 — полупроходной канал; 6 — ввод теплосети; 7 — помещение для узла управления системой отопления и водомерного узла; 8 — полупроходной канал при II варианте ввода; 9 — подпольный канал

Один ввод может обслуживать два вспомогательных или небольших производственных здания, допускающих перерыв в подаче воды на производственные нужды, для чего устанавливают дополнительное ответвление после задвижки (рис. 28.7). При устройстве двух

ТАБЛИЦА 28

СОРТАМЕНТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТРУБ

| Трубы | Условный проход D_y мм | Область применения |
|---|---------------------------|---|
| Стальные оцинкованные водогазопроводные (газовые) трубы по ГОСТ 3262-62 | | |
| а) обыкновенные | 10—65 | Системы водопровода для подачи воды питьевого качества при P_y до 10 кгс/см ² |
| б) усиленные | 10—65 | То же, при P_y до 16 кгс/см ² |
| Трубы водогазопроводные (газовые) не оцинкованные, усиленные по ГОСТ 3262-62 | 10—50 | Системы производственного и противопожарного водопровода при P_y до 16 кгс/см ² |
| Трубы электросварные по ГОСТ 10705-63 для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II А 6 62) до -40 °С, для районов с расчетной температурой от -40 до -65 °С из обыкновенной стали классов В и Б по ГОСТ 380-71 | 65—500 | Системы хозяйственно питьевого, хозяйственно противопожарного, производственного водопровода при $P_y = 10—16$ кгс/см ² (сети и вводы) |
| Трубы электросварные по ГОСТ 10704-63 и 10705-63 (класса А) для районов с расчетной температурой до -40 °С, для районов с расчетной температурой от -40 до -65 °С из обыкновенной стали класса В по ГОСТ 380-71 | 10—500 | Системы производственного и противопожарного водопровода при $P_y = 10—25$ кгс/см ² |
| Трубы чугунные напорные по ГОСТ 5525-61 (классов А и Б) и по ГОСТ 9583-61 (классов А и Б) | 50—500 | Вводы водопровода при P_y до 10 кгс/см ² |
| Трубы асбестоцементные водопроводные марок ВТ 6 ВТ 9, ВТ-12 по ГОСТ 539-65 | 50—500 | Вводы водопроводов кроме противопожарных водопроводов при P_y до 6 кгс/см ² |
| Трубы напорные из полиэтилена высокой плотности по МРТУ 6 05 917 67 для районов с расчетной температурой до -30 °С | 10—300 | Системы хозяйственно питьевого и производственного водопровода при P_y до 10 кгс/см ² |
| Трубы стеклянные для наземных трубопроводов по ГОСТ 8894-58 | 45—122 (наружный диаметр) | Системы производственного водопровода при P_y до 4—1 кгс/см ² |

Примечания 1 Допускается применять стальные трубы, не включенные в таблицу при условии соответствия их требованиям ГОСТа по качеству стали стенки трубы и сварного шва, механическим свойствам и химическому составу.

2 Не допускается применять пластмассовые трубы для внутреннего противопожарного водопровода а также прокладывать пластмассовые трубопроводы с другими коммуникациями в полупроходных каналах и туннелях по условиям пожарной безопасности.

Водопроводные стояки можно присоединять непосредственно к магистральной сети, проходящей транзитом через здания (рис 28 12). На группу компактно расположенных стояков (обслуживающих одну жилую секцию) следует предусматривать одно ответвление.

Для четырех зданий и более питание их от наружной сети возможно через два и более закольцованных стояка. При питании внутренней водопроводной сети из донаторных баков, располагаемых внутри здания, и в наличии связи ввода с разводящей сетью из бака, также при устройстве двух и более вводов с водомерными узлами необходимо устанавливать обратные клапаны на вводах.

Примечание При подаче воды в здание через два стояка, присоединенных к одному колодцу (с разделительной движкой), а также в тех случаях, когда водомеры на вводах не предусматриваются, обратные клапаны не устанавливают.

28.4. Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода

Материал трубопроводов сетей внутреннего водопровода выбирают в зависимости от требований к прочности материала и к качеству воды, ее температуре и давлению с учетом экономии материалов. Трубы для различных систем водопровода принимают по табл. 28 5, а фасонные и соединительные части — по табл. 28 6 и приложениям 1, 2, 3, 4.

Стальные трубы из коррозионно-стойкой стали по ГОСТ 9940-72 и 9941-72 применяют для подачи агрессивной по составу воды во избежание внутренней коррозии труб.

Чугунные трубы, согласно ГОСТ 5525-61, изготовляют двух классов класса А — на давление при испытании 25 кгс/см² и класса Б — на давление 35 кгс/см². Чугунные трубы соединяют со стальными трубами одного и того же диаметра без применения каких-либо дополнительных частей (табл. 28 7).

Стальные трубы меньшего диаметра соединяют с чугунными трубами большего диаметра путем навинчивания прямой муфты на конец стальной трубы, вставляемой в раструб (табл. 28 8).

Стеклянные трубы можно применять для внутренних хозяйственно-питьевых водопроводов по согласованию с органами Госсанэпиднадзора и для производственных сетей (не противопожарных) с давлением до 5 кгс/см² в зданиях без значительных тепловыделений (менее 20 ккал/(м³·ч) и не подверженных вибрации.

Для соединения стеклянных труб и фасонных частей применяют газовую сварку, фланцы с резиновыми прокладками и муфты. Соединение сваркой герметично, но очень жестко, поэтому требуется надежное закрепление труб на опорах. Соединение труб может быть эластичным и жестким.

Эластичное соединение получается при применении цилиндрической муфты, резиновых колец и двух металлических фланцев, стягиваемых болтами, жесткое соединение — при использовании фланцев.

Пластмассовые трубы Для внутренних водопроводов могут быть применены напорные трубы из винилпласта и полиэтилена. Все пластмассовые трубы изготовляют трех типов в зависимости от допускаемого давления — 2,5, 6 и 10 кгс/см².

Винилпластовые трубы используют в отдельных случаях для производственных водопроводов. Для противопожарных и хозяйственно-питьевых водопроводов их не применяют.

ТАБЛИЦА 28.5

НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

| Фасонные и соединительные части | Условный проход D_y , мм | Назначение |
|--|----------------------------|---|
| Из ковкого чугуна и стали с цилиндрической резьбой по ГОСТ 8943—59 и 8964—59 | 10—65 | Соединение стальных труб на резьбе: а) тонкостенных диаметром 10—50 мм с накатанной цилиндрической резьбой при P_y до 16 кгс/см ² б) водогазопроводных обычных и усиленных при P_y до 16 кгс/см ² |
| Стальные штампованные части | 50—300 | Соединение стальных труб на сварке при P_y до 100 кгс/см ² |
| Стальные фланцы по ГОСТ 1255—67 (плоские приварные) | 50—400 | Соединение стальных труб при $P_y = 10—16$ и 25 кгс/см ² |
| Стальные фланцы по ГОСТ 12830—67 (приварные встык) | 50—400 | Соединение стальных труб при $P_y = 40 \dots 64$ и 100 кгс/см ² |
| Чугунные напорные фасонные части по ГОСТ 3525—61* | 50—400 | Соединение чугунных напорных труб при P_y до 10 кгс/см ² |
| Асбестоцементные самоуплотняющиеся муфты САМ по МРТУ 21-36-68 и резиновые кольца к ним по ТУ 38-5-243-67 | 50—500 | Соединение асбестоцементных водопроводных труб |
| Детали трубопроводов из полиэтилена высокой плотности по МН 3005-61 до МН 3018-61 | 10—150 | Соединение напорных труб из полиэтилена высокой плотности |
| Части фасонные стеклянные термостойкие по ГОСТ 11192—65 | 45—122 (наружный диаметр) | Соединение стеклянных труб при $P_y = 4 \dots 7$ кгс/см ² |

Примечания: 1. Оцинкованные стальные трубы необходимо соединять на резьбе; допускается соединение оцинкованных труб полуавтоматической дуговой сваркой в защитном слое углекислого газа.

2. Фланцевые соединения фасонных частей или труб, укладываемых в грунт, не применяют. При необходимости размещения фланцевых соединений в грунте болты следует тщательно защищать от коррозии.

3. Диаметр ввода при расходе воды до 1 л/с принимают 25—40 мм; при расходе более 1 л/с — не менее 50 мм.

Полиэтиленовые напорные трубы изготовляют двух типов: низкого давления — из полиэтилена высокой плотности и высокого давления — из полиэтилена низкой плотности.

По полиэтиленовым трубам допускается проток воды с температурой до 20°С. Трубы соединяют между собой, а также с полиэтиленовыми фасонными частями сваркой, с помощью накидной гайки или с применением фланцев.

Трубы из полиэтилена высокой плотности изготовляют условным диаметром 6—300 мм, а из полиэтилена низкой плотности — диаметром 6—150 мм.

ТАБЛИЦА 28.7

СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ И СТАЛЬНЫХ ТРУБ ОДИНАКОВОГО УСЛОВНОГО ДИАМЕТРА

| Внутренний диаметр чугунных труб, мм | Диаметр раструбы, мм | Наружный диаметр стальных труб, мм | Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм, для соединения труб | |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--|-----------------------|
| | | | чугунных | чугунных со стальными |
| 50 | 81 | 60 | 8 | 10,5 |
| 75 | 107 | 88,5 | 8 | 9,25 |
| 100 | 133 | 114 | 8 | 9,5 |
| 125 | 159 | 140 | 8 | 9,5 |
| 150 | 185 | 168 | 8 | 9,5 |

ТАБЛИЦА 28.8

СОЕДИНЕНИЕ ЧУГУННЫХ ТРУБ СО СТАЛЬНЫМИ ТРУБАМИ МЕНЬШЕГО ДИАМЕТРА

| Внутренний диаметр чугунных труб, мм | Условный диаметр стальной трубы, мм | Диаметр раструбы, мм | Наружный диаметр муфты стальной трубы, мм | Ширина кольцевого зазора в раструбе, мм |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---|---|
| 50 | 40 | 81 | 62 | 9,75 |
| 75 | 70 | 107 | 92,5 | 7,75 |
| 100 | 80 | 133 | 104,5 | 14,25 |
| 125 | 100 | 169 | 134 | 12,50 |
| 150 | 125 | 185 | 160 | 12,50 |

28.5. Защита трубопроводов от коррозии

Как известно, под воздействием внешней среды и протекающей воды трубопроводы подвергаются коррозии. Наиболее значительно корродируют стальные трубы, что приводит к резкому сокращению срока их службы и возникновению аварий.

Все стальные трубопроводы, укладываемые в грунт, необходимо защищать от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами в соответствии с «Правилами защиты подземных металлических сооружений от коррозии» (СН 266-63). При выборе средств защиты следует учитывать условия прокладки трубопроводов и данные о коррозионной активности (агрессивности) среды по отношению к металлу защищаемого трубопровода. Коррозионная активность грунтов по отношению к стальным конструкциям оценивается по величине удельного сопротивления грунта:

| Величина удельного сопротивления грунта, Ом·м | >100 | 100—20 | 20—10 | 10—5 | <5 |
|---|--------|---------|------------|---------|----------------|
| Коррозионная активность | низкая | средняя | повышенная | высокая | весьма высокая |

От грунтовой коррозии подземные стальные трубопроводы защищают путем устройства изоляционного покрытия; в необходимых случаях, кроме того, применяют катодную поляризацию (при прокладке трубопро-

ТАБЛИЦА 28 9
ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ
ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

| Тип изоляции | Конструкция покрытия | Толщина покрытия, мм |
|------------------|--|----------------------|
| Нормальный | Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага | 3 |
| Усиленный | Грунтовка, мастика слоем 4 мм, брызол слоем 1,5 мм | 5,5 |
| Весьма усиленный | Грунтовка, мастика слоем 5,5 мм, стеклохолст или крафт-бумага | 5,5 |
| | Грунтовка, мастика слоем 7 мм, брызол слоем 1,5 мм | 8,5 |
| | Грунтовка, мастика слоем 4 мм, брызол слоем 1,5 мм, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага | 8,5 |
| | Грунтовка, мастика слоем 3 мм, брызол слоем 1,5 мм, мастика слоем 2,5 мм, брызол слоем 1,5 мм | 8,5 |

ТАБЛИЦА 28 10

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ БЕЗ БИТУМНОЙ МАСТИКИ
С МИНИМАЛЬНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
И АРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ
(ГИДРОИЗОЛА, СТЕКЛОВОЛОКНИСТОГО ХОЛСТА
ИЛИ СТЕКЛОТКАНИ)

| Тип изоляции | Конструкция покрытия | Толщина покрытия, мм |
|------------------|---|----------------------|
| Нормальный | Грунтовка, мастика слоем 3 мм, стеклохолст или крафт-бумага | 3 |
| Усиленный | Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 4 мм, стеклохолст или крафт-бумага | 7 |
| Весьма усиленный | Грунтовка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка, мастика слоем 3 мм, армирующая обмотка | 9 |

ТАБЛИЦА 28 11

ПРИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ
ИЗ ЛИПКИХ ПЛАСТМАССОВЫХ ЛЕНТ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ИЛИ ПОЛИЭТИЛЕНА
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

| Тип изоляции | Конструкция покрытия | Толщина покрытия, мм |
|--------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Нормальный | Липкая лента в один слой | 0,35 |
| Усиленный или весьма усиленный | То же, в два слоя | 0,7 |

водов в грунтах со средней, повышенной, высокой и весьма высокой коррозионной активностью).

Тип изоляционного покрытия выбирают в зависимости от коррозионной активности грунта:

а) в грунтах низкой и средней коррозионной активности — нормальные битумные или другие равноценные по изоляционным свойствам покрытия;

б) в грунтах повышенной и высокой коррозионной активности — усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия;

в) в грунтах весьма высокой коррозионной активности — весьма усиленные битумные или другие равноценные им по изоляционным свойствам покрытия.

Примерные конструкции противокоррозионных изоляционных покрытий приведены в табл. 28 9—28 11.

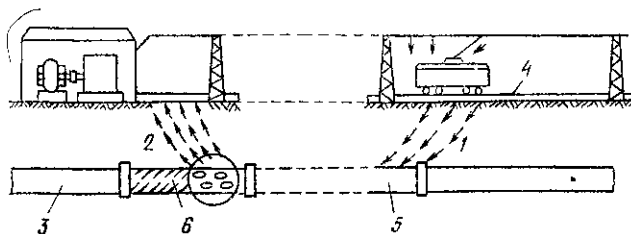


Рис. 28.13. Схема распространения блуждающих токов
1 — входящие блуждающие токи; 2 — выходящие токи; 3 — стальная труба; 4 — рельсы; 5 — катодная зона; 6 — анодная зона — зона воздействия на трубопровод

Трубопроводы с изолированными покрытиями из липких пленок, прокладываемые в скальных и щебенистых грунтах, кроме подсыпки мягким грунтом необходимо защищать оберткой из прочных рулонных материалов.

По возможности следует избегать прокладки труб в зонах блуждающих токов (рис. 28 13)

При прокладке стальных трубопроводов в зонах воздействия блуждающих токов трубы должны иметь, как правило, весьма усиленную противокоррозионную изоляцию. Для предохранения трубопроводов от блуждающих токов применяют катодную и анодную защиту, защиту электрическим дренажем и дополнительное заземление трубопроводов.

Для защиты от коррозии железобетонные трубы покрывают цементом специальных марок. Рекомендуется применять поверхностную изоляцию трубопровода покрытием битумным раствором или кузбасс-лаком

Для предохранения трубопроводов от внутренней коррозии применяют футеровку труб пластиками, эмалями, стеклом, резиной, цементным раствором.

Для борьбы с химической коррозией внутри трубопроводов используют обработку воды гексаметафосфатом натрия, который способствует постоянному образованию на внутренней поверхности защитной метафосфатной пленки. Этот же реагент применяют для предупреждения карбонатных отложений

28.6. Водопроводная арматура и оборудование

Для систем хозяйственно-питьевого водопровода трубопроводную, водоразборную и смесительную арматуру изготавливают на рабочее давление 6 кгс/см², для противопожарных систем водопровода или объединенных си-

стем противопожарного и питьевого водоснабжения — на давление 9 кгс/см².

Примечание Для отдельных производственных систем водопровода рабочее давление устанавливается исходя из технологических требований

Водоразборная и запорная арматура принимается вертикального типа. Задвижки можно устанавливать на трубопроводах диаметром 50 мм и более. Пробковые краны допускается применять при напорах не более 1 кгс/см².

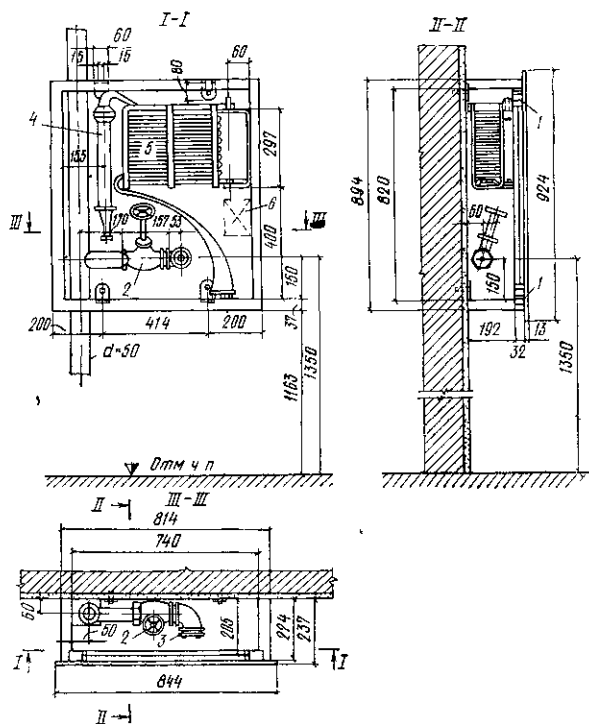


Рис 28 14 Установка пожарного крана $d_s = 50$ мм в шкафчике

1 — шкаф деревянный 814×814×192, 2 — вентиль запорный пожарный, 3 — головка соединительная рукавная $d = 50$ мм, 4 — ствол пожарный ручной, 5 — рукав пожарный выкидной льняной $d = 50$, 6 — место установки дистанционного пускателя пожарного на ося

На внутренних водопроводных сетях запорную арматуру устанавливают на каждом вводе; на кольцевой разводящей сети для возможности выключения на ремонт отдельных участков ее (не более чем полукольца); на кольцевой сети противопожарного водопровода из расчета выключения не более пяти пожарных кранов на одном этаже и не более одного стояка в зданиях высотой более 50 м; на кольцевой сети производственного водопровода из расчета обеспечения двухсторонней подачи воды к агрегатам, не допускающим перерыва в подаче воды, у основания пожарных стояков при наличии пяти и более пожарных кранов; у основания стояков хозяйственно-питьевой или производственной сети в зданиях высотой три этажа и более; на ответвлениях, питающих пять и более водоразборных точек; на ответвлениях в каждую квартиру; на подводах к смывным бачкам, смывным кранам и водонагре-

вательным колонкам; на ответвлениях к групповым душам и умывальникам; перед наружными поливочными кранами; перед приборами, аппаратами и агрегатами специального назначения (производственными, лечебными, опытными и др.), на всех ответвлениях от магистральных линий водопровода

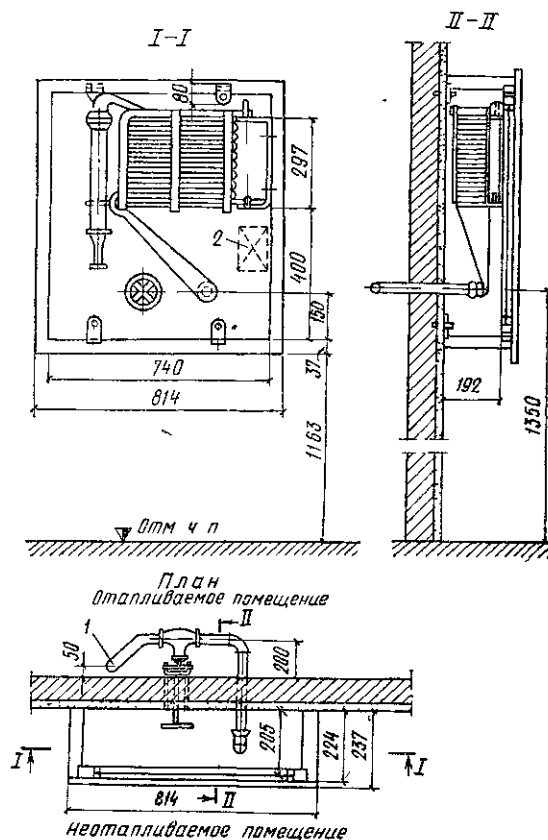


Рис 28 15 Установка пожарного крана в неотопляемом помещении

1 — пожарный стояк, 2 — место установки дистанционного пускателя пожарного насоса

Примечания 1 На закольцованных по вертикали стояках запорную арматуру устанавливают у основания и в верхних концах стояков

2 На кольцевых участках сети применяют арматуру, обеспечивающую пропуск воды в двух направлениях

3 На водопроводных стояках, проходящих через встроенные магазины, столовые, рестораны и другие помещения, недоступные для осмотра в ночное время, запорную арматуру размещают в подвале или техническом подполье, которые имеют постоянный доступ

При выборе типа запорной арматуры руководствуются следующими указаниями: как правило, применяют муфтовые вентили (как наиболее дешевые); при необходимости установки крупной запорной арматуры используют фланцевые задвижки; на кольцевых или закольцованных вводах водопроводных сетей с переменным движением воды и при частом включении запорной арматуры применяют только задвижки; вентили бронзовые и из ковкого чугуна устанавливают для давлений более 10 кгс/см².

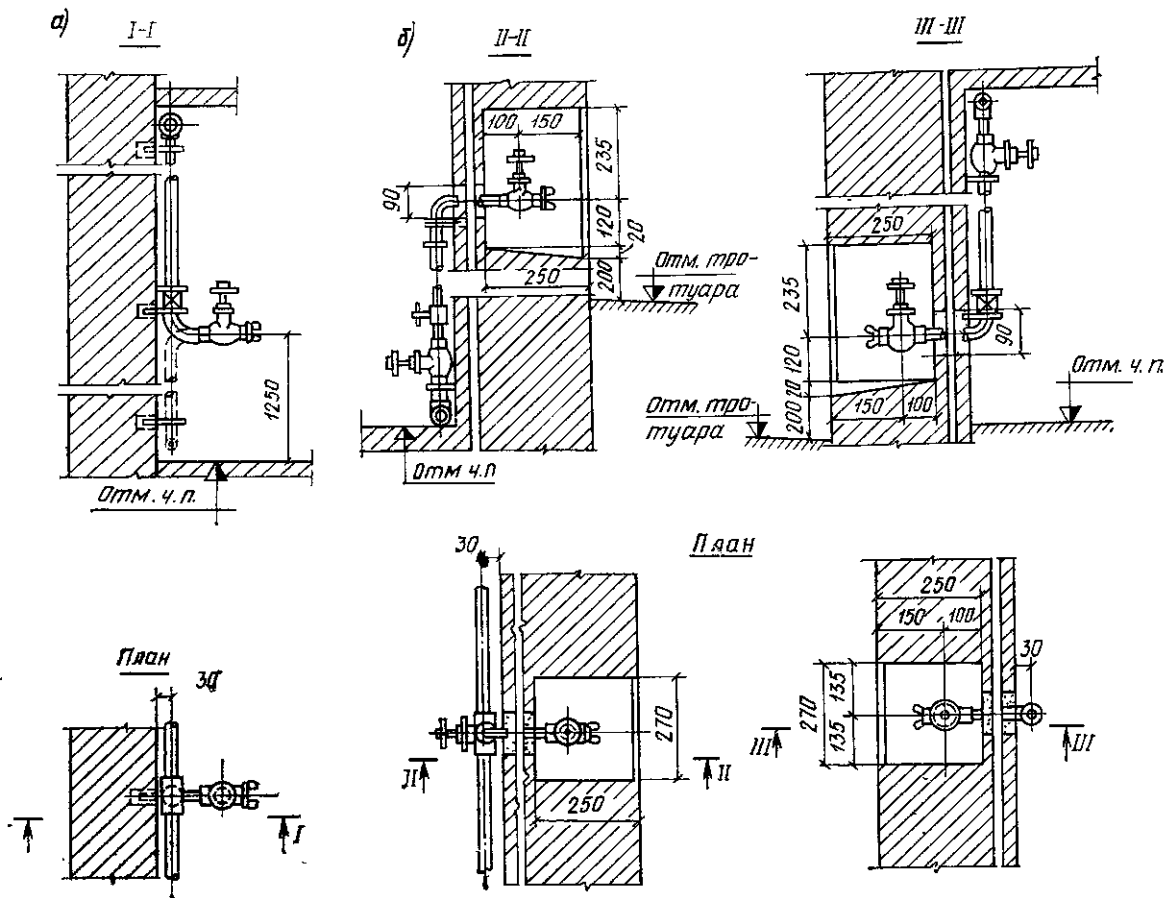


Рис. 28.16. Установка поливочных кранов

а — внутренних; б — наружных

Для уплотнений используют резину, фибру, кожу и бронзу.

Задвижки в зависимости от конструкции затвора подразделяются на два основных типа: параллельные и клиновые. Рекомендуется применять параллельные задвижки, так как в них обработка и притирка уплотняющих колец проще и легче, чем в клиновых задвижках.

В задвижках с выдвигным шпинделем можно производить очистку и смазку резьбы шпинделя, однако для их размещения требуется большая высота. На трубопроводах хозяйственно-питьевой сети не рекомендуется устанавливать задвижки с выдвигным шпинделем по санитарным соображениям.

Малые задвижки при малых давлениях приводятся во вращение вручную с помощью маховика (за исключением тех случаев, когда задвижки включены в систему автоматического управления). Для задвижек больших диаметров, а также задвижек, работающих под большими давлениями, применяют механический, гидравлический или электрический привод. Для выравнивания давления по обе стороны корпуса у крупных задвижек, а также у малых, работающих при больших давлениях, используют обводные приспособления.

Задвижки, как правило, устанавливают в помещениях, доступных для управления, осмотра и ремонта их (в насосных станциях, камерах, колодцах, прямых и на открытых трубопроводах).

Пожарные краны располагают на сетях противопожарного водопровода, преимущественно у выходов, на площадках отопляемых лестничных клеток, в вестибюлях, коридорах, проходах и других наиболее доступных местах. Пожарные краны размещают в опломбированных шкафчиках с отверстиями для проветривания и надписью ПК, в которых должны находиться: пожарный рукав диаметром, равным диаметру пожарного крана, и длиной 10 или 20 м; ствол со sprыском, диаметр которого определяется расчетом.

Примечания: 1. Для получения пожарных струй производительностью до 4 л/с следует применять пожарные рукава и краны диаметром 51 (50) мм, а для струй большей производительности — 66 (70) мм.

2. Запрещается применять в одном здании пожарные столбы со sprысками различных диаметров. Схемы установки пожарных кранов приведены на рис. 28.14 и 28.15.

В помещениях, оборудованных спринклерными устройствами, пожарные краны можно размещать на спринклерной сети после контрольных сигнальных клапанов.

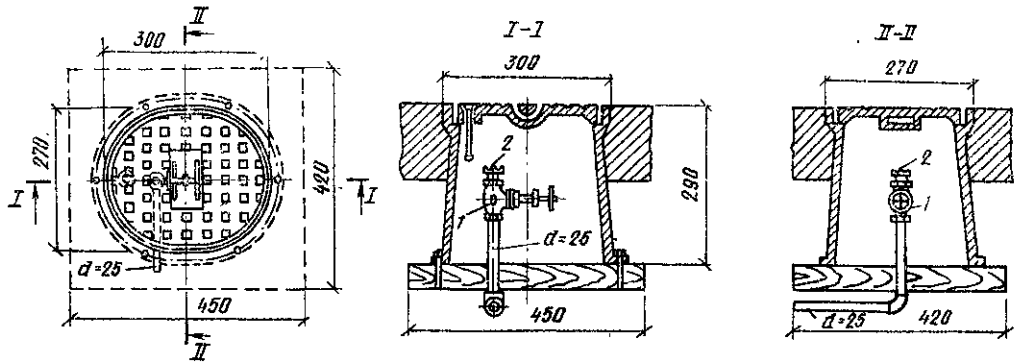


Рис. 28.17. Установка наружного поливочного крана в колодце (ковере)

1 — венчик $d=25$ мм; 2 — быстросмыкающаяся полугайка $d=25$ мм

Пожарные краны устанавливают на наружных стенах и на колоннах.

Поливочные краны размещают как внутри помещений, так и вне их.

Внутри здания для технологических нужд и уборки помещений применяют поливочные краны диаметром 26 и 19 мм (рис. 28.16, а). Наружные поливочные краны диаметром 25 мм устанавливают, как правило, в нишах наружных стен здания по одному на каждые 60—70 м периметра здания (рис. 28.16, б).

Если невозможно установить поливочные краны в стене или у стены и колонны здания, их располагают в небольших чугунных колодцах — коверах (рис. 28.17). Трубопроводы к этим кранам прокладывают в грунте с уклоном, обеспечивающим их опорожнение на зимний период.

Высота расположения водоразборной арматуры приведена в табл. 28.12.

ТАБЛИЦА 28.12

ВЫСОТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВОДРАЗБОРНОЙ АРМАТУРЫ

| Водоразборная арматура | Высота от пола до оси крана, м | Допускаемое отклонение, мм |
|--|--------------------------------|----------------------------|
| Водоразборные краны над умывальником . . . | 0,2 (выше бортиробора) | 15 |
| Смеситель в душевых . . . | ↓ | 15 |
| Душевые сетки . . . | 2,15—2,25 | 30 |
| Пожарный кран . . . | 1,35 | 30 |

28.7. Раздача питьевой воды

Питьевые фонтанчики или установки для снабжения газированной водой ставят в производственных зданиях, институтах, спортивных и общественных зданиях. Наибольшее расстояние от рабочих мест до питьевых фонтанчиков или до местных установок раздачи газированной воды составляет 75 м.

В административно-бытовых комбинатах горнорудных предприятий для снабжения рабочих питьевой, газированной или кипяченой водой устраивают питьевые станции, где предусматривают помещения: для приема и мытья (стерилизации) фляг и сосудов (при обозначенных флягах), для хранения фляг и сосудов, для при-

готовлении газированной и кипяченой воды. Количество приготавливаемой питьевой воды составляет 3 л в смену на 1 рабочего открытых разработок руды (карьеры, штольни), из которых 2 л доставляются в баллонах в обогреваемые помещения и по 0,5 л расходуется до и после смены. В зимний период температура воды в баллонах не должна быть ниже 8° С.

Питьевые станции планируют по принципу самообслуживания. Для раздачи питьевой воды с температурой 8—20° С предусматривается одно устройство на 100 чел. самой многочисленной смены на производственных процессах групп I б и II г и на 200 чел. при производственных процессах остальных групп.

Приготавливают газированную воду в сатураторах.

Одному рабочему на подземных работах выдается 1 л воды во фляге, 1,5 л подается в шахту в баллонах и 0,5 л расходуется до и после смены из питьевых фонтанчиков.

Вода в шахту подается охлажденная и газированная в баллонах емкостью 25 л.

Питьевые фонтанчики устанавливают перед спуском в шахту, при выходе из шахты, в гардеробной и в сборном зале.

В помещении питьевой станции размещают умывальник. В горячих цехах питьевую воду в соответствии с санитарными нормами подсаливают, для чего используют сатураторные установки или киоски газированной воды, в которых вместо сиропа добавляется соленый раствор.

28.8. Регулирование давления в системах внутреннего водопровода зданий

На участках с избыточным давлением в водопроводной сети, а также в многэтажных зданиях для снижения давления и уменьшения потерь воды на вводе водопровода или на ответвлениях к точкам разбора воды на каждом этаже здания рекомендуется устанавливать:

а) при постоянных расходах — дисковые диафрагмы с центральным отверстием;

б) при переменных расходах — регуляторы давления прямого действия «после себя».

При стабилизации давления более 10 м вод. ст. увеличивается уровень шума.

Для регулирования давления в водопроводной сети

зданий различной высоты в табл. 28.13 приведены различные рекомендации.

Расход воды, л/с, протекающей через регулятор при полном открытии дроссельного органа, определяется по формуле

$$q = \frac{0,001407 D_p \sqrt{h_{изб}}}{1,25} \quad (28.1)$$

где D_p — условный проход регулятора, мм;

1,25 — коэффициент запаса;

$h_{изб}$ — избыточный напор, который может быть погашен в дроссельном органе регулятора давления при полном его открытии, м вод. ст.:

$$h_{изб} = H_B - H_T - h_B \Sigma h_c - h_c \quad (28.2)$$

H_B — напор на вводе в здание, м вод. ст.;

H_T — геометрическая высота расположения наиболее высокой и удаленной водоразборной точки, м;

h_B — потери напора в водомерном узле, м вод. ст.;

Σh_c — потери напора в трубопроводах, арматуре и оборудовании до расчетной водоразборной точки, м вод. ст.;

h_c — необходимый свободный напор у расчетной водоразборной точки, м вод. ст.

ТАБЛИЦА 28.13

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ДАВЛЕНИЯ В СЕТИ

| Высота здания, м | Рекомендация |
|---|--|
| 20 | Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_y = 50 \dots 150$ |
| 40 (при колебаниях напора в течение суток более 1 м вод. ст.) | Установка стабилизаторов давления на вводах водопровода $D_y = 50 \dots 250$ и диафрагм у водоразборной арматуры, приборе, оборудовании при пожарных кранах |
| > 40 | Установка стабилизаторов давления $D_y = 15 \dots 20$ мм на подводах к водоразборной арматуре отдельных групп санитарно-технических приборов и технологического оборудования |

Расчетный условный проход регулятора давления определяется по формуле

$$D_p = c \sqrt{\frac{q}{V h_{изб}}} \quad (28.3)$$

где c — коэффициент, принимаемый равным 29,9 для регуляторов давления типа 24ч10нж и 47,4 для регуляторов типа 21ч2бр.

Стабилизатор напора можно подбирать по номограмме (рис. 28.18), принимая свободный напор в начале сети после стабилизатора на основании гидравлического расчета внутреннего водопровода. Расположение стабилизаторов приведено на рис. 28.19.

Отбор импульса давления от прямого участка трубопровода регулируемой сети должен быть на расстоянии не менее 10Д после регулятора давления типа 25ч10нж. Для изменения величины подаваемого импульса и отключения мембранной головки регулятора

давления на линии отбора давления необходимо установить игольчатый (пробочный) кран диаметром 6—10 мм.

В зависимости от заданного давления в регулируемой сети стабилизаторы давления типа 25ч10нж следует комплектовать мембранными головками соответствующих номеров.

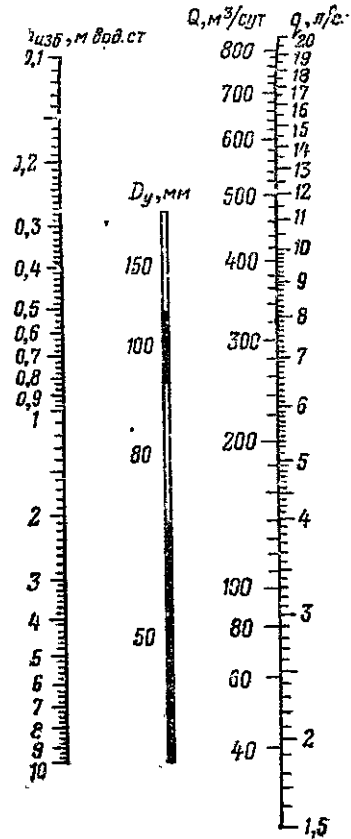


Рис. 28.18. Номограмма для подбора стабилизаторов напора типа 25ч10нж $D_y = 50 \dots 150$ мм

В зданиях высотой 20—40 м для снижения избыточного давления у водоразборных точек, обеспечения бесперебойной работы внутреннего водопровода и пропуска расчетных расходов воды устанавливаются тонкие диафрагмы с центральным отверстием. Диафрагмирование водоразборной арматуры применяется в зданиях высотой до 50 м. Запрещается применять гидравлические сопротивления в виде втулок с рассверленным отверстием.

Расходы воды в каждой подводке к смесительной арматуре рекомендуется принимать в размере 70% расчетных расходов.

Запрещается устанавливать диафрагмы на трубопроводах, обслуживающих отдельные группы санитарных приборов, где расходы колеблются в широких пределах, а также в подводках к арматуре газовых нагревателей.

ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМ

| Минимальный напор на вводе, м вод. ст. | Санитарный прибор | Диаметр отверстий диафрагм, мм, при этажности здания | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 20 | Умывальники Мойки, души Ванны | 3 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 5 | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2,5 | 3 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 3 | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 4 | 5 | 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 3 | 3 | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | 4 | 4 | 5 | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 35 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | — | — | — | — | — | — |
| | | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | — | — | — | — | — | — |
| | | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | — | — | — | — | — | — |
| 40 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | — | — | — | — |
| | | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | — | — | — | — |
| | | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | — | — | — | — |
| 45 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | — | — | — |
| | | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | — | — | — |
| | | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | — | — | — |
| 50 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | — |
| | | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | — |
| | | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | — |
| 55 | Умывальники Мойки, души Ванны | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 |
| | | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |

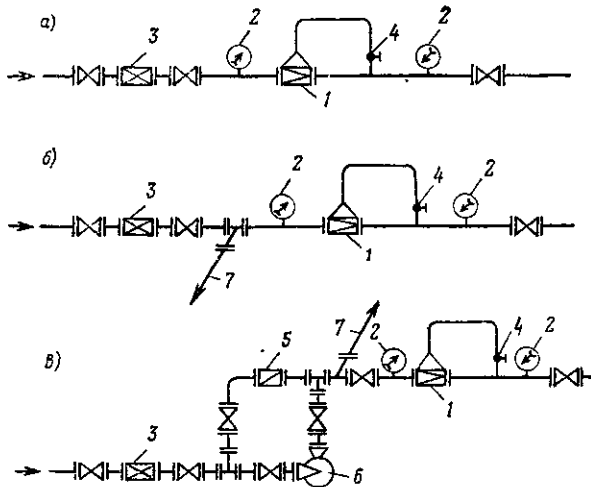


Рис 28.19. Схемы установки стабилизаторов напора «после себя» на вводах водопровода в здания

а — при напоре в наиболее удаленной точке сети холодного водопровода 10 м вод. ст. и более; б — то же, менее 10 м вод. ст.; в — при наличии насосов для повышения напора в водопроводе здания; 1 — стабилизатор напора; 2 — манометры; 3 — водосчет; 4 — игольчатый (или пробочный) кран; 5 — обратный клапан; 6 — насос; 7 — ответвление водопровода к водонагревателям системы централизованного горячего водоснабжения

ТАБЛИЦА 28.15

РАЗМЕРЫ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ

| L_y трубы, мм | D_H , мм | Толщина шайбы, мм |
|-----------------|------------|-------------------|
| 25 | 67 | 1—2 |
| 40 | 85 | |
| 50 | 95 | |
| 70 | 115 | |
| 76 | 132 | |
| 90 | 142 | |
| 100 | 152 | 3—4 |
| 125 | 182 | |
| 150 | 207 | |
| 200 | 262 | |

Диаметры отверстий диафрагм принимают в зависимости от минимального напора на вводе, типа и количества санитарных приборов и этажности здания (табл. 28.14).

Размеры дроссельных шайб, устанавливаемых между фланцами, приведены в табл. 28.15.

При необходимости снижения давления перед водоразборными кранами диаметр отверстий дроссельных шайб принимается по табл. 28.16.

Условные проходы и основные строительные раз-

ТАБЛИЦА 28 16

**ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЯ ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ
ВОДОРАЗБОРНЫХ КРАНОВ (ВЕНТИЛЕЙ)**

| Диаметр отверстия, мм | Диаметр отверстий шайб водоразборных кранов, мм | | |
|-----------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|
| | для смесителя ванны | для смесителя душа | для водораз- борных кра- нов |
| 10 | 10 | 8,6 | 7 |
| 12 | 8,5 | 7,5 | 6 |
| 15 | 7,5 | 6,5 | 5,5 |
| 20 | 7 | 6,5 | 5 |
| 25 | 7 | 6 | 5 |
| 30 | 6,5 | 5,5 | 4,5 |
| 40 | 6 | 5 | 4 |
| 50 | 5,5 | 5 | 4 |
| 60 | 5,5 | 4,5 | 3,5 |
| 80 | 5 | 4,5 | 3,5 |
| 100 | 5 | 4 | 3 |
| 125 | 4,5 | 4 | 3 |
| 150 | 4 | 3,5 | 2 |
| 200 | 3,5 | 3 | 2 |
| 250 | 3 | 3 | 2 |
| 300 | 2,5 | 2,5 | 2 |
| 400 | 2,5 | 2,5 | 2 |

Примечание. Таблица составлена для максимальных расходов воды на ванну 800 л/ч, душевую сетку 600 л/ч и водоразборный кран 250 л/ч.

ТАБЛИЦА 28 17

**ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РЕГУЛЯТОРОВ
ДАВЛЕНИЯ «ПОСЛЕ СЕБЯ» ТИПА 21ч26р**

| Диаметр главного про- хода, мм | Строитель- ная дли- на, мм | Высота, мм | | Масса, кг |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|---|-----------|
| | | от оси во- допровода до ниж- него фланца | от головки регулято- ра до оси трубопро- вода | |
| 25 | 160 | 60 | 350 | 9,5 |
| 50 | 230 | 90 | 505 | 21 |
| 80 | 310 | 135 | 665 | 48 |
| 100 | 350 | 150 | 700 | 70 |
| 125 | 400 | 180 | 850 | 103 |
| 150 | 450 | 195 | 975 | 149 |

ТАБЛИЦА 28 18

**ДАНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА ГРУЗОВ
К РЕГУЛЯТОРУ ТИПА 21ч10нж В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРЕДЕЛА НАСТРОЙКИ ДАВЛЕНИЯ**

| Предел настройки давления, кгс/см ² | Груз | | | |
|---|-------|-----------------|---|---|
| | масса | количество гирь | | |
| | | 5 | 3 | 1 |
| 1—2 | 8 | 1 | 1 | — |
| 2—2,5 | 11 | — | — | 1 |
| 2,5—3,5 | 18 | 3 | 1 | — |
| 3,5—5 | 30 | 6 | — | — |

Массы грузов регулятора давления «после себя» типа 21ч26р приведены в табл. 28 17.

Массу грузов для регулятора давления «после себя» типа 21ч10нж $D_1=50$ 150 мм со вторым номером мембранной головки ($D=225$ мм) следует принимать по табл. 28 18.

**Глава 29. СЧЕТЧИКИ
РАСХОДА ВОДЫ (ВОДОМЕРЫ)**
29.1. Размещение счетчиков

Для учета расхода воды (более 0,5 л/с) на вводах в здания или ответвлениях сети подводящих воду потребителям, устанавливают счетчики расхода воды.

При расположении счетчиков на вводах разность между максимальным и минимальным расходами должна быть допустимой для принятого типа и калибра счетчика, чтобы все расходы воды учитывались с допустимой точностью.

Счетчики необходимо размещать по возможности ближе к вводу от внешней сети и в легко доступном помещении с температурой не ниже 2° С. Если в помещении невозможно обеспечить положительную температуру, счетчики утепляют, а трубопроводы теплоизолируют, либо счетчики выносят за пределы здания в специальные камеры.

В здании счетчики можно размещать открыто у стен или в шкафах. В южных районах страны счетчики рас полагают за пределами здания в колодцах с гидроизолирующей во избежание проникания грунтовых и атмосферных вод. Глубину колодцев принимают равной глубине заложения водопроводной сети, а размеры в плане — не менее 1,2×1,2 м или диаметром не менее 1,25 м. При малой глубине заложения водопроводной сети глубина колодцев назначается исходя из возможности обслуживания счетчиков. Запрещается устанавливать счетчики в жилых помещениях, а также в кухнях жилых домов секционного типа.

Обводные линии у счетчиков, рассчитанных на пропуск полного расхода воды, предусматриваются в зданиях, оборудованных хозяйственно-противопожарным водопроводом, и в зданиях, в которых недопустим перерыв в подаче воды во время смены счетчика (больницы с хирургическим отделением и т. п.).

В жилых и общественных зданиях, оборудованных хозяйственно-питьевым водопроводом, обводных линий, как правило, не устраивают. В системах хозяйственно-противопожарных водопроводов под водомером предусматривают обводной трубопровод с запломбированной задвижкой.

29.2. Выбор и расчет счетчиков

Применяют счетчики следующих типов: скоростные крыльчатые, скоростные турбинные, диафрагмы. Для учета больших расходов, а также при необходимости передачи показаний расходомера на расстояние используют вставки с сужающими устройствами, в частности сопла Вентури.

Скоростные крыльчатые счетчики устанавливают при максимальном расчетном расходе воды до 2,8 л/с, скоростные турбинные счетчики — при большом расходе воды. Счетчики расхода воды (крыльчатые и турбинные), предназначенные для установки на вводах внутренних водопроводных сетей, подбирают по максимальному суточному расходу воды (табл. 29.1).

Потери напора в счетчиках определяют по формуле

$$H = Sq^2. \quad (29.1)$$

где S — сопротивление счетчика, зависящее от его конструкции.

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------|----------|---------|-----------|--------|
| Калибр водомера, мм | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Сопротивление счетчика, м | 14,4 | 5,1 | 1,3 | 0,32 | 0,0265 |
| Калибр водомера, мм | 80 | 100 | 150 | 200 | |
| Сопротивление счетчика, м | 0,00207 | 0,000675 | 0,00013 | 0,0000453 | |

Примечание. При пропуске расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды потери напора не должны превышать 2,5 м в крыльчатых счетчиках и 1 м в турбинных, при пожаре — соответственно 5 и 2,5 м.

ТАБЛИЦА 29.1

ТИПЫ И КАЛИБРЫ СЧЕТЧИКОВ РАСХОДА ВОДЫ

| Типы счетчиков расхода воды | Калибр счетчика, мм | Номинальный расход, м ³ /ч | Допускаемые расходы | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | максимальный, м ³ /сутки | нижний предел измерения, м ³ /ч |
| Крыльчатые | 15 | 1 | 6 | 0,04 |
| | 20 | 1,6 | 10 | 0,05 |
| | 25 | 2,5 | 14 | 0,03 |
| | 32 | 4 | 20 | 0,105 |
| | 40 | 6,3 | 40 | 0,170 |
| | 50 | 10 | 60 | 0,22 |
| Турбинные | 50 | 15 | 140 | 3 |
| | 80 | 45 | 500 | 6 |
| | 100 | 75 | 880 | 8 |
| | 150 | 160 | 2000 | 12 |
| | 200 | 165 | 3400 | 18 |
| | 250 | 410 | 5200 | 50 |

q — расход воды, принимаемый для крыльчатых водомеров в л/с, для турбинных в м³/ч или л/с.

Счетчики, устанавливаемые в жилых домах, должны удовлетворять условию

$$Q_{сут} \leq 2Q_x.$$

где $Q_{сут}$ — суточный расход воды, м³;

Q_x — характерный расход счетчика (расход, при котором потеря напора в счетчике равна 10 м).

29.3. Схемы и конструкции счетчиков расхода воды

Диаметр счетчика обычно меньше диаметра трубопровода, однако при обосновании гидравлическим расчетом устанавливают счетчики диаметром, равным диаметру трубопровода.

Крыльчатые счетчики присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.1) или муфтах (рис. 29.2). При соединении муфтами у водомера должен быть предусмотрен стон для быстрого снятия его без повреждения трубопровода. Крыльчатые водомеры необходимо устанавливать только горизонтально.

Турбинные водомеры присоединяют к трубопроводам на фланцах (рис. 29.3). Турбинные водомеры можно устанавливать как в горизонтальном, так и в наклонном положении, а также вертикально при условии движения воды снизу вверх. С каждой стороны водомера должны быть расположены запорные вентили или задвижки. Между водомером и вторым по движению воды запорным вентилем или задвижкой размещают контрольный кран для проверки точности показаний водомера. Для крыльчатых водомеров диаметр контрольного

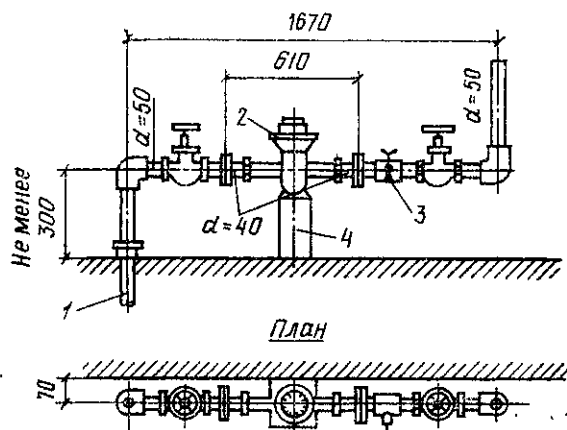


Рис 29.1. Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод, 2 — водомер; 3 — контрольный кран, 4 — кирпичная и бетонная опора

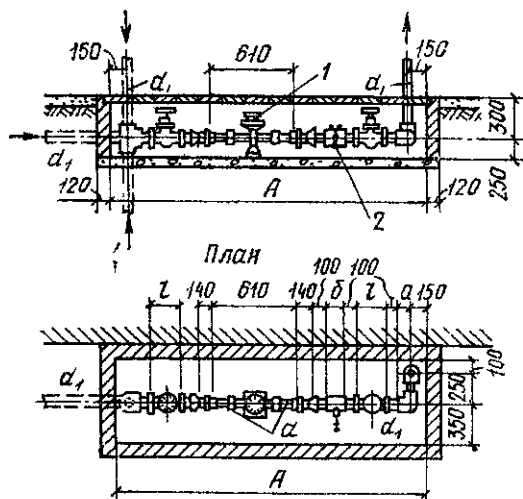
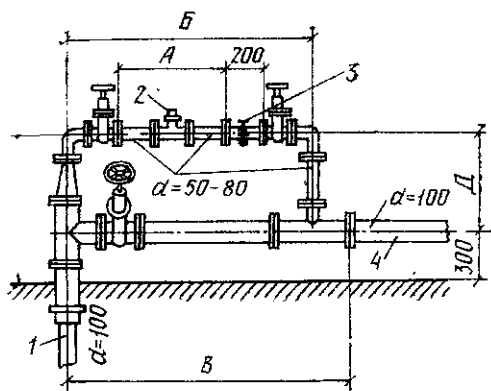


Рис 29.2 Присоединение крыльчатого водомера к трубопроводу на муфтах

1 — водомер, 2 — контрольный кран

| Диаметр водомера d , мм | Диаметр трубы d_1 , мм | l | a | b | A |
|---------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|
| 15 | 20 | 74 | 20 | 36 | 1930 |
| 20 | 25 | 84 | 22 | 32 | 1950 |
| 20 | 32 | 100 | 26 | 32 | 2002 |
| 30 | 40 | 126 | 30 | 34 | 2056 |
| 30 | 50 | 152 | 36 | 34 | 2128 |
| 40 | 50 | 152 | 36 | 34 | 2124 |
| 40 | 70 | 236 | 45 | 36 | 2326 |

ного крана 15 мм, для турбинных (до 100 мм) — 20 мм. Для турбинных водомеров диаметром 150 мм и более вместо контрольных кранов следует на ответвлениях устанавливать тройники и вентили



293 Присоединение турбинного водомера к трубопроводу на фланцах

1 — ввод, 2 — водомер, 3 — контрольный кран, 4 — подача воды в сеть

| Диаметр водомера | A | B | B | Г | Д |
|------------------|-----|------|------|-----|-----|
| 50 | 610 | 1360 | 1560 | 875 | 575 |
| 80 | 800 | 1640 | 1840 | 850 | 550 |

При отсутствии струевыпрямителей перед турбинными водомерами рекомендуется иметь прямой участок трубы, равный $8d$, а после водомера — $3d$ (где d — диаметр трубы).

Глава 30. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

30.1. Методика расчета

Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов производится по наибольшему расчетному секунднему расходу воды

Хозяйственно-питьевые и производственные водопроводные сети, предназначенные также для пожаротушения, рассчитывают на подачу расчетного пожарного расхода воды при наибольшем расчетном секундном расходе воды на хозяйственно-питьевые и производственные нужды.

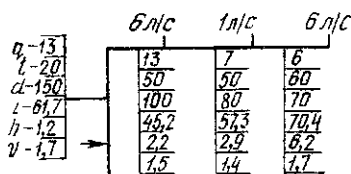


Рис 301 Расчет водопроводной магистральной линии, питаемой одним вводом; потеря напора $1,2+2,2+2,9+6,2=12,5$ м

Примечание При определении расчетного секундного расхода воды с учетом противопожарного в производственных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий расход воды на души, мытье и полив территории не учитывают

Хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные водопроводные сети рассчитывают на действие водоразборных кранов, расположенных в самом высоком месте и в наибольшем отдалении от ввода.

Тупиковые магистрали, имеющие один ввод, рассчитывают на действие этого ввода (рис. 30.1). Схема кольцевой сети с тремя вводами приведена на рис. 30.2.

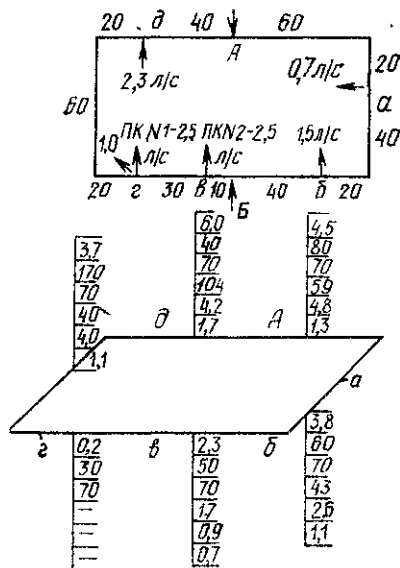


Рис 302. Расчет водопроводной кольцевой сети

A — ввод действующий; B — ввод недействующий; потери напора $AaBb = 4,8+2,5+0,9=8,3$ м, потери напора $AdBb = 4,2+4=8,2$ м

Все исходные и расчетные данные надо выписывать по каждому расчетному участку в такой последовательности: расход воды, л/с; длина участка, м; диаметр трубы, мм; потери напора на 1 м, мм; потери напора на участке, м; скорость воды, м/с

30.2. Расчетные формулы

Расчетные расходы воды во внешних водопроводных сетях, прокладываемых в микрорайонах или кварталах, определяют по указаниям главы СНиП «Водоснабжение. Нормы проектирования».

Расчетный секундный расход воды q_n , л/с, на хозяйственно-питьевые нужды в производственных зданиях и бытовых помещениях определяют по формуле

$$q_n = \sum q_o nk \quad (30.1)$$

где q_o — расчетный расход воды однотипными приборами, л/с;

n — число однотипных приборов;

k — коэффициент одновременного действия однотипных приборов (табл. 30.1).

Расчетный расход воды, л/с, в жилых домах квартирного и гостиничного типов с числом эквивалентов водоразбора до 5000 определяют по формуле

$$q_n = 0,2 \sqrt{N} + kn, \quad (30.2)$$

где a — величина, зависящая от принятой нормы водопотребления на 1 человека в сутки;

**КОЭФФИЦИЕНТЫ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

| Санитарные приборы | Коэффициент одновременного действия при различном числе установленных приборов | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| | 1 | 3 | 6 | 10 | 20 | 40 | 60 | 100 | 200 |
| Умывальники | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Душевые сетки | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Писсуары | | | | | | | | | |
| с автоматическими смывными бачками | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| настенные с кранами | 1 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,34 | 0,3 | 0,3 | 0,25 | 0,25 |
| Унитазы | | | | | | | | | |
| со смывными кранами | 1 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,05 |
| » бачками | 1 | 0,75 | 0,65 | 0,6 | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

Примечания 1 При определении расчетного секундного расхода воды поливочными кранами расход воды питьевыми фонтанчиками и биде не учитывается
2 Коэффициент одновременного действия раковин моек и других приборов не указанных в таблице принимается по данным технологической части проекта
3 Для автоматической промывки трех четырех писсуаров устанавливают один бачок

| Норма водопотребления на 1 человека л/сутки | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 |
|---|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|
| α | 2,2 | 2,16 | 2,15 | 2,14 | 2,05 | 2 | 1,9 | 1,85 |

Примечания 1 За одну эквивалентную единицу принят расход воды 0,2 л/с водоразборным краном диаметром 15 мм (у раковины)

2 В жилых зданиях оборудованных централизованным горячим водоснабжением расчетные секундные расходы воды в сети холодного водопровода определяют по формулам и принимают с коэффициентом 0,7

k — коэффициент, зависящий от числа эквивалентов водоразбора

| Количество эквивалентов | До 300 | 301—500 | 501—800 | 801—1200 | 1201 и более |
|-------------------------|--------|---------|---------|----------|--------------|
| k | 0,002 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,006 |

N — общее количество эквивалентов в здании или на участке сети (табл 30 2)

Расчетный секундный расход воды на хозяйственные и питьевые нужды в административных зданиях, общежитиях, гостиницах и бытовых помещениях, банях и детских садах, яслях, магазинах, больницах и санаториях, домах отдыха, учебных заведениях и общеобразовательных школах, школах интернатах, пионерских лагерях, поликлиниках и амбулаториях определяют по формуле

$$q_B = a \cdot 0,2 \sqrt{N} \quad (30.3)$$

где N — суммарное число водоразборных кранов или приборов на расчетном участке в эквивалентных единицах.

a — коэффициент принимаемый в зависимости от назначения зданий

| | |
|--|-----|
| бани и детские сады ясли | 1,2 |
| поликлиники, амбулатория | 1,4 |
| административные здания магазины | 1,5 |
| учебные заведения, школы | 1,8 |
| больницы санатории дома отдыха пионерские лагеря | 2 |
| общежития гостиницы школы интернаты пансионаты | 2,5 |

Расчетные расходы воды в жилых домах приведены в табл 30 2

Расчетные секундные расходы воды на хозяйственные и питьевые нужды в общественных зданиях в зависимости от количества эквивалентных единиц на расчетном участке можно принимать по табл 30 3

На предприятиях общественного питания на технологические нужды принимают следующие расчетные расходы воды (л/с)

| | |
|---------------------------|-----|
| Моечная ванна | 0,2 |
| Раковина производственная | 0,1 |
| Посудомоечная машина | 0,5 |
| Картофелечистка | 0,5 |
| Картофелемелка | 0,2 |
| Котел варочный | 0,3 |

Примечание Расход воды на холодильные установки принимают по техническим характеристикам оборудования

Расчетный расход воды в зрелищных предприятиях и спортивных сооружениях а также предприятиях общественного питания назначают с учетом коэффициента одновременного действия санитарных приборов и оборудования (табл 30 4)

Расчетный секундный расход воды q/c в бане и коммунальной прачечной определяют по формуле

$$q_B = \sum q_0 n a' \quad (30.4)$$

где q_0 — расчетный расход одним однотипным санитарным прибором или машиной,

n — количество однотипных санитарных приборов и машин,

a' — одновременность действия санитарных приборов и машин смывных бачков и писсуаров — 50% душей нижних и ребристых — 100%, водоразборных колонок — 100%, ножных ванн и умывальников — 30%, до трех стиральных машин — 100%, от четырех до восьми стиральных машин — 80%, девять и более машин — 70%

Расчетный секундный расход воды для стиральных машин принимается в зависимости от способа стирки белья при стирке без протока моющей жидкости — 0,14 л/с холодной воды и 0,08 л/с горячей воды, при стирке с прогоном моющей жидкости — 0,02 л/с только холодной воды

ТАБЛИЦА 30.2

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ В ЖИЛЫХ ДОМАХ

| Количество эквивалентных единиц | Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки | | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| | при коэффициенте неравномерности водопотребления | | | | | | |
| | 2,2 | 2,16 | 2,15 | 2,14 | 2,05 | 2 | 1,85 |
| 2 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,29 |
| 3 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,37 |
| 4 | 0,37 | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,4 | 0,41 | 0,44 |
| 5 | 0,41 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,45 | 0,46 | 0,49 |
| 6 | 0,46 | 0,47 | 0,48 | 0,48 | 0,49 | 0,5 | 0,54 |
| 7 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,53 | 0,54 | 0,58 |
| 8 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,55 | 0,57 | 0,59 | 0,63 |
| 9 | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,58 | 0,6 | 0,62 | 0,67 |
| 10 | 0,57 | 0,6 | 0,61 | 0,63 | 0,64 | 0,65 | 0,71 |
| 12 | 0,64 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,7 | 0,71 | 0,78 |
| 14 | 0,7 | 0,72 | 0,73 | 0,74 | 0,77 | 0,78 | 0,86 |
| 16 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,78 | 0,81 | 0,83 | 0,92 |
| 18 | 0,78 | 0,8 | 0,81 | 0,81 | 0,86 | 0,89 | 0,99 |
| 20 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,85 | 0,9 | 0,93 | 1,04 |
| 25 | 0,91 | 0,93 | 0,94 | 0,95 | 1,01 | 1,05 | 1,18 |
| 30 | 1 | 1,02 | 1,02 | 1,04 | 1,11 | 1,15 | 1,32 |
| 35 | 1,08 | 1,11 | 1,12 | 1,12 | 1,21 | 1,25 | 1,36 |
| 40 | 1,15 | 1,19 | 1,19 | 1,2 | 1,29 | 1,34 | 1,38 |
| 45 | 1,22 | 1,25 | 1,27 | 1,28 | 1,37 | 1,43 | 1,64 |
| 50 | 1,28 | 1,32 | 1,33 | 1,34 | 1,44 | 1,52 | 1,75 |
| 60 | 1,4 | 1,46 | 1,46 | 1,47 | 1,58 | 1,67 | 1,96 |
| 70 | 1,5 | 1,57 | 1,58 | 1,6 | 1,73 | 1,81 | 2,12 |
| 80 | 1,61 | 1,68 | 1,7 | 1,71 | 1,86 | 1,95 | 2,24 |
| 90 | 1,7 | 1,79 | 1,79 | 1,81 | 1,98 | 2,07 | 2,43 |
| 100 | 1,82 | 1,88 | 1,91 | 1,92 | 2,1 | 2,2 | 2,62 |
| 110 | 2 | 2,06 | 2,09 | 2,12 | 2,3 | 2,43 | 2,88 |
| 120 | 2,21 | 2,29 | 2,3 | 2,32 | 2,51 | 2,65 | 3,17 |
| 130 | 2,38 | 2,42 | 2,44 | 2,48 | 2,7 | 2,85 | 3,42 |
| 140 | 2,47 | 2,56 | 2,58 | 2,62 | 2,84 | 3 | 3,64 |
| 150 | 2,63 | 2,74 | 2,76 | 2,78 | 3,04 | 3,23 | 3,89 |
| 160 | 2,77 | 2,86 | 2,9 | 2,94 | 3,22 | 3,41 | 4,08 |
| 170 | 2,91 | 2,92 | 3,06 | 3,06 | 3,38 | 3,58 | 4,34 |
| 180 | 3,08 | 3,14 | 3,18 | 3,2 | 3,52 | 3,75 | 4,52 |
| 190 | 3,15 | 3,28 | 3,33 | 3,34 | 3,7 | 3,91 | 4,74 |
| 200 | 3,26 | 3,4 | 3,43 | 3,46 | 3,83 | 4,07 | 4,93 |
| 220 | 3,74 | 3,87 | 3,9 | 3,92 | 4,3 | 4,54 | 5,46 |
| 240 | 3,87 | 3,99 | 4,02 | 4,06 | 4,46 | 4,71 | 5,67 |
| 260 | 3,99 | 4,12 | 4,14 | 4,2 | 4,58 | 4,88 | 5,88 |
| 280 | 4,12 | 4,28 | 4,32 | 4,32 | 4,72 | 5,04 | 6,07 |
| 300 | 4,25 | 4,42 | 4,44 | 4,48 | 4,94 | 5,2 | 6,4 |
| 350 | 4,63 | 4,77 | 4,8 | 4,88 | 5,31 | 5,59 | 6,73 |
| 400 | 4,93 | 5,06 | 5,08 | 5,16 | 5,51 | 5,97 | 7,14 |
| 450 | 5,73 | 5,92 | 5,94 | 6,02 | 6,53 | 6,89 | 8,25 |
| 500 | 6,08 | 6,26 | 6,3 | 6,34 | 6,9 | 7,3 | 8,68 |
| 550 | 6,46 | 6,6 | 6,67 | 6,7 | 7,3 | 7,7 | 9,22 |
| 600 | 6,76 | 7 | 7,03 | 7,06 | 7,7 | 8,09 | 9,69 |
| 700 | 7,07 | 7,33 | 7,36 | 7,4 | 8,08 | 8,48 | 10,1 |
| 800 | 7,4 | 7,63 | 7,71 | 7,8 | 8,36 | 8,86 | 10,56 |
| 850 | 8,58 | 8,81 | 8,87 | 8,95 | 9,63 | 10,08 | 11,85 |
| 900 | 8,93 | 9,19 | 9,22 | 9,30 | 9,99 | 10,50 | 12,28 |
| 950 | 9,25 | 9,55 | 9,63 | 9,65 | 10,34 | 10,91 | 12,86 |
| 1000 | 9,64 | 9,92 | 9,96 | 10,04 | 10,64 | 11,32 | 13,34 |
| 1100 | 10,2 | 10,46 | 10,68 | 10,78 | 11,56 | 12,14 | 14,83 |
| 1200 | 11,02 | 11,16 | 11,41 | 11,48 | 12,34 | 12,93 | 15,15 |
| 1300 | 13 | 13,32 | 13,4 | 13,46 | 14,36 | 15,01 | 17,38 |
| 1400 | 13,8 | 14,12 | 14,2 | 14,32 | 15,26 | 15,83 | 18,2 |
| 1500 | 14,54 | 14,9 | 14,98 | 15,08 | 16,02 | 16,74 | 19,1 |
| 1600 | 15,32 | 15,69 | 15,78 | 15,88 | 16,91 | 17,6 | 20,4 |
| 1700 | 16,08 | 16,46 | 16,57 | 16,66 | 17,73 | 18,45 | 21,34 |
| 1800 | 16,84 | 17,23 | 17,34 | 17,44 | 18,54 | 19,29 | 22,3 |
| 1900 | 17,57 | 18 | 18,1 | 18,21 | 19,35 | 20,12 | 23,24 |
| 2000 | 18,33 | 18,75 | 18,86 | 18,97 | 20,15 | 20,94 | 24,17 |
| 2200 | 19,81 | 20,25 | 20,37 | 20,49 | 21,74 | 22,58 | 26,01 |
| 2400 | 21,28 | 21,74 | 21,87 | 22 | 23,31 | 24,2 | 27,83 |
| 2600 | 22,73 | 23,22 | 23,35 | 23,48 | 24,86 | 25,8 | 29,62 |
| 2800 | 24,18 | 24,69 | 24,82 | 24,96 | 26,41 | 27,38 | 31,4 |

Продолжение табл 30.2

| Количество эквивалентных единиц | Расходы воды, л/с, при норме водопотребления на 1 человека, л/сутки | | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| | при коэффициенте неравномерности водопотребления | | | | | | |
| | 2,2 | 2,16 | 2,15 | 2,14 | 2,05 | 2 | 1,85 |
| 3000 | 25,61 | 26,14 | 26,28 | 26,43 | 27,94 | 28,95 | 33,15 |
| 3200 | 27,04 | 27,59 | 27,74 | 27,89 | 29,46 | 30,51 | 34,89 |
| 3400 | 28,46 | 29,03 | 29,18 | 29,34 | 30,96 | 32,06 | 36,62 |
| 3600 | 29,87 | 30,46 | 30,62 | 30,78 | 32,46 | 33,6 | 38,32 |
| 3800 | 31,28 | 31,88 | 32,05 | 32,22 | 33,95 | 35,13 | 40,02 |
| 4000 | 32,68 | 33,30 | 33,47 | 33,65 | 35,43 | 36,65 | 41,71 |
| 4200 | 34,07 | 34,72 | 34,89 | 35,06 | 36,9 | 38,16 | 43,38 |
| 4400 | 35,46 | 36,12 | 36,3 | 36,48 | 38,38 | 39,67 | 45,04 |
| 4600 | 36,83 | 37,53 | 37,71 | 37,89 | 39,84 | 41,16 | 46,7 |
| 4800 | 38,22 | 38,82 | 39,11 | 39,3 | 41,3 | 42,66 | 48,34 |
| 5000 | 39,6 | 40,32 | 40,51 | 40,7 | 42,75 | 44,14 | 49,97 |

ТАБЛИЦА 30.3

РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ ВОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

| Количество эквивалентных единиц | Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях | | | | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|---|---|--|------|
| | баня и детский сад-ясли | поликлиника, амбулатория | административных зданий, магазинов | учебных заведений, общеобразовательных школ | больниц, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях | общественных, гостиницах, школах-интернатах, пансионатах | |
| 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 2 | 0,35 | 0,39 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 3 | 0,42 | 0,48 | 0,52 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 4 | 0,48 | 0,56 | 0,6 | 0,72 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 5 | 0,54 | 0,63 | 0,67 | 0,81 | 0,9 | 1 | 1 |
| 6 | 0,59 | 0,69 | 0,74 | 0,88 | 0,98 | 1 | 1,22 |
| 7 | 0,64 | 0,74 | 0,8 | 0,96 | 1,06 | 1,32 | |
| 8 | 0,67 | 0,79 | 0,85 | 1,02 | 1,13 | 1,41 | |
| 9 | 0,72 | 0,84 | 0,9 | 1,08 | 1,2 | 1,5 | |
| 10 | 0,76 | 0,88 | 0,95 | 1,13 | 1,26 | 1,58 | |
| 12 | 0,83 | 0,97 | 1,04 | 1,24 | 1,38 | 1,73 | |
| 14 | 0,9 | 1,05 | 1,12 | 1,34 | 1,5 | 1,87 | |
| 16 | 0,96 | 1,12 | 1,2 | 1,44 | 1,6 | 2 | |
| 18 | 1,02 | 1,19 | 1,27 | 1,52 | 1,69 | 2,12 | |
| 20 | 1,07 | 1,25 | 1,34 | 1,61 | 1,79 | 2,23 | |
| 25 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,5 | |
| 30 | 1,31 | 1,53 | 1,64 | 1,97 | 2,2 | 2,74 | |
| 35 | 1,42 | 1,66 | 1,78 | 2,14 | 2,37 | 2,96 | |
| 40 | 1,52 | 1,77 | 1,9 | 2,28 | 2,53 | 3,16 | |
| 45 | 1,61 | 1,88 | 2,01 | 2,42 | 2,68 | 3,35 | |
| 50 | 1,7 | 1,98 | 2,12 | 2,54 | 2,83 | 3,54 | |
| 55 | — | 2,03 | 2,22 | 2,67 | 2,97 | 3,71 | |
| 60 | — | 2,17 | 2,32 | 2,79 | 3,1 | 3,88 | |
| 65 | — | 2,26 | 2,42 | 2,9 | 3,22 | 4,03 | |
| 70 | — | 2,34 | 2,51 | 3,02 | 3,33 | 4,18 | |
| 75 | — | 2,42 | 2,6 | 3,12 | 3,46 | 4,33 | |
| 80 | — | 2,5 | 2,68 | 3,22 | 3,58 | 4,47 | |
| 85 | — | 2,58 | 2,77 | 3,32 | 3,69 | 4,61 | |
| 90 | — | 2,66 | 2,84 | 3,42 | 3,8 | 4,75 | |
| 95 | — | 2,73 | 2,93 | 3,51 | 3,9 | 4,88 | |

Продолжение табл. 30.3

ТАБЛИЦА 30.3

| Количество эквивалентных единиц | Расчетные расходы, л/с, в общественных зданиях | | | | | |
|---------------------------------|--|------------------------------|-------------------------------------|---|---|--|
| | банях и детских садах-яслях | в поликлиниках, амбулаториях | административных зданиях, магазинах | учебных заведений, общеобразовательных школах | больницах, санаториях, домах отдыха, пионерских лагерях | общественных, гостиницах, школах-интернатах, пансионатах |
| 100 | — | 2,8 | 3,00 | 3,60 | 4 | 5 |
| 120 | — | — | 3,29 | 3,94 | 4,38 | 5,48 |
| 140 | — | — | 3,56 | 4,26 | 4,73 | 6,91 |
| 160 | — | — | 3,8 | 4,55 | 5,06 | 6,33 |
| 180 | — | — | 4,03 | 4,82 | 5,38 | 6,71 |
| 200 | — | — | 4,24 | 5,08 | 5,65 | 7,07 |
| 220 | — | — | 4,45 | 5,34 | 5,93 | 7,42 |
| 240 | — | — | 4,64 | 5,57 | 6,2 | 7,74 |
| 260 | — | — | 4,84 | 5,81 | 6,45 | 8,06 |
| 280 | — | — | 5,02 | 6,02 | 6,69 | 8,36 |
| 300 | — | — | 5,2 | 6,24 | 6,93 | 8,66 |

ТАБЛИЦА 30.4

КОЭФФИЦИЕНТ ОДНОВРЕМЕННОГО ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗРЕЛИЩНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ, СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЯХ И ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

| Санитарные приборы | Коэффициент одновременного действия санитарных приборов | | |
|----------------------|---|-----------------|------------------------------------|
| | в кинотеатрах, клубах, спортивных сооружениях | театрах, цирках | предприятиях общественного питания |
| Умывальники | 0,8 | 0,6 | 0,8 |
| Смывные бачки | 0,7 | 0,5 | 0,6 |
| Писсуары | 1 | 0,8 | 0,5 |
| Души | 1 | 1 | 1 |
| Мойки в буфетах | 1 | 1 | — |
| Машины посудомоечные | — | — | 1 |

Расчетный расход воды, подаваемой в запасные бачки бань и прачечных, определяют по формуле

$$q = \frac{Q}{3600 \cdot 1000} \quad (30.5)$$

где Q — расчетный часовой расход воды, м³.

30.3. Определение диаметров трубопроводов

Диаметр труб отдельных ответвлений от магистральных трубопроводов определяется не по расчетным формулам, а по табл. 30.5.

Диаметр труб отдельных участков водопроводной сети предварительно можно подобрать в зависимости от суммарной нагрузки, выраженной в эквивалентных единицах:

ДИАМЕТР ТРУБ ОТВЕТВЛЕНИЙ, РАСЧЕТНЫЙ РАСХОД ВОДЫ И ВЕЛИЧИНА ЭКВИВАЛЕНТА САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

| Санитарный прибор | Диаметр труб, мм | Расход воды, л/с | Эквивалент |
|--|------------------|------------------|------------|
| Кран: | | | |
| раковины или мойки в квартире | 15 | 0,2 | 1 |
| мойки в предприятиях общественного питания | 15—20 | 0,2—0,3 | 1—1,5 |
| банный | 20 | 0,4 | 2 |
| лабораторной раковины | 10—15 | 0,1 | 0,5 |
| лабораторной мойки | 15 | 0,2 | 1 |
| лабораторный для водоструйных насосов | 15 | 0,15 | 0,7 |
| Туалетный кран умывальника | 10—15 | 0,07 | 0,33 |
| Умывальник круглый с веерным разбрызгиванием воды на 1 место | 10—15 | 0,07 | 0,33 |
| Кран писсуара настенного | 10—15 | 0,035 | 0,17 |
| Смеситель ванны при централизованном горячем водоснабжении | 15 | 0,3 | 1,5 |
| Ванна с водонагревателем: | | | |
| на твердом топливе | 15 | 0,2 | 1 |
| на газовом топливе | 15 | 0,2 | 1 |
| Ванна ножная | 15 | 0,12 | 0,6 |
| Ребристый душ | 25—32 | 0,4 | 2 |
| Нижний (восходящий) душ | 20 | 0,3 | 1,15 |
| Смывной бачок | 10—15 | 0,1 | 0,5 |
| Кран: | | | |
| смывной унитаза видуара (слива) | 25—32 | 1,2—1,4 | 6—7 |
| Биде и гигиенический душ | 15 | 0,2 | 1 |
| 10—15 | 10—15 | 0,07 | 0,33 |
| Душ: | | | |
| в групповых установках | 15 | 0,2 | 1 |
| в квартирах | 15 | 0,14 | 0,67 |
| Питьевой фонтанчик | 10—15 | 0,035 | 0,17 |
| Писсуары с автоматической промывкой | 15 | 0,3 | 1,5 |
| Поливочные краны | 25 | 0,5 | 2,5 |

| Сумма эквивалентов | 1 | 3 | 6 | 12 | 20 |
|--------------------|-------|----|----|----|----|
| Диаметр труб, мм | 10—15 | 15 | 20 | 25 | 32 |

Примечания: 1 Диаметр подводящей трубы к двум водонагревателям (колопкам), работающим на газовом или твердом топливе, а также к двум душам должен быть не менее 20 мм

2 Диаметр подводящей трубы к двум водоразборным кранам в мойках, устанавливаемых в предприятиях общественного питания, принимается 25 мм.

3 В жилых зданиях высотой от трех до пяти этажей стояки на всей высоте могут иметь одинаковый диаметр.

Водопроводные сети, питаемые несколькими вводами, рассчитывают с учетом выключения одного из них. Диаметры труб внутренних водопроводных сетей назначают из расчета наибольшего использования гарантийного напора в наружной водопроводной сети.

Скорости движения воды в стальных трубах внутренних водопроводных сетей диаметром до 400 мм при

венно-питьевом водоразборе не должны превышать в магистралях и стояках 1,5 м/с, в подводах к сборным точкам 2,5 м/с; при производственном водоразборе в магистралях и стояках не более 1,2 м/с. Производческих расходах скорости могут быть увеличены до 3 м/с, при пожаре — до 4—5 м/с).

30.4. Потери напора и удельные сопротивления в трубопроводах

Потери напора в трубопроводах можно определять по формуле

$$h = Aiq^2, \quad (30.6)$$

l — длина трубопровода, м;
 Q — расход воды, л/с или м³/с;
 A — удельное сопротивление труб.

Для стальных труб диаметром 10—400 мм удельные сопротивления принимают по табл. 30.6.

ТАБЛИЦА 30.6
УДЕЛЬНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ A ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

| D_n , мм | A | D_n , мм | A |
|---------------------------------|---------|------------|------------|
| Для расходов, л/с | | | |
| 10 | 32,95 | 50 | 0,01108 |
| 15 | 8,809 | 70 | 0,002893 |
| 20 | 1,643 | 80 | 0,001188 |
| 26 | 0,4367 | 100 | 0,000267 |
| 32 | 0,09386 | 125 | 0,00008623 |
| 40 | 0,04453 | 150 | 0,00003395 |
| Для расходов, м ³ /с | | | |
| 175 | 18,96 | 300 | 0,9392 |
| 200 | 9,273 | 325 | 0,6088 |
| 225 | 4,822 | 350 | 0,4078 |
| 250 | 2,583 | 400 | 0,2062 |

Для чугунных труб диаметром 50—300 мм принимают следующие значения удельных сопротивлений для расходов, м³/с):

| | | | | |
|-------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Диаметр условного прохода, мм | 50 | 80 | 100 | 125 |
| A | 13,360 | 1,044 | 339,1 | 103,5 |
| Диаметр условного прохода, мм | 150 | 200 | 250 | 300 |
| A | 39,5 | 8,6 | 2,64 | 0,986 |

Примечание. Формула (30.6) применима при скоростях движения воды в трубах более 1,2 м/с; при меньших скоростях величина A принимается с коэффициентом k

| | | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|-------|-------|
| Скорость движения воды, м/с | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| k | 1,41 | 1,28 | 1,2 | 1,15 | 1,115 |
| Скорость движения воды, м/с | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 | 1,1 |
| k | 1,085 | 1,06 | 1,01 | 1,035 | 1,015 |

Для стальных труб (ГОСТ 8732—70) необходимо вводить поправочные коэффициенты на толщину стенок, так как удельные сопротивления A принимались из расчета толщины стенок труб 10 мм, кроме того, для этих труб вводятся поправочные коэффициенты на скорость движения в зависимости от толщины стенок.

При применении чугунных водопроводных труб необходимо вводить поправочные коэффициенты на величину A и скорость движения воды.

Потери напора в пластмассовых трубах рекомендуется определять по формуле

$$1000 i = 0,25 \frac{Q^{1,774}}{d^{4,774}}, \quad (30.7)$$

где i — гидравлический уклон;
 Q — расход воды, л/с;
 d — внутренний диаметр трубы, мм.

30.5. Требуемый напор в наружной водопроводной сети

Требуемый напор H в наружной сети у ввода в здание определяют по формуле

$$H = h_1 + h_2 + h_3, \quad (30.8)$$

где h_1 — высота расположения расчетной точки водопотребления от поверхности земли, м;
 h_2 — потери напора во внутренней сети, включая потери на преодоление местных сопротивлений и потери во вводе и в водомере, м;
 h_3 — необходимый свободный напор у точки водопотребления, в том числе и пожарного крана, м вод. ст.

Примечание. Расчет производят для самой неблагоприятной точки водоразбора (наиболее отдаленной и высокорасположенной с наибольшим необходимым свободным напором).

Если давление в наружной сети H_0 меньше требуемого H , можно принять одно из следующих решений:

- 1) выделить водопотребителей, требующих высокого напора, в отдельную сеть и повысить давление только в этой сети;
- 2) увеличить диаметр труб внутренней сети с целью уменьшения потерь напора в сети и уменьшения H до величины H_0 ;
- 3) повысить давление в наружной сети;
- 4) установить насос внутри здания для повышения давления во всей внутренней сети или в сети, обслуживающей верхние этажи, с устройством зонного водопровода.

Решения по пп. 1, 2 и 3 применимы для водопроводов производственных и вспомогательных зданий. Для жилых и общественных зданий следует использовать решения по пп. 2 и 4.

Давление, развиваемое насосами, должно быть равно разности давлений потребного H и располагаемого (гарантируемого) в наружной сети H_0 .

Если давление в наружной сети значительно превышает требуемое $H_0 > H$, можно уменьшить диаметры труб на некоторых участках внутренней водопроводной сети.

При расчете внутренних водопроводных сетей необходимо дополнительно учитывать потери напора на преодоление местных сопротивлений, выраженные в процентах от потерь напора на трение в сети:

- для производственных и вспомогательных зданий:
- в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 20%;
 - в сети производственного и объединенного противопожарно-хозяйственного или противопожарно-производственного водопровода — 15%;
 - в сети противопожарного водопровода — 10%;
- для жилых и общественных зданий:
- в сети хозяйственно-питьевого водопровода — 30%;

в сети объединенного противопожарного и хозяйственно-питьевого водопровода — 20%,

в сети противопожарного водопровода — 10%

Для противопожарных водопроводов общественных зданий, а также для сетей, работающих под небольшим напором (сети, питаемые от баков), потери напора на преодоление местных сопротивлений учитывают особо и определяют по формуле

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (30.9)$$

где ζ — коэффициент местного сопротивления;
 v — скорость воды, м/с,
 g — ускорение свободного падения

Глава 31. НАСОСЫ и НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

31.1. Типы насосов

Центробежные насосы классифицируются следующим образом

по числу колес — одноколесные и многоколесные,
 по создаваемому напору — низконапорные ($H < 20$ м), средненапорные ($H = 20-60$ м), высоконапорные ($H > 60$ м);

по способу подвода воды к колесу — односторонние и двухсторонние;

по расположению вала — горизонтальные и вертикальные;

по способу соединения с двигателями — приводные (со шкивом или редуктором), соединенные непосредственно с двигателями при помощи муфты, и моноблок насосы, в которых рабочее колесо установлено на конце вала электродвигателя;

по признаку погружения под уровень воды — артезианские (глубинные) и погружные

Каждой частоте вращения насоса соответствует своя характеристика, изменяющаяся при изменении частоты вращения. Новую характеристику строят на основании следующих зависимостей

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1}; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^2;$$

$$\frac{N}{N_1} = \left(\frac{n}{n_1}\right)^3, \quad (31.1)$$

где Q, H, N — расход воды, напор и мощность насоса при исходной частоте вращения n ,
 Q_1, H_1, N_1 — расход воды, напор и мощность насоса при новой частоте вращения n_1

Для повышения производительности насосной станции насосы включают в сеть водопровода параллельно; для повышения напора насосы включают последовательно

При обточке колес подача воды и напор центробежного насоса изменяются по зависимостям

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{D_{обт}}{D_{норм}}; \quad \frac{H}{H_1} = \left(\frac{D_{обт}}{D_{норм}}\right)^2, \quad (31.2)$$

где Q и H — параметры насоса при нормальном колесе диаметром $D_{норм}$,

Q_1 и H_1 — параметры насоса при обточенном колесе диаметром $D_{обт}$

Если насос установлен выше уровня воды в приемном резервуаре, необходима заливка его водой. Он может быть залит из напорного трубопровода, или на всасывающем трубопроводе устанавливают обратный клапан с сеткой. Применяют также отсос воздуха эжектором, который присоединяют к верхней части корпуса насоса. Перед пуском эжектора задвижку на напорном трубопроводе закрывают, работы эжектора используется вода из чапорового бпропровода

Для пуска насоса в работу можно отсасывать воду вакуум-насосом

Продолжительность заполнения всасывающей водой не должна превышать для производственных и хозяйственных насосов 5 мин, пожарных — 3 мин

31.2. Основные технические данные и конструктивные особенности насосов

По конструктивным особенностям современные центробежные насосы подразделяются следующим образом: одноколесные с односторонним подводом воды, многоколесные с двухсторонним подводом воды, многоколесные, в основном с односторонним подводом воды (могут быть секционные или спирального типа). Насосы указанных типов могут быть горизонтальными и вертикальными

Многоколесные секционные насосы имеют большое осевое усилие. Достоинством их является возможность изменения напора путем увеличения или уменьшения числа колес

Вертикальные насосы используют при больших глубинах уровня воды в источнике, а также для подачи подземных вод из водяных скважин

Осевые насосы просты, компактны, имеют меньшую массу по сравнению с центробежными, их можно использовать для перекачки загрязненной жидкости. Устанавливают на вертикальной, горизонтальной или наклонной трубе. Пуск осевых насосов следует производить при открытой задвижке. Регулирование подачи воды при помощи задвижки невыгодно, так как в этом резко падает коэффициент полезного действия

Регулирование подачи осевого насоса возможно при применении двигателей, допускающих изменение частоты вращения гидромфты, рабочих колес с поворотноными лопастями. Осевые насосы работают с отрицательной высотой всасывания (с подпором)

31.3. Расположение насосных установок

При постоянном или периодическом недостатке напора в наружной водопроводной сети для повышения напора во внутренних сетях зданий предусматривают насосные установки для одного или нескольких зданий.

Применяют насосные установки следующих типов: а) с бесперебойно или периодически действующими насосами,

б) с периодически действующими насосами, работающими совместно с водонапорными или гидроневматическими баками

Резервные агрегаты для тушения внутреннего пожара не устанавливают в следующих случаях: а) в про-

в зданиях, когда расход воды на тушение пожара не превышает 20 л/с; б) в вспомогательных зданиях и складах, не оборудованных средствами автоматического пожаротушения, где для тушения внутреннего пожара предусматривается только ручная струя; в) в жилых, общественных и вспомогательных зданиях при расчетном действии одной пожарной установки.

При установке до четырех рабочих насосов принимается резервный агрегат; при установке четырех — насосов — два агрегата.

Примечание. Для производственных водопроводов, подающих воду в подаче воды может привести к значительному падению давления, необходимо принимать два резервных агрегата при числе рабочих насосов от одного до шести.

В жилых домах высотой 17—25 этажей пожарные насосы включаются дистанционно и автоматически.

В насосных установках противопожарных водопроводов зданий с зонным водопроводом, особо ответственных зданий, зданий кинотеатров, клубов, домов культуры, конференц-залов, актов залов и зданий, оборудованных спринклерными и дренчерными установками, предусматривают автоматический и дистанционный пуск насосов, кроме ручного включения насосов из помещений насосной станции.

При заборе воды насосами непосредственно из водопроводной сети должно обеспечиваться постоянное давление в сети во избежание образования вакуума на входе насосов, при этом минимально допустимое давление на входе должно быть не более 0,2 м вод. ст. Насосы в этом случае рассчитывают на меньшее давление в водопроводной сети и проверяют работу при наибольшем давлении в наружной сети.

При давлении в наружной сети более 15 м вод. ст. возможна установка насоса принятой конструкции, которая подтверждается заводом-изготовителем.

Насосы (кроме пожарных) запрещено располагать непосредственно под жилыми квартирами, детскими или игровыми комнатами детских садов и яслей, классами общеобразовательных школ, больничными помещениями, рабочими комнатами административных зданий, лабораториями учебных заведений и другими подобными помещениями.

Пожарные насосы и пневматические установки можно размещать в первых и подвальных этажах, в изолированных отапливаемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

Примечание. Гидропневматические баки допускается располагать в верхних технических этажах.

Производительность хозяйственно-питьевых и производственных насосных установок без регулирующей емкости определяют по расчетному секунднему расходу воды, а установок с регулирующей емкостью — по максимальному часовому расходу воды.

При заборе воды насосами из резервуаров принимается не менее двух всасывающих линий независимо от числа групп насосов (с учетом пожарных насосов). Всасывающие линии рассчитывают на пропуск полного расчетного расхода воды при условии выключения одной из всасывающих линий на ремонт.

Устройство одной всасывающей линии допускается при установке насосов без резервных агрегатов.

Насосы необходимо соединять с электродвигателем на одном валу. У каждого насоса на напорной линии устанавливаются манометр, обратный клапан и задвижку.

При питании насосов из резервуара и расположении их ниже уровня воды в резервуаре «под залив» необхо-

димо на всасывающих линиях установить задвижки, а при размещении насосов выше уровня воды в резервуаре следует предусматривать устройство по обеспечению заливки насосов (водопроводный бачок, вакуум-насос и др.).

Вокруг насосов должны быть свободные проходы. Между оборудованием насосных установок принимают следующие наименьшие расстояния:

а) от бокового среза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения, а также между соседними фундаментами — 700 мм;

б) от торцевого среза фундамента электродвигателя с насосом до стены помещения — 1000 мм, а со стороны электродвигателя — не менее расстояния, необходимого для вытаскивания ротора электродвигателя без снятия последнего с фундамента.

Примечание. Насосы с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускается устанавливать вдоль стен и перегородок без прохода между агрегатом и стеной или перегородкой, но на расстоянии не менее 200 мм от фундамента здания. Допускается размещение двух агрегатов на одном фундаменте без прохода между ними, но предусматривается проход шириной не менее 0,7 м вокруг двойного устройства. Фундаменты под насосы должны выступать над полом не менее чем на 0,2 м.

Насосы производственных водопроводов в отдельных случаях размещают на рамах без фундаментов.

Насосы с диаметром напорного патрубка до 100 мм включительно, приводимые в действие низковольтными электродвигателями, можно располагать у стены без прохода между агрегатом и стеной.

В необходимых случаях для снижения шума насосные агрегаты оборудуют надежными звукоизолирующими устройствами, состоящими из эластичных патрубков (длиной не менее 1 м), на всасывающем и напорном трубопроводах и устанавливают на виброизолирующих основаниях. Насосы хозяйственно-питьевого водоснабжения жилых и общественных зданий должны быть обязательно снабжены звукоизолирующими устройствами.

В зависимости от площади помещения насосы могут быть установлены или параллельно друг другу (рис. 31.1), или цепочкой (рис. 31.2).

При питании насосов из водопроводной сети следует предусматривать обводную линию с задвижками и обратным клапаном для подачи воды во внутреннюю сеть, минуя насосы.

При постоянном повышении давления во внутренней сети и для создания более высокого давления на отдельных участках сети устанавливают насосы двух групп: хозяйственные и пожарные. Вводы перед насосами объединяют.

При установке перед насосами водомера устраивают обводную линию для возможности работы насосов при снятом водомере.

При неравномерном давлении во внутренней сети и периодическом выключении насосов необходимо автоматизировать их работу для обеспечения требуемого давления.

Для уменьшения шума требуется тщательно заделывать отверстия и неплотности в строительных конструкциях, а также применить акустическую штукатурку стен и потолков насосных помещений.

Трубы, проходящие через стены и перекрытия, отделяющие насосные от других помещений, обертывают резиновым пологом или асбестовым картоном и прокладывают в гильзах. Зазоры между прокладками и трубами заделывают мастикой.

Ввиду того что пожарные насосы работают лишь в особых случаях, меры по борьбе с шумом не предусматривают.

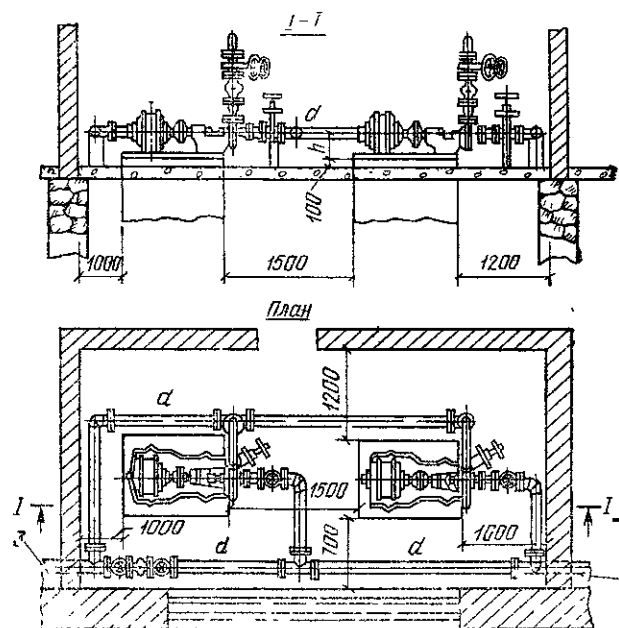


Рис. 31.1. Параллельное расположение насосов
 1 — насос, 2 — подающий трубопровод, 3 — напорный трубопровод

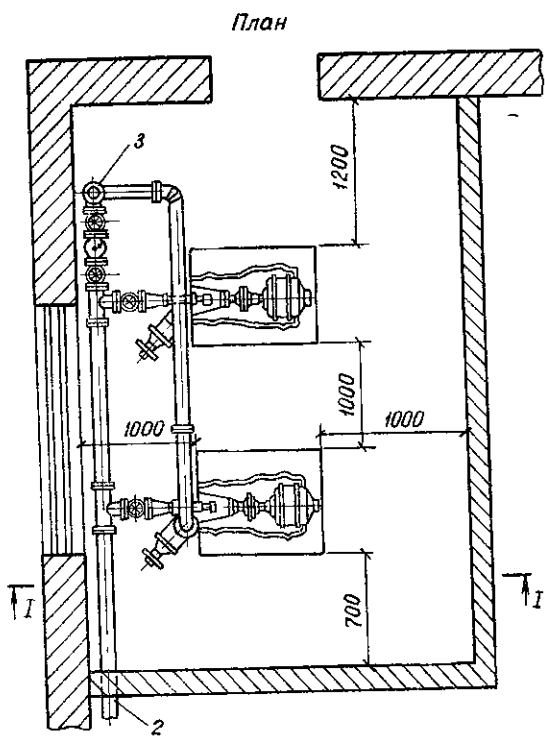
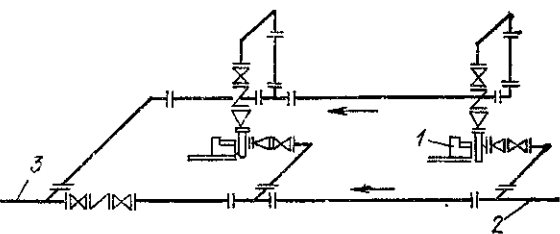
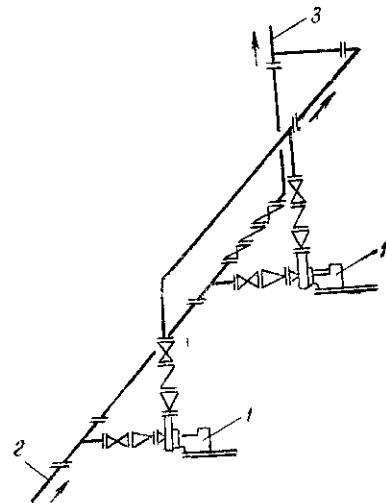
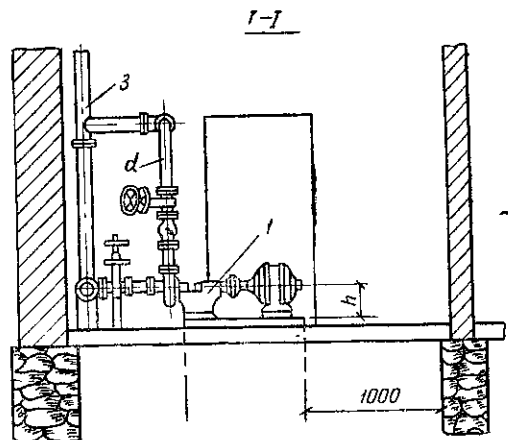


Рис. 31.2. Расположение насосов цепочкой
 1 — насос, 2 — подающий трубопровод, 3 — напорный трубопровод



Фундаменты под насосами не должны быть связаны конструкциями здания; их закладывают на подушках или под основание прокладывают прокладку из звукоизолирующих материалов (например, войлок шириной 15—20 см из сухого песка).

Трубопроводы в насосных станциях, а также всасывающие линии за пределами насосных станций выполняются из стальных труб на сварке с применением фланцевых соединений для присоединения к арматуре и на-

стен установке насосов в котельных, работающих на жидком топливе, занимаемую насосами площадку отделяют перегородкой высотой не менее 1 м; в котельных, работающих на твердом топливе, перегородка должна быть до потолка.

Внешние помещения для насосов проектируют в том случае, когда в зданиях недопустимо распространение шума и невозможно размещение насосной подстанции в помещениях.

Высота помещения насосной станции, оборудованной подъемными механизмами, принимается с таким расчетом, чтобы обеспечивался просвет не менее 0,5 м между верхом установленных агрегатов и низом перекрываемого груза.

Высота помещения насосной станции, не оборудованной подъемными механизмами, должна быть не менее 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия. В насосных станциях предусматривают место для размещения щита управления электродвигателями.

Для монтажа и демонтажа насосных агрегатов, арматуры и трубопроводов насосные станции должны быть снабжены подъемно-транспортными механизмами.

Для насосных установок, перерыв в работе которых не допускается, должно предусматриваться бесперебойное снабжение энергией путем присоединения к независимым источникам электроэнергии. При наличии одного источника электроэнергии можно устанавливать резервные пожарные насосы с приводами от двигателей внутреннего сгорания.

31.4. Пневматические насосные установки

Системы пневматического водоснабжения могут быть постоянного и переменного давления. Пневматические станции переменного давления более экономичны в эксплуатации и получили наибольшее распространение.

Пневматические установки целесообразно применять для расхода воды до 100 м³/ч.

Пневматическая установка включает насосы, подающие воду в водовоздушные баки (один или несколько) и создающие требуемый напор, и компрессор, подающий периодически необходимое количество воздуха в водовоздушный бак для пополнения утечки.

Давление в баках пневматических установок переменного давления должно обеспечивать расчетный напор в сети при наименьшем уровне воды в них.

Для пневматических установок переменного давления устанавливают один компрессор с питанием электроэнергией от одного источника. Для пневматических установок постоянного давления принимают не менее двух компрессоров (один из них резервный), питаемых электроэнергией по двум фидерам.

Можно использовать общезаводскую компрессорную станцию при условии бесперебойной подачи сжатого воздуха.

Для пневматических установок переменного давле-

ния, не используемых для противопожарного водоснабжения, пополнение баков сжатым воздухом можно производить от привозных компрессоров. Пневматические баки оборудуют спускными трубами, предохранительными клапанами, манометрами, указателями уровня воды.

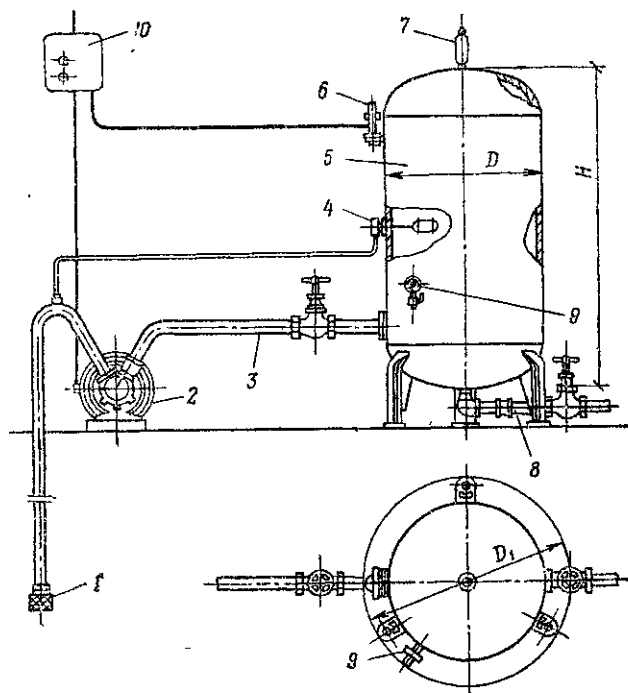


Рис 31.3. Схема автоматической водоподъемной установки с самовсасывающим вихревым электронасосом

1 — приемный клапан с сеткой; 2 — самовсасывающий вихревой электронасос; 3 — напорный трубопровод; 4 — поплавковый регулятор запаса воздуха; 5 — воздушно-водяной бак; 6 — реле давления; 7 — предохранительный клапан; 8 — водоразборный трубопровод; 9 — водопроводный кран с манометром; 10 — станция управления

В отдельных случаях для хозяйственно-питьевого и пожарного водоснабжения зданий применяют пневматические установки автоматического действия преимущественно с переменным давлением. Запас воздуха в баке пополняется бескомпрессорными автоматическими регуляторами запаса воздуха и компрессорами с автоматическим или ручным пуском.

Воздушные баки гидропневматических установок размещают за пределами здания по возможности с его северной стороны. Насосные установки с гидропневматическими баками должны удовлетворять требованиям Госгортехнадзора.

Вода и сжатый воздух могут находиться в одном резервуаре или различных резервуарах.

Пневматические установки, используемые для тушения пожара, можно размещать в подвалах или в первых этажах зданий, в отдельных отопляемых помещениях I и II степени огнестойкости, имеющих отдельный выход наружу или на лестничную клетку.

В многоэтажных зданиях пневматические установки допускается располагать в верхних этажах. Расстоя-

Рис. 31.4. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из шахтного колодца лопастным насосом

1 — приемный клапан с сеткой; 2 — всасывающий трубопровод; 3 — электронасос; 4 — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; 5 — водопроводная сеть

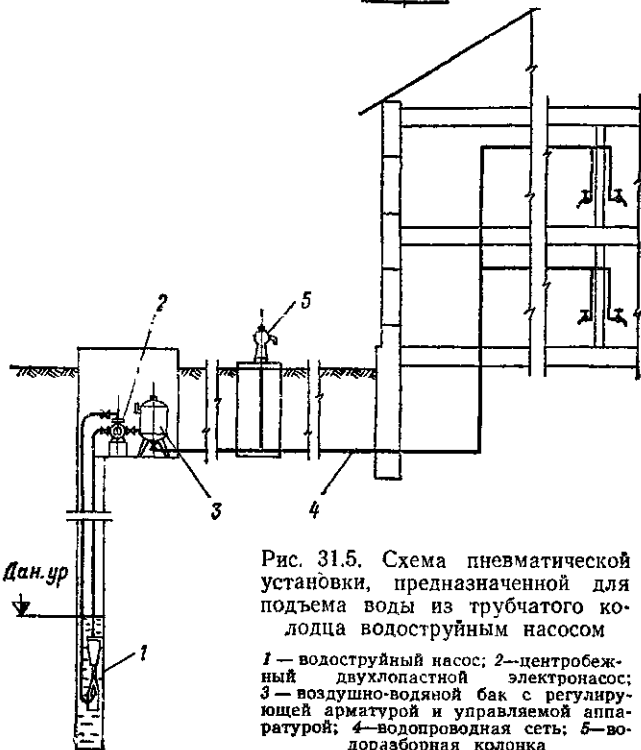
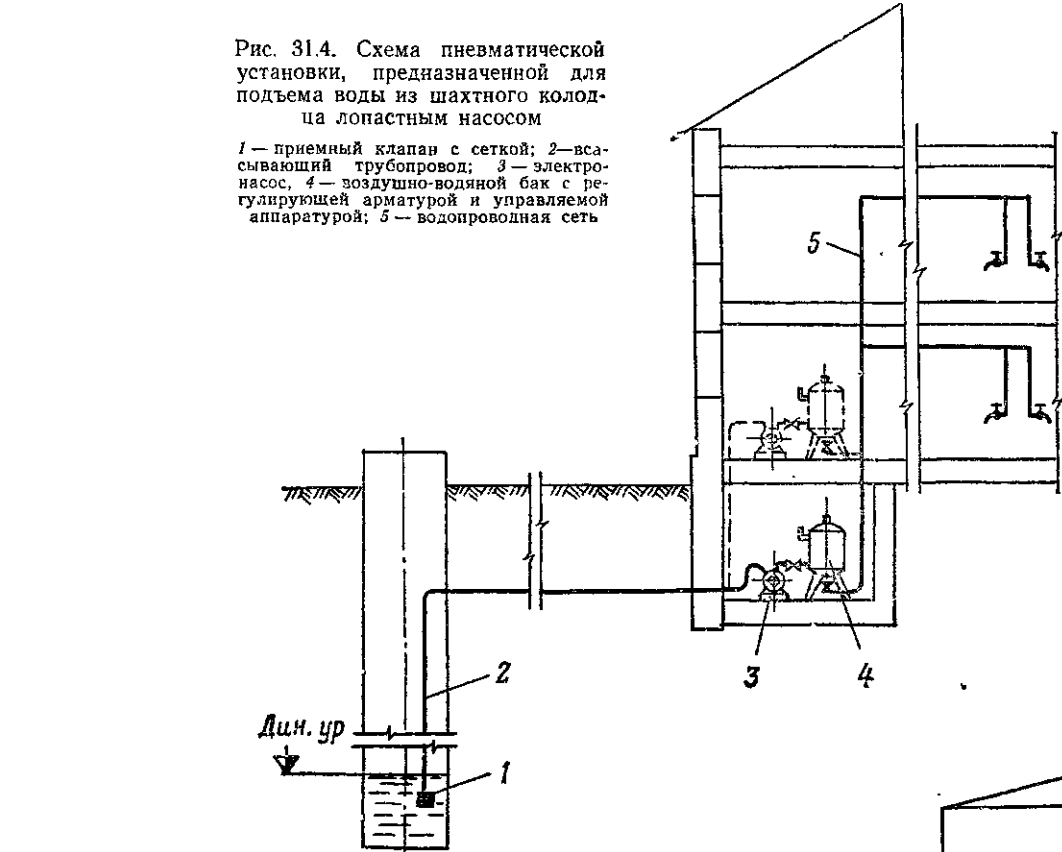


Рис. 31.5. Схема пневматической установки, предназначенной для подъема воды из трубчатого колодца водоструйным насосом

1 — водоструйный насос; 2 — центробежный электронасос; 3 — воздушно-водяной бак с регулирующей арматурой и управляемой аппаратурой; 4 — водопроводная сеть; 5 — водоразборная колонка

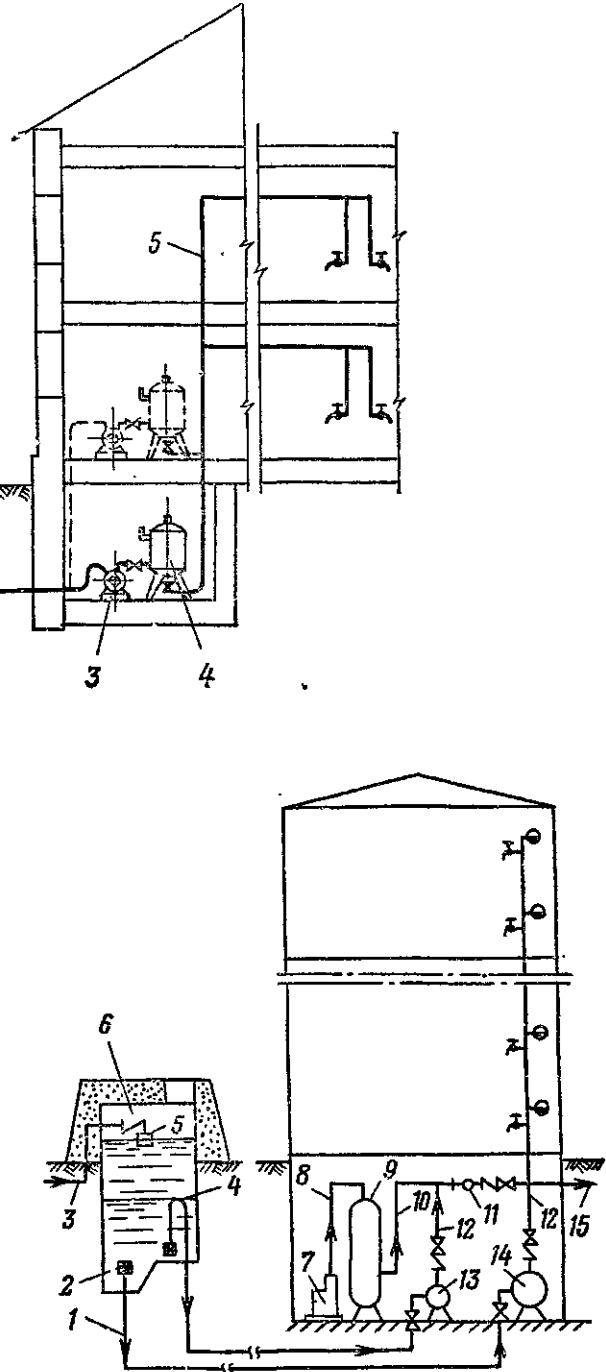


Рис. 31.6. Принципиальная схема насосно-пневматической установки с редукционным клапаном, находящимся в общем помещении

1 — всасывающая труба; 2 — подземный резервуар; 3 — трубопровод для подачи воды из источника водоснабжения (городской сети); 4 — отверстие для засасывания воздуха; 5 — запорный поплавковый клапан; 6 — регулирующая емкость; 7 — компрессор; 8 — воздухопровод; 9 — воздушно-водяной бак; 10 — подводяще-отводящий трубопровод; 11 — редукционный клапан; 12 — напорная труба; 13 — хозяйственно-питьевой насос; 14 — пожарный насос; 15 — наружная разводящая водопроводная сеть

— верха резервуаров пневматической установки до потолка должно быть не менее 1 м, а между резервуарами и от резервуара до стен — не менее 0,7 м. На рис. 31.3 приведена схема автоматической установки с самовсасывающим вихревым электронасосом. Схема установки для подъема воды из шахтного колодца глубиной до 8 м лопастным насосом показана на рис. 31.4, а для подъема воды из трубчатого колодца — на рис. 31.5. Схемы пневматических установок приведены на рис. 31.6.

Глава 32. ВОДОНАПОРНЫЕ БАКИ И РЕЗЕРВУАРЫ

32.1. Назначение водонапорных баков и резервуаров

Водонапорные и гидropневматические баки содержат запас воды для регулирования неравномерности потребления, а при наличии противопожарных устройств, кроме того, и неприкосновенный противопожарный запас воды.

Примечание. Не рекомендуется применять гидropневматические баки для одновременного хранения в них регулирующего и противопожарного запасов воды.

Водонапорные баки в зданиях применяют для создания запаса воды, необходимого в случае периодического снижения давления в наружной сети, в часы отключения насосов при постоянном недостаточном давлении в наружной сети, в системах производственных водопроводов при повышенных расходах воды, а также при необходимости создания строго определенного давления в сети.

В системах хозяйственно-питьевых и производственных водопроводов промышленных зданий водонапорные баки устанавливают при обосновании необходимости применения.

В коммунальных прачечных и банях для создания запаса воды и возможности применения водоразборных кранов пробочного типа устанавливаются водонапорные баки для холодной и горячей воды.

32.2. Расчет водонапорных баков и резервуаров

Регулирующий объем водонапорного или гидropневматического бака насосных установок хозяйственно-питьевого или производственного водопровода определяют по формуле

$$W = \frac{Q_n}{4n}, \quad (32.1)$$

где W — регулирующий объем бака, м³;

Q_n — номинальная производительность одного насоса или наибольшего по производительности в группе поочередно включающихся рабочих насосов, м³/ч;

n — максимальное число включений в 1 ч: для установок с открытым баком $n=2..4$, для установок с гидropневматическим баком $n=6..10$. Большие значения n принимают для установок небольшой мощности (до 10 кВт).

Неприкосновенный противопожарный запас воды назначают исходя из следующих условий:

а) при ручном включении пожарных насосов — из расчета 10-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами и спринклерами или дренчерами при одновременном наибольшем расходе воды на производственные и хозяйственно-питьевые нужды. При этом расход воды для спринклерных установок принимается 10 л/с, а для дренчерных установок принимают расход воды, обеспечивающий одновременную работу всех дренчеров расчетной секции;

б) при автоматическом включении насосов — из расчета 5-минутной продолжительности тушения пожара внутренними пожарными кранами в зданиях высотой до 16 этажей и 10-минутной продолжительности тушения пожара в зданиях высотой более 16 этажей при одновременном наибольшем расходе воды на хозяйственные и производственные нужды;

в) при автоматическом включении насосов для подачи воды в спринклерные и дренчерные системы запас воды в гидropневматических резервуарах или водонапорных баках должен приниматься 0,5 м³ при расчетном расходе воды на внутреннее пожаротушение 35 л/с и менее и 1 м³ при расчетном расходе воды более 35 л/с.

Примечание. При определении объема неприкосновенного противопожарного запаса воды расход воды на душ и мытье полов не учитывается.

Полный объем гидropневматического бака следует определять по формуле

$$V = W \frac{\beta}{1-a}, \quad (32.2)$$

а объем водонапорного бака с автоматической насосной установкой — по формуле

$$V = \beta (W + W_1 + W_2), \quad (32.3)$$

где W — регулирующий объем, м³;

W_1 — противопожарный объем бака, м³;

W_2 — объем бака для запаса воды на хозяйственные нужды, принимаемый в зависимости от назначения здания равным 1—2% суточного расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды, м³;

a — соотношение абсолютного минимального и максимального давлений, принимаемое равным 0,7—0,8;

β — коэффициент запаса емкости бака, принимаемый в пределах 1—1,3.

Высота расположения открытого водонапорного бака и минимальное давление в гидropневматическом баке должны обеспечивать необходимый напор у всех потребителей, а в системах противопожарного или объединенного водопровода — потребный напор у внутренних пожарных кранов или спринклеров до полного израсходования противопожарного запаса воды.

В промышленных зданиях для производственных нужд емкость водонапорных баков и резервуаров, устанавливаемых без насосов, определяют по технологическому заданию проекта или по графику часовых расходов (табл. 32.1).

В производственных зданиях емкость баков для запаса воды на хозяйственно-питьевые нужды принимают равной: при автоматическом включении насосов 5% суточного расхода, при неавтоматическом включении 20% суточного расхода.

В жилых зданиях емкость баков достигает: при неавтоматическом включении насосов 20—25% суточного расхода, при автоматическом 5—10% суточного расхода.

ТАБЛИЦА 32.1

ФОРМА ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕМКОСТИ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОДОНАПОРНОГО БАКА

| Часы | Подача воды в бак, м ³ | Расход воды из бака, м ³ | Приток воды в бак или расход из бака, м ³ | Запас воды в баке, м ³ |
|------|-----------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | | |

Емкость водонапорных баков в коммунальных банях при централизованном водоснабжении принимают равной 1-часовому расходу воды, при местном водоснабжении — 1,5-часовому расходу воды.

Емкость водонапорных баков в коммунальных прачечных при централизованном водоснабжении и производительности прачечной до 3000 кг белья в смену принимают равной 45-минутному расходу воды, при большей производительности — 30-минутному расходу воды; при местном водоснабжении независимо от производительности прачечной — 1-часовому расходу воды.

В банях емкость баков для холодной и горячей воды принимается равной 50% расчетной емкости.

В механизированных прачечных при стирке белья без протока моющей жидкости емкость баков для холодной и горячей воды назначается из условия, что при общем расходе 60—90 л воды на стирку 1 кг белья расход горячей воды составляет 20—25 л. При стирке белья с протоком моющей жидкости устанавливают только баки для холодной воды, причем емкость их определяют из расчета 10—15 л воды на 1 кг сухого белья.

В тех случаях, когда наружное тушение пожара осуществляется водой из водоемов, а в здании требуется устройство противопожарного водопровода, бак должен содержать противопожарный запас воды, необходимый для работы одного внутреннего пожарного крана в течение 1 ч при одновременном расходе воды на прочие нужды.

Необходимый запас воды в резервуарах насосно-пневматических установок определяют по формуле

$$V = V^I + V^{II} + V^{III}, \quad (32.4)$$

где V^I — запас воды на хозяйственно-питьевые нужды, принимаемый равным 5% суточного расхода воды при автоматическом включении и 20% при ручном пуске насоса;

V^{II} — запас воды на производственные нужды, принимаемый по технологическому заданию;

V^{III} — неприкосновенный запас воды для противопожарных целей, определяемый также и для водонапорных баков.

Объем сжатого воздуха в резервуарах V^{II} при максимальном давлении определяют по формуле

$$V^{II} = \frac{aV^I}{1-a}, \quad (32.5)$$

где V^I — необходимый запас воды в резервуаре;

a — коэффициент, характеризующий соотношение максимального и минимального давления сжатого воздуха в резервуарах. Теоретиче-

ски значение a можно принимать равным 0,1—0,9; для систем внутренних водопроводов $a = 0,5 \dots 0,6$.

В резервуарах создается давление от H_1 до H_2 в зависимости от принятого коэффициента a .

Максимальное давление определяют по формуле

$$H_2 = \frac{H_1 + 10}{a} - 10, \quad (32.6)$$

где H_1 — минимальное давление сжатого воздуха в резервуарах при их опорожнении, обеспечивающее необходимый напор у расчетных точек расхода воды (в том числе у пожарных кранов при объединенных водопроводах), м;

H_2 — максимальное давление, которое нужно создавать в резервуарах при их полном заполнении, м.

32.3. Оборудование водонапорных баков

Помещения, где устанавливают водонапорные баки, должны иметь высоту не менее 2,2 м и расстояние от верха бака до перекрытия не менее 0,6 м.

Минимальные расстояния между баками, а также между стенками баков и строительными конструкциями помещения принимают по табл. 32.2.

ТАБЛИЦА 32.2

МИНИМАЛЬНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ БАКАМИ И СТРОИТЕЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

| Форма бака | Расстояние между стенами помещения и баками, м | | Расстояние между баками, м | Расстояние от верхней крышки баков до потолка, м |
|---------------|--|---------------------------------|----------------------------|--|
| | без поплавкового клапана | со стороны расположения клапана | | |
| Круглая | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |
| Прямоугольная | 0,7 | 1 | 0,7 | 0,6 |

Примечание. При наличии какого-либо трубопровода у бака указанные в таблице расстояния принимают от наружной поверхности трубопровода.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают на специальные поддоны (рис. 32.1), они должны быть снабжены крышками с вентиляционными отверстиями и сетками.

Отвод переливаемой воды в канализацию должен осуществляться с разрывом струи, для чего устанавливается сливная воронка или бачок.

Сливная воронка (рис. 32.2) должна иметь диаметр не менее 300 мм и высоту (от верха канализационной трубы) не менее 300 мм. В случае установки бачка переливная труба заканчивается над ним на высоте 25 мм. Как сливная воронка, так и бачок присоединяют к канализационному стояку сифоном с водяным затвором (рис. 32.3). В водонапорных баках, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо предусматривать устройства, обеспечивающие циркуляцию воды.

Водонапорные баки, устанавливаемые в системах производственных водопроводов, можно располагать в

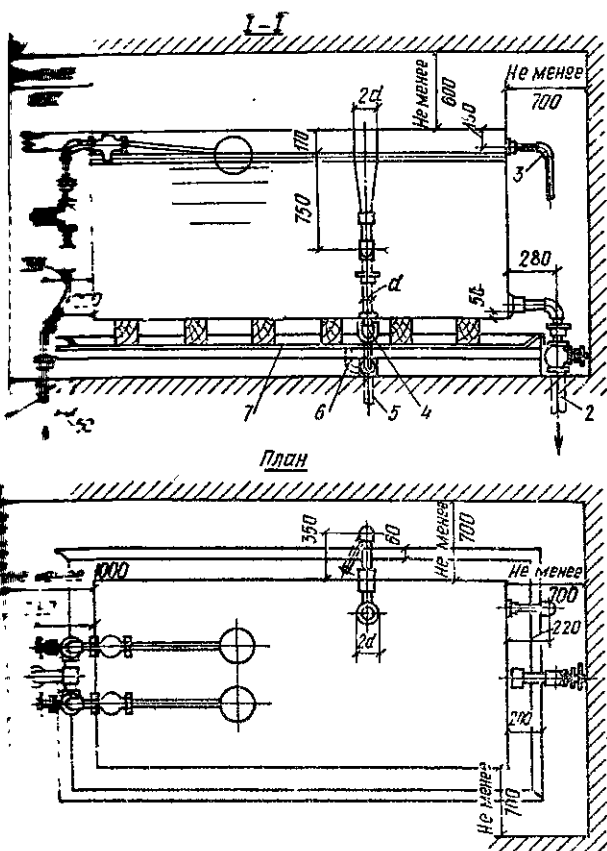


Рис. 32.1. Оборудование водонапорных баков

1 — подающий трубопровод; 2 — отводящий трубопровод; 3 — сигнальная труба; 4 — спускная труба; 5 — переливная спускная труба; 6 — водоотводящий трубопровод с поддона; 7 — оцинкованное железо с пропайкой швов

Рис. 32.2. Установка сливной воронки для разрыва струи

1 — водонапорный бак; 2 — поддон; 3 — спускная труба; 4 — переливная труба; 5 — сливная воронка

дехе у стены на консолях (рис. 32.4). В этом случае оборудование баков обуславливается технологическим процессом: поддоны не применяют. Спускные трубы могут отсутствовать, оборудование бака переливной трубой обязательно.

Водонапорные баки из листовой стали необходимо окрашивать с наружной и внутренней сторон суриком или другими нетоксичными красками и покрытиями в соответствии с перечнем ГСИ СССР.

Поддон изготавливают из листовой оцинкованной стали с двойным фальцем и пропайкой швов. При использовании неоцинкованной стали поддон окрашивают масляной краской двумя слоями.

Доски, рейки и брусья должны быть антисептированы и окрашены масляной краской.

Водонапорные баки для питьевой воды устанавливают в вентилируемом и освещенном помещении с положительной температурой. Гидропневматические баки оборудуют подающей, расходной и спускной трубами, а также предохранительными клапанами, манометрами, датчиками уровня или давления и устройствами для пополнения и регулирования запаса воздуха в баке.

Резервуары для воды непитьевого качества (системы оборотного водоснабжения, системы с повторным использованием воды и др.) располагают как внутри, так и за пределами здания в зависимости от местных условий. Резервуары могут быть установлены и в подвальном помещении.

Резервуары сооружают из водонепроницаемых материалов (железобетона, металла), они должны быть оборудованы подводящими, отводящими, спускными и переливными трубами, указателями уровня воды и устройствами для передачи показаний в насосные станции или диспетчерские пункты.

Диаметр переливного трубопровода на участке после приемной воронки, диаметр которой принимается равным 1,5—2 диаметрам подающей трубы, может быть уменьшен по сравнению с последней на два-три размера сортамента труб.

Диаметр спускного трубопровода определяется в зависимости от продолжительности опорожнения; обычно он принимается равным 100—300 мм. Принятый диаметр рекомендуется проверять по формуле

$$T = \frac{2W\sqrt{\Sigma S}}{\sqrt{H_1 + V H_2}}, \quad (32.7)$$

где T — продолжительность опорожнения резервуара, с;

W — емкость резервуара, м³;

ΣS — сумма сопротивлений выпускного трубопровода и фасонных частей, включая участок трубы внутри резервуара;

H_1 и H_2 — высота расположения высшего и низшего уровней воды в резервуаре над осью отверстия выпускного трубопровода, м.

Для возможности осмотра и ремонта резервуары должны быть снабжены люками и лестницами или скобами для спуска, а также оборудованы вентиляцией (колонки, закрытые сетками). В резервуарах, предназначенных для хранения воды питьевого качества, необходимо обеспечивать обмен всей воды в течение не более 5 суток при температуре воздуха $>18^\circ\text{C}$ и не более 10 суток при температуре $<18^\circ\text{C}$.

Для обеспечения циркуляции воды применяют подвод и отвод воды с противоположных сторон резервуара или устраивают струнауправляющие перегородки в резервуарах большой емкости.

Сброс воды непитьевого качества от резервуаров производственного водопровода воды допускается в канализацию любого назначения с разрывом струи, а также в водостоки и открытые каналы.

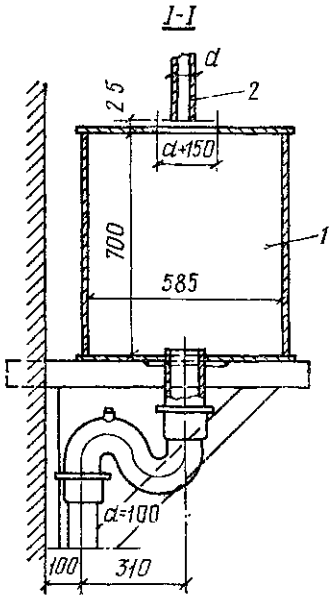


Рис. 32.3. Установка бачка разрыва струи

1 — бак для разрыва струи;
2 — переливная труба

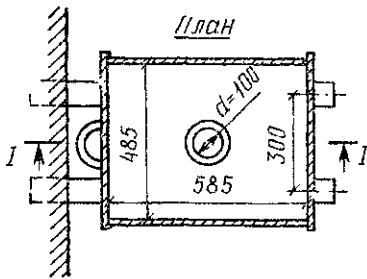
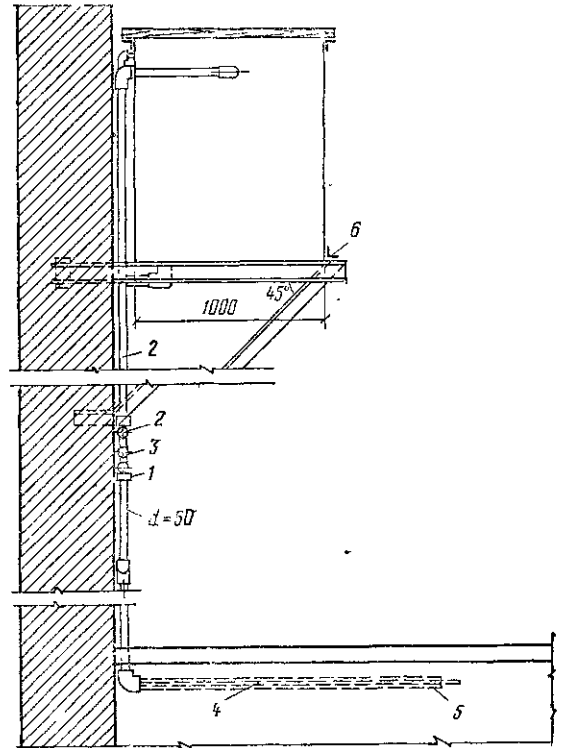


Рис. 32.4 Установка водонапорного бака на консолях

1 — подающий трубопровод; 2 — переливная труба; 3 — трубопровод подачи воды в гальваническое отделение; 4 — трубопровод подачи воды от маслоохладителей; 5 — трубопровод подачи воды в термическое отделение; 6 — канал



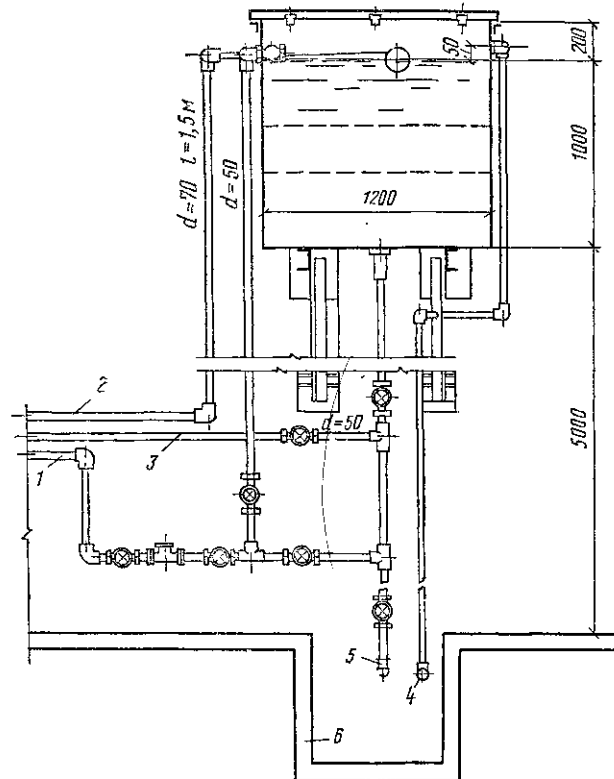
Спускные и переливные трубы от резервуаров питьевой воды допускается присоединять только к водосточной сети, открытой канаве или водоему с разрывом струи и установкой на конце трубопровода обратного клапана (захлопки) и решеток с прозорами между прутьями 10 мм.

В резервуарах с внутренним диаметром 800 мм и менее устраивают смотровые люки (круглые, овальные) с размером по наименьшей оси 80 мм.

Глава 33. СТРОИТЕЛЬСТВО ВОДОПРОВОДА В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

33.1. Строительство водопровода в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

При строительстве водопровода в районах с сейсмичностью выше 9 баллов, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов не допускается жесткая заделка трубопроводов в стенах и фундаментах сооружений.



При прокладке труб через стены и фундаменты трубой и стеной необходимо устраивать зазоры: не менее 10 см в песчаных грунтах, не менее 15 см в глинистых и не менее 20 см в макропористых. Зазоры заполняют эластичным материалом. Трубопроводы на фундаментах зданий прокладывают в стальных трубах. Расстояние между футляром и подошвой фундамента принимают не менее 10 см в песчаных грунтах и 15 см в глинистых.

В местах пересечения деформационных швов здания трубопровода устанавливают компенсаторы или вставки.

Вводы водопровода выполняют из стальных или чугунных труб. Допускается применение чугунных водопроводных труб с раструбными соединениями и резиновыми уплотнителями, компенсирующими возникающие напряжения.

В местах присоединения вводов к внешней водопроводной сети устанавливают компенсаторы.

33.2. Строительство водопровода на просадочных грунтах

Просадочные явления характерны для лессовидных глин, обладающих специфическими свойствами пылеватый состав (50—80% и более содержат частиц размером 0,05—0,002 мм), легкая размываемость, потеря прочности при увлажнении. Лессовидные грунты обладают сравнительно малым коэффициентом фильтрации (0,3—1,2 м/сутки). Просадки лессовидных пород возникают при воздействии на них свободной воды, когда стволы скелета грунта теряют структурную связь.

Грунтовые условия строительных площадок, согласно СНиП II-Б 2-72, в зависимости от проявления просадки грунта под действием собственного веса при зачистке подразделяются на два типа.

I тип — просадка грунта под действием собственного веса практически отсутствует или не превышает 5 см;

II тип — возможна просадка грунта под действием собственного веса и величина ее превышает 5 см.

Устойчивость зданий и сооружений обеспечивается применением комплекса конструктивных мероприятий. Возможность просадки сооружения полностью устраняется при исключении попадания воды в грунт основания наиболее уязвимым местом в основании здания являются вводы водопровода.

Водопровод внутри зданий прокладывают, как правило, выше поверхности пола первого или подвального этажей открыто, обеспечивая доступ для осмотра и ремонта. Допускается прокладка трубопроводов внутри зданий в водонепроницаемых каналах с отводом аварийных вод в специальные водонепроницаемые прямки. Из прямков вода отводится в контрольные колодцы или систему ливнестоков.

Вводы водопровода при II типе грунтовых условий прокладывают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону контрольных колодцев.

При траншейной прокладке наружных водопроводных сетей в грунтовых условиях II типа минимальное расстояние в плане от наружной поверхности труб до бреза фундаментов зданий и сооружений (где длина каналов вводов) принимается по табл. 33.1.

При возведении здания в грунтовых условиях I типа, а также в грунтовых условиях II типа с полным устранением просадочных свойств грунтов вводы и сети внутреннего водопровода прокладывают как на непросадочных грунтах. Прокладка водопроводных вводов ниже подошвы фундамента не допускается.

ТАБЛИЦА 33.1

ДЛИНА КАНАЛОВ ДЛЯ ВВОДОВ

| Толщина слоя просадочного грунта, м | Длина канала, м, при диаметре труб, мм | | |
|-------------------------------------|--|---------|------|
| | <100 | 100—300 | >300 |
| 5—12 | 5 | 7,5 | 10 |
| >12 | 7,5 | 10 | 15 |

Примечание. При прокладке наружных трубопроводов, к которым присоединяют вводы, длина каналов для вводов может быть уменьшена.

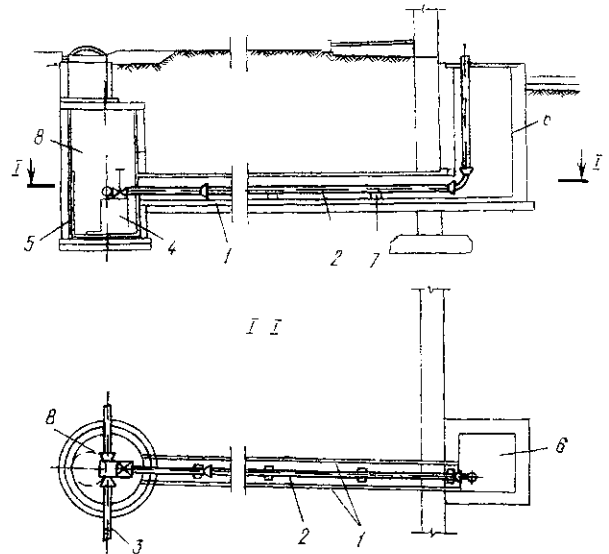


Рис. 33.1 Вариант устройства ввода водопровода в здание при строительстве на просадочных грунтах

1 — железобетонный лоток, 2 — трубопровод ввода, 3 — трубопровод наружной сети, 4 — подставка под арматуру, 5 — гидроизоляция в колодце, 6 — прямик, 7 — подкладка под трубу; 8 — контрольный колодец

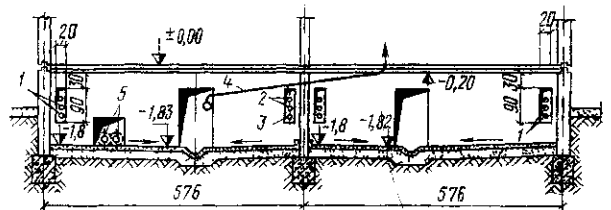


Рис. 33.2 Схема размещения коммуникаций в техническом подполье здания при строительстве на просадочных грунтах

1 — подающий и обратный трубопроводы отопления, 2 — трубопроводы горячего водоснабжения, 3 — водопровод, 4 — каналы коммуникаций, 5 — трубопровод тепловой сети

Фундаменты в местах пересечения их трубопроводами заглубляются не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода.

Для контроля за утечками воды из трубопроводов, проложенных в каналах, устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м, глубиной от дна канала до дна

колодца не менее 0,7 м. Стенки колодца на высоту 1,5 м и его днше должны быть водонепроницаемыми. При устройстве колодцев в грунтовых условиях II типа основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м.

Примечание. Контрольные колодцы рекомендуются оборудовать автоматической сигнализацией, извещающей о появлении в них воды.

Примыкания каналов к фундаментам здания должны быть герметичными, а конструкция их назначается с учетом неравномерной просадки каналов и фундамента. Поэтому в фундаментах или стенах подвалов отверстия для прокладки трубопроводов заделывают эластичным материалом. Расстояние от верха трубы до верха отверстия должно быть равным $\frac{1}{3}$ расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,2 м.

Ниже поверхности пола при отсутствии подвалов вводы к внутренним сетям присоединяют в водонепроницаемых приямках.

Вариант устройства ввода водопровода в здания, сооружаемые на просадочных грунтах, приведен на рис. 33.1. Схема размещения коммуникаций в техническом подполье зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, показана на рис. 33.2.

33.3. Строительство водопровода в северной строительной-климатической зоне

А СХЕМЫ ПРОКЛАДКИ СЕТЕЙ

Северная строительная-климатическая зона определена по климатическому районированию территории СССР согласно СНиП II-A.6-72.

При проектировании предусматривают:

а) обеспечение устойчивости сооружений на вечномерзлых грунтах при использовании их в качестве оснований по одному из двух принципов: в мерзлом состоянии и в оттаявшем или оттаивающем состоянии;

б) предохранение транспортируемой воды от замерзания;

в) применение оборудования, конструкций и материалов, обеспечивающих повышенную надежность и долговечность сооружений при минимальной массе производного оборудования и материалов;

г) использование схем и конструктивных решений, обеспечивающих минимальные затраты труда при строительстве и в процессе эксплуатации.

Глубину проникания нулевой изотермы, см, определяют по формуле

$$h = k [0.09 \Sigma (-t) + 70], \quad (33.1)$$

где $\Sigma (-t)$ — сумма морозоградусо-дней, т. е. сумма среднесуточных отрицательных температур за год;

k — коэффициент, зависящий от характера грунта.

Для супесей и суглинков с влажностью до 30% $k=1$; для тех же грунтов с влажностью более 30% $k=0,75$; для гравелистых песков и крупнообломочных грунтов $k=1,33$.

Строительство внешних сетей предусматривается наземным, надземным и подземным способами, что следует учитывать при устройстве вводов водопровода.

При наземной прокладке ограничивается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. На поверхности земли трубопроводы прокладывают в каналах на сплошных подсыпках и в каналах полуглубленного типа.

При прокладке в каналах следует учитывать возможное пучение сезоннопротаивающего слоя грунтов оснований.

На участках с высокой степенью льдонасыщенности применяют свайные опоры.

В полуглубленных каналах трубы прокладывают с кольцевой термоизоляцией, а при строительстве на сухих грунтах применяют засыпную термоизоляцию.

При надземной прокладке ограничивается или полностью исключается тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований. Трубопроводы прокладывают на низких пульсирующих и заанкеренных опорах. На мачтах, эстакадах или по конструкциям зданий и сооружений, в проветриваемых подпольях, в утепленных каналах.

Прокладка на низких пульсирующих опорах проектируется в тех случаях, когда сезонное пучение грунтов по трассам прокладки (или их участкам) не вызывает вертикальных перемещений трубопроводов, угрожающих механической прочности и расчетно-эксплуатационному режиму последних (разрушение теплоизоляции, нарушение уклонов и др.).

Прокладка в вечномерзлых грунтах на заанкеренных опорах, как правило, сваях, может проектироваться на участках трасс с сильным сезонным пучением и другими грунтовыми явлениями, способными нарушать механическую прочность, на болотистых участках и др.

Прокладка трубопроводов на мачтах, эстакадах и конструкциях зданий и сооружений полностью исключает тепловое воздействие трубопроводов на грунты оснований и рекомендуется для промышленных площадок, а также допустима и в населенных пунктах, застраиваемых двух-трехэтажными зданиями.

В проветриваемых подпольях зданий трубопроводы целесообразно подвешивать к цокольным перекрытиям. В подпольях под трубами следует устраивать водоотводящие лотки.

Прокладку внешних сетей внутри отапливаемых помещений рекомендуется применять во всех технически возможных случаях (в промышленных зданиях, соединительные коридорах и т. п.).

При подземной прокладке (без каналов, в непроходных каналах, в полупроходных и проходных каналах) устойчивость трубопроводов обеспечивается регулированием теплового воздействия их на грунты оснований с целью сохранения их в мерзлом состоянии.

Вводы от внешних сетей в здания следует проектировать с учетом следующих факторов:

а) принципов использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований фундаментов зданий;

б) максимального ограничения теплового воздействия трубопроводов на основания фундаментов зданий, а также воздействия воды при аварии на трубопроводе.

Для зданий, строящихся по принципу сохранения мерзлоты в основаниях фундаментов, наиболее надежным является совмещение трубопроводов различного назначения в одном вводе, подвод труб к зданию выше поверхности земли и ввод их в узлы управления под перекрытием цокольного этажа (рис. 33.3).

В проветриваемых подпольях на трубопроводах не следует устанавливать запорную и регулирующую арматуру, сальниковые компенсаторы, спускные и воздушные краны. Нужно максимально ограничить число соединений труб, не следует применять сварные отводы.

Рекомендуется максимальная блокировка саузлов, прокладка разводящих трубопроводов в конструкциях цокольных перекрытий и т. д.

Для зданий, строящихся по принципу допущения

в грунтах оснований в процессе строительства вентиляция, основным условием обеспечения герметичности вводов является устройство в местах подключения трубопроводов через конструкции зданий эластичных отражений, рассчитанных на разность вертикальных перемещений здания и трубопровода, а также в местах впускающих осадочных швов (рис 334). При проектировании подогрева водопроводной воды следует соблюдать санитарно-гигиенические требова-

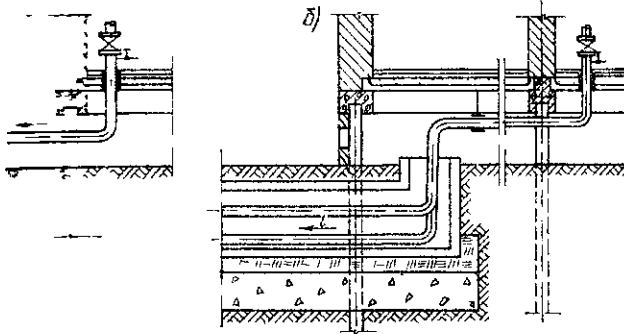


Рис 333 Вводы трубопроводов в здание с проветриваемым подпольем при прокладке труб

а — выше поверхности земли, б — в каналах (термоизоляция труб условно не показана)

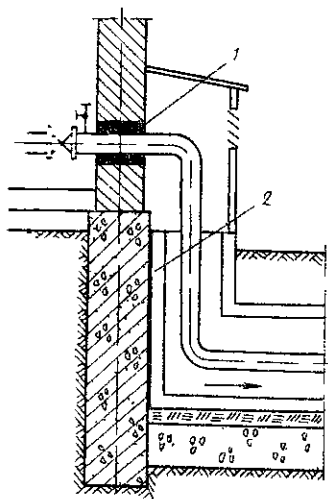


Рис 334 Ввод трубопровода, проложенного по принципу сохранения мерзлоты в основаниях, в здание, допускающее протаявание оснований

1 — мягкое уплотнение, 2 — осадочный шов (термоизоляция труб условно не показана)

исключающие возможность загрязнения воды питьевого качества. Температуру подогрева воды определяют технико-экономическими расчетами с учетом плотности тепла и термоизоляции

Максимальная температура подогретой воды у потребителя не должна превышать 20°C . Минимально допустимую температуру воды в конечных участках производственных и хозяйственно-питьевых водопроводов рекомендуется принимать для труб диаметром до 300 мм -5°C , более 300 мм $+3^{\circ}\text{C}$

Для водопроводов диаметром более 800 мм допускается образование ледяной корки, толщину которой определяют теплотехническими и технико-экономическими расчетами.

При установлении необходимого температурного режима воды в трубопроводах, укладываемых непосредственно в грунт, за расчетную температуру окружающей среды принимают минимальную сезонную температуру грунта на минимальной глубине заложения

труб, а для трубопроводов, прокладываемых на открытом воздухе, в проветриваемых подпольях и вентилируемых каналах, принимают расчетную температуру воздуха в наиболее холодной пятидневке

Водопроводную воду можно подогревать следующими способами

а) подмешиванием теплой воды из сетей охлаждения технологического оборудования промышленных предприятий или ТЭЦ,

б) подогревом ее в специальных коммунальных или промышленных котельных и бойлерных установках.

Подогрев трубопроводов позволяет снизить температуру подогрева воды, а также предотвратить замерзание участков трубопроводов, в которых нельзя обеспечить непрерывности движения жидкости. Трубопроводы можно подогревать тепловым спутником — специальным или сопровождающим (теплосеть и др) или греющим электрокабелем

В качестве греющего электрокабеля рационально применять гибкий стальной провод толщиной 1—2 мм в хорошей гидро- и электроизоляции типа телефонного кабеля ТГВШ с теплосъемом не более 10 ккал/м

Кабель используют в виде отдельных нагревательных элементов, рассчитанных на напряжение осветительной сети соответствующего района и снабженных терморегуляторами, реагирующими на температуру транспортируемой жидкости в контрольной точке. Навивку кабеля на трубопровод или прокладку его под трубами можно применять только в том случае, когда нельзя обеспечить подачу требуемого количества тепла от кабелей, протянутых над трубами. Не допускается непосредственное соприкосновение кабеля с поверхностью обогреваемой трубы

Для предохранения воды от замерзания в трубопроводах можно предусматривать автоматический выпуск воды в конечных точках водопроводной системы. Температура воды, при которой включается в работу автоматическое устройство, определяется по формуле

$$t = - \frac{F_B k_B}{F_H k_H} t_R^D \quad (33.2)$$

где F_B — теплоотдающая поверхность камеры (датчика), м^2 ;

F_H — поверхность части камеры, погруженная в трубопровод, м^2 ;

k_B и k_H — полный коэффициент теплопередачи соответственно для верхней и нижней частей камеры, $\text{ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

t_R^D — расчетная температура воздуха.

Температуру воды в водопроводе t , при которой начинается ее сброс, задают, изменяя положение регулятора тепловых потерь, т. е. величину

$$\frac{F_B k_B}{F_H k_H}$$

В зависимости от диаметра трубопровода рекомендуется принимать значение t в пределах $0,1$ — 3°C , при этом необходимо предусматривать отвод сбрасываемой воды

Б РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Для устройства сетей водопровода используют преимущественно стальные трубы. Чугунные водопроводные раструбные трубы можно применять при подземной прокладке в проходных каналах, а также при бес-

канальной подземной прокладке в благоприятных мерзлотно-грунтовых условиях. В перспективе предусмотрено широкое применение пластмассовых труб

При выборе труб необходимо учитывать их массу и соответствующие затраты на их доставку в отдаленные районы Севера.

При решении схем внутренних систем водоснабжения зданий в условиях крайне низких температур окружающей среды с учетом особенностей строительства на вечномерзлых грунтах предусматриваются максимальная сборность сетей, минимум мокрых процессов при производстве работ, применение для сварных конструкций спокойных сталей.

При проектировании вводов и магистральных участков (внутренних) водопроводов, прокладываемых в вентилируемых подпольях и подвалах, необходимо учитывать следующие особенности:

а) необходимость предохранения транспортируемой воды от замерзания под воздействием отрицательных температур воздуха и грунта;

б) тепловое воздействие трубопроводов на окружающие грунты и особенно на вечномерзлые грунты оснований близ расположенных зданий и сооружений,

в) механическое воздействие оттаивающих и промерзающих грунтов на трубопроводы;

г) необходимость защиты вечномерзлых грунтов оснований от воздействия на них воды (при авариях трубопроводов).

Внутренние сети водопроводов зданий необходимо

проектировать с минимальным количеством вводов. Воды водопроводов следует, как правило, совмещать с вводами теплофикации, горячего водоснабжения

При строительстве зданий по I принципу предусматривается надземная прокладка вводов или в грунтах в вентилируемых непроходных каналах. Минимальная длина ввода при надземной или канальной прокладке (до стен здания) принимается 6 м. Надземную прокладку трубопровода с надежной теплоизоляцией можно предусматривать по низким опорам и по стенам зданий.

При отсутствии проходных или технологических коридоров между зданиями прокладка водопровода может осуществляться надземным способом совместно с другими трубопроводами. При этом трубы укладывают на опорные конструкции или делают подсыпку из грунтов для устранения теплового воздействия трубопровода на грунт, что должно проверяться теплотехническими расчетами.

Примечания 1. Подземную прокладку трубопроводов следует проектировать только при нецелесообразности по конструктивно-строительным или производственным соображениям применения надземной прокладки.

2. При строительстве по II принципу предусматривается земная прокладка вводов водопровода без каналов. Мероприятиям по предохранению воды от замерзания назначают на основании теплотехнических расчетов. При переменных расходах воды резких изменениях наружной зимней температуры воздуха следует обеспечивать сохранение талого грунта вокруг трубопровода в зимнее время.

BOOKS.PROEKTANT.ORG

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков
и технических специалистов**

Глава 34. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

34.1. Основные требования санитарных норм технологии и благоустройства

Проектирование внутренней канализации зданий и сооружений осуществляется в соответствии с требованиями СНиП и СН, предъявляемыми к конкретным зданиям и промышленным производств с учетом производственных процессов предприятий. В проектах канализационных систем должны быть соблюдены следующие требования органов санитарного надзора: обеспечение минимального содержания в сточных водах вредных и неприятно пахнущих веществ, максимальное снижение шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений; обеспечение безопасности процессов производства; сокращение количества сточных вод за счет оборотного и повторного использования воды.

Из оборотных систем водоснабжения сточные воды, как правило, сбрасывают в производственную канализацию промышленного предприятия.

Загрязненные производственные сточные воды (из цеховых систем и др.) допускается сбрасывать в дождевую или производственную канализацию.

Сточные воды от душей и умывальников следует направлять в сеть бытовой или производственной канализации предприятия.

При отводе производственных сточных вод, выделяющих газы, следует предусматривать меры по предотвращению проникания газов в помещения. Не допускается смешивание стоков, при котором происходят химические реакции с выделением вредных газов (сероводорода, цианистого водорода, мышьяковистого водорода и др.).

Спуск в городскую канализационную сеть сточных вод, содержащих вредные вещества, разрешается в том случае, если после смешения с основной массой сточных вод концентрация в них вредных веществ не превышает установленной нормами и не влияет на ход биохимической очистки стоков.

Установки для очистки сточных вод допускается размещать в производственных зданиях в том случае, если в сточных водах, а также при их смешивании и очистке не образуются и не выделяются вредные или неприятно пахнущие пары и газы (меркаптаны, сероводород и др.).

Все здания, оборудуемые хозяйственно-питьевым водопроводом, должны иметь внутреннюю систему бытовой канализации.

В неканализованных районах внутренней канализацией (с устройством местных очистных сооружений) оборудуются следующие здания: жилые дома высотой более двух этажей; гостиницы, дома для престарелых в сельской местности; больницы, родильные дома, поликлиники, амбулатории, диспансеры, санэпидемстанции; санатории, дома отдыха, пансионаты, пионерские лагеря; детские ясли-сады, школы-интернаты, общеобразовательные школы, учебные заведения; клубы, кинотеатры; стадионы на 5000 зрителей и больше; бани и душевые; спортивные сооружения.

В неканализованных районах допускается размещать следующие здания с устройством люфт-клозетов: наружные уборных с выгребами: одно- и двухэтажные общежития вместимостью до 50 человек; поликлиники с числом посетителей до 200 человек; школы

на 320 ученических мест; пионерские лагеря на 240 мест, используемые только в летнее время; клубы I типа; предприятия общественного питания; производственные и вспомогательные здания при наличии работающих в них до 25 человек в смену; открытые плоскостные спортивные сооружения.

Люфт-клозеты допускается устраивать в зданиях различного назначения, строящихся в I, II и III климатических районах СССР.

34.2. Объемно-планировочные требования

А. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

В производственных зданиях уборные, умывальные и душевые размещают в бытовых помещениях, располагаемых или в пристройке к производственному зданию, или в отдельно стоящем здании, но с максимальным приближением их к рабочим местам.

Душевые рекомендуется размещать смежно с гардеробными, но не у наружных стен здания. Душевые кабины оборудуют, как правило, индивидуальными смесителями холодной и горячей воды с арматурой управления, расположенной у входа в кабину.

Число душевых сеток определяется по расчетному количеству человек, обслуживаемых одной душевой сеткой, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (табл. 34.1).

Расчетная продолжительность работы душевых составляет 45 мин после каждой смены.

Вместо кабин можно применять групповые душевые установки.

Размеры между осями перегородок душевых кабин должны быть 0,9×0,9 м.

Ширина прохода принимается равной (не менее, м):

| | |
|---|-----|
| между рядами душевых кабин или между душевыми установками квадратного сечения | 1,5 |
| между рядом кабин и стеной (перегородкой) | 0,9 |
| между душевыми установками круглого очертания в плане | 1 |
| между установками и стеной (перегородкой) | 0,7 |

Уклон пола в душевых помещениях в сторону лотка или трапа принимается равным 0,01—0,02.

В индивидуальных и групповых душевых, расположенных на междуэтажных перекрытиях, рекомендуется применять душевые поддоны.

При наличии производственных процессов со значительным тепловыделением (IIб), преимущественно в виде лучистого тепла, помимо душей дополнительно вблизи рабочих мест устанавливают полудуши-умывальники с душевыми сетками, отделяемые экранами из водонепроницаемых и водостойких материалов, из расчета один полудуш на 15 человек.

При определении количества кранов в умывальных кранах в столовых и уборных не учитываются.

Устройства для мытья рабочей обуви следует предусматривать при производствах групп IIг и IIд.

Уборные. Расстояние от рабочих мест до уборных, размещаемых в здании, должно быть не более 75 м и не более 150 м до уборных, размещаемых вне здания.

В многоэтажных производственных зданиях уборные должны быть на каждом этаже.

Примечание. Исключения составляют следующие случаи: при количестве работающих на двух смежных этажах до 30 человек уборные размещают через этаж, при отсутствии работающих на одном этаже, а также при количестве работающих на трех этажах не более 10 человек — через два этажа.

**КОЛИЧЕСТВО РАБОТАЮЩИХ, ОБСЛУЖИВАЕМЫХ ОДНИМ САНИТАРНЫМ ПРИБОРОМ,
В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

| Санитарная характеристика производственных процессов | Группа производственных процессов | Производственные процессы | Расчетное количество работающих | | |
|--|-----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | | на 1 душевую сетку | на 1 кран умывальника | на 1 ножную ванну |
| I. Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и при отсутствии вредных газов и пылевыведений | | | | | |
| Не вызывающие загрязнения одежды и рук | Иа | Основные процессы швейного производства (кроме процессов, связанных с применением синтетических мехов и тканей), точного приборостроения, часовых заводов | Души не требуются | 7 | Ножные ванны не требуются |
| Вызывающие загрязнение одежды и рук | Иб | Основные процессы машиностроения в цехах: механосборочных, инструментальных, модельных; холодная обработка металлов (кроме чугуна) без применения охлаждающих жидкостей | 15 | 15 | 50 |
| Вызывающие загрязнение одежды, рук и тела | Ив | Холодная обработка пластмасс, металлов (кроме чугуна) с применением охлаждающих жидкостей; наладка станков; ремонтно-механические работы | 5 | 7 | 40 |
| II. Производственные процессы, протекающие при неблагоприятных метеорологических условиях либо связанные с выделением пыли или с напряженной физической работой | | | | | |
| С выделением конвективного тепла | IIа | Основные процессы прядильных и ткацких производств текстильных фабрик, сушильные отделения различных производств | 7 | 20 | 50 |
| С выделением лучистого и конвективного тепла | IIб | Основные процессы в цехах: доменных, сталеплавильных, прокатных, термических, кузнечных, литейных, огнеупоров, отделений обжига кирпичных и цементных заводов | 3 | 20 | — |
| С применением воды | IIв | Процессы в мокрых цехах, связанные с намочением рабочей одежды (в моечных и красильных отделениях текстильных фабрик и других производств), в отделочных цехах производств искусственных волокон; при гидравлической очистке изделий | 5 | 20 | 40 |
| С выделением больших количеств пыли либо особо загрязняющих веществ, кроме вредных | IIг | Основные процессы в трепальных отделениях хлопчатобумажных фабрик, в составных цехах стекольных заводов, на фосфоритовых мельницах, в пенько-джутовом и хлопковом производствах, на мельницах и крупозаводах; процессы дробления различных материалов и руд; погрузочно-разгрузочные работы, на складах пылящих материалов, в заготовительных отделениях заводов асбестоцементных изделий, в сырьевых отделениях цементных заводов при сухом способе производства цемента; процессы по размолу и просеиванию угля, производству сажи; холодная обработка чугуна | 3 | 7 | — |
| Протекающие при совместном выделении пыли и влаги | IIд | Подземные работы; процессы на заводах железобетонных изделий; процессы при глазуровке фарфоровых изделий; процессы мокрого обогащения | 3 | 20 | — |

Продолжение табл. 34.1

| Характеристика вредных процессов | Группа производственных процессов | Производственные процессы | Расчетное количество работающих | | |
|---|-----------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| | | | на 1 душевую сетку | на 1 край умывальника | на 1 ножную ванну |
| Работы на открытом воздухе в помещениях с высокой влажностью воздуха на территории ниже 5°С | IIc | Работы в карьерах, на открытых складах, в доломитильниках; процессы закалки стали при низких температурах | 5 | 20 | 10 |
| III. Производственные процессы с резко выраженными выделениями вредных веществ и с загрязнением ими рабочей одежды | | | | | |
| Работы с производственными выделениями или применением сильно- и умеренно-вредных веществ | IIIa | Процессы, связанные со значительными выделениями хлора, фенола, тиосоединений, меркаптана; процессы с применением свинца, мышьяка, ртути, бериллия, фосфора и их соединений, бензидина, тетраэтилсвинца; просеивание и расфасовка антибиотиков и алколондов | 3 | 7 | — |
| Работы с производственными выделениями или применением сильно- и умеренно-вредных веществ | IIIб | Работы в окрасочных цехах с пульверизацией, в пропиточных отделениях толесувороборонидных заводов, в ксантатных и прядильных цехах вискозных фабрик; основные процессы в производствах кислот, целюлозы, при переработке нефтяных продуктов | 3 | 15 | — |
| Работы, связанные с обработкой раздражающих материалов | IIIв | Процессы по первичной переработке утиля и животного сырья и/или его продукции (кожи, шерсти, кости) | 3 | 15 | — |
| Работы, связанные с применением радиоактивных источников ионизирующего излучения | IIIг | Процессы по дозировке, расфасовке и применению радиоактивных веществ, по приготовлению и нанесению светящихся красок | 3 | 15 | — |
| IV. Производственные процессы, требующие особого режима для обеспечения необходимого качества продукции | | | | | |
| Работы, связанные с переработкой пищевых продуктов | IVa | Основные процессы на хлебо- и молокозаводах, макаронных и кондитерских фабриках, мясо-рыбокомбинатах, фабриках-кухнях, в столовых, на консервных и сахарных заводах | 5 | 15 | — |
| Работы, связанные с производством стерильных перевязочных материалов, сывороток, вакцин | IVб | Процессы по производству стерильных перевязочных материалов, сывороток, вакцин | 5 | 15 | — |
| Работы, связанные с производством любой чистоты при изготовлении | IVв | Процессы при производстве радиотехнических приборов и изделий электронной промышленности (за исключением процессов, связанных с применением свинца, эпоксидных смол и других токсических веществ) | Души не требуются | 7 | — |

Примечание. В одном помещении размещают не более 30 душевых сеток.

На промышленных предприятиях уборные, как правило, оборудуют напольными чашами; допускается установка и унитазов. При числе кабин более трех одна из них должна быть оборудована унитазом. В мужских уборных необходимо устанавливать писсуары.

Число напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в уборной назначается в зависимости от количества че-

ловек в наиболее многочисленной смене из расчета одна напольная чаша (или один унитаз) на 15 женщин и одна напольная чаша (или один унитаз) и один писсуар на 30 мужчин. Количество напольных чаш (или унитазов) и писсуаров в одной уборной должно быть не более 16.

Если в наиболее многочисленной смене работает

менее 10 человек, допускается устройство одной уборной для мужчин и женщин

Кабина или уборная на одну напольную чашу (или унитаза) должна иметь размеры в плане 1,2×0,9 м

Рекомендуется устанавливать индивидуальные настенные писсуары, но допускаются и индивидуальные напольные писсуары. При установке писсуаров принимаются следующие расстояния (м)

| | |
|--|-----|
| между настенными писсуарами | 0,7 |
| ширина прохода между двумя рядами кабин | 2 |
| расстояние между крайним рядом кабин уборных и стеной или перегородкой | 1,3 |
| ширина прохода при расположении писсуаров против кабин | 2 |

В шлюзах при уборных устанавливают один умывальник на четыре кабины, а при меньшем количестве кабин — один на каждую уборную

Помещения для личной гигиены женщин предусматривают в том случае, если в наиболее многочисленной смене работает более 14 женщин (одна кабина на каждые 100 женщин); располагают их смежно с женскими уборными. При размещении помещений для личной гигиены женщин отдельно от уборных следует предусматривать в них унитаз и умывальник с подводом к нему холодной и горячей воды

Размеры индивидуальной кабины 1,8×1,2 м, ширина прохода между рядами кабин 2 м, между рядом кабин и стеной или перегородкой 1,3 м

Умывальные размещают смежно с гардеробными рабочей одежды. Рекомендуется размещать умывальники в гардеробных при расстоянии от них до шкафов не менее 2 м. Допускается применять групповые круглые умывальники с подачей воды от групповых смесителей. При установке умывальников принимаются такие расстояния (м):

| | |
|---|------|
| между рядами умывальников | 0,65 |
| ширина прохода между рядами умывальников | 2 |
| между крайним рядом умывальников и стеной или перегородкой | 0,65 |
| между групповыми круглыми умывальниками и стеной или перегородкой | 0,9 |
| между круглыми групповыми умывальниками | 1,2 |

Если в ряду четыре умывальника или менее, ширина прохода между рядами принимается 1,8 м, а между крайним рядом и стеной или перегородкой — 1,35 м

Число кранов в умывальных определяется по расчетному количеству человек на один кран, работающих в наиболее многочисленной смене, в зависимости от групп производственных процессов (см табл. 34.1).

Ручные ванны устанавливают на производствах, где процессы связаны с вибрацией, передающейся на руки. Число ванн определяют из расчета пользования ими 35% работающих в наиболее многочисленной смене и обслуживания одной ванной 3 человек за смену. До десяти ручных ванн можно размещать в производственных помещениях, более десяти — в умывальных или отдельных помещениях

При количестве ручных ванн более пяти можно использовать умывальники размером 600×500 мм с групповыми смесителями холодной и горячей воды.

Температура воды для процедур принимается 37—38°С

Ножные ванны устанавливают в преддушевых или умывальных; количество их принимается по табл. 34.1. Ножные ванны должны иметь индивидуальные смесители холодной и горячей воды. Ширина прохода между рядами ножных ванн должна быть 2 м, а между крайним рядом ножных ванн и стеной или перегородкой — 1,2 м; расстояние между кранами ножных ванн должно быть 0,7 м

Б. ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Санитарные узлы в жилых и общественных зданиях, как правило, располагают один над другим

В жилых и общественных зданиях нельзя размещать санитарные узлы над жилыми комнатами, кухнями, больничными палатами, кабинетами врачей, спальными комнатами, лечебными кабинетами, обеденными

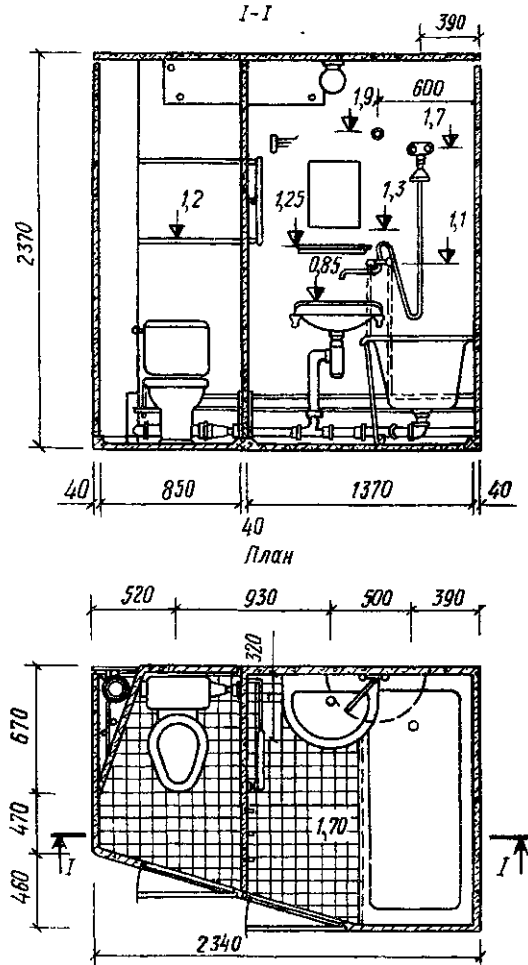


Рис 34.1 Объемная санитарно-техническая кабина жилого крупнопанельного дома

торговыми залами, складами пищевых продуктов и иных товаров, рабочими комнатами административных зданий, помещениями, имеющими ценное художественное оформление, залами заседаний, зрительными залами аудиториями, классами, приточными вентиляционными камерами и трансформаторными

Индивидуальные уборные и умывальные в жилых домах квартирного и гостиничного типов, а также общежитиях должны иметь следующие внутренние минимальные размеры (в чистоте, м)

| | |
|--|---------|
| при открывании дверей наружу | 0,8×1,4 |
| » » » внутрь | 0,8×1,4 |
| при открывании дверей внутрь и при применении унитазов с низко расположенными смывными бачками | 0,8×1,4 |

Кабины в общих уборных общежитий должны иметь размер в осях 0,8 м.

В общественных уборных размеры кабин должны быть увеличены по длине и ширине на 100 мм. Ширина прохода вдоль ряда кабин при открывании дверей принимается не менее 1,1 м, при открывании — не менее 1,3 м. Если с противоположной стороны уборных расположены писсуары, указанные размеры должны быть увеличены на 0,7 м.

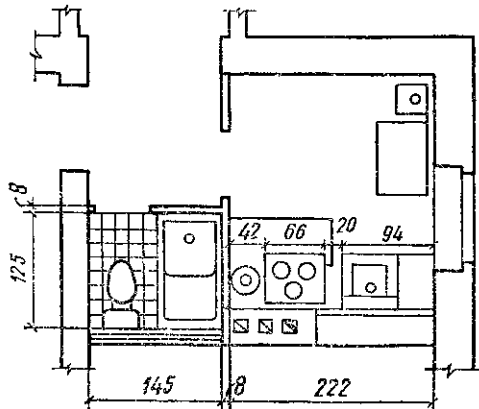


Рис. 34.2 Санитарно-кухонный узел квартиры для посельного заселения с установкой сидячей ванны, унитаза и раковины

В общежитиях и гостиницах общие уборные и умывальные необходимо размещать на каждом этаже в отдельных помещениях с самостоятельными входами из общих коридоров.

При совмещенной уборной с умывальной, в которой более двух умывальников, предусматривают шлюзы. В крупнопанельном строительстве применяют объемные санитарно-технические кабины (совмещенные и отдельные), изготавливаемые на заводах и доставляемые в строительную площадку в готовом виде (рис. 34.1). Работы размещают с внешней стороны кабин, что обеспечивает поэтажное соединение их без захода в кабины.

Размещение санитарных приборов. В жилых домах квартирного типа устанавливают (из расчета на одну квартиру): а) унитаз и сидячую ванну размером 0,7×1,2 м в совмещенном санитарном узле и раковину или мойку в кухне (рис. 34.2), б) ванну, умывальник и унитаз (причем унитаз может быть установлен в отдельной кабине) (рис. 34.3) и раковину или мойку в кухне.

В жилых домах гостиничного типа с квартирами на 2 человека устанавливают умывальники и сидячие ванны или душевые поддоны в санитарных узлах и мойки в кухнях (рис. 34.4 и 34.5).

В общежитиях принимают следующее количество санитарных приборов:

| | |
|--------------------------------|---|
| в мужских и женских умывальных | 1 кран на 8 чел |
| в мужских уборных | 1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел. |
| в женских | 1 унитаз на 12 чел и 1 гигиеническая кабина на 50 чел |
| в душевых | 1 душевая сетка на 30 чел |

В гостиницах число санитарных приборов зависит от категории номеров:

I категория — ванна или душ, унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санитарном узле;

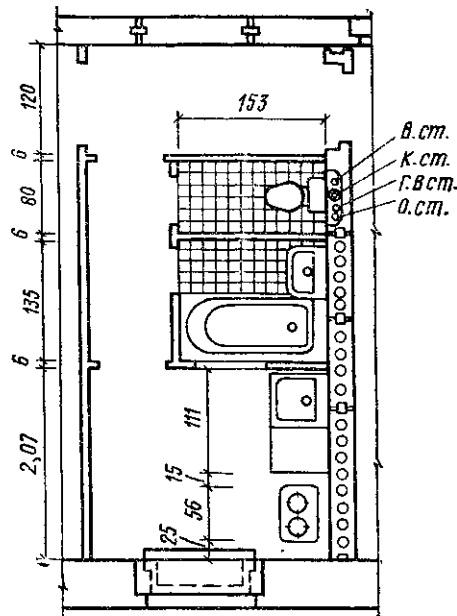


Рис. 34.3 Санитарно-кухонные узлы квартиры для посельного заселения с разделным санитарным узлом

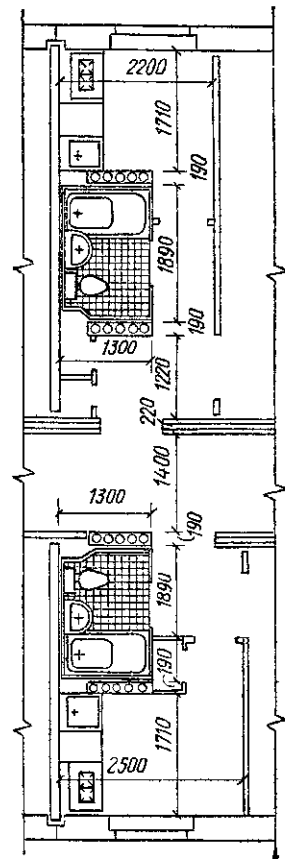


Рис. 34.4 Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с сидячими ваннами в санитарных узлах

II категория — унитаз и умывальник, устанавливаемые в объединенном санитарном узле,

III категория — умывальник.

В гостиницах, не имеющих санитарных узлов в номерах, количество санитарных приборов определяют ис-

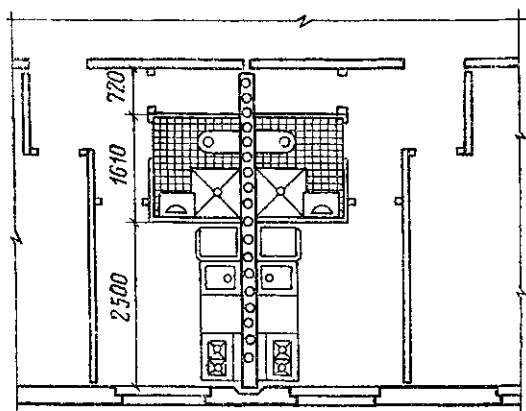


Рис 345 Санитарно-кухонные узлы квартир домов гостиничного типа с глубокими душевыми поддонами в санитарных узлах

ходя из суммарного числа мест в номерах с учетом обслуживающего персонала

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| в мужских уборных | 1 унитаз и 1 писсуар на 18 чел |
| » женских | » 1 унитаз на 12 чел |
| » ванн или душевых | 1 ванна или 1 душевая сетка на 30 чел |

В клубах (кроме спортивного зала и уборных при сцене) устанавливают следующие санитарные приборы

| | |
|-------------------|---|
| в мужских уборных | 1 унитаз и 1 писсуар на каждые 150 зрительских мест |
| » женских | » 1 унитаз на каждые 75 зрительских мест |
| | 1 унитаз на каждые 100 посетителей |

В общих уборных устанавливают

| | |
|-----------|---|
| в мужской | 1 унитаз и 2 писсуара на каждые 150 чел |
| » женской | 1 унитаз на 75 чел |

ТАБЛИЦА 34 2

КОЛИЧЕСТВО САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ЗДАНИЯХ КИНОТЕАТРОВ

| Приборы | Количество санитарных приборов при числе мест в кинотеатре | | | |
|---|--|-----|---------|---------|
| | 1600—1200 | 800 | 600—400 | 300—200 |
| Унитазы в уборных | | | | |
| мужских | 3 | 2 | 1 | 1 |
| женских | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Писсуары в мужских уборных | 3 | 2 | 2 | 1 |
| Умывальники в мужских и женских уборных | 2 | 1 | 1 | 1 |

Примечания 1 Мужские и женские уборные должны устраиваться отдельно и иметь шлюзы. В шлюзах устанавливаются 1 умывальник на 150 зрительских мест и 1 умывальник на 100 посетителей клуба

2 В уборных при сцене и спортивном зале, а также в уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабины должна быть не менее 1,4 м

3 Умывальники, кроме уборных, необходимо устанавливать в артистических комнатах кабинете врача, фотолаборатории и студии изобразительных искусств

4 В подсобном помещении буфета должна быть установлена мойка

В зданиях кинотеатров количество санитарных приборов принимают по табл. 34 2

В школах количество санитарных приборов принимают из расчета

| | |
|---|---|
| для девочек | 1 унитаз на 30 чел и 1 умывальник на 60 чел |
| » мальчиков | 1 унитаз и 1 писсуар на 40 чел и 1 умывальник на 60 чел |
| » учителей в школах до 400 ученических мест | 1 уборная (1 унитаз и 1 умывальник) |
| то же, в школах с числом ученических мест 400 | 2 уборные (1 унитаз и 1 умывальник в каждой) |

Примечания 1 Мужские и женские уборные должны устраиваться раздельно и иметь шлюзы

2 Унитазы необходимо размещать в отдельных кабинетах с дверями, открываемыми наружу

3 Кабины следует отделять перегородками высотой не менее 1,75 м, не доходящими на 0,2 м до пола

4 В уборных для обслуживающего персонала допускается открывание дверей внутрь, причем глубина кабины должна быть не менее 1,4 м

Уборные для учащихся предусматривают на каждом этаже, имеющем классные помещения. В двухэтажном здании допускается устройство уборных для учеников в одном из этажей. В лабораториях, классных комнатах I—IV классов, лаборантских, мастерских, кабинетах основ производства и домоводства, кабинетах черчения, рисования и географии, а также в буфетной устанавливают умывальники дополнительно к расчетному их количеству. Кроме того, устанавливают раковины на демонстрационных столах.

В лечебно-профилактических учреждениях (больницы различного профиля, поликлиники и фельдшерско-акушерские пункты) количество санитарно-технических приборов принимается в зависимости от профиля лечебного учреждения и назначения помещений и определяется технологической частью проекта.

Для прочих общественных зданий количество санитарных приборов принимается по соответствующим нормам проектирования

Выбор типа санитарных приборов. В лечебно-профилактических учреждениях следует применять санитарные приборы из фаянса. Чаши хирургических умывальников должны быть плоские, без стенок и бочков, кронштейны — круглые и простые по форме, сифоны — бутылочные, краны-смесители — локтевого типа

Для лечебных процедур с агрессивными водами необходимо устанавливать ванны с кислотоупорной эмалью или фаянсовые, покрытые белой глазурью, обеспечивая подход к ним с трех или четырех сторон

В водолечебных отделениях при групповой установке ванн выпуски из них располагают над сборными лотками с трапами без установки сифонов

Для обмывания горшков и подкладных суден устанавливают видуары, при отсутствии специальных чаш — обычные клозетные

Для обмывания клеенок предусматривают чугунный эмалированный желоб с наклонной плитой, по верх-

...о которой прокладывают дырчатую трубу диаметром 20 мм. Воду к трубе подводят от смесителя... чьи воды от моек для мытья брезента, душевой... грязелечебного отделения во избежание засорения... канализационной сети следует направлять в грязе... с сифоном (гидравлическим затвором), дей... щий по принципу песколовок. Под умывальниками... в грязелечебницах гидравлические затворы... предусматривают.

В предприятиях общественного питания, прачечных... общественных зданиях типы и количество са... нитарных приборов и специальных приемников незагряз... нных или загрязненных производственных сточных... определяются технологическим проектом.

Во всех зданиях следует применять санитарные... приборы, позволяющие прокладывать отводные трубы... диаметром (унитазы с боковыми выпусками, ванны с... гидравлическими затворами — сифонами...).

Расположение санитарных приборов. Санитарные... приборы следует располагать в отапливаемых и вентил... яемых помещениях с естественным или искусствен... ным освещением.

Писсуары. Групповые мужские уборные необходи... мо оборудовать писсуарами из расчета один писсуар... на один унитаз. Расстояние между осями писсуаров... должно быть не менее 0,7 м. Стены, на которых уста... навливают групповые писсуары, требуется облицевать... на высоту не менее 1,5 м.

Умывальники. Расстояние от умывальников до дру... гих санитарных приборов и строительных конструкций... должно быть (не менее, м):

| | |
|---|------|
| между осями умывальников при групповой... установке | 0,65 |
| от боковой стороны умывальника до стены... в бытовых помещениях | 0,15 |
| то же, в жилых домах (при длине умыв... альника 0,65 м) | 0,05 |
| от передней стенки умывальника до стены | 0,8 |
| то же, при групповой установке умываль... ников | 1,25 |
| между двумя рядами умывальников | 2 |
| между боковой стороной умывальника и... осью kloзетной чаши унитаза | 0,4 |
| от оси унитаза до наружного края ванны | 0,45 |

Для группы умывальников (не более шести), рас... полагаемых в одном помещении, можно предусматри... вать один сифон-ревизию диаметром 50 мм.

Сифоны бутылочного типа устанавливают только... под индивидуальные умывальники. Не допускается... соединение двух умывальников, расположенных в раз... ных помещениях, к одному сифону.

Мойки. Мойки, устанавливаемые в кухнях, столо... вых и буфетах, должны иметь между выпуском и сифо... ном (гидравлическим затвором) воздушный разрыв не... менее 20 мм.

Для одной мойки с несколькими отделениями пре... дусматривается один сифон. Бутылочный сифон уста... навливают для моек с одним отделением.

Душевые и ваннные комнаты. Ванны можно уста... навливать на чугунных ножках и бетонных подставках... (встроенные ванны). При облицовке боковых поверх... ностей ванн требуется обеспечивать доступ к сифону... устраивая люк размером 0,3×0,3 м. При покрытии бо... ковых поверхностей ванн съемными асбестоцементными... листами люки не устраивают.

В полу ваннных комнат общего пользования нужно... устанавливать трапы диаметром 50 мм. В ваннных ком... натах или совмещенных санитарных узлах в жилых

квартирах и ваннных комнатах при отдельных номерах... гостиниц трапы не устанавливают.

Для индивидуальных и групповых душевых, распо... лагаемых на междуэтажных перекрытиях, рекомендует... ся применять душевые поддоны.

Диаметр отводной трубы и гидравлического затвора... у питьевых фонтанчиков должен быть не менее 25 мм.

Высота установки санитарных приборов приведена... в табл. 34.3.

ТАБЛИЦА 34.3

ВЫСОТА УСТАНОВКИ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ

| Приборы | Высота установки санитарных приборов... от пола, м | | | |
|-------------------------|--|---------|-----------------------|-------------------------|
| | в жилых домах... и административных зданиях | школах | детских сада... яслях | общественных... уборных |
| Унитазы (без бор... та) | 0,4—0,42 | 0,3—0,4 | 0,3 | 0,3—0,4 |
| Писсуары | 0,65 | | 0,45—0,65 | 0,45—0,65 |
| Раковины и мойки | 0,85 | 0,85 | 0,85 | — |
| Умывальники | 0,8 | 0,7—0,8 | 0,4—0,5 | 0,7—0,8 |

Примечание. В общественных уборных некоторые унитазы... необходимо устанавливать на высоте 0,3 м, кроме того, от... дельные умывальники располагают на высоте 0,7 м (до борта).

Глава 35. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ

35.1. Классификация и характеристика систем канализации

В зависимости от назначения здания и предъяв... ленных требований к сбросу сточных вод проектируют... ся следующие системы внутренней канализации:

а) *бытовая* — для отведения сточных вод от сани... тарных приборов (унитазов, раковин, умывальников, ванн, моек, душев и др.);

б) *производственная* — для отведения производ... ственных сточных вод (одна или несколько в зависимости от состава сбрасываемых сточных вод);

в) *объединенная* — для отведения бытовых и про... изводственных сточных вод при возможности их сов... местной очистки;

г) *сеть внутренних водосточков* — для удаления ат... мосферных осадков с крыш зданий.

В производственных зданиях с различными техно... логическими процессами могут быть применены все ука... занные системы канализации.

В жилых и общественных зданиях обычно проекти... руют только бытовую канализацию и в отдельных об... щественных и коммунально-бытовых зданиях преду... сматривают дополнительно дождевую или вторую сеть... канализации для отвода производственных сточных вод.

В предприятиях общественного питания на 200 мест... и более сточные воды из моечных, мясо-рыбных заго... товочных и кухонь отводят по отдельной сети к жиро... ловителю, расположенному вне здания, а после жиро-

уловителя направляют в наружную сеть бытовой канализации

В зданиях магазинов и предприятий общественного питания устраивают отдельные сети производственной и бытовой канализации

В банях на 100 мест и более при устройстве теплоуловителей бытовая канализация должна быть отдельной от производственной сети канализации В прачечных также устраивают отдельные выпуски для технологических стоков

Не допускается сбрасывать: бытовые сточные воды в наружную сеть производственной канализации и загрязненные производственные сточные воды в наружную сеть производственной канализации, отводящую незагрязненные стоки

В отдельных случаях, при соответствующем технико-экономическом обосновании, допускается отведение некоторых производственных сточных вод (высококон-

центрированных, ядовитых, радиоактивных и др) в выгреб или бункер для последующего их вывоза.

Не допускается сброс атмосферных вод в сеть бытовой канализации, а также производственной канализации, стоки которой требуют очистки.

35.2. Схемы канализации зданий различного назначения

При проектировании внутренней производственной канализации предусматривается устройство нескольких отдельных сетей в зависимости от агрессивности стоков, температуры, характера их последующей обработки, наличия в составе стоков химических компонентов, которые при смешивании с другими сточными водами способны вступать в реакции, сопровождающиеся выделением вредных или взрывоопасных смесей, газов или осадков В необходимых случаях производят обезвреживание стоков перед выпуском их в наружную сеть

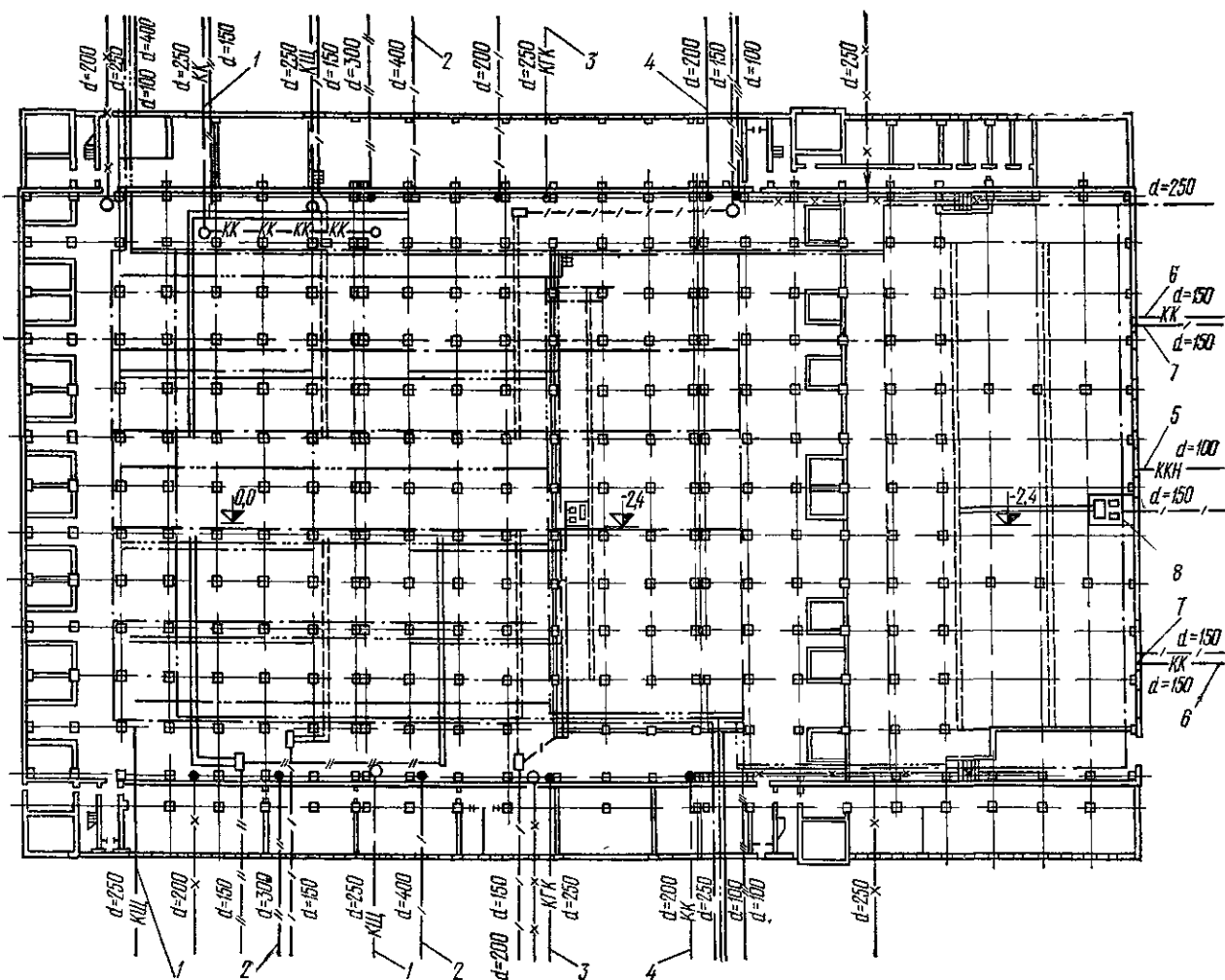


Рис. 351 Схема канализации корпуса производства штапеля (схема вводов водопровода, выпусков канализации и трасс основных сетей)

1 — спуск из технологических баков (КЩ), 2 — отводная линия от отделочных машин, 3 — отводная линия от утилизационных бойлеров (КГК), 4 — отводная линия от первых отжимных вальцов (КК) 5 — отводная линия от баков (ККН), 6 — отводная линия от кварцевых фильтров и баков, 7 — отводная линия от трапов на отметках 4, 8 и 9 м, 8 — место установки бака и насоса

... (стоки гальванических цехов, термических
...
... производственных зданий с большим
... сетей канализации могут служить корпус вис-
... шелка и главный корпус производства штапеля.

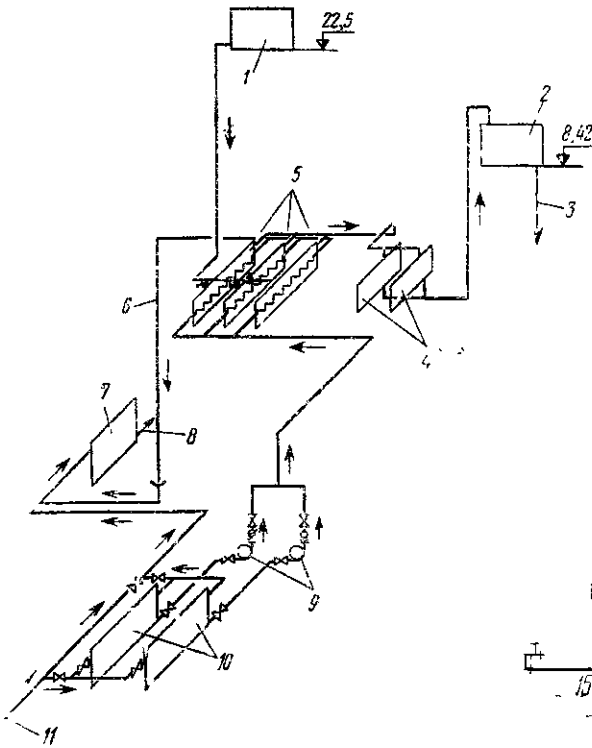


Рис. 35.2. Схема канализации с использованием тепла производственных сточных вод

1 — бак холодной умягченной воды; 2 — бак горячей умягченной воды; 3 — пароводяной агрегат; 4 — пароводяные бойлеры; 5 — водоводяные бойлеры; 6 — трубопровод производственной сточной воды с $t=35^\circ\text{C}$; 7 — резервирующий резервуар аварийного сброса производственных сточных вод с $t=95^\circ\text{C}$; 8 — спуск в канализационную сеть; 9 — насосы; 10 — баки для горячей воды с $t=95^\circ\text{C}$; 11 — отвод производственных сточных вод от отделочных агрегатов

В корпусе вискозного шелка имеется пять канализационных сетей: бытовая, производственно-дождевая, кислых стоков, щелочных стоков, вискозных стоков.

В бытовую канализацию сбрасываются сточные воды от санитарных приборов, душевых и лабораторий; в производственно-дождевую канализацию — дождевые воды от оборудования и камер кондиционирования.

В систему канализации кислых стоков поступают сточные воды из цехов отделочных агрегатов, отработавшие растворы из технологических баков и смыв с пола (стоки собирают лотковой канализацией в сборный резервуар и откачивают насосами); из отделочного цеха — от оборудования и смыв с пола (два выпуска); из прядильного цеха — от оборудования и смыв с пола (две раздельные сети, два выпуска); из кислотной станции — при промывке кварцевых фильтров (самостоятельный выпуск), смыв с пола, от оборудования (два

выпуска), из подвала (откачивают насосами) и отработавшие растворы.

В канализацию щелочных стоков сбрасываются сточные воды из отделочного цеха — при промывке шелка и сброс воды от центрифуг; из цеха отделочных растворов — при промывке оборудования (откачивают насосом); в канализацию вискозных стоков — сточные воды от прядильных машин, из вискозного цеха, из отделения приготовления крашеной вискозы при промывке оборудования и смыв с пола (четыре выпуска с гидрозатворами на выпусках).

В главном корпусе производства штапеля (рис. 35.1) имеется восемь систем канализации. В бытовую канализацию поступают сточные воды от санитарных приборов и лабораторий; в производственно-дождевую — дождевые воды с крыш зданий и незагрязненные производственные воды; в производственную канализацию кислых сточных вод — кислые воды из различных отделений. Отдельные системы канализации устроены для приема кислых концентрированных, кислых горячих (от утилизационной бойлерной), щелочных, щелочных концентрированных и вискозных сточных вод.

Примером использования незагрязненных производ-

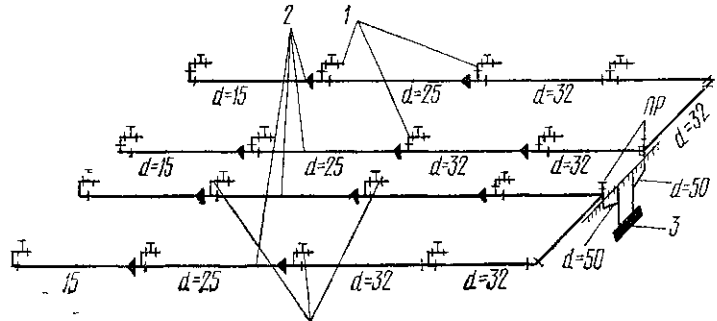


Рис. 35.3. Схема канализации для отвода воды от конденсаторов

1 — отводная линия от конденсаторов; 2 — прокладка по полу; 3 — колодец; ПР — прочистка

ственных сточных вод с температурой 95°C непосредственно в самом здании может служить одна из канализационных систем завода искусственного волокна (рис. 35.2). В данной системе сточные воды поступают в сборные баки, откуда их подают насосами в водонагреватели для подогрева холодной умягченной воды.

Производственная канализация цеха железобетонных изделий, предназначенная для отвода воды от конденсаторов и из приемных пропарочных камер, приведена на рис. 35.3. Сточные воды от конденсаторов ввиду небольшого их количества и необходимости установки вентиля отводят от каждой камеры. Сточные воды от четырех приемков пропарочных камер отводят только из одного отделения. Остальные отделения соединяются отверстиями, в которые заделывают стальные патрубки диаметром 50 мм. Для предотвращения поступления пара из пропарочных камер в канализационный коллектор устанавливают гидрозатворы.

35.3. Нормы водоотведения, коэффициенты неравномерности и расходы сточных вод

Нормы водоотведения хозяйственно-фекальных сточных вод и коэффициенты неравномерности прини-

ТАБЛИЦА 35.1

РАСЧЕТНЫЕ СЕКУНДНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ВОДЫ
ОТДЕЛЬНЫМИ САНИТАРНЫМИ ПРИБОРАМИ

| Санитарные приборы | Водоотведение, л/с | Диаметр отводного трубопровода, мм | Минимальный уклон трубопровода |
|--|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Раковина | 0,33 | 50 | 0,025 |
| Унитаз со смывным бачком: | | | |
| присоединенный непосредственно к стояку | 1,5—1,6 | 100 | — |
| присоединенный к горизонтальному трубопроводу по этажной разводке длиной более 1,5 м | 0,8—0,4 | 100 | 0,02 |
| Унитаз с промывным краном | 1,2—1,4 | 100 | 0,02 |
| Писсуар | 0,05 | 50 | 0,02 |
| Писсуар с автоматической промывкой | 0,3 | 50 | 0,02 |
| Умывальник (без пробки) | 0,07 | 40—50 | 0,02 |
| Мойка: | | | |
| на одно отделение | 0,67 | 50 | 0,025 |
| > два отделения | 1 | 50 | 0,025 |
| 5 | 5 | 100 | 0,02 |
| Моечная ванна | 1,1 | 50 | 0,02 |
| Ванна | 0,2 | 50 | 0,025 |
| Душ | 0,15 | 50 | 0,02 |
| Биде | 0,07 | 50 | 0,02 |
| Гигиенический душ | | | |
| Питьевой фонтанчик | 0,035 | 25—50 | 0,01—0,02 |

мают аналогично нормам водопотребления (см. главу 27).

Количество производственных сточных вод принимают по данным технологических проектов в соответствии с требованиями технологии производства, учитывая различную продолжительность наполнения и опорожнения ванн, баков и т. п.

Расчетные секундные расходы сточной жидкости отдельными санитарными приборами приведены в табл. 35.1.

Глава 36. ПРИЕМНИКИ СТОЧНЫХ ВОД

36.1. Назначение приемников

Приемники сточных вод служат для непосредственного приема бытовых, производственных и атмосферных вод в системах внутренней канализации зданий и подразделяются следующим образом:

1) *приемники для бытовых сточных вод* — санитарные приборы, устанавливаемые в санитарно-бытовых помещениях (санузлах) жилых, общественных и производственных зданий;

2) *приемники для производственных сточных вод* (от технологических процессов производства, гидроборки помещений и вентиляционных установок) — воронки для приема охлаждающей воды от машин и аппаратов; колодцы и лотки с решетками в цехах, трапы, сливы и раковины, а также бачки для разрыва струи; устанавливают их в производственных зданиях и помещениях;

3) приемники для атмосферных вод — водосточные воронки;

4) приемники специального назначения — медицинские санитарные приборы, устанавливаемые в больницах, госпиталях, клиниках (лечебные души, ванны, лабораторные приборы (специальные раковины, умывальники, мойки, унитазы с подачей воды без прикосновения рук).

Основные требования, которые предъявляются к санитарным приборам всех видов, — это удобство и простота прочистки их приемных отверстий, а также полная промывка их рабочей поверхности. Во избежание засорения приемные отверстия всех санитарных приборов, кроме унитазов и напольных клозетных чаш, должны иметь решетки. Поверхности санитарных приборов защищают покрытиями против разрушающего воздействия сточной жидкости, слабых растворов щелочей и кислот, а также попеременного воздействия холодной (до 90° С) воды.

Санитарные приборы изготовляют из различных материалов — чугуна, керамики (фаянса, полуфарфора, шамотного фаянса), листовой стали, цветных металлов и сплавов, а также пластмасс. Рабочую поверхность санитарных приборов, изготовленных из чугуна (ванны, мойки, раковины, клозетные чаши, трапы и др.), покрывают стекловидной эмалью, нерабочие поверхности — водоустойчивой краской или грунтовой эмалью. Поверхности санитарных приборов из стали защищают стекловидной эмалью с двух сторон.

Поверхности чугунных и стальных приборов, предназначенных для принятия лечебных процедур в различных растворах или морской воде, а также для специальных лабораторий, покрывают химически стойкой стекловидной эмалью.

Внутренние и видимые наружные поверхности керамических изделий (умывальников, моек, сифонов и др.) защищают глазурью.

Санитарные приборы, а также приемники производственных сточных вод, присоединяемые к бытовой или производственной канализации, стоки которой имеют неприятные запахи или выделяют вредные газы и пары, должны иметь гидравлические затворы (сифоны) либо в конструкции приборов (унитазы, писсуары и др.), либо устанавливаемые на выпуске от прибора.

36.2. Оборудование по технике безопасности отдельных производств

В производственных помещениях, где возможны воспламенение одежды (при выбросе пламени из печей и др.) или химические ожоги, необходимо устанавливать аварийные души, раковины самопомощи или ванны с водой.

Аварийные души, ванны и раковины самопомощи размещают на видных легкодоступных местах через каждые 25 м и подключают к хозяйственно-питьевому водопроводу. Аварийные души должны иметь педальное выключение и душевую сетку пропускной способностью 5 л/с. К водопроводу аварийные души подключают через бак емкостью 0,8—1 м³.

Вместо раковин самопомощи можно использовать питьевые фонтанчики или умывальники; в качестве ванн самопомощи — обыкновенные или сидячие чугунные ванны, заполняемые водой перед началом рабочей смены.

Глава 37. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СЕТИ

ТАБЛИЦА 37.1

37.1. Трубопроводы и лотки

Отвод сточных вод предусматривается, как правило, самотечным трубопроводам. Материал труб выбирается в зависимости от состава и температуры сточных вод, требований к прочности материала трубопровода и экономии металла (табл. 37.1).

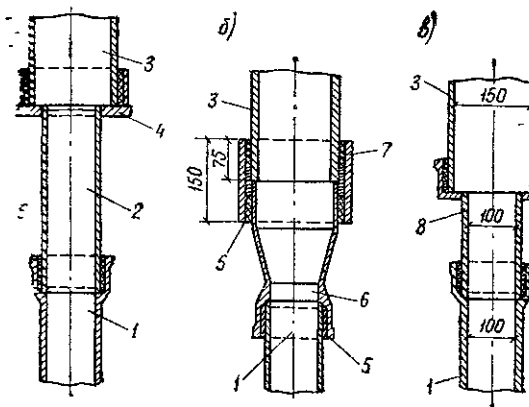


рис. 37.1. Соединение чугунных канализационных труб с асбестоцементными

а — с помощью стального патрубка; б — с применением чугуно-канализационного перехода; в — с помощью патрубка; 1 — чугунная канализационная труба, 2 — стальной патрубок, 3 — асбестоцементная труба; 4 — приварной фланец; 5 — асбестоцементная заделка раструба; 6 — чугунный канализационный переход; 7 — асбестоцементная муфта, 8 — чугунный патрубок

Фасонные и соединительные части трубопроводов, используемые для соединения труб разных диаметров, изменения направления и присоединения приборов, применяются по табл. 37.2.

Раструбы чугунных канализационных труб заделывают смоляной прядью или просмоленным канатом, после чего зачеканивают раструб асбестоцементом или цементом на глубину 20 мм. Можно заливать раструбы раствором расширяющегося цемента или нагретой смесью по предварительной заделке двумя витками смоляной пряди, препятствующей вытеканию цемента внутрь трубы.

Чугунные канализационные трубы соединяют с асбестоцементными при помощи стального сварного патрубка с переходом диаметром 50×150 и 100×150 мм (рис. 37.1, а), чугунного перехода диаметром 50×100 и 100×150 мм (рис. 37.1, б), патрубка с переходом диаметром 100×150 мм (рис. 37.1, в).

При повышенных требованиях по прочности и герметичности самотечных трубопроводов канализации диаметром более 150 мм применяют чугунные водопроводные трубы.

Керамические кислотоупорные трубы изготавливают двух сортов; для ответственных систем канализации используют трубы первого сорта.

Трубы бетонные и железобетонные применяют двух видов: гладкие, соединяемые цилиндрическими железобетонными муфтами, и раструбные, кольцевой зазор в раструбе которых заделывают цементным раствором. Для агрессивных производственных сточных вод

НОМЕНКЛАТУРА ТРУБ

| Материал и виды труб | Условный проход D_y , мм | Назначение |
|--|----------------------------|--|
| Чугунные трубы: а) канализационные (по ГОСТ 6942—3 69) б) водопроводные напорные (по ГОСТ 5525—61) | 50—150 50—1200 | Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети внутренней производственной напорной канализации |
| Керамические трубы: а) канализационные (по ГОСТ 286—64) б) кислотоупорные (по ГОСТ 585—67) | 150—500 50—200 | Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети внутренней самотечной канализации агрессивных сточных вод |
| Пластмассовые трубы: а) из полиэтилена высокой плотности (ПВП) (по МРТУ 6-05-917-67 и ТУ 21-01-279-69) для районов с расчетной температурой (средней холодной пятидневки согласно указаниям главы СНиП II-A 6-72) до -30°C б) поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до -20°C (монтаж трубопроводов при температуре не ниже 5°C) | 50—300 100 | Сети внутренней бытовой и производственной канализации Сети производственной самотечной канализации |
| Асбестоцементные трубы: а) безнапорные (ГОСТ 1839—48) б) напорные (по ГОСТ 539—73) | 100—150 50—500 | Сети внутренней бытовой и производственной канализации слабых и слабощелочных сточных вод (рН=6..9) Сети внутренней производственной канализации слабых и слабощелочных сточных вод (рН=6..9) |
| Трубы бетонные и железобетонные безнапорные (ГОСТ 6482—71) | 300—1500 | Сети внутренней (подземной безнапорной) бытовой и производственной канализации (если по составу сточные воды не агрессивны по отношению к бетону) |
| Трубы стеклянные для надземных трубопроводов (по ГОСТ 8894—58) | 45—122 (наружный диаметр) | Сети внутренней канализации агрессивных сточных вод (за исключением плавиковой кислоты) |
| Трубы стальные водогазопроводные (газовые) (по ГОСТ 3262—62) | 25—65 | Сети внутренней бытовой канализации (отводы от группы умывальников и др.) |

Примечания: 1. Лотки, предназначенные для транспортирования химически агрессивных сточных вод, выполняют из кислотоупорных материалов.

Продолжение табл. 37.1

2 Для транспортирования слабокислых ($\text{pH}=6,5$) или слабощелочных ($\text{pH}=8,9$) сточных вод можно применять чугунные трубы

3 Для отвода химически агрессивных сточных вод под давлением применяют трубы кислотоупорные — пластмассовые, стальные гуммированные, эмалированные и футерованные пластмассой

ТАБЛИЦА 37.2

НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННЫХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

| Соединительные и фасонные части | Условный проход, мм | Назначение |
|---|---------------------------|--|
| Чугунные канализационные (по ГОСТ 6942 0 — ГОСТ 6942 30—69) | 50—150 | Соединение чугунных канализационных труб |
| Чугунные напорные (по ГОСТ 5525—61) | 50—40 | Соединение чугунных напорных труб |
| Керамические кислотоупорные (по ГОСТ 585—67) | 50—200 | Соединение керамических кислотоупорных труб |
| Полиэтиленовые высокой плотности (ПВП) канализационные (по ТУ 21-01-279-69) | 50—100 | Соединение полиэтиленовых канализационных труб высокой плотности (ПВП) систем бытовой и производственной канализации |
| Стеклопластиковые термостойкие (по ГОСТ 11192-65) | 45—122 (наружный диаметр) | Соединение стеклопластиковых труб, изготовляемых по ГОСТ 8894—58 |

используют винипластовые трубы диаметром 20—150 мм, выдерживающие давление до 2,5 кгс/см². Соединяют винипластовые трубы с помощью надвижных муфт или фланцев

Для отвода производственных сточных вод, не выделяющих паров или газов, можно применять лотковую канализацию. В некоторых общественных зданиях (например, прачечных) канализация выполняется в виде лотков или смешанного типа.

Лотковая сеть применяется в следующих случаях:

- при необходимости уменьшения до предела глубины заложения выпуска особенно для отвода стоков, загрязненных легкоосаждающимися, взвешенными и другими веществами, быстро заиливающими трубопроводы;
- при невозможности прочистки трубопроводов и др.

Лотки выполняют из кирпича, бетона или железобетона и перекрывают съемными плитами.

37.2. Места и особенности прокладки сетей канализации

Внутренние канализационные сети можно прокладывать

- открыто — в подпольях, подвалах, цехах, подсобных и вспомогательных помещениях, коридорах, технических коридорах и этажах и в специально предназначенных для сетей помещениях, прикрепляя их к конструкциям зданий (стенам, колоннам, потолкам, фермам и др.), а также на специальных опорах;

- скрыто — с заделкой в строительные конструкции перекрытия, под полом (в грунте, каналах), в сбор-

ных блоках, панелях, бороздах стен, под облицовкой колонн (в приставных коробах у стен), в подшивных потолках, санитарно-технических кабинках, вертикальных шахтах, под плинтусом в полу

Внутренние канализационные сети не разрешается прокладывать:

- под потолком, в стенах и в полу жилых комнат, спальных помещений, детских учреждений, больничных палат, лечебных кабинетов, обеденных залов, рабочих комнат административных зданий, залов заседаний, зрительных залов, библиотек, учебных аудиторий, электроощитовых и трансформаторных пультов управления автоматики, приточных вентиляционных камер и производственных помещений, требующих особого санитарного режима;

- под потолком (открыто и скрыто) кухонь; помещений предприятий общественного питания, торговых залов, складов пищевых продуктов и ценных товаров, вестибюлей, помещений, имеющих ценное художественное оформление; производственных помещений в местах установки производственных печей, на которые не допускается попадание влаги; помещений, где производятся ценные товары и материалы, качество которых снижается от попадания влаги

Примечания 1 Сети производственной и бытовой канализации магазинов, столовых кафе-териев, расположенных в зданиях иного назначения, должны иметь отдельные выпуски. Не допускается объединять сети канализации магазинов, столовых, кафе-териев с общедомовыми сетями канализации.

2 В отдельно стоящих зданиях магазинов с кафе-териями, буфетами или столовыми предусматривают самостоятельный выпуск для производственных сточных вод

Отводные трубопроводы от приборов в уборных административных и жилых зданий, от раковин и моек в кухнях, умывальников в лечебных кабинетах, больничных палатах и других подсобных помещениях, как правило, прокладывают над полом с последующей облицовкой и устройством гидроизоляции

Трубопроводы производственных стоков в помещениях для приема, хранения и подготовки товаров к продаже и в подсобных помещениях магазинов можно прокладывать в коробах без установки ревизий

Напротив ревизий на стояках при скрытой прокладке предусматривают лючки с дверцами размером не менее 30—40 см. Внутри лючка устраивают перегородки (диафрагмы) во избежание попадания стоков из ревизий во внутреннее пространство борозд, коробов и подшивных потолков

Подпольные трубопроводы, транспортирующие сильно агрессивные и токсичные сточные воды, прокладывают в непроходных каналах с контрольными колодцами в местах установки ревизий

Во взрывоопасных цехах трубопроводы следует прокладывать в соответствии со специальными указаниями, согласно которым все системы канализации для них предусматривают закрытыми. Лишь на открытых площадках технологических установок для отвода смывных вод и водосточных можно применять лотки

При присоединении отводных трубопроводов от производственного оборудования к канализационным сетям, как правило, обеспечивают разрыв струи не менее 0,02—0,03 м. Переливные трубы от баков воды питьевого качества присоединяют к канализации с разрывом струи и с применением переливных бачков. Нижний конец переливной трубы от бака должен располагаться на 25 мм выше верха приемного переливного бачка, присоединяемого к канализации

Подземную прокладку трубопроводов обычно применяют для систем канализации больших (блокированных) цехов и общественных зданий.

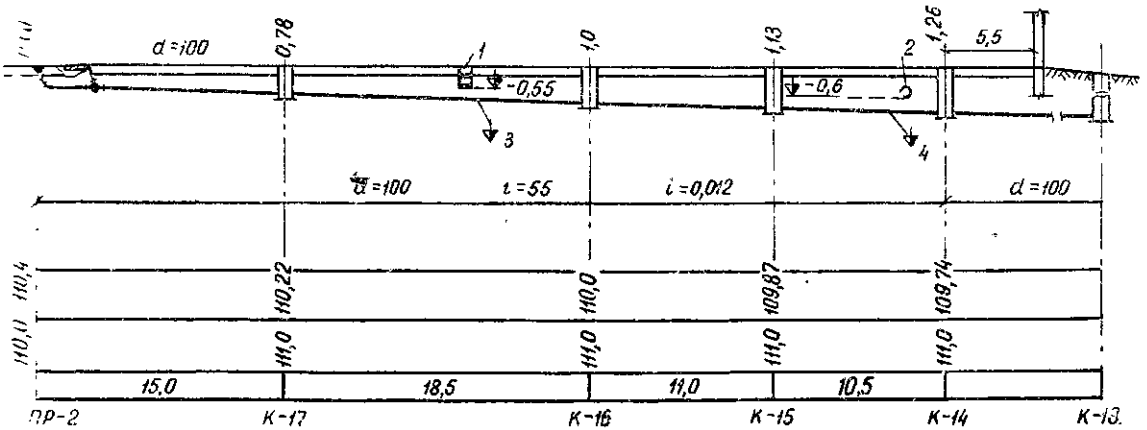


Рис. 37.2. Профиль производственной канализации со смотровыми канализационными колодцами
1 — лоток; 2 — трубопровод сжатого воздуха; 3 — отметка верха трубы 0,80; 4 — отметка верха трубы 1,04

На профиле внутреннего коллектора (рис. 37.2) показывают его пересечения с другими подземными сетями и сооружениями.

Канализационные трубопроводы крепят к строительным конструкциям стальными хомутами, подвешивают к кронштейнам. Расстояния между креплениями чугунных горизонтальных трубопроводов должны быть не более 2 м.

Для канализационных стояков в помещениях высотой до 4 м предусматривают одно крепление, более 4 м — по одному креплению на каждые 3 м высоты. Крепления располагают под раструбами.

Допускается прокладка труб под подошвами фундаментов технологического оборудования или в самих фундаментах при условии соответствующей защиты труб от раздавливания.

Наименьшая глубина заложения канализационных труб в производственных зданиях в зависимости от материалов труб и пола приведена в табл. 37.3.

ТАБЛИЦА 37.3

**ЗНАЧЕНИЯ НАИМЕНЬШЕЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ЗДАНИЯХ**

| Трубы | Наименьшая глубина заложения, м. от верха трубы до поверхности полов различных типов | |
|---|--|-------------------------------------|
| | земляных, глинобитных, щебеночных, клинкерных, булыжных, торцевых | бетонных, асфальтовых, ксилолитовых |
| Чугунные и стальные | 0,7 | 0,4 |
| Бетонные | 0,7 | 0,5 |
| Керамические, асбестоцементные, пластмассовые | 1 | 0,6 |

Примечания: 1. Наименьшая глубина заложения канализационных труб принимается из условия предохранения труб от разрушения под действием постоянных и временных нагрузок.

2. В производственных помещениях под железнодорожными путями следует укладывать стальные или чугунные водопроводные трубы на глубину не менее 1 м.

3. В бытовых помещениях допускается прокладка труб на глубине 0,1 м от поверхности пола до верха трубы.

37.3. Стояки

Сети бытовой и производственной канализации, предназначенные для отвода сточных вод, выделяющих запахи, зредные газы и пары, вентилируются через стояки, вытяжные части которых выводятся на 0,7 м выше кровли здания и заканчиваются обрезом трубы (без флюгарки). Не допускается устройство стояков без вытяжной части.

Раковины, устанавливаемые в подвалах котельных или тепловых пунктов, в виде исключения, можно присоединять к дворовой сети канализации самостоятельным выпуском без устройства стояков.

Запрещается соединять вытяжную часть канализационных стояков с вентиляционными системами здания и дымоходами. Выводимые выше кровли вытяжные части стояков необходимо удалять от открываемых окон и балконов не менее чем на 4 м (по горизонтали). На плоских эксплуатируемых кровлях вытяжные стояки выводятся на высоту не менее 3 м над поверхностью кровли и соответственно декорируют.

Диаметр вытяжной части одного канализационного стояка должен быть равен диаметру этого стояка. Одной вытяжной частью рекомендуется объединять не более шести канализационных стояков. Диаметр вытяжной части стояка для группы объединяемых стояков должен равняться диаметру наибольшего из стояков, увеличенному на 50 мм.

Если расход сточных вод в канализационных стояках превышает допустимые расходы, указанные в табл. 38.4, следует устраивать дополнительный вентиляционный стояк (рис. 37.3).

Вентиляционный стояк необходимо присоединять к канализационному стояку через один этаж. Диаметр вентиляционного стояка следует принимать на один размер меньше диаметра канализационного стояка. Вентиляционные перемычки требуются прокладывать с уклоном не менее 0,02 в сторону канализационного стояка.

Отвод стоков по вентиляционному стояку не допускается.

Для отводных трубопроводов, к которым присоединяется более шести унитазов, нужно предусматривать вентиляционные трубопроводы диаметром более 40 мм, присоединяемые к высшей точке отводных трубопроводов.

Вентиляционные трубопроводы от санитарных приборов и технологического оборудования магазинов следует присоединять под потолком магазина к стоякам общедомовой канализации к направленному вверх отводу косого тройника. Допускается изгиб стояка на толщину кирпичной стены (рис. 37.4) для обхода встречающихся труб и каналов.

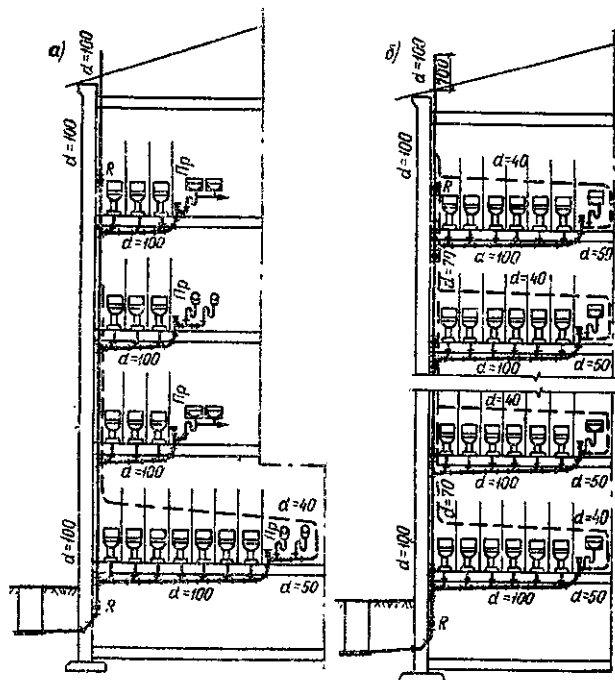


Рис. 37.3. Схема канализационной сети с вентиляционными стояками

а — при установке более шести унитазов в одном этаже; б — при установке шести унитазов в каждом этаже

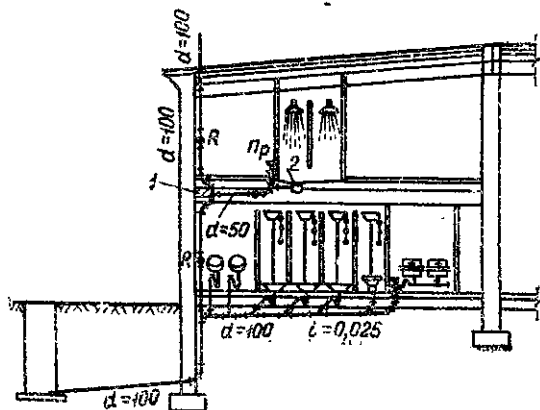


Рис. 37.4. Схема изгиба канализационного стояка

1 — железобетонный ригель; 2 — трап диаметром 50 мм; Пп — прочистка

Канализационные стояки должны иметь по всей высоте одинаковый диаметр не менее 50 мм и не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.

Канализационные стояки можно прокладывать скрыто в сборных блоках.

37.4. Ревизии и прочистки

На сетях внутренней бытовой и производственной канализации для прочистки трубопроводов устанавливают ревизии или прочистки (рис. 37.5, а).

На стояках при отсутствии на них отступов ревизии размещают в нижнем и верхнем этажах, а при наличии отступов, — кроме того, и в выше расположенных над отступами этажах, причем ревизии необходимо размещать на высоте 1 м от пола, но не менее чем на 0,15 м выше борта присоединения прибора. В жилых зданиях высотой более пяти этажей ревизии на стояках должны быть установлены не реже чем через три этажа.

Ревизии плотно закрывают крышками на болтах с резиновыми прокладками толщиной 4—5 мм. Прочистки плотно закрывают заглушками на легкоплавкой мастике или сурико-меловой замазке (рис. 37.5, б).

На начальных участках отводных труб (по движению сточных вод) при присоединении трех и более приборов, под которыми нет ревизии, устанавливают прочистку.

На поворотах горизонтальных участков сети под углом более 30° предусматривают ревизии или прочистки.

На горизонтальных участках сети наибольшие допускаемые расстояния между ревизиями или прочистками принимают по табл. 37.4.

ТАБЛИЦА 37.4

НАИБОЛЬШИЕ ДОПУСКАЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ РЕВИЗИЯМИ ИЛИ ПРОЧИСТКАМИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ СЕТИ

| Диаметр трубопровода, мм | Расстояние между ревизиями или прочистками при пропуске различных сточных вод, м | | | Вид прочистного устройства |
|--------------------------|--|--|--|----------------------------|
| | производственных неаграрных | бытовых и производственных, близких к ним по составу | производственных, содержащих большое количество взвешенных веществ | |
| 50 | 15 | 12 | 10 | Ревизия |
| 50 | 10 | 8 | 6 | Прочистка |
| 100—150 | 20 | 15 | 12 | Ревизия |
| 100—150 | 15 | 10 | 8 | Прочистка |
| 200 и более | 25 | 20 | 15 | Ревизия |

На подвесных линиях сетей канализации, прокладываемых под потолком, как правило, вместо ревизии устанавливают прочистки, выводимые в вышележащий этаж, и устраивают лючок в полу или открыто (в зависимости от назначения помещения).

На сетях бытовой канализации, прокладываемых в магазинах, столовых, кафетериях и буфетах, ревизии не применяют.

При присоединении к горизонтальному участку сети канализации трех унитазов, шести умывальников или

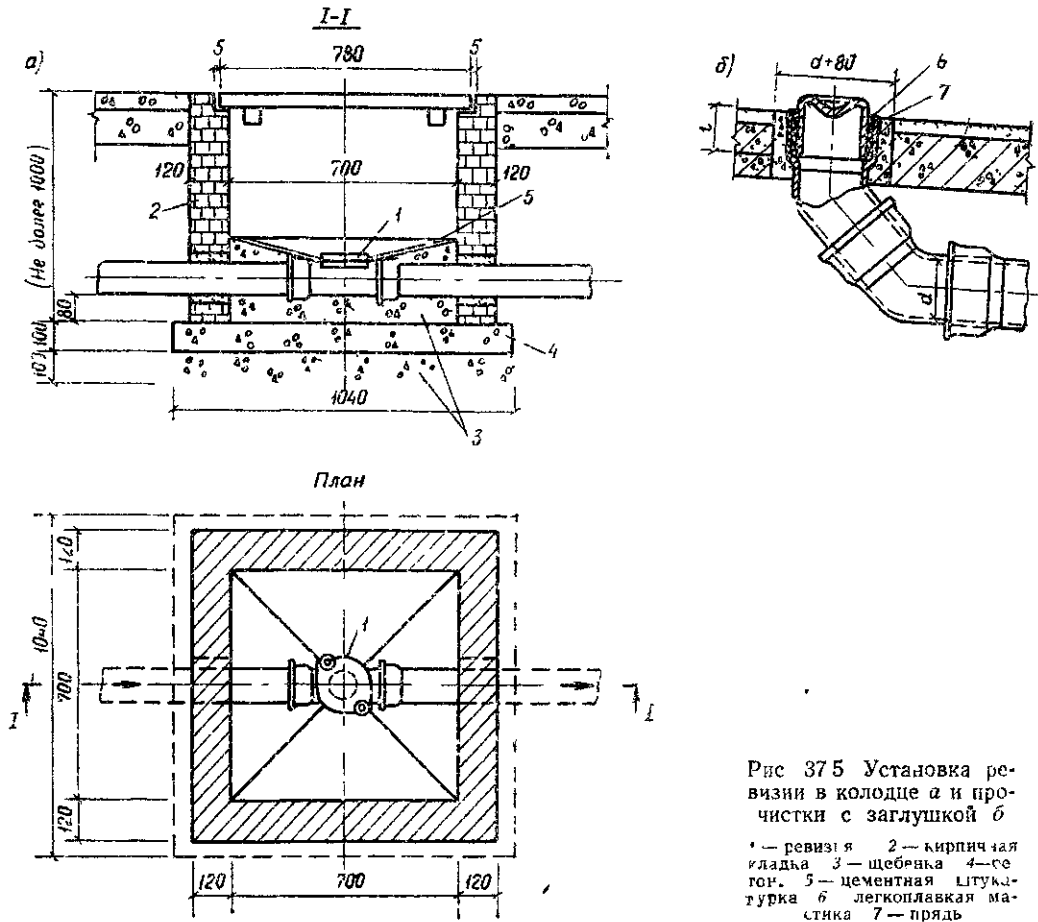


Рис 375 Установка ревизии в колодце а и прочистки с заглушкой б

1 — ревизия 2 — кирпичная кладка 3 — щебенка 4 — бетонная конструкция 6 — легкоплавкая мастика 7 — прядь

их санитарных приборов не имеющих ревизий в этих участках необходимо предусматривать прочистку. Прочистки как правило, должны иметь наструбы диаметром 50 мм).

Ревизии и прочистки следует располагать в местах удобных для их обслуживания.

На водосточных стояках ревизии нужно размещать на нижнем этаже здания и при наличии на стояках отводов — над ними.

На подземных сетях канализации ревизии следует предусматривать в ревизионных колодцах круглого или квадратного сечения с диаметром или стороной квадрата не менее 0,7 м. Днища колодцев должны иметь уклон к фланцу ревизии не менее 0,05.

Смотровые колодцы на сети внутренней производственной канализации необходимо размещать на поворотах трубопроводов в местах изменения уклонов или диаметров труб, в местах присоединения ответвлений также на длинных прямолинейных участках трубопроводов на расстоянии не более 40 м один от другого при вводе незагрязненных и на расстоянии не более 30 м один от другого загрязненных производственных сточных вод. На сетях бытовой и производственной канализации сточных вод, выделяющих неприятные запахи, вредные газы и пары, смотровые колодцы внутри зданий не устраивают.

37.5 Выпуски канализации

В местах присоединения выпусков к наружной канализационной сети предусматривают смотровые колодцы следующих внутренних диаметров для труб диаметром до 200 мм при глубине их заложения до 2 м — 700 мм, для труб диаметром более 200 мм при глубине заложения более 2 м — 1000 мм.

Минимальная глубина заложения выпуска (в здании) назначается на основании опыта эксплуатации канализационных сетей в данной местности, но не менее 0,7 м от верха трубы. Допускается принимать заложение труб менее наибольшей глубины промерзания грунта в данном районе на 0,3 м при диаметре труб до 500 мм и на 0,5 м при диаметре более 500 мм.

Длина выпуска от стояка или прочистки до оси смотрового колодца назначается в зависимости от диаметра труб

| | | |
|------------------|----|-------------|
| Диаметр труб, мм | 50 | 100 и более |
| Длина выпуска, м | 6 | 8 |

Выпуски следует присоединять к наружной сети «шелыга в шелыгу» под углом не менее 90° (по направлению движения сточных вод). При большом заглублении трубопроводов наружной сети канализации на выпусках можно устраивать перепады (перепадные колодцы).

а) открытые — в виде бетонных водосливов — лотков, входящих с плавным поворотом в колодец наружной сети канализации (при высоте перепада до 0,35 м),
 б) закрытые — с применением канализационных чугунных труб (при высоте перепада 0,35—2 м)

При перепаде высотой более 0,3 м допускается присоединение выпуска к наружной сети под любым углом. Для прокладки выпуска в фундаменте здания или в стене подвала устраивают проемы высотой не менее

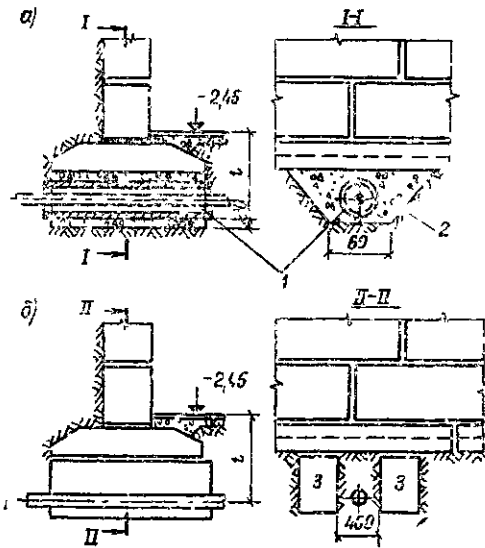


Рис 376. Пересечение вводов и выпусков с фундаментами из сборного железобетона

а — в футлярах; б — путем местного заглубления фундаментов. 1 — футляр, 2 — бетон, 3 — бетонные блоки (расстояние уточняется по месту)

0,4 м. Расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 0,15 м. После укладки труб проемы в фундаменте необходимо заделывать мягкой глиной со щебнем.

При расположении уровня грунтовых вод выше выпуска в стене подвала следует закладывать стальную или чугунную гильзу с сальниковой набивкой.

Проход выпусков через наружные стены здания рекомендуется осуществлять пологими отводами под углом, близким к прямому.

В фундаментах здания в местах пересечения с выпуском необходимо предусматривать отверстия следующих размеров

| | | |
|-----------------------------------|------------|-----------|
| Диаметр труб выпуска, мм | 50—100; | 125—150 |
| Размер отверстий в фундаменте, мм | 300 × 300; | 400 × 400 |

При прокладке канализационных выпусков и отводных линий ниже подошвы сборных фундаментов следует устраивать футляры из бетонных или железобетонных труб (рис 376, а) либо предусматривать местное заглубление фундаментов не менее чем на 0,1 м ниже основания трубы (рис 376, б). В жилых домах, а также в общественных зданиях с подвалами сборные фундаменты, как правило, закладывают на 0,3—0,5 м ниже отметки пола подвала. В домах без подвалов сбор-

ные фундаменты во многих случаях имеют небольшое заглубление, поэтому выпуски и отводные линии, закладываемые параллельно фундаментам, следует соответственно отдалять от них с учетом угла естественного откоса грунта.

Пример устройства выпусков из здания с поперечными несущими стенами и с прокладкой канализационной сети ниже пола подвала приведен на рис 377.

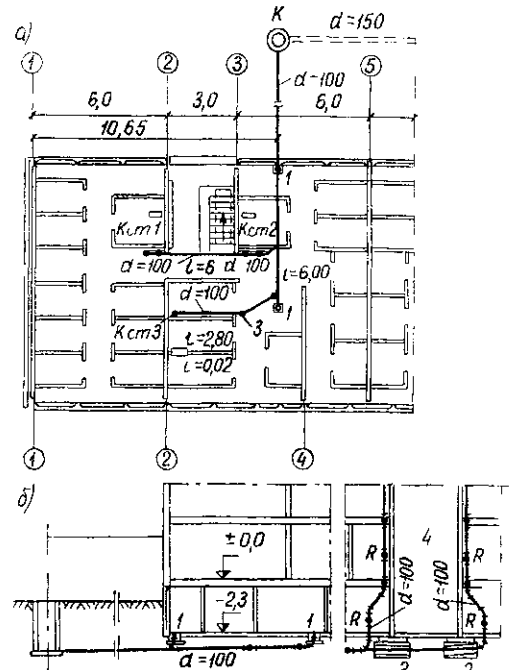


Рис 377. Прокладка канализационной сети ниже пола подвала в крупнопанельном жилом доме с сараями и с несущими поперечными стенами

а — фрагмент плана подвала с сетью канализации, б — разрез по канализационной сети, 1 — прочистки, 2 — футляр из трубы диаметром 400 мм, 3 — спуск канализационного стояка, 4 — лестничная клетка, R — ревизия, Kст — канализационный стояк, K — канализационный колодец (цифры в кружках обозначают ось здания)

Диаметр выпуска должен быть не менее наибольшего диаметра стояка, присоединяемого к данному выпуску. При устройстве общего выпуска от нескольких стояков диаметр выпуска определяется расчетом.

При наличии под жилыми домами технических подпольев высотой не менее 1,6 м и несложной трассировке внешней канализационной сети устраивают укрупненные, обычно торцевые выпуски.

Устройство укрупненных выпусков целесообразно в тех случаях, когда достигается сокращение длины внешней сети, и не допускается тогда, когда наружная канализационная сеть проходит вдоль здания, а также в домах, имеющих эксплуатируемые подвалы (хозяйственные сараи, складские помещения магазинов, столовых, аптек и т. п.). При наличии в доме более пяти жилых секций или при длине дома более 90—100 м необходимо устраивать два выпуска.

Канализационную магистраль располагают непосредственно под одним из рядов канализационных стоя-

второй ряд канализационных стояков при канализационной магистрали на косых склонах отводных линий не менее 0,05. Количество горизонтальных присоединений должно быть минимальным. При присоединении к магистральной сети необходимо устанавливать на магистральном трубопроводе диаметром не менее 100 мм и не более 30 квартир присоединяемый труборазмер должен быть 150 мм и минимальным — 100 мм. При присоединении к коллектору большого диаметра лоток присоединяемой трубы должен быть расположен на уровне не ниже средней трети диаметра коллектора и не ниже расчетной поверхности воды в коллекторе. При присоединении лотков к коллектору сточных вод, выделяющих газы и неприятные запахи, устраивают гидрозатворы.

Глава 38. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

38.1. Расчетные формулы

Расчетный расход бытовых стоков в жилых и общественных зданиях определяется по формуле

$$q = q_b + q_{пр}; \tag{38.1}$$

q — расчетный расход сточных вод, л/с;
 $q_{пр}$ — расход стоков прибором с максимальным водоотведением, принимаемый по табл. 35.1,
 q_b — расчетный расход в сети водопровода здания, определяемый по формулам:

а) для жилых зданий

$$q_b = 0,2 \sqrt{N} + kN; \tag{38.2}$$

б) для общественных зданий

$$q_b = \alpha \cdot 0,2 \sqrt{N}; \tag{38.3}$$

ТАБЛИЦА 38.1

ОДНОВРЕМЕННОСТЬ ДЕЙСТВИЯ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ И БЫТОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

| Санитарные приборы | Одновременность действия, %, при числе установленных санитарных приборов | | | | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 3 | 6 | 10 | 20 | 40 | 70 | 100 | 200 |
| Умывальники всех видов, душевые сетчатые | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Писсуары с автоматическими смывными бачками | 100 | 100 | 60 | 40 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Писсуары настенные с кранами | 100 | 70 | 50 | 40 | 35 | 30 | 30 | 25 | 25 |
| Унитазы со смывными кранами или плавными бачками | 100 | 30 | 25 | 20 | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 |

Примечания: 1. При определении расхода сточные воды санитарных приборов, туалетов, умывальников, ванн, душевых кабин, биде и питьевых фонтанчиков не учитываются.

2. Одновременность действия раковин, моек и других приемников сточных вод, не указанных в табл. 38.1, принимается по данным технической части проекта.

в) для производственных зданий и бытовых помещений промышленных предприятий

$$q = \sum \frac{q_n n p}{100} \tag{38.4}$$

где q_n — расчетный расход сточных вод одного однотипного санитарного прибора, л/с;
 n — количество однотипных санитарных приборов;
 p — одновременность действия приборов, % (табл. 38.1).

38.2. Уклоны и наполнения трубопроводов

Уклоны и допускаемые наибольшие расчетные наполнения трубопроводов бытовой канализации принимают по табл. 38.2. Расчетный расход производственных сточных вод принимается по технологической части проекта с учетом режима поступления стоков от оборудования.

ТАБЛИЦА 38.2

УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

| Диаметр труб, мм | Наполнение | Уклоны | |
|------------------|-----------------------------|------------|------------|
| | | нормальные | наименьшие |
| 50 | Не более 0,5 диаметра трубы | 0,035 | 0,025 |
| 100 | | 0,02 | 0,012 |
| 125 | | 0,015 | 0,01 |
| 150 | Не более 0,6 диаметра трубы | 0,01 | 0,007 |
| 200 | | 0,008 | 0,005 |

Примечания: 1. Для трубопроводов диаметром 50 мм, отводящих стоки от ванн, допускаемое наполнение следует принимать равным 0,8 диаметра.

2. Отводные трубопроводы от группы умывальников и питьевых фонтанчиков до общего сифона допускается прокладывать с уклоном 0,01.

3. Минимальные уклоны допускаются принимать при наполнении, указанных в табл. 38.3.

ТАБЛИЦА 38.3

УКЛОНЫ И ДОПУСКАЕМЫЕ НАИБОЛЬШИЕ НАПОЛНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВОДОСТОКОВ

| Диаметр труб, мм | Трубопроводы производственной канализации незагрязненных сточных вод и водосток | | Трубопроводы производственной канализации загрязненных сточных вод | |
|------------------|---|-------------------|--|-------------------|
| | наполнение | уклон минимальный | наполнение | уклон минимальный |
| 50 | 0,8 диаметра трубы | 0,02 | 0,5 | 0,03 |
| 100 | | 0,008 | 0,7 | 0,012 |
| 125 | | 0,006 | 0,7 | 0,01 |
| 150 | | 0,005 | 0,7 | 0,007 |
| 200 | | 0,004 | 0,8 | 0,0005 |

Примечания: 1. Для труб диаметром более 200 мм наименьшие уклоны назначаются по наименьшей самосочищающей скорости при расчетном наполнении.

Продолжение табл 38 3

Наименьшую самоочищающую скорость для бытовых и аналогичных им по содержанию взвешенных веществ принимают равной 0,7 м/с. Максимальное расчетное наполнение 0,8 диаметра.

2 Уклоны для трубопроводов производственной канализации, отводящей сточные воды с большим содержанием механических взвешенных веществ (окалины, металлической стружки, известня, гипса и др.), следует определять гидравлическим расчетом исходя из условия обеспечения в трубах самоочищающих скоростей.

3 Наибольший уклон трубопроводов канализационной сети не должен превышать 0,15, за исключением ответвлений от приборов длиной до 1,5 м.

4 Размеры и уклоны лотков назначаются из условия обеспечения самоочищающей скорости. Наполнение лотка принимается не более 0,8 высоты, ширина лотка — не менее 0,2 м.

Пропускную способность расчетных горизонтальных участков канализационных сетей рекомендуется определять по таблицам для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров, составленным по формуле акад. Н. Н. Павловского (см. главу 48).

Уклоны и допускаемые наибольшие наполнения трубопроводов производственной канализации и водосточков приведены в табл. 38 3.

Ширина лотка назначается на основании гидравлического расчета и конструктивных данных, при высоте лотка более 0,5 м ширина должна быть не менее 0,7 м.

38.3. Диаметры стояков и отводных линий

Диаметр канализационного стояка по всей высоте должен быть одинаковым (табл. 38 4).

ТАБЛИЦА 38 4

ДИАМЕТР КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОЯКОВ И РАСЧЕТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА ПРИСОЕДИНЕНИЯ ОТВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

| Диаметр стояка, мм | Допускаемый расход сточной жидкости, л/с, при угле присоединения, град | | |
|--------------------|--|------|-----|
| | 90 | 60 | 45 |
| 50 | 0,65 | 0,81 | 1,3 |
| 100 | 3,8 | 4,75 | 7,5 |
| 150 | 6,5 | 8,1 | 13 |
| 150 | 10,1 | 12,6 | 21 |

Примечания 1 Диаметр стояка следует принимать не менее наибольшего диаметра отводной линии, присоединяемой к данному стояку.

2 При установке одиночных унитазов в нижних этажах многоэтажных зданий диаметр вентиляционного стояка принимается равным 50 мм.

Диаметр отводной трубы от группы одноименных санитарных приборов и диаметр стояка (при непосредственном присоединении отводной трубы к стояку) в производственных зданиях рекомендуется определять по табл. 38 5.

ТАБЛИЦА 38 5

ДИАМЕТРЫ ОТВОДНЫХ ТРУБ И СТОЯКОВ, ПРИНИМАЕМЫЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА УСТАНОВЛЕННЫХ ОДНОИМЕННЫХ САНИТАРНЫХ ПРИБОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

| Санитарные приборы | Диаметр отводных труб, мм | | | Диаметр стояков, мм | | |
|-------------------------------------|---------------------------|-------|----------|---------------------|-------|----------|
| | 50 | 75 | 100 | 50 | 75 | 100 |
| Раковины | 1—3 | 4—5 | 7—11 | 1—6 | 7—12 | 13—22 |
| Мойки на одно отделение | 1—2 | 2—3 | 4—6 | 1—3 | 4—6 | 7—12 |
| Души (через трап) | 1—4 | 5—10 | 11—18 | 1—8 | 9—20 | 21—36 |
| Унитазы со смывными бачками | Не принимаются | | 1—30 | Не принимаются | | 1—50 |
| Умывальники | 1—11 | 12—28 | Более 28 | 1—22 | 23—56 | Более 56 |
| Писсуары с автоматической промывкой | 1—5 | 6—12 | 13—22 | 1—10 | 11—24 | 25—44 |
| без автоматической промывки | 1—15 | 16—39 | 40—73 | 1—30 | 31—78 | Более 78 |

Примечание. Указанные в таблице диаметры труб определены для следующих условий: наполнение труб — 0,5 диаметра, уклоны труб нормальные (по табл. 38 2), коэффициент одновременности действия унитазов 0,1, остальных приборов 1.

Глава 39. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ

39.1. Характеристика установок

В насосные установки кроме насосов входят приемный резервуар и напорный трубопровод. Приемный резервуар служит для сбора стоков, поступающих в него самотеком от приемников и подлежащих перекачке в наружную сеть канализации.

Для сбора сточных вод, содержащих органические загрязнения, емкость резервуаров принимается по возможности минимальной во избежание загнивания стоков.

Емкость сборных резервуаров при насосных установках определяется в соответствии с часовым графиком притока сточных вод и режимом работы насосов. При насосных установках, работающих автоматически, емкость резервуаров принимают из условия включения насосов не более 6 раз в 1 ч, а при отсутствии графика притока сточных вод — в зависимости от назначения здания и технологии производства из расчета на 5—10%-ную производительность насосов, определенную по максимальному часовому расходу стоков.

В сборных резервуарах устанавливаются решетки с прозорами 20 мм, указатели уровней, устройства по взмучиванию выпадающего осадка, предусматривают приточно-вытяжную вентиляцию.

39.2 Места расположения резервуаров и насосов

- при расположении за пределами здания на 2—3 м от его наружной стены с целью со-
длины всасывающего трубопровода от на-
вливаемого в здании
- оков, не содержащих органические и взры-
компоненты приемный резервуар можно
- в внутри здания

При проектировании насосных станций для пере-
качки загрязненных производственных сточных вод, вы-
деляющих взрывоопасные газы, необходимо соблюдать
следующие требования

- а) насосные станции следует размещать в отдель-
но стоящих зданиях,
- б) приемный резервуар для сточных вод должен
находиться на расстоянии не менее 5 м от здания на-
сосной станции,

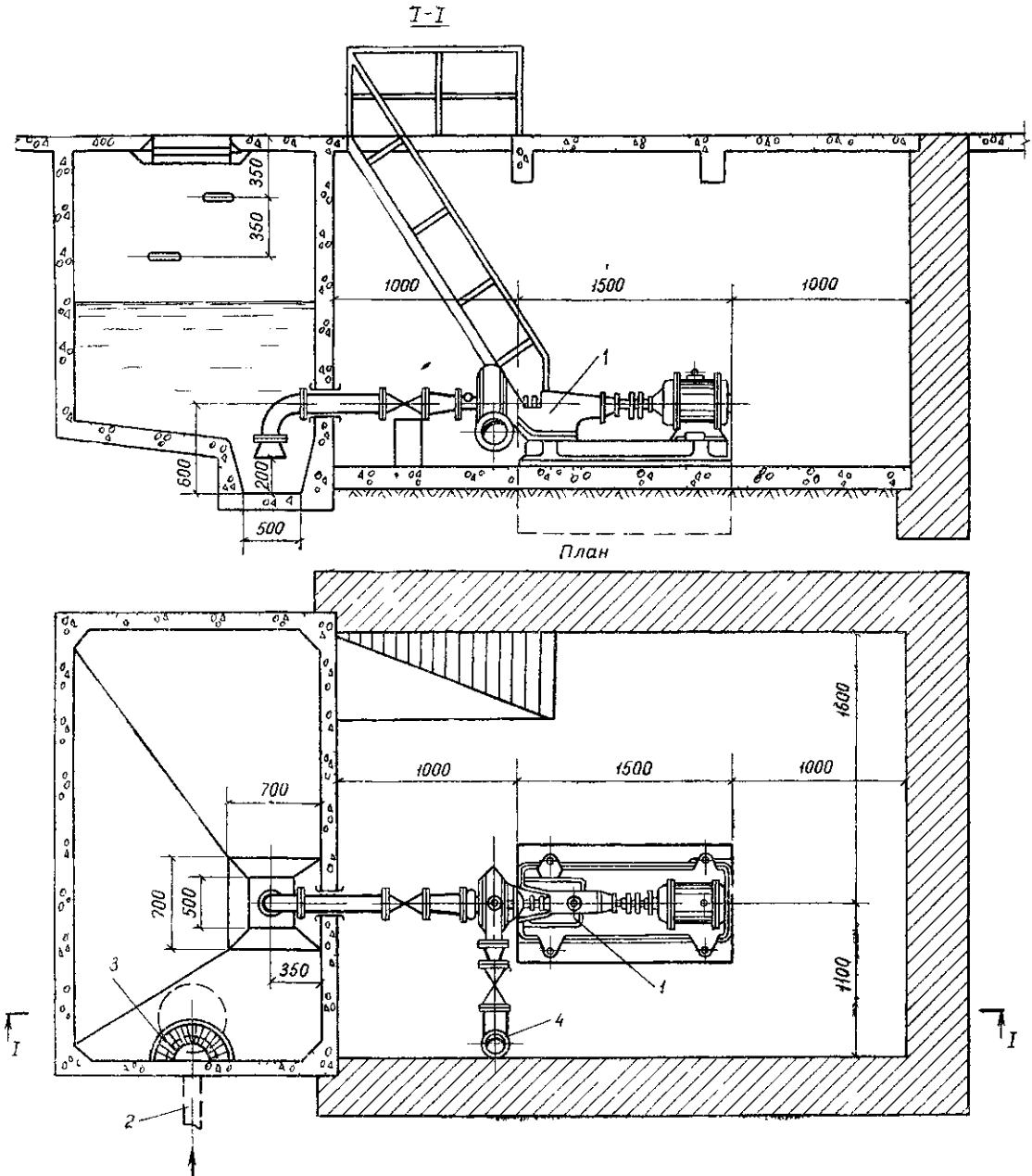


Рис 39.1 Размещение канализационных насосов в здании

1 — насос, 2 — прогонная труба, 3 — решетка, 4 — напорный трубопровод

в) электрооборудование насосных станций должно быть во взрывозащищенном исполнении в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси;

г) не допускать размещения бытовых и вспомогательных помещений (мастерских электроподстанций, щитовых, диспетчерских) над заглубленным машинным залом.

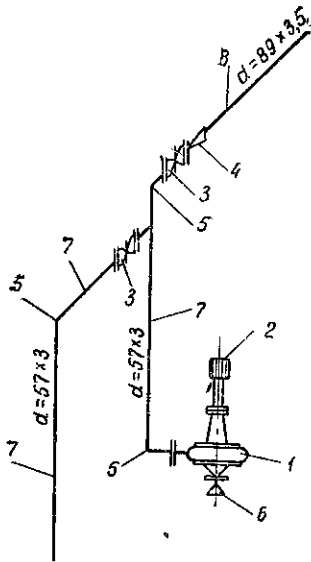


Рис. 39.2. Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом

1 — насос вертикальный фекальный; 2 — электродвигатель вертикальный; 3 — задвижка; 4 — переход; 5 — колено; 6 — приемная воронка; 7 — трубопровод для взмучивания осадка; 8 — напорный трубопровод

В зависимости от состава сточных вод для перекачки их выбирают насосы: фекальные, песковые, кислотоупорные и др.

Насосы устанавливают, как правило, под залив перекачиваемых сточных вод. При необходимости расположения насосов выше уровня сточных вод в резервуаре высота всасывания не должна превышать величины, допускаемой для насосов данного типа; при этом необходимо предусматривать надежно действующее устройство для залива насосов водой.

Для перекачки сточной жидкости применяют центробежные канализационные горизонтальные и вертикальные насосы, в которых зазоры между лопатками увеличены для свободного прохождения твердых частиц, содержащихся в стоках. Эти насосы оборудованы крышками (на шарнирах и болтах) для осмотра и очистки колес, а также приспособлениями для очистки лопастей от грязи. Канализационные насосы устанавливают, как правило, ниже уровня жидкости в приемном резервуаре — под залив сточными водами (рис. 39.1). Схема трубопроводов насосной установки с вертикальным насосом показана на рис. 39.2. Приемные клапаны обычно не устанавливают, так как они быстро засоряются.

При перекачке производственных сточных вод, содержащих крупные примеси, в приемном резервуаре устанавливают решетку (под углом 30—40° к вертикальной плоскости) с зазорами 20—50 мм.

Насосная установка должна быть оснащена системой сигнализации, действующей при переполнении резервуара.

Насосы для перекачки бытовых и производственных стоков, имеющих в своем составе токсические и быстро загнивающие загрязнения, а также для перекачки стоков, выделяющих вредные запахи, газы и пары, располагают в отдельно стоящем здании или в подвале изолированного помещения, а при отсутствии подвала — в отдельном отапливаемом помещении первого этажа с самостоятельным выходом наружу или на лестничную клетку. Помещение насосной станции должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией. Сборные резервуары для указанных стоков размещают, как правило, за пределами зданий или в изолированных помещениях совместно с насосами.

Выход из насосной на лестничную клетку допускается в зданиях, к которым не предъявляются повышенные требования звукоизоляции.

Не разрешается размещать насосы в жилых зданиях, детских учреждениях, больницах, предприятиях общественного питания, предприятиях пищевой промышленности, под рабочими помещениями административных зданий, учебных заведений, а также в зданиях и помещениях, где недопустим повышенный уровень шума.

Насосы для перекачки сточных вод, содержащих нефтепродукты или другие горючие примеси, необходимо устанавливать в отдельно стоящем здании.

В насосных станциях кроме рабочих насосов устанавливают резервные насосы: при двух однотипных рабочих насосах — один резервный; при наличии более двух однотипных рабочих насосов — два резервных.

Для перекачки кислых и шламодержащих сточных вод при одном рабочем насосе принимают один резервный и один хранящийся на складе; при наличии двух и более рабочих насосов — два резервных.

Примечание. В отдельных случаях при периодическом поступлении в резервуар малого количества стоков допускается установка одного рабочего насоса при наличии запасного насоса на складе.

Насосные агрегаты и трубопроводную арматуру следует размещать таким образом, чтобы обеспечивался свободный доступ к ним для монтажа, обслуживания и ремонта.

Высота помещения насосной станции должна быть не менее 2,2 м от пола до выступающих частей перекрытия.

Насосные установки рекомендуется проектировать с автоматическим управлением.

Для каждого канализационного насоса следует предусматривать отдельную всасывающую линию, прокладываемую с подъемом к насосу (уклон не менее 0,005). На всасывающем и напорном трубопроводах каждого насоса должны быть установлены задвижки.

Не допускается установка всасывающих клапанов на всасывающих линиях насосов, перекачивающих хозяйственно-фекальные и загрязненные, производственные сточные воды.

На напорной линии, как правило, устанавливают обратный клапан, особенно в том случае, когда емкость напорного трубопровода более 25% емкости приемного резервуара насосной.

Технические характеристики и основные размеры наиболее часто применяемых насосов приведены в приложении XXII.

39.3. Пневматическая эжекторная установка

- обеспечения бесперебойной работы пневматической установки обычно предусматривают два приема резервуара. Расход сжатого воздуха при давлении составляет 3 м³ на 1 м³ перекачиваемой жидкости
- пневматические эжекторные установки часто применяются в метрополитене для удаления сточных вод из глубоко расположенных станциях

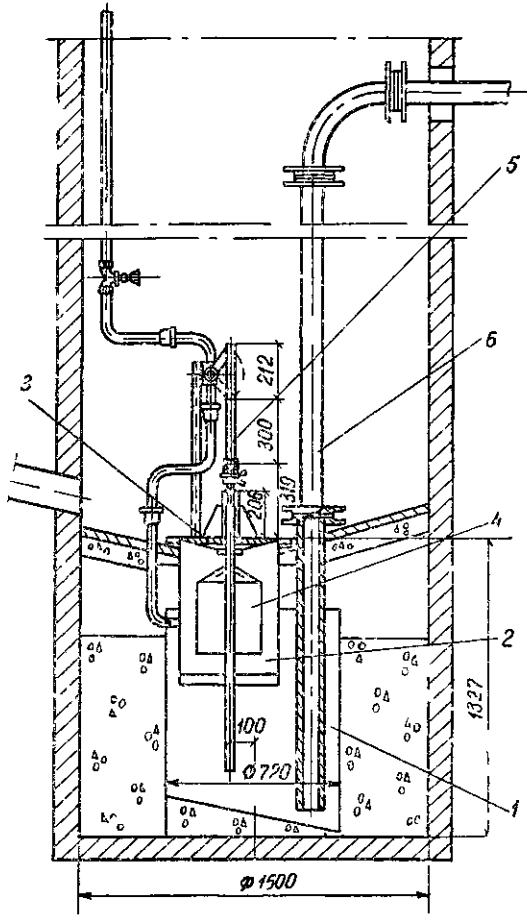


Рис 39.3 Пневматическая установка системы Гребнева для перекачки сточных вод

1 — стальной резервуар 2 — цилиндр 3 — крышка 4 — поплавок 5 — трубопровод подающий сжатый воздух 6 — напорный трубопровод сточных вод

Помещения где расположены насосные установки для перекачки сточных вод должны быть оборудованы приточной и вытяжной вентиляцией

Для удаления сточной жидкости, содержащей различные загрязнения иногда применяют пневматические установки системы инж Н А Гребнева по типовому проекту, разработанному Союзводоканалпроектом (рис 39.3), и по проекту Ленгипрогаза с переработкой заводом КАТЭК и изменениями Уралмашзавода

Пневматическая установка системы инж Н А Гребнева состоит из стального резервуара 1 с внутренним цилиндром 2 и крышкой 3. Сточная жидкость поступает в резервуар через отверстие в крышке 3, приподнимая поплавок 4. При заполнении жидкостью резервуар разобщается с атмосферой и в него поступает сжатый воздух по трубе 5, вытесняя сточную жидкость по трубе 6. Эта установка может перекачивать до 20 м³/ч сточных вод с подачей на высоту до 7 м и на расстоянии до 10 м.

Вторая установка по проекту, переработанному Уралмашзаводом, предназначена для перекачки как чистых, так и загрязненных жидкостей с содержанием до 50% песка, шлама, ила и пр.

Производительность установки для напорной трубы $d_y = 100$ мм — 36 м³/ч, для $d_y = 75$ мм — 20 м³/ч

Установка рассчитана на эксплуатацию при рабочих давлениях 0,7—6 кгс/см²

Количество расходуемого воздуха на 1 м³ перекачиваемой жидкости определяется по формуле

$$q_{\text{в}} = \frac{V + \pi d_y^3 (H_0 + l)}{V_a} \cdot \frac{10^4 + \gamma H}{10 H}, \quad (39.1)$$

где V — полный объем аппарата для данной установки, равный 0,39 м³,

V_a — полезный объем аппарата, равный 0,35 м³,

d_y — диаметр напорной трубы, м,

H_0 — геометрическая высота подъема жидкости, м,

H — давление воздуха в аппарате в м вод ст. жидкости с учетом сопротивления в напорной трубе,

l — длина горизонтального отводящего трубопровода, м,

γ — удельный вес перекачиваемой жидкости, кг/м³

Корпус аппарата рассчитан на давление до 6 кгс/см². Габариты аппарата $D_{\text{н}} = 720$ мм, $H = 1513$ мм, масса аппарата 700 кг

Глава 40 МЕСТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ДРУГИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

40.1. Назначение установок

Местные установки для очистки сточных вод и другие специальные устройства в системах внутренней канализации зданий проектируются лишь в тех случаях, когда необходимо предохранить наружную или внутреннюю сеть канализации от вредного воздействия стоков, засоров и зарастания и когда требуется предварительная обработка сточных вод перед выпуском их в общезаводские или городские канализационные сети с целью выделения ценных компонентов загрязнений или обеспечения нормальной эксплуатации общей системы канализации (сетей и сооружений) и водоемов.

При наличии в производственных сточных водах только минеральных загрязнений целесообразно присоединять их к городской канализации.

Производственные сточные воды не должны содержать взвешенные примеси (окалину металлическую стружку, известь, песок, гипс и др.) и плавающие вещества (волокна мездры, канугу, смогу, жиры и т. п.), вызывающие засорение труб городской канализации, вещества, оседающие на дне и стенках труб, горючие при

меси (бензин, нефть), а также растворимые газообразные вещества, вызывающие взрывы; примеси, оказывающие разрушающее (корродирующее) действие на материал труб и элементы сооружений канализации. Температура сточных вод не должна быть выше 40° С.

В здании или вблизи него предусматривается установка следующих местных сооружений: решеток, песколовков, грязеотстойников, отстойников, жиро-, бензо- и маслоуловителей, сетчатых фильтров, барботажных устройств для охлаждения воды, сооружений по очистке сточных вод гальванических, литейных и других производств, усреднителей, фильтров нейтрализаторов, нейтрализационных установок, установок по обезвоживанию осадка и др.

С целью уменьшения выноса в канализацию кислот, щелочей, соединений цинка, хрома, солей никеля, кадмия, свинца и других ценных продуктов, а также различных вредных веществ в технологической части проекта должны предусматриваться соответствующие мероприятия. По возможности следует возвращать отработавшие растворы на регенерацию или собирать их в специальные емкости и использовать в качестве реагента для очистки других сточных вод; в иных случаях их можно подмешивать к промывным или другим сточным водам, а при невозможности совместной очистки направлять на сжигание.

Рациональная конструкция печи, предназначенной для сжигания стоков, зависит от их свойств. Для сжигания концентрированных сточных вод, представляющих собой смеси жидких органических веществ с незначительным содержанием (10—15%) воды, могут быть использованы печи шахтного типа. Для сжигания более разбавленных стоков (с количеством воды 15—20%) целесообразно применять печь циклонного типа. Для сжигания сильно разбавленных стоков с содержанием органических веществ менее 10% и при ХПК около 50 000 мг/л рекомендуется использовать установку, состоящую из интенсифицированного испарителя (аппарат кипящего слоя, пенный аппарат и др.) и контактного аппарата для окисления органических веществ в парогазовой фазе.

Сточные воды перед сжиганием необходимо подвергать химической обработке, обеспечивающей разрушение органических соединений.

40.2. Классификация установок и сооружений

А. РЕШЕТКИ

Решетки устанавливают в резервуарах насосных установок или на выпусках отдельных цеховых стоков, содержащих грубые примеси и волокнистые вещества, которые могут нарушить работу последующих канализационных устройств. Материал решеток выбирают с учетом активной реакции (рН) сточных вод.

Ширина прозоров решеток, устанавливаемых на выпусках цеховых стоков, принимается в каждом конкретном случае в зависимости от размеров механических примесей, содержащихся в этих стоках.

Решетки могут быть установлены (неподвижно или с возможностью перемещения) в приемных резервуарах, специальных камерах, колодцах и непосредственно в каналах, общих на всю систему канализации или отдельных для особых производств либо агрегатов. Угол наклона решетки к горизонтальной плоскости принимается не менее 60°.

Суммарная рабочая площадь отверстий решетки m^2 определяется по формулам:

$$F = fK, \quad (40.1)$$

где f — живое сечение подводящего канала, m^2 ;
 K — коэффициент, принимаемый равным: при ручной очистке 2, при механической 1,2;

или

$$f = Q/v, \quad (40.2)$$

где Q — расход сточных вод, m^3/c ;
 v — скорость движения сточных вод в прозорах решетки, принимаемая равной 0,8—1 м/с при максимальном притоке.

Величина подпора сточной жидкости перед решеткой определяется по формуле

$$h = a \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}, \quad (40.3)$$

где a — коэффициент скорости, принимаемый равным 0,7;

v_1 и v_2 — скорость движения воды соответственно в отверстиях решетки и в месте подхода к решетке, м/с.

Б. ПЕСКОЛОВКИ

Песколовки — сооружения для задержания песка и других минеральных взвешенных веществ, устанавливаемые на выпусках производственной канализации из здания или у отдельных производственных агрегатов.

ТАБЛИЦА 40.1

РАЗМЕРЫ ПЕСКОЛОВКОВ

| Суточная производительность сточной воды (чисто обвод) | Суточный расход карбофена, кг | Количество выпадающего песка, л | Размеры песколовки, мм | | | Продолжительность мытья, час—мин | Промежуток времени между чистками песколовки, сутки |
|--|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------|-------------|----------------------------------|---|
| | | | длина a | ширина b | глубина h | | |
| Песколовка стальная | | | | | | | |
| 500 | 200 | 3,36 | 900 | 600 | 276 | 00—50 | 3 |
| 1 000 | 400 | 6,72 | 900 | 600 | 276 | 1—40 | 3 |
| 1 500 | 600 | 10,08 | 900 | 600 | 276 | 2—20 | 3 |
| 2 000 | 800 | 13,44 | 900 | 600 | 276 | 3—20 | 3 |
| Песколовка бетонная | | | | | | | |
| 2 500 | 1000 | 16,8 | 900 | 700 | 290 | 4—10 | 2 |
| 5 000 | 2000 | 33,6 | 900 | 800 | 290 | 8—20 | 2 |
| 7 500 | 3000 | 50,4 | 900 | 800 | 290 | 12—30 | 2 |
| 10 000 | 4000 | 67,2 | 1200 | 1000 | 286 | 16—40 | 1 |
| 12 500 | 5000 | 84 | 1200 | 1000 | 286 | 20—50 | 1 |

Основные размеры горизонтальных песколовков, устанавливаемых на выпусках, определяются по формулам:

$$w = Q/v; l = vt, \quad (40.4)$$

где w — площадь живого сечения рабочей части песколовки, m^2 ;

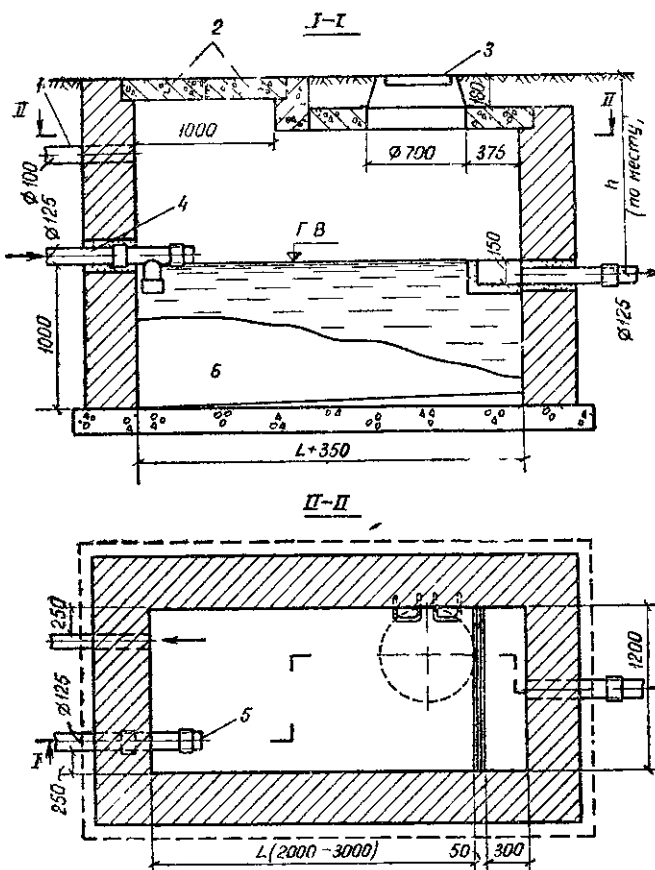


Рис 402 Грязеотстойник

1 — труба к вентиляционному стояку, 2 — съемные железобетонные плиты, 3 — канализационный люк, 4 — труба от мойки машин, 5 — деревянная пробка, 6 — осадок

Г ОТСТОЙНИКИ

Для осветления производственных сточных вод используют отстойники любого типа (вертикальные, горизонтальные, радиальные, пускные и пр.), непрерывного или периодического действия. Тип отстойника выбирается в зависимости от количества сточных вод, режима их притока, характера взвешенных примесей и их концентрации, технико-экономических показателей строительства и эксплуатации, а также от способа дальнейшей обработки задерживаемого отстойником осадка.

В отстойнике должно быть не менее двух секций, пропускная способность каждой секции 0,5 расчетного расхода.

Отстойники рассчитывают по максимальному часовому притоку в них сточных вод (q_{\max}), а при наличии усреднительных резервуаров и регулирующих емкостей — по среднему расходу ($q_{\text{ср}}$). Обычно строят кривую зависимости степени осветления от времени отстаивания иламосодержащих сточных вод и кривую зависимости количества осаждаемых частиц от их гидравлической характеристики.

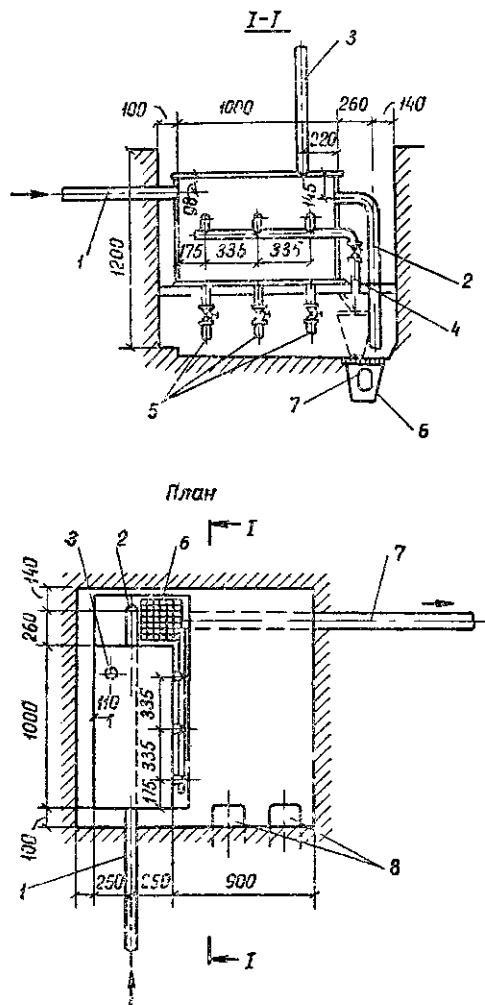


Рис 403 Маслоуловитель

1 — подающая труба $d=50$ мм, 2 — стводная труба $d=50$ мм, 3 — вентиляционная труба $d=40$ мм, 4 — труба для спуска масла $d=25$ мм, 5 — труба для выгуска грязи $d=25$ мм, 6 — труба $d=100$ мм, 7 — канализационная труба $d=100$ мм, 8 — уловитель скобы

Д БЕНЗОУЛОВИТЕЛИ

Бензоуловители устанавливают (за пределами здания после грязеотстойника) для улавливания масел, газолена, бензина, попавших в стоки при мытье автомашин, поливке и мытье полов и др., при содержании их до 500 мг/л. Бензин и другие горючие жидкости необходимо удалять во избежание попадания в канализационную сеть паров этих жидкостей, которые при воспламенении могут вызвать взрыв.

Бензоуловители должны быть небольших размеров, чтобы в одном резервуаре не скапливалось значительное количество горючих жидкостей. Время протока стока через бензоуловитель 4—5 мин, скорость 0,005—0,01 м/с. Рабочий объем бензоуловителя должен быть равен 30-кратному секунднему расчетному расходу сточной

необходимости устанавливают несколько
 - тен
 - ствия масляных примесей применяют
 - ты (рис 40 3). Поступающая в маслоулови-
 - жидкость поднимается вверх, а масляные
 - ватываются тремя воронками и отводятся
 - бей в маслоборник

Е. ЖИРОУЛОВИТЕЛИ

овители применяют для задержания жиров
 вод столовых и фабрик-кухонь, мясокомбина-
 -х производственных зданий с целью предо-
 -нализационной сети от жировых отложений,
 - целью утилизации жировых отходов. Обычно
 - жироуловители дворового типа, обслужива-
 - -у приборов
 - жироуловителя производится по следующим

$$L = KB, \quad (40.7)$$

$$V = LBH = KB^3, \quad (40.8)$$

- длина жироуловителя, м;
- ширина жироуловителя, м;
- коэффициент, принимаемый равным 2—3,
- объем воды в жироуловителе, м³,
- глубина воды в жироуловителе (обычно при-
 нимается равной В);

$$Q_n = nV = nKB^3, \quad (40.9)$$

- пропускная способность (расход сточных вод за
 1 ч), м³;
- число обменов воды за 1 ч, принимаемое рав-
 ным 4—6

— продолжительность протока стоков через жироуло-
 - при максимальном расходе принимается 10—
 - . Наименьшая емкость жироуловителя 50 л
 - -щиповой жироуловитель представляет собой ба-
 - или кирпичный колодец-отстойник прямоуголь-
 - -ормы. Дно жироуловителя устраивают с большим
 - -ом для сползания осадка, который удаляется через
 - -ую трубу. Жир всплывает сверху и удаляется
 - -и иным способом. Канализационные трубопроводы
 - -емников до жироуловителей, которые легко могут
 - - засорены жировым, легкозатвердевающим осадком,
 - -ны быть снабжены прочистками и ревизиями для
 - -ывки их горячей водой или паром
 - - Подводящая и выпускная трубы жироуловителя
 - -ны быть заполнены сточной жидкостью не менее
 - -а 200 мм, считая от уровня жидкости до низа
 - -орящего и выпускного патрубков.

Для жироуловителей емкостью более 300 л необхо-
 - - предусматривать продувку сточных вод воздухом
 - -од воздуха при этом принимается: при распределе-
 - - его фильтрами — 0,03 м³, а дырчатыми трубами —
 - - на 1 м³ сточных вод.

Ж УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДУШЕВЫХ МЫЛЬНЫХ ВОД

Сточные воды от душей можно обрабатывать совмеще-
 - -но с хозяйственно-фекальными стоками на сооруже-
 - -ниях биологической очистки при соотношении суточ-
 - -ных объемов сточных вод от душей и хозяйственно-
 - -альных вод не более 1:1. При увеличении указанного
 - -отношения сточные воды от душей перед поступле-
 - -ем на сооружения биологической очистки необходимо

предварительно обрабатывать на контактных отстойни-
 - -ках с предварительным коагулированием примесей.

Допускается увеличение количества стоков от душей
 в течение 1 ч не более чем на 20%, при большем возра-
 - -стании часовых расходов стоков от душей предусматри-
 - -вают устройство регулирующих резервуаров (усредни-
 - -телей)

Контактные отстойники применяют вертикальные
 или горизонтальные (в зависимости от местных усло-
 - -вий). Размеры контактного отстойника принимают исхо-
 - -дя из условия создания объема отстойной части, равной
 - -максимальному часовому расходу стоков от душей, объ-
 - -ема осадочной части — из условия накопления ила в те-
 - -чение двух суток и объема нейтрального слоя высотой
 - -0,2 м. Объем ила принимается равным 2% объема сточ-
 - -ных вод. Продолжительность контакта реагента со сточ-
 - -ными водами и отстаивания принимается не менее 4 ч

Из контактного отстойника осветленные стоки вы-
 - -пускают периодически по выпускной трубе, располагае-
 - -мой в пределах высоты нейтрального слоя. Ил выпуска-
 - -ется по иловой трубе диаметром 200 мм при высоте
 - -расположения выпускного патрубка не менее 1,5 м от
 - -поверхности сточной воды в отстойнике.

Для коагуляции мыльных сточных вод применяют
 известь в количестве 400 г (считая по активной окиси
 - -кальция) на 1 м³ сточных вод

Известкование сточных вод следует производить
 5%-ным раствором извести путем перемешивания его
 со сточной жидкостью перед отстойником или в отстой-
 - -нике. Известковый раствор готовят в затворных
 - -и растворных баках в закрытом помещении или под
 - -навесом (в зависимости от климатических условий).
 - - При необходимости обеззараживания мыльных вод од-
 - -новременно с раствором извести вводят раствор хлорной
 - -извести

3. НЕЙТРАЛИЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Сточные воды, содержащие кислоты (при pH < 6,5),
 перед выпуском в наружную канализационную сеть
 должны быть нейтрализованы. Нейтрализация осуществ-
 - -ляется путем смешивания сточных вод с реагентом
 - -в нейтрализаторах-отстойниках или путем фильтрования
 - -сточных вод через нейтрализующие материалы

Для нейтрализации сернокислотных сточных вод
 и сточных вод травильных отделений в качестве реаген-
 - -та рекомендуется использовать гашеную известь, кото-
 - -рую нужно добавлять в виде известкового молока с кон-
 - -центрацией 5—10% активной окиси кальция. Продол-
 - -жительность контакта сточных вод с реагентом в отстой-
 - -нике-нейтрализаторе следует принимать 15 мин для
 - -обычных кислых стоков и не менее 30 мин для кислых
 - -сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов
 - -Время отстаивания принимается не менее 2 ч.

При нейтрализации производственных сточных вод
 необходимо учитывать количество взаимодействующих
 - -кислот и щелочей. Сточные воды травильных отделений
 - -перед спуском в городскую канализацию или в водоемы
 - -должны при нейтрализации полностью освободиться
 - -от солей ионов тяжелых металлов

Для нейтрализации можно применять любой щелоч-
 - -ной реагент, дающий в раствор гидроксил-ионы (OH⁻).
 - - Наиболее дешевый реагент — известь, содержащая бо-
 - -лее 30% окиси кальция. Доза реагента определяется из
 - -условия обеспечения полной нейтрализации свободной
 - -кислоты, а также выделения в осадок растворенных
 - -ионов тяжелых металлов

При нейтрализации сернокислотных сточных вод из-
 - -вестковым молоком доза активной окиси кальция берет-

ся на 5—10% больше расчетной; при использовании пасты или сухого известкового порошка — на 40—50%.

Резервуары, трубопроводы, лотки и аппараты, соприкасающиеся с кислой средой, изготавливают из кислотоупорного материала или защищают соответствующей изоляцией.

Ориентировочное количество осадка, образующегося при нейтрализации сточной воды, может быть определено по следующим формулам:

$$M = \left(\frac{X_1 + X_2 + X_3 + Y_1 + Y_2}{1 + Z} \right) \cdot 2, \quad (40.10)$$

где M — количество сухого вещества, кг/м³;

X_1 — количество активной CaO, необходимое для осаждения катионов металлов, кг/м³;

X_2 — количество образующегося сульфата кальция, кг/м³;

X_3 — количество образующихся гидроксидов металлов, кг/м³;

Y_1 — количество активной CaO, необходимое для нейтрализации свободной серной кислоты, кг/м³;

Y_2 — количество образующегося сульфата кальция, кг/м³;

Z — объем известкового молока, в котором содержится необходимое для нейтрализации количество CaO ($X_1 + Y_1$), м³;

$$P = \frac{100}{W} \left[\frac{P_{\text{в.л.}}}{\gamma_{\text{ж}} (100 - P_{\text{в.л.}})} + \frac{1}{\gamma_{\text{т}}} \right], \quad (40.11)$$

где P — объем осадка по отношению к объему очищаемой сточной воды, %;

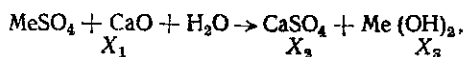
W — объем очищаемой сточной воды, м³;

$P_{\text{в.л.}}$ — влажность осадка, %;

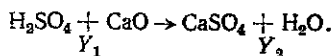
$\gamma_{\text{ж}}$ — удельный вес жидкой фазы (принимается равным 1);

$\gamma_{\text{т}}$ — удельный вес твердой фазы, т/м³.

Примечание. Значения X_1 , X_2 и X_3 определяются из реакции



а значения Y_1 и Y_2 — из реакции



Процессы приготовления реагентов и удаления осадка из отстойника рекомендуется механизировать.

Для нейтрализации солянокислых и сернокислых сточных вод, имеющих в своем составе не более 5 г/л H₂SO₄ и не содержащих солей тяжелых металлов, можно применять непрерывно действующие фильтры. В качестве загрузочного материала фильтра используют кусковой мел, известь, мрамор, доломит и др. Крупность кусков загрузочного материала фильтра 3—8 см.

Расчетная скорость фильтрации принимается не более 5 м/ч, а продолжительность контакта — не менее 10 мин.

Сточные воды, загрязненные щелочами (при pH > 8,5), перед выпуском в наружную сеть канализации нейтрализуются техническими кислотами или отработавшими растворами.

Глава 41. ВОДОСТОКИ ЗДАНИЙ

41.1. Назначение и схемы водостоков зданий

Отвод с кровель зданий дождевых и талых вод может осуществляться свободным сбросом воды по карнизу (рис 41.1, а), организованным отводом воды по наружным и внутренним водостокам (рис 41.1, б, в).

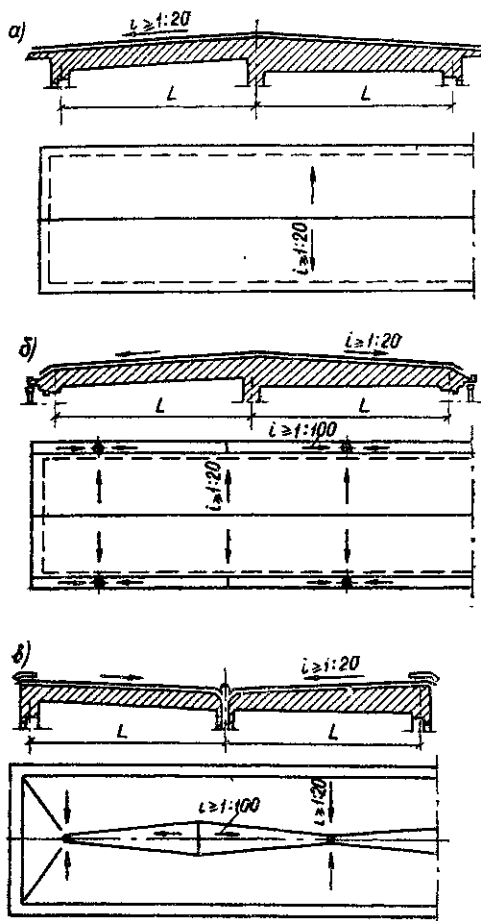


Рис. 41.1. Схема водоотведения с крыш зданий

а — неорганизованный наружный водосбор; б — организованный наружный водосбор; в — внутренние водостоки

Для зданий высотой до пяти этажей при устройстве совмещенных (бесчердачных) крыш целесообразно применять свободный сброс воды, за исключением зданий, выходящих на красную линию, для которых независимо от этажности рекомендуется организованный отвод воды по наружным или внутренним водостокам.

В зависимости от конструктивного решения бесчердачной крыши водоотвод может осуществляться на одну или обе стороны здания. С плоских крыш предусматривается водоотвод обязательно по наружным или внутренним водостокам, причем с плоских крыш наружные водо-

...скается устраивать лишь в южной полосе Б и IV климатические районы).
 ...димость устройства внутренних водостоков
 ...зается при решении архитектурно-строитель-
 ...проекта здания. Внутренние водостоки долж-
 ...деживать отвод дождевых и талых вод с кровель
 ...любое время года. При устройстве внутренних
 ...ств в неотапливаемых зданиях следует предус-
 ...ать мероприятия, обеспечивающие положительную
 ...туру в трубопроводах и воронках при отрица-
 ...аружной температуре (электрообогрев, обогрев
 ...а пара и т. д.).

...ажные водостоки состоят из желобов и водо-
 ...троб Трубы и детали к ним изготавливают из
 ...ачной стали или пластмасс. Выпуск наружных
 ...чных труб должен быть выше тротуара или от-
 ...а 200 мм.

...симальная водосборная площадь крыши на одну
 ...ую водосточную трубу в зависимости от ее диа-
 ...для различных климатических районов приведена
 ... 411

ТАБЛИЦА 411

ВОДСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ КРЫШИ НА ОДНУ НАРУЖНУЮ ВОДОСТОЧНУЮ ТРУБУ

| Диаметр водосточной трубы, мм | Площадь крыши для различных климатических районов, м ² | |
|-------------------------------|---|------------|
| | I, II, III A | III B и IV |
| 100 | 60 | 120 |
| 140 | 100 | 150 |
| 180 | 130 | 195 |
| 216 | 150 | 225 |

Система внутренних водостоков состоит из водо-
 ...ных (приемных) воронок, стояков, отводных (под-
 ...чных и подпольных) трубопроводов и выпусков Из
 ...м внутренних водостоков предусматривается отводить
 ...ду в наружные сети дождевой канализации, а при
 ...экономической целесообразности — в систему
 ...зводственной канализации незагрязненных или по-
 ...но используемых сточных вод.

Отвод воды из системы внутренних водостоков в сеть
 ...товой канализации не допускается

При отсутствии в районе строительства дождевой
 ...и общесплавной канализации допускается открытый
 ...пуск воды из внутренних водостоков в лотки Лотки
 ...зполняют железобетонными водонепроницаемыми с ук-
 ...ном 0,02 до наружных водостоков; грунт под лотками
 ...и обратной засыпке котлована должен быть уплотнен
 ...а глубину 0,8—1 м Места переходов лотков в преде-
 ...л тротуаров и проездов необходимо перекрывать
 ...земными железобетонными плитами.

Запрещается объединять внутри здания водосточные
 ...и с сетями хозяйственно-фекальной или производст-
 ...енной канализации, отводящей загрязненные сточные
 ...воды При устройстве открытых выпусков следует пред-
 ...сматривать меры по предотвращению размыва поверх-
 ...ности грунта около здания

На рис. 412 и 413 приведены варианты выпусков
 водостоков на поверхность грунта в зависимости от рас-
 четной температуры наружного воздуха района строи-
 тельства здания (средней наиболее холодной пятиднев-
 -и, согласно главе СНиП «Климатология»).

Во избежание переохлаждения трубопроводов от-
 крытых выпусков и образования наледей при отрица-

тельной температуре наружного воздуха устанавлива-
 ют гидравлические затворы высотой 100 мм в помеще-
 ниях с температурой не ниже 5°С Открытый выпуск
 в месте пересечения с наружной стеной должен быть
 изолирован минеральной ватой или другим теплоизоля-
 ционным материалом слоем не менее 50 мм, причём

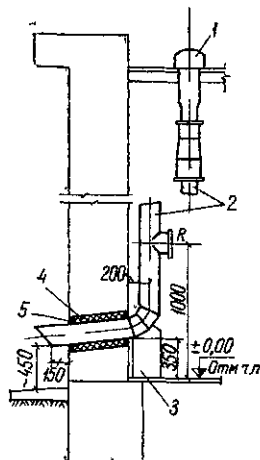


Рис. 412. Выпуск водо-
 сток на отмостку при
 расчетной температуре
 наружного воздуха до
 —5°С

1 — воронка; 2 — водосточ-
 ный стояк; 3 — бетонный или
 кирпичный упор; 4 — термо-
 изоляция минеральной ва-
 той; 5 — цементная штука-
 турка

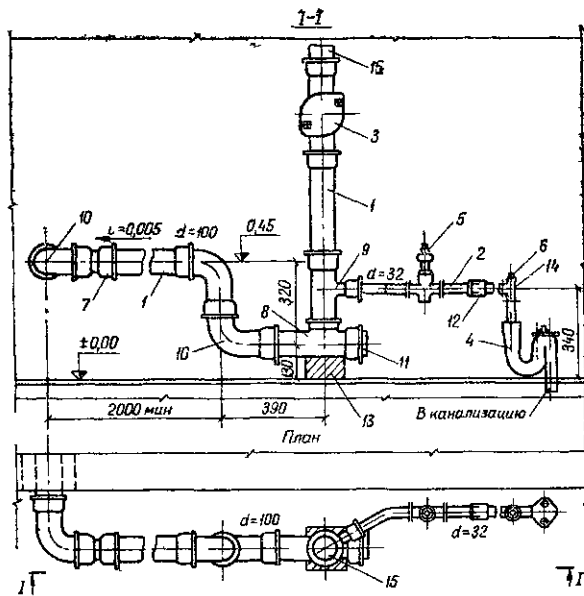


Рис 413 Выпуск водостоков на отмостку или поверх-
 ности грунта при расчетной температуре наружного воз-
 духа от —5 до —25°С с установкой чугунных гидравли-
 ческих затворов

1 — труба канализационная $d=100$ (ГОСТ 6942-69), 2 — труба
 стальная водогазопроводная $d=32$ (ЧМТУ УКРНТИ № 576-64)
 3 — ревизия чугунная $d=100$ мм (ГОСТ 6942-69), 4 — смфон реви-
 зия чугунный двухоборотный $d=50$ мм (ГОСТ 6924-69), 5 — кран
 сальниковый муфтовый типа 11466к $d=32$ (ГОСТ 2422-65),
 6 — пробка из ковкого чугуна $d=32$ мм (ГОСТ 8963-59); 7 — муфта
 чугунная $d=100$ мм (ГОСТ 6942-69), 8 — тройник прямой низ-
 кий $d=100 \times 100$ мм (ГОСТ 6942-69), 9 — тройник прямой $d=100 \times$
 $\times 50$ мм (ГОСТ 6942-69), 10 — колено $d=100$ мм (ГОСТ 6942-69)
 11 — заглушка чугунная $d=100$ мм (ГОСТ 6942-69); 12 — сгон
 стальной $d=32$ мм (ГОСТ 3969-59), 13 — упор бетонный; 14 — трой-
 ник из ковкого чугуна $d=32$ мм (ГОСТ 8948-59), 15 — стояк
 водосточный $d=100$ мм

отверстие с внутренней и наружной сторон стены требуется заделывать цементным раствором. Открытые выпуски рекомендуется устраивать на солнечной стороне здания.

В проектах внутренних водостоков необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие сохранность их в период строительства, особенно при отрицательной наружной температуре воздуха.

41.2. Размещение воронок

Водосточные воронки на кровле размещают с учетом ее рельефа, допустимого расхода воды на воронку (в зависимости от принятого диаметра ее), конструкции здания и интенсивности дождя.

Водосточные воронки необходимо устанавливать в наиболее низком месте ендовы или разжелобка (рис 414). На плоских кровлях зданий водосточные воронки следует располагать в рядах колонн не менее одной воронки в каждом ряду с целью обеспечения длины пути к воронке не более 60 м, а на скатных кровлях —

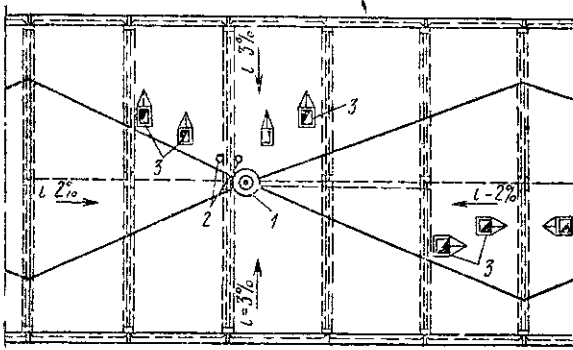


Рис 414 Фрагмент плана бесчердачной крыши

1 — водосток, 2 — канализационные стояки, 3 — вентиляционные шахты

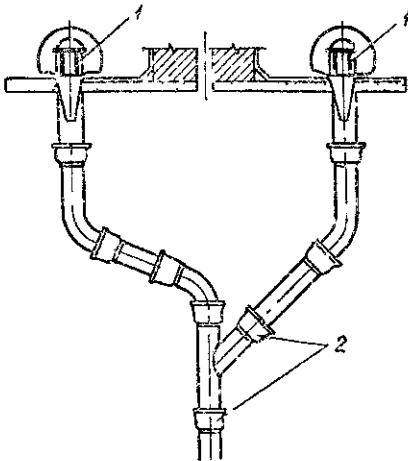


Рис 415 Компенсирующий стык

1 — водосточная воронка, 2 — компенсирующие стыки

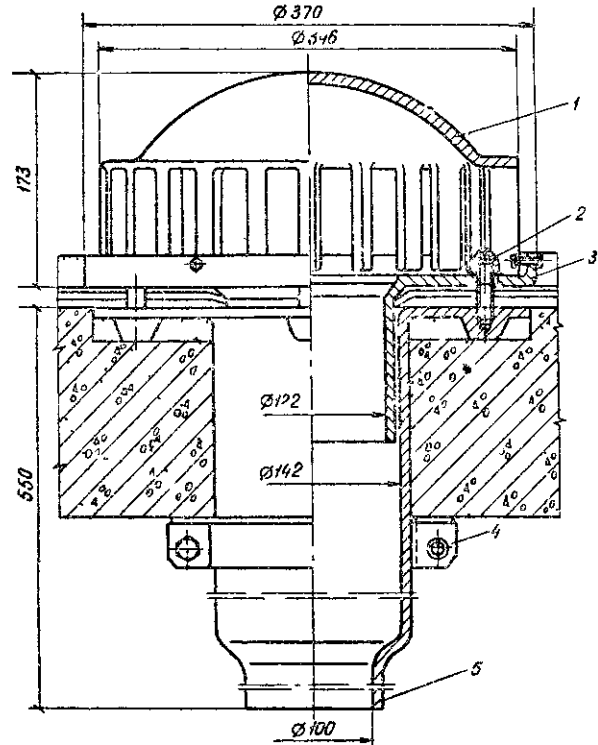


Рис 416 Водосточная воронка Вр9

1 — колпак, 2 — глухая гайка для крепления воронки, 3 — водосточная воронка, 4 — хомут, 5 — сливной патрубок

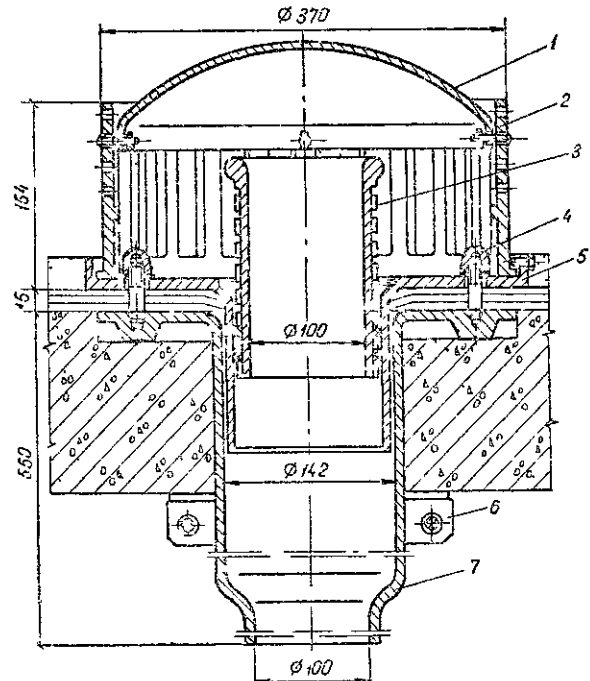


Рис 417 Водосточная воронка Вр8

1 — колпак, 2 — приемная решетка, 3 — регулирующий патрубок, 4 — глухая гайка, 5 — водосточная воронка, 6 — хомут, 7 — сливной патрубок

местах ендов на расстоянии не более 48 м от ендов. На плоских кровлях жилых зданий следует предусматривать по одной воронке на каждую жилую секцию, а в го внутренней продольной оси здания в местах возвышающихся частях кровель водосточные воронки не устанавливаются. Сброс воды с этих

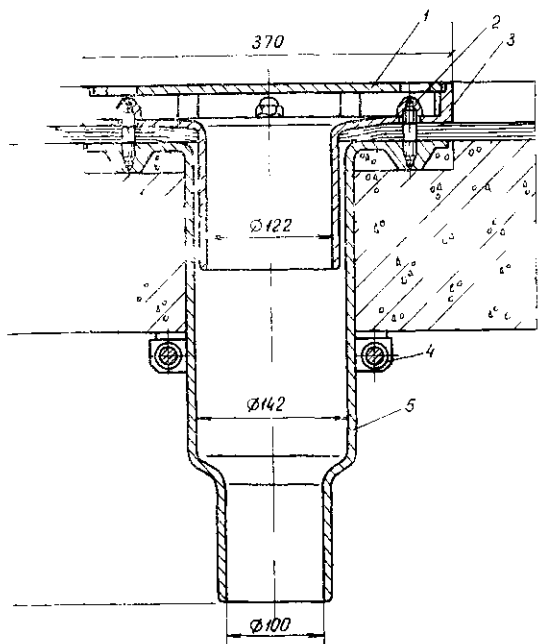


Рис 418 Водосточная воронка Вр10

1 — приемная решетка 2 — глухая гайка 3 — водосточная воронка 4 — комок 5 — сливной патрубок

твов принимается нижерасположенными воронками. В этом не допускается сброс воды с участков кровель, с которых происходит подтаивание снега под действием солнечного тепла здания, на участки, где подтаивание отсутствует или идет менее интенсивно.

К одному стояку или к общему подвесному трубопроводу воронки, расположенные на разных уровнях, присоединяют только в тех случаях, когда площадь обслуживаемая вышерасположенной воронкой, не превышает 100 м² или расход от нее составляет не более 1 л/с.

Площадь водосборной площади, приходящаяся на одну водосточную воронку, определяется расчетом в зависимости от типа кровли, расчетной интенсивности ливня и диаметра воронки.

У всех деформационных швов (температурных и осадочных) требуется устанавливать две воронки (по обе стороны шва). При присоединении этих воронок к одному стояку или общему подвесному трубопроводу следует предусматривать возможность некоторого сдвига труб, применяя компенсирующие стыки (компенсирующие патрубки с эластичной заделкой их) (рис 415), обеспечивающие герметичность всех соединений. В этом случае патрубок воронки должен быть наглухо прикреплен к несущей конструкции покрытия.

Конструкции водосточных воронок принимают в зависимости от назначения здания и конструкции кровли.

Рекомендуемые типы водосточных воронок для промышленных зданий приведены на рис 416—418, для жилых зданий с плоской неэксплуатируемой кровлей рекомендуется применять воронки типа Вр7м с условным диаметром патрубка 80 мм (рис 419). Воронки к подвесным

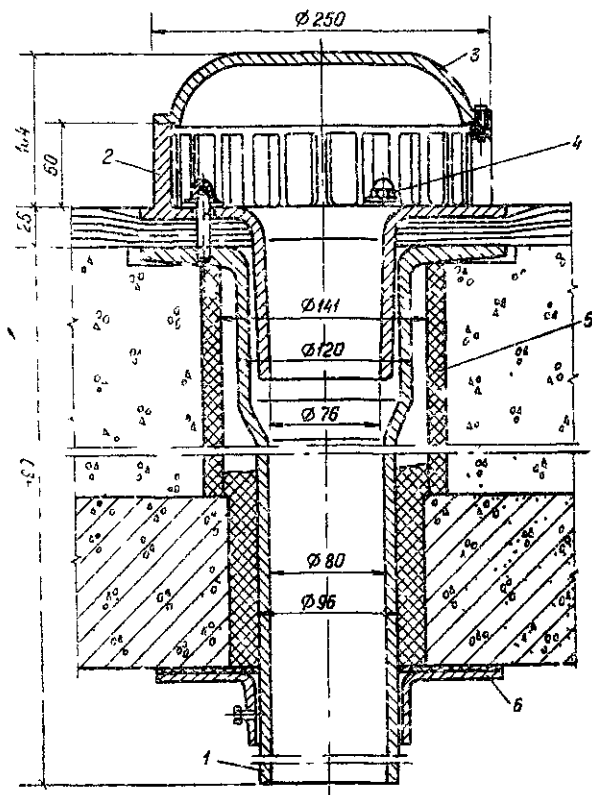


Рис 419 Водосточная воронка Вр7м условным диаметром патрубка 80 мм для жилых зданий

1 — сливной патрубок 2 — приемная решетка 3 — козляк 4 — глухая гайка для крепления решетки, 5 — патрубок из асбестоцементной трубы $d_{\text{н}}=150$ мм (только для совмещенных покрытий) 6 — фланец

трубопроводам присоединяют отводами и тройниками с полувододами.

Конструкция соединения воронки с покрытием должна обеспечивать плавный переход от покрытия к воронке, плотное соединение гидроизоляционного ковра с чашей воронки и надежность крепления воронки к конструкции крыши.

41.3. Расчет водостоков

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади определяется по формулам

а) для плоских кровель (с уклоном менее 3%)

$$Q_{\text{расч}} = \frac{\Gamma q_{20}}{10000}, \quad (41.1)$$

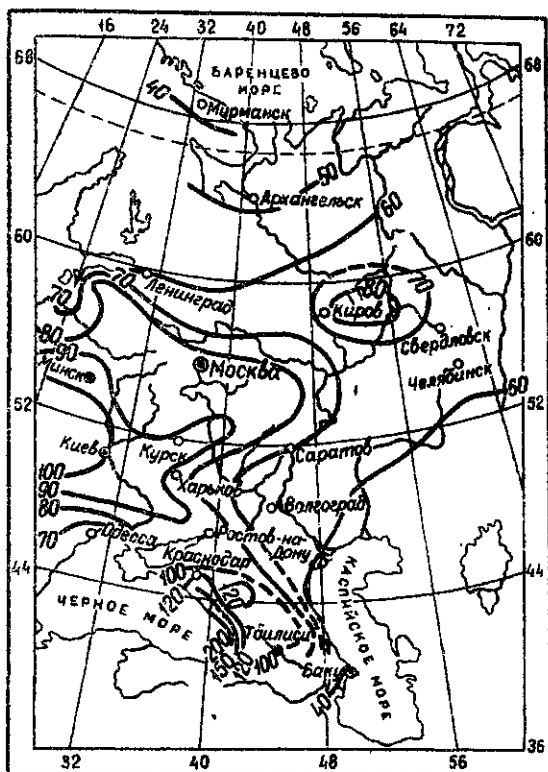


Рис. 41.10. Значения q_{20} для европейской территории СССР

б) для скатных кровель (с уклоном более 3%)

$$Q_{\text{расч}} = \frac{F q_3}{10\,000} \quad (41.2)$$

где $Q_{\text{расч}}$ — расчетный расход дождевых вод, л/с;

F — водосборная площадь, м²;

q_{20} — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 20 мин с 1 га для данной местности при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году (рис. 41.10);

q_3 — интенсивность дождя, л/с, продолжительностью 5 мин с 1 га (для данной местности) при периоде однократного превышения расчетной интенсивности, равной 1 году, определяемая по формуле

$$q_3 = 4^7 q_{20} \quad (41.3)$$

где n — параметр, принимаемый по рис. 41.11.

Систему внутренних водостоков рассчитывают, как правило, по самотечному режиму. Пропускную способность самотечных трубопроводов следует определять из условия их наполнения, равного 0,8 диаметра.

Расчетный расход дождевых вод с водосборной площади, приходящейся на водосточный стояк или одну водосточную воронку, не должен превышать следующих величин:

| Диаметр водосточного стояка или воронки, мм | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 (для стояка) |
|---|----|-----|-----|-----|------------------|
| Расчетный расход, л/с | 5 | 10 | 20 | 35 | 80 |

Примечание. Расчетный расход для стояка с одной воронкой, присоединяемого непосредственно к наружной дождевой сети выпуском длиной не менее 4 м, определяется из условия работы стояка в напорном режиме.

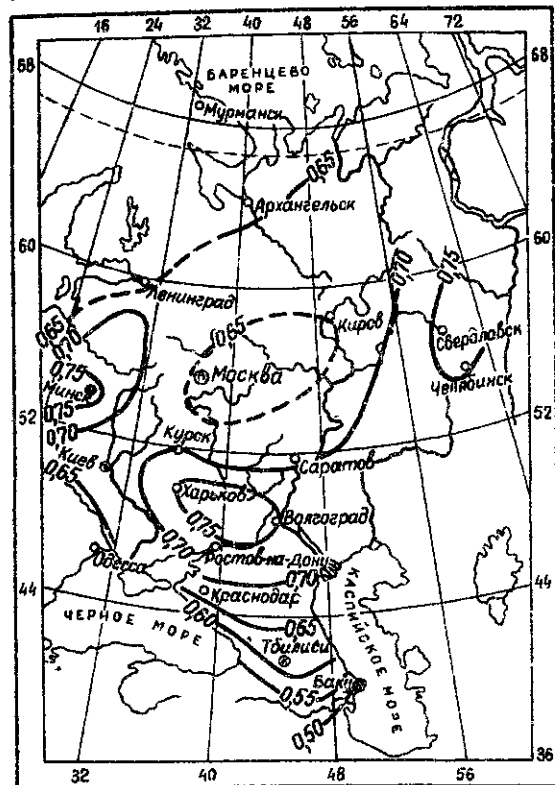


Рис. 41.11. Значения параметра n для европейской территории СССР

Для районов, для которых интенсивность дождя q_{20} не может быть определена по рис. 41.10, применяют формулу

$$q_{20} = 0.071 H \sqrt{d_b} \quad (41.4)$$

где H — среднегодовое количество атмосферных осадков за многолетний период, мм;

d_b — средний дефицит влажности (за период не менее пяти лет), определяемый по местному количеству жидких атмосферных осадков, мм рт. ст.

Значение d_b определяется по формулам:

$$d_b = \frac{\Sigma dh}{\Sigma h}; \quad (41.5)$$

$$d = E_H - E_{\phi} \quad (41.6)$$

где d — среднемесячный дефицит влажности, мм рт. ст.;
 E_H — упругость водяных паров, соответствующая полному насыщению воздуха при среднемесячной температуре, мм рт. ст.;

— статическая среднемесячная упругость водяных паров (абсолютная влажность), мм рт. ст.;
 — среднемесячное количество атмосферных осадков, мм;
 — среднемесячные температур, величин H .
 Рекомендуется принимать по данным главы «Техническая климатология и геофизика. Основы проектирования», климатологическим данным или данным метеослужб.
 При определении расхода дождевых вод с водосборной площади следует дополнительно учитывать расход стекающей с примыкающих вертикальных поверхностей этот расход по указанным выше формулам умножить коэффициентом 0,4.
 Максимально допустимые площади водосбора на одну точечную воронку для плоской кровли и значения заданы в табл 41.2

ТАБЛИЦА 41.2

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ВОДОСБОРНАЯ ПЛОЩАДЬ ВОРОНКИ ДЛЯ ПЛОСКОЙ КРОВЛИ И ЗНАЧЕНИЯ ЭТОЙ ВОРОНКИ В РАЗЛИЧНЫХ ВЕЛИЧИНАХ $q_{об}$ И ПАРАМЕТРА n

| Водосборная площадь, м ² , при диаметре воронки, мм | | | | Значения $q_{об}$, л/с, с 1 га при различных параметрах n | | | | | | | |
|--|------|------|------|--|-----|------|-----|------|-----|------|--|
| 50 | 100 | 125 | 150 | 0,45 | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | |
| 250 | 2500 | — | — | 75 | 80 | 86 | 92 | 98 | 103 | 113 | |
| 200 | 2000 | — | — | 93 | 100 | 107 | 115 | 123 | 133 | 142 | |
| 150 | 1670 | — | — | 112 | 120 | 128 | 138 | 148 | 159 | 170 | |
| 110 | 1430 | 2860 | — | 131 | 140 | 150 | 161 | 172 | 186 | 198 | |
| 75 | 1250 | 2500 | — | 149 | 160 | 171 | 184 | 197 | 212 | 226 | |
| 55 | 1160 | 2320 | — | 168 | 180 | 193 | 207 | 221 | 239 | 255 | |
| 40 | 1000 | 2000 | 3500 | 187 | 200 | 214 | 230 | 246 | 265 | 283 | |
| 35 | 910 | 1820 | 3180 | 206 | 220 | 235 | 253 | 271 | 292 | 311 | |
| 30 | 840 | 1680 | 2940 | 224 | 240 | 257 | 276 | 295 | 318 | 340 | |
| 25 | 770 | 1540 | 2695 | 243 | 260 | 278 | 299 | 320 | 345 | 363 | |
| 20 | 720 | 1440 | 2520 | 262 | 280 | 300 | 322 | 344 | 371 | 396 | |
| 15 | 665 | 1330 | 2330 | 280 | 300 | 321 | 345 | 369 | 398 | 425 | |
| 10 | 625 | 1250 | 2190 | 299 | 320 | 342 | 368 | 394 | 424 | 453 | |
| 7 | 590 | 1180 | 2065 | 317 | 340 | 364 | 391 | 418 | 451 | 481 | |
| 5 | 560 | 1120 | 1960 | 336 | 360 | 385 | 414 | 443 | 477 | 503 | |
| 4 | 530 | 1060 | 1855 | 354 | 380 | 407 | 437 | 467 | 504 | 538 | |
| 3 | 500 | 1000 | 1750 | 373 | 400 | 428 | 460 | 492 | 530 | 566 | |

Максимальный (критический) расход, который проделывает система без повышения уровня воды над воронкой при напорном режиме, следует определять по формуле:

$$Q_{кр} = V \sqrt{\frac{H}{S_0}} \quad (41.7)$$

$Q_{кр}$ — критический расход, л/с;
 H — располагаемый напор, м,
 S_0 — полное сопротивление системы, м·с²/л²

При расчете системы по напорному режиму располагаемый напор H в системе следует принимать равным разности геометрических отметок кровли у воронки и выпуска или оси самотечного трубопровода

Полное (суммарное) сопротивление системы определяется по формуле

$$S_0 = Al + A_m \Sigma \xi, \quad (41.8)$$

A — удельное сопротивление трению;
 l — длина трубопровода, м;
 A_m — удельное местное сопротивление;

$\Sigma \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений в системе (включая вход в воронку и выпуск).

Для трубопроводов с различными диаметрами на отдельных участках величины S_0 необходимо вычислять для каждого участка, а затем суммировать их.

Удельные сопротивления трения принимаются в зависимости от диаметра фасонных частей:

| Внутренний диаметр фасонных частей, мм | 75 | 80 | 100 | 125 |
|--|----------|----------|----------|---------|
| Удельные местные сопротивления A_m | 0,0026 | 0,002 | 0,00088 | 0,00034 |
| Внутренний диаметр фасонных частей, мм | 150 | 200 | 250 | |
| Удельные местные сопротивления A_m | 0,000165 | 0,000052 | 0,000021 | |

Конструкция водосточной системы должна обеспечивать при минимальных диаметрах труб пропуск расчетного расхода воды с принятой водосборной площади, т. е. должно быть соблюдено условие: $Q_{расч} \leq Q_{кр}$. Минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее диаметра патрубка воронки. В системах с несколькими воронками условие $Q_{расч} \leq Q_{кр}$ должно быть выдержано по отношению к каждой воронке.

41.4. Сети водостоков

Внутренние водостоки, как правило, устраивают в виде подвесных сетей, отводящих дождевые воды от воронок к стоякам с учетом технологии производства. Не разрешается прокладывать подвесные трубопроводы над оборудованием и изготавливаемой продукцией, не допускающими попадания на них влаги. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, принимают подземную прокладку водосточных сетей и выпусков

Подземные водосточные сети служат для отвода дождевых вод от водосточных стояков или для объединения нескольких стояков с устройством одного выпуска. Отводные трубы от стояков, расположенных у колонн здания, обычно прокладывают выше фундаментов колонн; при необходимости прокладки ниже фундаментов

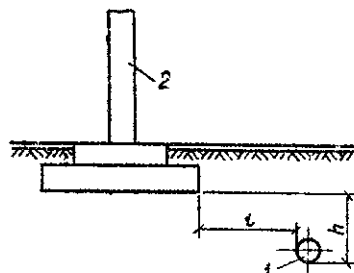


Рис. 41.12. Прокладка подземной водосточной сети вдоль колонн
 1 — водосточная труба, 2 — колонна

колонн отводные трубы следует располагать от грани фундаментов на расстоянии l , равном не менее двойной радиусности ($2r$) между глубиной заложения фундамента колонн и глубиной прокладки трубопроводов (рис 41.12).

В жилых, общественных и производственных зданиях стводные трубопроводы от воронок можно прокладывать в чердачных помещениях, технических этажах, подвалах, подпольях и в грунте

Минимальные уклоны отводных трубопроводов следует принимать равными для подвесных трубопроводов 0,005, для подпольных трубопроводов — по табл 38 З

Стояки водостоков в отапливаемых помещениях рекомендуется располагать вдали от наружных стен для обеспечения естественной вентиляции стояков и во избежание обледенения воронок и верхних участков водосточных стояков

Водосточные стояки устанавливают у стен, перегородок или колонн из расчета уменьшения длины прокладки подземной водосточной сети в здании. Стояки располагают открыто или в бороздах стен, в коробах и шахтах, предусматривая у ревизий открывающиеся двери. Замоноличивание стояков в блоки или стеновые панели не допускается

В жилых зданиях стояки внутренних водостоков, как правило, располагают в лестничных клетках у стен, смежных с жилыми комнатами, с минимальным числом изгибов и поворотов

В общественных зданиях стояки внутренних водостоков можно размещать в лестничных клетках, коридорах и подсобных помещениях

На водосточном стояке должна быть установлена ревизия на высоте 1 м от пола, а при наличии отступов — также над отступами

Для прочистки подпольной водосточной сети ревизии или прочистки размещают в местах изменения направления линий более чем на 15° и на прямых участках на расстоянии не более 30 м одна от другой. Ревизии следует устанавливать в ревизионных колодцах

Для прочистки сети внутренних водостоков устанавливают ревизии, прочистки и смотровые колодцы

На прямолинейных участках подвесных трубопроводов принимают следующие наибольшие расстояния между ревизиями:

| | | |
|---|--------|-------------|
| Диаметр трубопровода, мм | 75—150 | 200 и более |
| Наибольшее расстояние между прочистными устройствами, м | 20 | 25 |

Ревизии и прочистки размещают в местах, удобных для их обслуживания

В производственных и общественных зданиях, в которых позволяют условия эксплуатации, для прочистки подпольных трубопроводов устраивают смотровые колодцы на расстоянии не более 40 м один от другого

Выпуски внутренних водостоков допускается присоединять к наружным сетям как без перепада, так и с перепадом.

Стояки внутренних водостоков монтируют из чугунных канализационных, чугунных напорных, асбестоцементных напорных и пластмассовых труб в зависимости от схемы размещения внутренних водостоков, высоты и назначения здания

Подвесные трубопроводы собирают из чугунных канализационных, стальных, асбестоцементных и пластмассовых труб

Для прокладки подпольных водосточных сетей используют чугунные канализационные или водопроводные, асбестоцементные, пластмассовые, керамические, бетонные или железобетонные трубы.

Материал труб, фасонные и соединительные части для внутренних водостоков выбирают по табл 41 З

Максимальный диаметр подвесных водостоков рекомендуется принимать 300 мм

ТАБЛИЦА 4

ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ

| Виды и материал труб | Условный проход D _y , мм | Назначение |
|--|-------------------------------------|--|
| Трубы и фасонные части чугунные раструбные | | |
| канализационные по ГОСТ 6942 3—69 | 50—150 | Стояки водостоков при давлении в сети до 10—15 м вод ст (стояки верхних этажей) |
| водопроводные напорные по ГОСТ 5525—61* (классов А и Б) | 50—400 | Стояки водостоков при давлении в сети более 10 м вод ст |
| Трубы керамические раструбные канализационные по ГОСТ 286—64 | 150—500 | Подземные самотечные сети внутризданий водостоков промышленных зданий |
| Пластмассовые трубы — из полиэтилена высокой плотности (ПВП) по МРТУ 6 05 917-67 и ТУ 21 01 279 69 для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II-A 6-72) до —30° С | 50—300 | Сети внутренние водостоков диаметром до 150 мм, монтируемые с применением соединительных частей, диаметр более 150 мм — с помощью сварки |
| Соединительные части канализационные по ВСН 6—65 поливинилхлоридные (ПВХ) по МН 1427—61 для районов с расчетной температурой до —20° С (монтаж трубопроводов при температуре не ниже 5° С) | 50—150 | Сети внутренние водостоков, монтируемые с применением соединительных сварных деталей непосредственно из сварке |
| фасонные части из винилпласта по ТУ 4251—54 | 100 | |
| Трубы бетонные и железобетонные безнапорные по ГОСТ 6482—71 | 300—1500 | Подземные самотечные сети внутренние водостоков промышленных зданий, раструбные, с заделкой цементом или гладкие с применением железобетонных муфт |
| Трубы стальные электро-сварные по ГОСТ 10704—63 (сортамент) и ГОСТ 10705—63 (технические требования) для районов с расчетной температурой (средней наиболее холодной пятидневки согласно главе СНиП II А 6-72) от —40 до —65° С) | 65, 80, 100, 150, 200, 300 | Горизонтальные (подвесные) участки внутренних водостоков производственных зданий |

Чугунные канализационные трубы используют при креплении подвесной сети к металлическим фермам, где трубы не подвергаются вибрации

Стальные трубы применяют при креплении подвесной сети к железобетонным фермам, где возможна вибрация. Стальные трубы защищают от коррозии оцинкованием, покрытием битумом и пр.

Для водосточных стояков и отводных трубопроводов следует принимать трубы, выдерживающие гидростатическое давление при засорах и переполнениях. Диаметр стояка, к которому присоединяют один или несколько подвесных трубопроводов, принимается не менее наибольшего диаметра подвесного трубопровода.

Глава 42 СЕТИ КАНАЛИЗАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

42.1. Сети канализации при строительстве в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и в районах набухающих грунтов

При прокладке стен и фундаментов сооружений не допускается заделка трубопроводов. При пропуске из стены и фундаменты между трубой и кладкой должны предусматривать зазоры не менее 10 см при основании песчаных грунтов и 15 см — глинистых грунтов. Не допускается пересечение канализационных трубопроводами деформационных швов.

В расположении выпуска канализации ниже по фундаменту на канализационном стояке перед ним следует устанавливать компенсатор. Выпуск рекомендуется прокладывать с наибольшими уклонами.

Соединения раструбных чугунных труб делают резиновыми уплотнительными кольцами или эластичными уплотнителями.

42.2. Сети канализации при строительстве на просадочных грунтах

Порные и самотечные трубопроводы внутри здания так же как и выпуски канализации из зданий в особых условиях II типа просадочности, проклады-

ТАБЛИЦА 42.1
ДЛИНА КАНАЛОВ ДЛЯ ВЫПУСКОВ

| Толщина слоя адочного этажа, м | Длина канала, м, при диаметре труб мм | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------|------|
| | до 100 | 100—300 | >300 |
| до 12 | 5 | 7,5 | 10 |
| 12 | 7,5 | 10 | 15 |

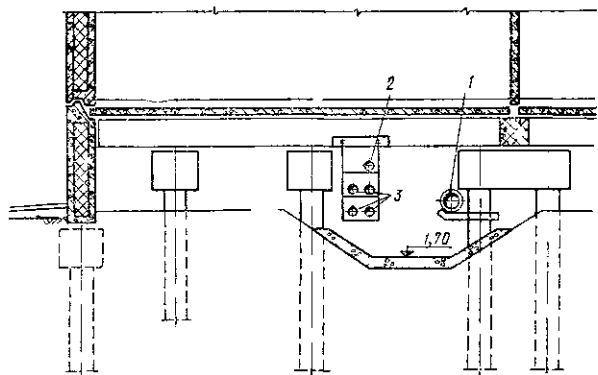
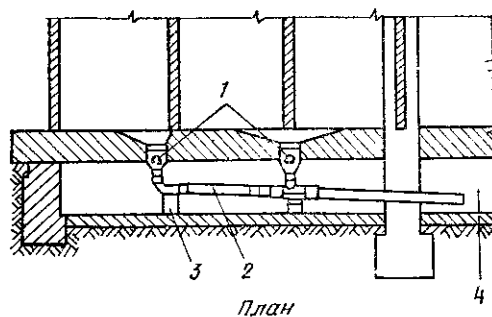


Рис. 42.1 Прокладка трубопроводов в техническом подполье
1 — канализационный трубопровод, 2 — водопровод, 3 — трубопроводы горячей воды и отопления



План

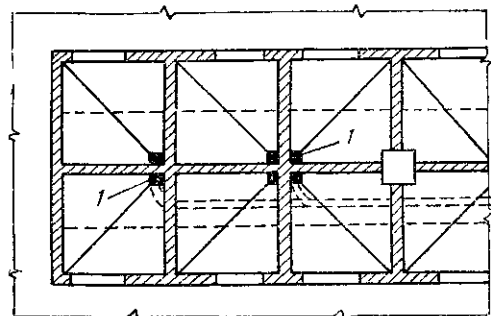


Рис. 42.2 Схема устройства душевых помещений на первом этаже

1 — трап, 2 — канализационная труба, 3 — столбик из кирпича, 4 — полупроходной канал

вают в водонепроницаемых каналах с уклоном 0,02 в сторону выпуска. Канал перекрывают съемными железобетонными плитами.

Длина водонепроницаемых каналов между обрезом фундаментов зданий и колодцем принимается в зависимости от толщины слоя просадочных грунтов и диаметров выпусков по табл. 42.1.

Примечание. При прокладке в канале наружных трубопроводов к которым присоединяются выпуски, длина каналов для выпусков может быть уменьшена.

Укладка выпусков в глухих футлярах не допускается. Для контроля за утечкой аварийных стоков из трубопроводов, проложенных в каналах, на выпусках устраивают контрольные колодцы диаметром 1 м. Расстояние от дна канала до дна колодца должно быть не менее 0,7 м. Стенки на высоту 1,5 м и днище колодца делают водонепроницаемыми.

В грунтовых условиях II типа просадочности грунты основания под колодцы уплотняют на глубину 1 м. Контрольные колодцы рекомендуется оборудовать автоматической сигнализацией, подающей сигналы при появлении воды в колодцах.

При возведении зданий в районах с грунтовыми условиями I типа просадочности, а также на грунтах II типа просадочности при полном устранении их просадочных свойств внутренние сети канализации и выпуски прокладывают как на непросадочных грунтах. Примыкание каналов к фундаментам зданий устраивают герметичным и с учетом возможной неравномерной просадки.

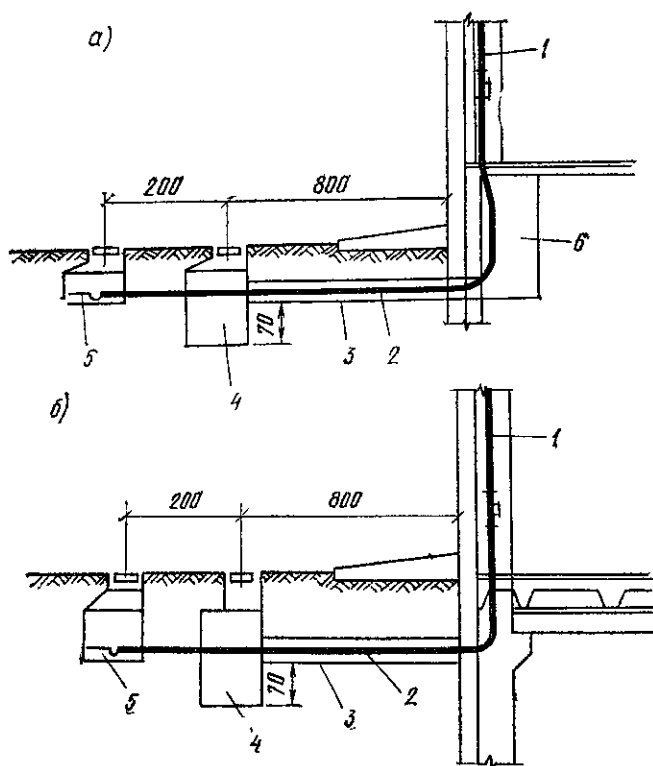


Рис 423 Устройство выпуска водостока

a — в бесподвальном здании, *б* — при наличии подвала, 1 — сток внутреннего водостока из стальных труб, 2 — выпуск водостока из чугунных труб, 3 — железобетонный канал диаметром 300—600 мм, 4 — контрольный колодец железобетонный, 5 — колодец на ливневочной сети, 6 — приямок размером 1×1 м

Ниже поверхности пола сети к выпускам присоединяют в водонепроницаемых приямках. Запрещается прокладывать выпуски ниже подошвы фундамента.

В местах прохождения труб через фундаменты последние необходимо заглублять не менее чем на 0,5 м ниже основания трубопровода. В фундаментах или стенах подвалов для прокладки трубопровода предусматривают отверстия или проемы. Расстояние от верха трубы до верха отверстия или проема должно быть равным $1/3$ расчетной величины просадки основания здания, но не менее 0,1 м.

Стыковые соединения труб выполняют при помощи резиновых уплотнителей.

Водостоки, как правило, устраивают подвесными. Если по условиям технологии производства устройство подвесных водостоков невозможно, трубопроводы и выпуски прокладывают в каналах, как и другие сети канализации. Допускается устройство водостоков с выпуском на поверхность в железобетонные водонепроницаемые лотки, прокладываемые с уклоном 0,02 до наружных водостоков. При этом грунт под лотками уплотняют на толщину 1 м. Места переходов в пределах тротуаров и проездов перекрывают съемными железобетонными плитами.

Трубопроводы в условиях просадочных грунтов можно прокладывать в технических подпольях (рис 42.1).

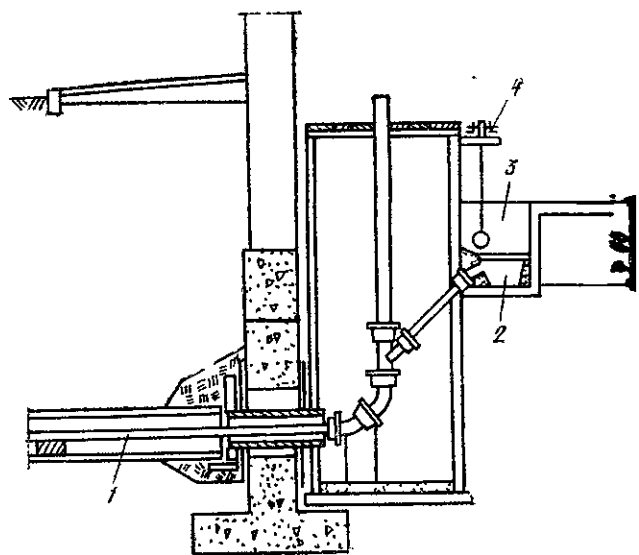


Рис 424 Устройство для удаления аварийных вод из подвала в канализацию

1 — выпуск канализации; 2 — трап; 3 — приямок; 4 — поплавковое реле

Устройство душевых на первом этаже зданий, сооружаемых на просадочных грунтах, приведено на рис 42.2. Схема выпуска водостока изведена на рис 42.3.

Пример устройства для удаления аварийных вод из подвала в канализацию показан на рис 42.4.

42.3. Сети канализации при строительстве в северной строительной-климатической зоне

На канализационных сетях рекомендуется предусматривать минимальное количество выпусков, прокладывая их по возможности в зоне нагрева грунта от трубопроводов горячей воды и теплосети.

Внутренние канализационные сети и выпуски из зданий, сооружаемых по I принципу строительства, рекомендуется прокладывать наземным способом или под землей в вентилируемых непроходных каналах с минимальным расстоянием от начала наземной или канальной прокладки выпусков до стен зданий, равным 6 м.

Подземная прокладка принимается при явной целесообразности по архитектурно-строительным или производственным соображениям наземной прокладки.

При строительстве на талых грунтах с глубоким промерзанием зимой применяют бесканальную прокладку подземных сетей и выпусков выше расчетной отметки промерзания грунтов, предусматривая мероприятия по предохранению сточков от замерзания и предотвращению недопустимых деформаций трубопроводов под действием пучения грунтов при замерзании.

При бесканальной прокладке выпусков в сильноувлажненных (льдистых) грунтах необходимо устраивать искусственное основание под трубы (глинобетон слоем 30—40 см и др.).

При заложении выпусков канализации при бес-
шпильчатой прокладке следует принимать минимальной
длину с теплотехническим расчетом, но не менее
длины трубы (из условия наибольшего проявле-
ния).

При заложении подземных каналов должна
быть минимальная; допускается заложение каналов за-
выше поверхности грунта.

Во всех способах прокладки выпусков следует пред-
принять различные мероприятия по предотвраще-
нию растрескивания стоков в соответствии с теплотех-
ническим расчетом:

а) непрерывное движение воды в трубах, попуски

воды из водопровода или специальных аккумулирую-
щих емкостей;

б) подогрев (добавление теплой воды и др.);

в) изоляция трубопроводов;

г) прокладка трубопроводов в канале с теплосетями
или в зоне талого грунта близ теплосетей;

д) обогрев (газом, электрообогрев и др.).

В местах пересечения выпусков и внутренних тру-
бопроводов со строительными конструкциями (стенами,
перекрытиями и др.) необходимо предусматривать упру-
гие уплотнения, допускающие осевое и вертикальное
перемещение труб.

Раздел VIII. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Глава 43 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ТАБЛИЦА 43.1

43.1. Общие положения

Проектирование, строительство и эксплуатация газового хозяйства, независимо от ведомственной принадлежности, должны осуществляться в соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве», утвержденными Госгортехнадзором СССР

Правила безопасности обязательны для газораспределительных сетей и сооружений на них в городах и населенных пунктах, в том числе и в сельской местности. Они распространяются на газовое хозяйство сельскохозяйственных, коммунальных и промышленных предприятий (за исключением заводов черной металлургии, которые должны соблюдать «Правила безопасности в газовом хозяйстве заводов черной металлургии»), коммунально-бытовых объектов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, жилых зданий, использующих в качестве топлива газ из магистральных и городских газопроводов или сжиженные газы, а также на газораздаточные станции сжиженных газов

При составлении раздела «Газоснабжение» были использованы «Правила безопасности в газовом хозяйстве», главы СНиП II-Г 11-66 и СНиП I-Г 8-66, каталоги бытовой аппаратуры на газообразном топливе Главгаз межзаводов Мингазпрома СССР, Государственные стандарты СССР и другие материалы.

43.2. Классификация газопроводов, выбор давления газа перед приборами и расчетные перепады давлений в газовых сетях

Газопроводы на территории городов и населенных пунктов по допускаемому максимальному рабочему давлению газа делятся на газопроводы низкого давления (до 0,05 кгс/см²), среднего давления (от 0,05 до 3 кгс/см²) и высокого давления (от 3 до 12 кгс/см²)

Прокладка газопроводов более высоких давлений (свыше 12 кгс/см²) разрешается при обосновании их необходимости по согласованию с местными органами Госгортехнадзора СССР

У потребителей давление газа после газорегуляторного пункта (ГРП) и газорегуляторной установки (ГРУ) во всех случаях не должно превышать величины, требующей для нормальной работы горелок агрегатов

В газовых сетях жилых домов, общественных и административных зданий, детских и лечебных учреждений, учебных заведений, предприятий общественного питания, объектов коммунально-бытового назначения (парикмахерские, ателье, домовые прачечные, мастерские и др.) допускается использовать газ только низкого давления

Номинальное давление газа перед бытовыми приборами, устанавливаемыми в зданиях различного назначения, следует принимать в соответствии с табл. 43.1

Промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные предприятия (в том числе отопительные котельные) могут снабжаться газом от распределительных газопроводов низкого, среднего и высокого давления

В помещениях цехов промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов с давлением до

НОМИНАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА ПЕРЕД БЫТОВЫМИ ГАЗОВЫМИ ПРИБОРАМИ

| Используемый газ | Номинальное давление газа, мм вод. ст. |
|---|--|
| Природные газы чисто газовых и газонефтяных месторождений, смеси сжиженных углеводородных газов с воздухом и другие газы с нижней теплотой сгорания 8000—10 000 ккал/м ³ | 120 |
| Искусственные и смешанные газы с нижней теплотой сгорания 3500—4500 ккал/м ³ | 120 |
| Сжиженные углеводородные газы с нижней теплотой сгорания 22 000—28 000 ккал/м ³ | х |

* Рекомендуется принимать в проектах при газоснабжении вновь газифицируемых городов, поселков или их микрорайонов а также районов новой застройки

** Допускается принимать для ранее газифицированных городов, поселков или их микрорайонов с уже сложившимися системами газоснабжения, имеющими указанное давление перед бытовыми газовыми приборами

ТАБЛИЦА 43.2

РАСЧЕТНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖДУ УЛИЧНЫМИ, ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫМИ И ДОМОВЫМИ СЕТЯМИ, мм вод. ст.

| Номинальное давление используемого газа перед газовыми приборами, мм вод. ст. | Перепад давления от ГРП до наиболее удаленного прибора | | | Распределение перепада давления между внутриквартальной и домовой сетью | | | |
|---|--|---------------------|-----------------------------|---|---------|-----------------------|---------|
| | всего | в том числе на сеть | | многоэтажная застройка | | одноэтажная застройка | |
| | | улицную | внутриквартальную и домовую | внутриквартальная | домовая | внутриквартальная | домовая |
| 200 | 180 | 20 | 60 | 25 | 35 | 35 | 5 |
| 130 | 115 | 80 | 35 | 10 | 25 | 20 | 15 |

6 кгс/см². Устройство газопроводов с давлением газа более 6 кгс/см² допускается только в случаях, когда такое давление необходимо по условиям производства

В помещениях сельскохозяйственных и коммунальных предприятий (бани, фабрики-прачечные, фабрики химчистки, хлебопекарни и др.) разрешается прокладка газопроводов низкого и среднего давления

В отопительных котельных и коммунальных предприятиях, расположенных в отдельно стоящих зданиях, разрешается прокладка газопровода высокого давления с давлением, не превышающим 6 кгс/см²

Расчетный суммарный перепад в городских сетях низкого давления (от ГРП до наиболее отдаленных горелок) следует принимать как разность между допускае-

ТАБЛИЦА 43.3

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОДНОВРЕМЕННОСТИ k_0
ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА
КВАРТИР И ТИПА ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ**

| Число квартир | Значения k_0 | | | | | |
|---------------|-------------------|----------------|---|----------------|---|----------------|
| | для одной плиты | | для аппарата водонагревательного проточного и плиты | | для аппарата водонагревательного емкостного и плиты | |
| | четырёхгорелочной | двухгорелочной | четырёхгорелочной | двухгорелочной | четырёхгорелочной | двухгорелочной |
| 1 | 1 | 1 | 0,72 | 0,75 | 1 | 1 |
| 2 | 0,65 | 0,84 | 0,46 | 0,48 | 0,59 | 0,71 |
| 3 | 0,45 | 0,73 | 0,35 | 0,37 | 0,42 | 0,55 |
| 4 | 0,35 | 0,59 | 0,31 | 0,325 | 0,34 | 0,44 |
| 5 | 0,29 | 0,48 | 0,28 | 0,29 | 0,287 | 0,38 |
| 6 | 0,28 | 0,41 | 0,26 | 0,27 | 0,274 | 0,34 |
| 7 | 0,27 | 0,36 | 0,25 | 0,26 | 0,263 | 0,3 |
| 8 | 0,265 | 0,32 | 0,24 | 0,25 | 0,257 | 0,28 |
| 9 | 0,258 | 0,289 | 0,23 | 0,24 | 0,249 | 0,26 |
| 10 | 0,254 | 0,263 | 0,22 | 0,23 | 0,243 | 0,25 |
| 11 | 0,25 | 0,253 | 0,21 | 0,22 | 0,237 | 0,245 |
| 12 | 0,245 | 0,254 | 0,207 | 0,215 | 0,232 | 0,24 |
| 13 | 0,243 | 0,249 | 0,2 | 0,21 | 0,229 | 0,236 |
| 14 | 0,241 | 0,245 | 0,195 | 0,205 | 0,226 | 0,231 |
| 15 | 0,24 | 0,242 | 0,19 | 0,2 | 0,223 | 0,228 |
| 20 | 0,235 | 0,23 | 0,181 | 0,19 | 0,217 | 0,222 |
| 25 | 0,233 | 0,221 | 0,178 | 0,185 | 0,215 | 0,219 |
| 30 | 0,231 | 0,218 | 0,176 | 0,184 | 0,213 | 0,216 |
| 35 | 0,229 | 0,215 | 0,174 | 0,183 | 0,211 | 0,213 |
| 40 | 0,227 | 0,213 | 0,172 | 0,180 | 0,209 | 0,211 |
| 45 | 0,225 | 0,212 | 0,171 | 0,179 | 0,205 | 0,208 |
| 50 | 0,223 | 0,211 | 0,170 | 0,178 | 0,205 | 0,205 |
| 60 | 0,22 | 0,207 | 0,166 | 0,175 | 0,202 | 0,202 |
| 70 | 0,217 | 0,205 | 0,164 | 0,174 | 0,199 | 0,199 |
| 80 | 0,214 | 0,204 | 0,163 | 0,172 | 0,197 | 0,198 |
| 90 | 0,212 | 0,203 | 0,161 | 0,171 | 0,195 | 0,196 |
| 100 | 0,21 | 0,202 | 0,16 | 0,17 | 0,193 | 0,196 |
| 400 | 0,18 | 0,17 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,152 |

Примечания: 1. Для коммунальных квартир, укомплектованных несколькими однотипными приборами, при определении расчетных расходов газа принимают такие же коэффициенты одновременности, как и для нескольких квартир, каждая из которых укомплектована одним прибором данного типа.

2. Для квартир, оборудованных плитой бытовой газовой (двух-, трех- или четырехгорелочной) и отопительными печами, коэффициент одновременности принимается как для квартир, оборудованных такой же плитой и водонагревательным емкостным аппаратом.

Потери давления H , мм вод. ст., рассчитывают по следующим формулам.

1. Для газопроводов низкого давления:

а) для ламинарного режима при значениях числа Рейнольдса $Re \leq 2000$ и коэффициента гидравлического сопротивления $\lambda = 64/Re$

$$H = 115420 \frac{Q}{d^5} l \rho \nu; \quad (43.2)$$

б) для критического режима при $Re = 2000 \dots 4000$ и $\lambda = 0,0025 \sqrt[3]{Re}$

$$H = 0,0526 \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} \sqrt[3]{\rho}} \rho l; \quad (43.3)$$

максимальным и минимальным давлениями перед горелками.

Значение суммарного расчетного перепада давления распределяется в сетях низкого давления между распределительными газопроводами, дворовыми газопроводами (внутриквартальными газопроводами) и внутренними (домовыми) газопроводами по табл. 43.2.

Перепад давления для внутренних газопроводов промышленных предприятий и котельных зависит от индивидуальных узлов давления, допустимого диапазона колебаний температуры агрегатов и располагаемого давления в трубопроводах.

Максимальные потери давления газа во внутренних сетях промышленных предприятий и котельных должны отрицательно сказываться на нормальной работе газогорелочных устройств.

Рекомендуется принимать расчетную величину перепада давления для указанных потребителей в следующих пределах: в случае расположения ГРП или узла редуцирования вне помещения цеха или котельной — до минимального выходного давления при применении низкого давления и до 15% при применении газа высокого давления; при устройстве узла редуцирования в здании цеха или котельной нормы допускаемых потерь могут быть увеличены для низкого давления до 25% (включая сопротивление фильтров или измерительных диафрагм и другого газопроводного оборудования, установленного после регулятора).

43.3. Гидравлический расчет газопроводов

Расчетные расходы газа Q_p , м³/ч, для внутренних газопроводов с учетом коэффициента одновременности определяются по сумме номинальных расходов газа газопроводов и приборов или установками, присоединенными к данному газопроводу:

$$Q_p = \sum_{i=1}^m k_0 q_i n_i. \quad (43.1)$$

- n_i — количество типов приборов или групп приборов;
- k_0 — коэффициент одновременности для однотипных приборов или групп приборов;
- q_i — номинальный расход газа прибором или группой приборов, м³/ч;
- m — количество однотипных газовых приборов или групп приборов.

Номинальные расходы газа приборами и горелочными устройствами следует принимать по паспортным данным по техническим характеристикам.

Ориентировочные данные по расчетным расходам газа наиболее распространенными приборами бытового и коммунально-бытового назначения приведены в табл. 44.1.

Часовые расходы газа на технологические нужды коммунально-бытовых и промышленных предприятий следует принимать по паспортным данным или техническим характеристикам установленного оборудования.

Коэффициенты одновременности в зависимости от типа квартир в жилых зданиях и типов газовых приборов приведены в табл. 43.3.

Гидравлический расчет газопроводов производится таблицами или номограммами¹ согласно формулам главы СНиП II-Г.11-66.

¹ Борисов С. Н. и Даточный В. В. Гидравлические расчеты газопроводов. М., «Недра», 1972.

Продолжение табл. 43.4

Потери давления Δp , кгс/м², и эквивалентные длины $l_{\text{э}}$, м, в трубах стальных водогазопроводных обыкновенных, ГОСТ 3262-62 (при 0°С и 760 мм рт. ст.), при условном проходе*, мм

| 15 | | 20 | | 25 | | 32 | | 40 | | 50 | | 70 | | 80 | |
|---|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ | Δp | $l_{\text{э}}$ |
| | | | | | | | | | | | | 3,385 | 2,78 | 1,448 | 3,31 |
| | | | | | | | | | | | | 5,18 | 2,84 | 2,206 | 3,39 |
| | | | | | | | | | | | | | | 3,119 | 3,45 |
| | | | | | | | | | | | | | | 4,901 | 3,53 |
| Для газообразного пропана, $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 3,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,013 | 0,15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,027 | 0,3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,041 | 0,45 | 0,012 | 0,45 | | | | | | | | | | | | |
| 0,07 | 0,46 | 0,016 | 0,59 | | | | | | | | | | | | |
| 0,119 | 0,44* | 0,024 | 0,65 | | | | | | | | | | | | |
| 0,31 | 0,37* | 0,062 | 0,57* | 0,017 | 0,78 | | | | | | | | | | |
| 0,525 | 0,39 | 0,121 | 0,51* | 0,033 | 0,71* | | | | | | | | | | |
| 1,114 | 0,42 | 0,253 | 0,55 | 0,078 | 0,68* | | | | | | | | | | |
| 1,91 | 0,43 | 0,43 | 0,53 | 0,132 | 0,72 | 0,02 | 0,9 | | | | | | | | |
| 4,119 | 0,45 | 0,913 | 0,61 | 0,278 | 0,77 | 0,033 | 0,92 | 0,017 | 1,03 | | | | | | |
| | | 1,568 | 0,64 | 0,474 | 0,81 | 0,07 | 1 | 0,036 | 1,12 | | | | | | |
| | | 2,394 | 0,65 | 0,718 | 0,83 | 0,118 | 1,05 | 0,06 | 1,19 | 0,017 | 1,48 | | | | |
| | | 3,391 | 0,66 | 1,012 | 0,85 | 0,178 | 1,09 | 0,091 | 1,24 | 0,026 | 1,55 | | | | |
| | | 4,557 | 0,67 | 1,354 | 0,87 | 0,25 | 1,12 | 0,127 | 1,28 | 0,036 | 1,6 | 0,01 | 1,98 | | |
| | | | | 1,745 | 0,88 | 0,332 | 1,15 | 0,168 | 1,31 | 0,047 | 1,65 | 0,014 | 2,04 | | |
| | | | | 2,184 | 0,89 | 0,426 | 1,17 | 0,216 | 1,33 | 0,061 | 1,69 | 0,018 | 2,1 | | |
| | | | | 2,671 | 0,9 | 0,531 | 1,19 | 0,268 | 1,36 | 0,075 | 1,73 | 0,022 | 2,15 | | |
| | | | | | | 0,648 | 1,2 | 0,326 | 1,38 | 0,091 | 1,76 | 0,027 | 2,19 | 0,012 | 2,53 |
| | | | | | | | | 1,396 | 1,26 | 0,099 | 1,45 | 0,056 | 2,36 | 0,024 | 2,74 |
| | | | | | | | | 2,421 | 1,29 | 1,207 | 1,49 | 0,331 | 1,94 | 0,096 | 2,48 |
| | | | | | | | | 3,723 | 1,31 | 1,85 | 1,52 | 0,505 | 2 | 0,145 | 2,56 |
| | | | | | | | | 5,301 | 1,32 | 2,628 | 1,54 | 0,713 | 2,03 | 0,204 | 2,62 |
| | | | | | | | | | | 4,586 | 1,57 | 1,235 | 2,09 | 0,35 | 2,72 |
| | | | | | | | | | | | | 1,897 | 2,13 | 0,534 | 2,78 |
| | | | | | | | | | | | | 2,698 | 2,15 | 0,757 | 2,83 |
| | | | | | | | | | | | | 3,64 | 2,17 | 1,017 | 2,87 |
| | | | | | | | | | | | | 4,721 | 2,19 | 1,315 | 2,9 |
| | | | | | | | | | | | | | | 1,651 | 2,92 |
| | | | | | | | | | | | | | | 2,024 | 2,94 |
| | | | | | | | | | | | | | | 3,123 | 2,98 |
| | | | | | | | | | | | | | | 4,458 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1,87 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 2,524 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3,275 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3,7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 5,069 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3,74 |

* Скачок при переходе от одной формулы к другой
 ** Наружные и внутренние диаметры труб, см. табл. 11 приложения

в) для турбулентного режима при $Re > 4000$ и $\lambda = 0,11 (K_{\text{э}}/d + 68/Re)^{0,25}$

$$H = 7 \left(\frac{K_{\text{э}}}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \rho l \quad (43.4)$$

2. Для газопроводов среднего и высокого давления во всей области турбулентного режима

$$\frac{p_{\text{н}}^2 - p_{\text{к}}^2}{l} = 1,45 \cdot 10^{-3} \left(\frac{K_{\text{э}}}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25} \frac{Q^2}{d^5} \rho, \quad (43.5)$$

где $p_{\text{н}}$ — абсолютное давление газа в начале газопровода, кгс/см²;

- $p_{\text{к}}$ — то же, в конце газопровода, кгс/см²;
- l — расчетная длина газопровода, м;
- $K_{\text{э}}$ — эквивалентная абсолютная шероховатость стенки трубы, см;
- d — внутренний диаметр газопровода, см;
- ν — кинематическая вязкость газа при 0°С и давлении 760 мм рт. ст., м²/с;
- Q — расчетный расход газа, м³/ч;
- ρ — плотность газа при 0°С и давлении 760 мм рт. ст., кг/м³.

Расчетная длина газопровода l с небольшим числом местных сопротивлений определяется увеличением действительной длины газопровода l_1 на 5—10%:

$$l = (1,05 \dots 1,1) l_1 \quad (43.6)$$

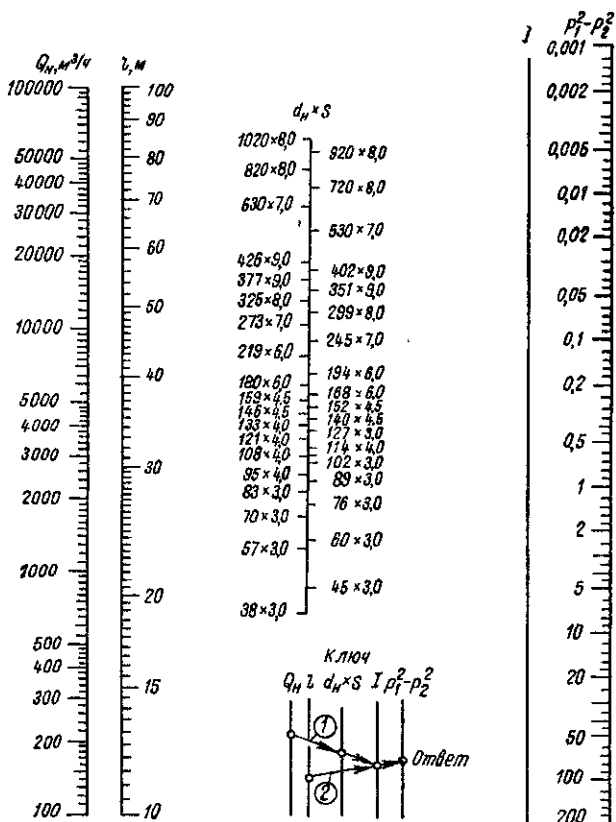


Рис. 43.1. Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (до 12 кгс/см²) для природного газа с $\rho=0,73$ кг/м³, $\nu=14,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с

При расчете газопроводов низкого давления для жилых зданий допускают, что потери давления в местных сопротивлениях пропорциональны потерям давления на прямолинейных участках газопроводов и составляют:

- а) на газопроводах от ввода в здание до стояка — 25% линейных потерь;
- б) на стояках — 20%;
- в) на внутриквартирной разводке при длине разводки 1—2 м — 450%; 3—4 м — 200%; 5—7 м — 120%; 8—12 м — 50%.

При расчете газопровода небольшой протяженности со сложной конфигурацией расчетная длина газопровода, м, определяется по формуле

$$l = l_1 + \sum \zeta l_{\text{экв}} \quad (43.7)$$

где $\sum \zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений данного участка газопровода;

$l_{\text{экв}}$ — условная длина прямолинейного участка газопровода, м, линейные потери на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента $\zeta=1$.

Эквивалентная длина определяется по таблицам или по номограммам, составленным по следующим формулам в зависимости от режима движения газа: для ламинарного режима

$$l_{\text{экв}} = 5,5 \cdot 10^{-6} \frac{Q}{\nu} \quad (43.8)$$

для критического режима

$$l_{\text{экв}} = 12,15 \frac{d^{1,333} \nu^{0,333}}{Q^{0,333}} \quad (43.9)$$

для всей области турбулентного режима

$$l_{\text{экв}} = \frac{d}{11 \left(\frac{K_s}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right)^{0,25}} \quad (43.10)$$

Потери давления и эквивалентные длины наиболее часто употребляемых труб для газопроводов низкого давления следует определять по табл. 43.4, а для газопроводов среднего и высокого давления — по номограммам на рис. 43.1—43.2*.

Коэффициенты местных сопротивлений (приближенное значение) приведены в табл. 43.5.

При расчете газопроводов следует учитывать гидростатический напор H_T , кгс/м² (мм вод. ст.), определяемый по формуле

$$H_T = \pm (\rho_B - \rho_G) Z, \quad (43.11)$$

где ρ_B — плотность воздуха, кг/м³;
 ρ_G — то же, газа, кг/м³;
 Z — разность абсолютных отметок начала и конца рассчитываемого газопровода, м.

При движении газа вверх значение H_T принимают со знаком минус, а при движении газа вниз — со знаком плюс.

Для расчета внутренних газопроводов составляется схема газопровода и предварительно принимаются диаметры труб. В расчетной схеме должны быть указаны длины и принятые диаметры газопровода и приведены фасонные части, запорная арматура и устанавливаемое оборудование.

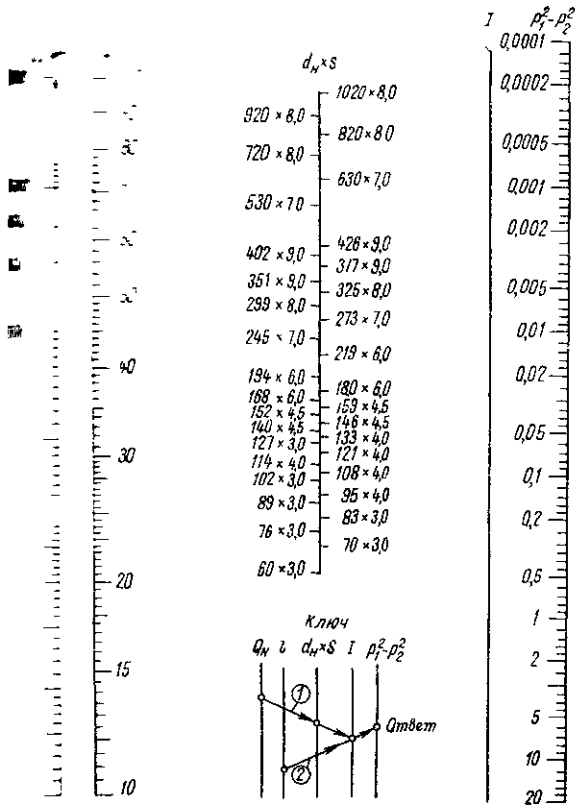
Газопровод разбивают на отдельные расчетные участки, характеризующиеся постоянными расходом газа и диаметром трубы.

Газопровод рассчитывают для наиболее удаленных приборов.

Полученные величины вносятся в расчетный бланк (табл. 43.6).

При расчете газопроводов среднего и высокого давления вместо графы 8 следует ввести три графы: $(\rho_B^2 - \rho_G^2)/l$, ρ_B и ρ_G . Потери давления при этом выражаются в кгс/см².

* Борисов С. Н. и Датошный В. В. Гидравлические расчеты газопроводов. М., «Недра», 1972.



2 Номограмма для определения потерь давления в газопроводах среднего и высокого давления (до 6 МПа) для газообразного пропана с $\rho = 2 \text{ кг/м}^3$, $v = 3,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$

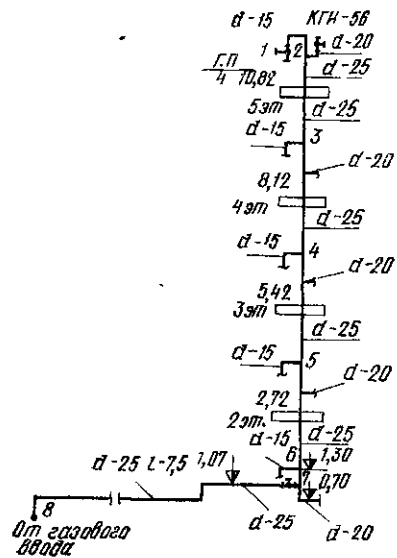


Рис. 43.3. Расчетная схема газового стояка
1-8 — номера участков

ТАБЛИЦА 43.5
КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ

| Местное сопротивление | Значение ξ |
|--|----------------|
| Плавное сужение в пределах перехода на следующий меньший диаметр по ГОСТ (для участка с меньшим диаметром) | 0,35 |
| Плавный изгиб (для участка с меньшим расходом газа) | 1 |
| Отводной поворотный | 1,5 |
| Половина (для участка с меньшим расходом) | |
| Полодная поворотная | 2 |
| Отводный с углом 90° | 3 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 0,3 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 2,2 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 2,1 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 2 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 1,6 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 1,1 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 4 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 2 |
| Полодная с углом 90° с d , мм | 0,5 |

В том случае, если общие расчетные потери давления в газопроводе будут больше рекомендуемой предельной величины или значительно меньше ее, следует соответственно изменить принятые диаметры газопровода и произвести повторно расчет газопровода нового диаметра.

Пример 43.1. Рассчитать газовый стояк (рис 43.3) для типового проекта пятиэтажного жилого дома на 119 квартир. Квартиры снабжены газовыми четырехгорелочными плитами и прочными газовыми водонагревателями КГИ 56. Газ природный, плотность $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Номинальное давление газа в городской сети 130 мм вод. ст. Принимаем, что расход природного газа приборами составляет для четырехгорелочной плиты с духовым шкафом $1,13 \text{ м}^3/\text{ч}$, а для водонагревателя КГИ-56— $2,94 \text{ м}^3/\text{ч}$ (см табл. 44.1).

Расчетный расход газа определяем с учетом коэффициентов одновременности (см табл. 43.3). Коэффициенты местных сопротивлений приведены в табл. 43.5.

Потери давления и эквивалентные длины стальных водопроводных труб определяем по табл. 43.4. При отсутствии в таблице требуемого расчетного расхода определяемую величину находим путем интерполяции.

Расчет проводим для наиболее удаленного прибора — газовой плиты на пятом этаже. Определенные величины вносим в расчетный бланк (табл. 43.6).

Потери давления газа в газопроводе от места присоединения к вводу в здание до наиболее удаленного газового прибора на пятом этаже составляют 11,1 мм вод. ст. Гидростатический напор в стояке равен 5,8 мм вод. ст., следовательно, расчетные потери давления в газопроводе составляют 5,3 мм вод. ст., что находится в пределах рекомендуемых величин (см табл. 43.2).

РАСЧЕТНЫЙ БЛАНК ГАЗОВОГО СТОЯКА

| Расчетный участок | Расчетный расход газа Q, м³/ч | Принятый диаметр газопровода d _г , мм | Действительная длина участка l _д , м | Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ | Эквивалентная длина на участке l экв, м | Расчетная длина участка l, м | Потери давления, мм вод. ст. (кгс/м²) | | Гидростатический напор H, мм вод. ст. (кгс/м²) | Расчетные потери давления, мм вод. ст. (кгс/м²) | Перечень мест с суммарным сопротивлением |
|-------------------|-------------------------------|--|---|--|---|------------------------------|---------------------------------------|-----------------|--|---|--|
| | | | | | | | на 1 м длины газопровода | на всем участке | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1-2 | 1,18 | 15 | 1,5 | 8,75 | 0,4 | 5 | 0,23 | 1,2 | — | 1,2 | 1 кран (ξ=4), 2 угольника (ξ=4), 1 переход (ξ=0,3), 1 тройник (ξ=1) |
| 2-3 | 3 | 25 | 2,1 | 1 | 0,77 | 2,85 | 0,102 | 0,3 | — | 0,3 | 1 тройник (ξ=1) |
| 3-4 | 3,8 | 25 | 2,7 | 2 | 0,7 | 4,1 | 0,20 | 0,8 | — | 0,8 | 2 тройника (ξ=2) |
| 4-5 | 4,3 | 25 | 2,7 | 2 | 0,68 | 4,03 | 0,264 | 1,1 | — | 1,1 | 2 тройника (ξ=2) |
| 5-6 | 5,1 | 25 | 2,7 | 2 | 0,68 | 4,06 | 0,34 | 1,4 | — | 1,4 | 2 тройника (ξ=2) |
| 6-7 | 5,4 | 25 | 0,23 | 1 | 0,68 | 0,91 | 0,392 | 0,4 | — | 0,4 | 1 тройник (ξ=1) |
| 7-8 | 5,7 | 25 | 7,5 | 9,5 | 0,69 | 14,1 | 0,418 | 5,9 | — | 5,9 | 1 тройник поворота (ξ=1,5), 3 угольника (ξ=6), 1 кран (ξ=2) |
| 1-8 | | | | | | | | 11,1 | -5,8 | 5,3 | |

43.4. Трубы и арматура

Для сооружения внутренних газопроводов должны применяться стальные трубы и запорная арматура, нomenclатура которых приведена в главе СНиП I-G.8-66.

Для подземных газопроводов должны применяться трубы с толщиной стенок не менее 3 мм, а для надземных — не менее 2 мм.

Соединение труб должно производиться сваркой. Резьбовые и фланцевые соединения допускаются в местах установки отключающих устройств, компенсаторов, регуляторов давления, контрольно-измерительных приборов и другой арматуры, а также при монтаже изолирующих фланцев. Кроме того, резьбовые соединения труб допускаются внутри зданий при монтаже газопроводов низкого давления из узлов, заготовленных на трубозаготовительных заводах или в мастерских.

Для присоединения контрольно-измерительных приборов и приборов автоматики к газопроводам с давлением газа выше 1 кгс/см² должны применяться металлические трубки.

При давлении газа от 0,05 до 1 кгс/см² разрешается присоединять контрольно-измерительные приборы с помощью резино-тканевых рукавов (по ГОСТ 8318—57 типа Б на рабочее давление до 10 кгс/см², ГОСТ 9356—60 типа II на рабочее давление до 6 кгс/см² или по другим соответствующим ГОСТам).

Присоединение контрольно-измерительных приборов к газопроводам низкого давления (до 0,05 кгс/см²) допускается с помощью резиновых трубок, изготовленных из маслостойкой резины.

Длина резино-тканевых рукавов резиновых трубок не должна быть более 1 м; их закрепляют на штуцерах газопровода и прибора хомутами.

На отводах к приборам необходимо установить отключающие устройства.

Для монтажа газопроводов и газового оборудования следует применять соединительные и фасонные части, изготовленные из ковкого чугуна или стали.

43.5. Устройство внутренних газопроводов

Газопроводы в зданиях прокладываются открыто в местах, удобных для обслуживания и исключающих повреждения.

Разрешается прокладка газопроводов в бороздах стен, закрывающихся легко снимаемыми щитами, или в каналах пола промышленных предприятий со съемным несгораемым перекрытием.

Борозды и каналы должны иметь размеры, позволяющие осмотр, ремонт и обслуживание газопроводов. Следует обеспечить вентиляцию борозд и каналов.

Прокладка в каналах запрещается, если по условиям производства возможно попадание в них кислот или других жидкостей, корродирующих газопровод.

Резьбовые и фланцевые соединения, а также арматура на газопроводах, прокладываемых в каналах и бороздах, не допускаются. В каналах совместно с газопроводами разрешается прокладка воздухопроводов и трубопроводов инертных газов, труб водоснабжения и отопления.

Каналы для газопроводов не должны пересекать другие каналы и туннели. Если нельзя избежать пересечения, необходимо устанавливать перемычки и закладывать газопровод в футляр. Концы футляра должны быть выведены на 300 мм в обе стороны за пределы перемычки.

В помещениях сельскохозяйственных предприятий

Для газопроводов с заделкой труб в пол, а также в полах не разрешается.

Газопроводы при пересечении фундаментов, перегородочных лестничных клеток, а также стен или перегородочных помещений или пористых материалов заключаются в футляры, изготовленные, как правило, из стальной трубы. Участки газопроводов в пределах футляра не должны иметь стыковых соединений.

Расстояние между газопроводом и футляром обеспечивается просмоленной пряжей с битумом или цементом. Конец футляра должен выступать над полом над лестничной площадкой на 50 мм. Прокладка газопроводов через вентиляционные каналы, воздуховоды, шахты и дымоходы не допускается.

В зданиях из крупных блоков или из панелей не допускается пересечение газопроводами каналов в блоках и панелях в неработающей части каналов (ниже ввода соединительной трубы для отвода продуктов сгорания от газовых приборов или места установки вентиляционной решетки), при этом газопровод должен быть заключен в футляр. Прокладка газопровода транзитом через помещение, где газ не используется, допускается только для газопроводов низкого и среднего давления при выполнении следующих условий: 1) соединения газопровода на сварке; 2) отсутствия какой-либо арматуры; 3) обеспечения беспрепятственного свободного доступа эксплуатационного персонала в помещение.

Не допускается прокладка газопроводов транзитом через помещения подвалов, взрывоопасных производств, трансформаторных устройств и подстанций, а также взрывоопасных и горючих материалов, вентиляционные камеры, а также через помещения, в которых возможна повышенная коррозионность труб.

При подводе газопроводов к газопотребляющим приборам и агрегатам промышленных и коммунально-бытовых предприятий и лабораторий допускается заделка газопроводов в бетонном полу. При этом газопроводы должны покрываться противокоррозионной эмалью. Заделка газопровода в штрабе производится тем сплошной заливкой бетоном. В местах входа газопровода устанавливаются футляры, выступающие над полом не менее чем на 30 мм. В том месте, где газопровод заделан в пол, не должно быть каких-либо устройств и резьбовых соединений.

Газопроводы влажного газа должны иметь уклон не менее 0,003.

При наличии газовых счетчиков уклон газопровода должен предусматриваться от счетчика к стояку или к вводу и от счетчика к газовым приборам.

Газопроводы для влажного газа, прокладываемые в помещениях с температурой ниже $+3^{\circ}\text{C}$, должны иметь теплоизоляцию.

Внутри зданий в местах прохода людей под газопроводом последний должен прокладываться на высоте не менее 2,2 м.

Взаимное расположение газопроводов и электропроводов внутри помещений должно удовлетворять следующим требованиям.

1. При параллельной прокладке от открыто проложенного электропровода или кабеля до стенки газопровода должно быть не менее 250 мм. При скрытой прокладке электропровода или прокладке его в трубе это расстояние может быть уменьшено до 50 мм, считая соответственно от края заделанной борозды или от стенки трубы.

2. В местах пересечения газопровода с электропроводом или кабелем расстояние между ними должно быть не менее 100 мм. Для жилых и общественных

зданий допускается пересечение осветительных проводов с газопроводом без зазора при условии заключения электропровода в резиновую или эбонитовую трубку, выступающую на 100 мм с каждой стороны газопровода.

3. Расстояние газопровода от стенки распределительного или коммутационного электрощита или шкафа должно быть не менее 500 мм.

При пересечении газопровода, прокладываемого внутри здания, различными трубопроводами (водопроводом, канализацией и др.) трубы не должны соприкасаться.

Газопроводы, прокладываемые внутри помещения и в каналах, после окончания монтажа и испытаний следует окрашивать масляными или полиэтиленовыми красками в светло-коричневый цвет.

43.6. Отвод продуктов сгорания

Отвод продуктов сгорания газа от газовых водонагревателей и других приборов, требующих отвода газов в дымовую трубу, производится во вновь проектируемых зданиях от каждого прибора по обособленному дымоходу.

В существующих зданиях допускается присоединение к одному дымоходу двух газовых приборов, расположенных на одном или разных этажах.

Вводы продуктов сгорания газа в общий дымоход должны находиться на разных уровнях (не ближе 50 см один от другого). В случае необходимости устройства вводов в дымоход на одном уровне следует сделать в дымоходе рассечку высотой не менее 50 см.

При присоединении к дымоходу двух водонагревателей или печей проверяют достаточность сечения дымохода для пропуска дымовых (уходящих) газов, исходя из условия одновременного пользования приборами.

Дымоходы устраиваются, как правило, во внутренних капитальных стенах здания. При необходимости устройства их в наружных стенах толщина стенки дымохода со стороны наружной поверхности стены должна быть достаточной для предотвращения конденсации влаги в нем. Толщину стенки дымохода определяют расчетом. Температура продуктов сгорания на выходе из него должна быть выше точки росы. При опасности конденсации влаги использование неутепленных дымоходов для отвода продуктов сгорания газа не допускается и требуется их утепление.

Приборы коммунально-бытового назначения (ресторанные плиты, пищеварочные котлы и др.) могут присоединяться как к общему, так и к обособленным дымоходам.

У коммунально-бытовых потребителей при отводе продуктов сгорания от ресторанных плит и других газовых агрегатов допускаются горизонтальные участки дымоходов общей длиной не более 10 м. Для отвода продуктов сгорания разрешается применять стальные дымовые трубы. Вне здания трубы должны быть теплоизолированы.

Стенки у вводов должны быть гладкими и без выступов. На чердаках или в других холодных помещениях дымоходы следует утеплять.

Газовые приборы с дымоходами соединяются трубами из кровельной стали. Площадь сечения труб должна быть не менее площади сечения выходного патрубка газового прибора или установки.

Общая длина горизонтальных участков соединительной трубы во вновь строящихся домах не должна превышать 3 м, а в существующих домах — 6 м.

В соединительных трубах допускается не более трех поворотов, радиус закругления которых должен быть не менее диаметра трубы и уклон в сторону газового прибора или установки не менее 0,01

Длина вертикального участка соединительной трубы, считая от низа патрубка до оси горизонтального участка должна быть не менее 0,5 м. В помещениях высотой до 2,7 м для приборов с тягопрерывателями допускается уменьшение вертикального участка до 0,25 м, а для приборов без тягопрерывателей — до 0,15 м.

Дымоходы от газовых отопительных печей, ресторанных плит, кипятильников и других приборов, не имеющих тягопрерывателей, следует оборудовать шиберами (заслонками), позволяющими регулировать тягу в дымоходе.

Шиберы (заслонки) должны иметь сквозные незакрывающиеся отверстия диаметром не менее 15 мм.

Установка задвижек и шиберов на соединительных трубах от водонагревателя к дымоходам запрещается.

Ниже места ввода соединительных труб в дымоход оставляют «карман» с люком для прочистки. Глубина кармана должна быть не менее 250 мм.

В панельных и блочных домах устройство люков в каналах обязательно.

Дымовые трубы выводят на 0,5 м выше конька крыши при расположении их по горизонтали не далее 1,5 м от него, на одном уровне с коньком крыши, если они отстоят на 1,5—3 м от него, ниже конька крыши (но не ниже прямой, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту) при расположении их от него далее 3 м.

Во всех случаях высота трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м.

Если вблизи дымовой трубы находятся более высокие части здания, строения или дерева дымовые трубы от газовых приборов и агрегатов выводят выше границы зоны ветрового подпора (пространства, которое находится ниже линии, проведенной под углом 45° к горизонту от наиболее высокой части здания или дерева).

Дымоходы должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков.

Величина разрежения (тяги) в дымоходе должна обеспечивать отвод продуктов сгорания от газовых приборов в атмосферу.

Сечения дымоходов и соединительных труб определяют расчетом. Расчет дымоходов приведен во II части «Справочника проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений». Дымоходы должны устраиваться в соответствии с требованиями главы СНиП III-Г 11 62 «Отопительные печи, дымовые и вентиляционные каналы жилых и общественных зданий. Правила производства и приемки работ».

Глава 44. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

44.1. Бытовые газовые приборы

Плиты стационарные. Выпускаются плиты бытовые газовые стационарные двух- и четырехгорелочные с духовым шкафом для работы на природном газе и трехгорелочные с духовым шкафом со встроенным баллоном для работы на сжиженном газе. Продукты сгорания газа поступают непосредственно в помещение.

Техническая характеристика и габаритные размеры

выпускаемых в настоящее время плит приведены в табл. XIX 1 приложения.

Аппараты водонагревательные проточные. Водонагревательные проточные газовые аппараты предназначены для непрерывного подогрева протекающей воды, потребляемой для бытовых нужд, и могут быть использованы для многоточечного водоразбора.

Все проточные водонагреватели оборудуются автоматикой безопасности, обеспечивающей прекращение подачи газа на основную горелку при отсутствии расхода воды или снижении ее давления ниже минимального, а также при погасании пламени запальной горелки.

Аппараты с тепловой нагрузкой более 8000 ккал/ч должны обязательно присоединяться к дымоходу, обеспечивающему полный отвод продуктов сгорания газа от водонагревателя.

Для предотвращения погасания основной горелки при опрокидывании тяги водонагреватели снабжены тягопрерывателем.

Техническая характеристика и габаритные размеры наиболее распространенных конструкций водонагревателей приведены в табл. XVIII 1 приложения.

Аппараты водонагревательные емкостные. Водонагревательные емкостные газовые аппараты предназначены для систем горячего водоснабжения и отопления квартир и небольших коммунально-бытовых помещений, оборудованных местными системами водяного отопления. Продукты сгорания газа отводятся в дымоходы. Аппараты снабжены тягопрерывателями. Водонагреватель АГВ-80М предназначен для отопления квартиры площадью до 50 м², а водонагреватель АГВ-120 — до 100 м².

Техническая характеристика и габаритные размеры водонагревателей приведены в табл. XVIII 2 приложения.

Ориентировочные расходы газа наиболее распространенными бытовыми газовыми приборами приведены в табл. 44 1.

ТАБЛИЦА 44 1

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО НОМИНАЛЬНЫМ РАСХОДАМ ТЕПЛА И ГАЗА НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПРИБОРОВ

| Прибор | Тепловая нагрузка, тыс ккал/ч | Расход газа, м ³ /ч | |
|---|-------------------------------|---|---|
| | | природного ($Q_H = 8500$ ккал/м ³) | сжиженного ($Q_H = 22 000$ ккал/м ³) |
| Плита бытовая газовая стационарная с духовым шкафом двухгорелочная трехгорелочная четырегорелочная | 5,6—6,2 | 0,66—0,73 | 0,255—0,282 |
| | 7 8—8,8 | — | 0,355—0,4 |
| | 9 6—10 4 | 1,13—1,22 | 0,437—0,472 |
| Аппарат водонагревательный газовый бытовой | проточный | 18—25 | 2,12—2,94 |
| | | емкостный | |
| | АГВ 80М | 6 | 0,71 |
| | емкостный АГВ 120 | 12 | 1,41 |

Пересчет сопел газовых горелок. Газовое оборудование обычно выпускают для сжигания природного газа, теплота сгорания которого составляет 8500 ккал/м³. При сжигании газа, имеющего другие параметры (давление или теплоту сгорания), следует изменить диаметр выходного отверстия сопла газовой горелки. При переходе на другое давление газа, имеющего ту же теплоту

новый диаметр выходного отверстия газового сопла, мм, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt[4]{\frac{p_1}{p_2}}, \quad (44.1)$$

- диаметр выходного отверстия сопла при работе на прежнем расчетном давлении газа, мм;
- прежнее расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.;
- новое расчетное номинальное давление газа перед соплом горелки, мм вод. ст.

При изменении теплоты сгорания, плотности и давления газа перед соплом новый диаметр сопла d_2 , мм, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \sqrt[4]{\frac{p_1 p_2}{p_2 p_1}}, \quad (44.2)$$

- Q_1 — расход газа, имеющего прежнюю теплоту сгорания, м³/ч;
- Q_2 — расход газа, имеющего новую теплоту сгорания, м³/ч;
- p_1 — плотность газа прежнего состава, кг/м³;
- p_2 — плотность газа нового состава, кг/м³.

44.2. Требования к помещениям, в которых устанавливают газовые приборы

Газовые плиты и таганы (плиты без духовых шкафов) разрешается устанавливать в кухнях высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой, фрамугой или выходящей створкой, и вентиляционный канал.

Объем кухни должен быть не менее 15 м³ для плиты на четыре конфорки, 12 м³ для плиты на три конфорки и 8 м³ для плиты или тагана на две конфорки.

Кроме того, если в существующих жилых зданиях высота и объем кухни соответствуют нормам, установка плит и таганов разрешается:

- а) в кухнях, не имеющих вентиляционных каналов; в этих случаях форточки или фрамуги должны быть расположены в верхней части окна;
- б) в кухнях без окон при наличии в них вентиляционных каналов и окон с форточками или фрамугами смежных нежилых помещениях, в которые из кухни имеются выходы;
- в) в коридорах индивидуального пользования при условии, что они имеют окна с форточками или фрамугами в верхней части.

Между плитой или таганом и противоположной стеной должен быть проход не менее 1 м.

Кухни, непосредственно сообщающиеся с жилыми комнатами, должны иметь дверь или раздвижную перегородку.

В кухнях, расположенных в подвальных помещениях без естественного освещения, установка газовых приборов не разрешается.

Газовые водонагреватели с отводом продуктов сгорания в дымоходы могут устанавливаться в кухнях квартир и ванных комнатах, имеющих вентиляционный канал. Двери должны открываться наружу.

Объем помещения должен быть не менее 7,5 м³ при установке водонагревателя проточного типа и 6 м³ при установке водонагревателя емкостного типа.

Газовые малометражные отопительные котлы (типа НИИСТО-М³) или емкостные газовые водонагреватели,

используемые для отопления, устанавливаются в нежилых помещениях объемом не менее 7,5 м³.

При установке в кухне котла или емкостного водонагревателя объем помещения должен быть не менее 6 м³ больше необходимого для установки там газовых плит.

Помещения, в которых устанавливаются водонагреватели, должны иметь для притока воздуха решетку сечением не менее 0,02 м² в нижней части двери (стены) или зазоры такой же площадью, которые устраиваются между дверью и полом.

Не разрешается установка водонагревателей в ванных комнатах при номерах гостиниц, домов отдыха, санаториев и др.

Газовые бытовые холодильники могут устанавливаться в кухнях или в вентилируемых коридорах, изолированных от жилых помещений дверями или раздвижными перегородками.

Увеличения объема кухни при установке газового холодильника не требуется.

Кухни пищеблоков, детских, лечебных и учебных заведений, столовых, ресторанов и т. п. должны иметь естественное освещение и постоянно действующую приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую не менее чем трехкратный воздухообмен в 1 ч. Кроме специального газового оборудования с отводом продуктов сгорания в дымоход, в этих кухнях допускается применение в качестве вспомогательного оборудования не более двух бытовых газовых плит или таганов. При этом в детских и лечебных учреждениях установка бытовых газовых плит без отвода продуктов сгорания в дымоходы (через зонты) не допускается.

В кухнях, расположенных непосредственно под больничными палатами, аудиториями и классами учебных заведений, а также под фойе, зрительными, обеденными и торговыми залами, можно устанавливать только один газовый прибор — бытовую газовую плиту, рассчитанную на непрерывную многочасовую работу, газовый кипятильник или проточный водонагреватель. В этих кухнях не допускается установка баллонов сжиженных газов.

Под спальными и групповыми комнатами детских учреждений установка газовых приборов не разрешается.

В зданиях любого назначения топки газифицированных отопительных печей должны располагаться со стороны коридора или другого помещения, не предназначенного для длительного пребывания людей.

Помещения, в которые выходят топки газифицированных печей, должны иметь вентиляционный канал, окно с форточкой или дверь, выходящую наружу, в кухню или в тамбур.

Помещения, в которых устанавливаются газовые камины или калориферы, должны иметь окно с форточкой или вентиляционный канал; отвод продуктов сгорания производится через дымоход.

44.3. Размещение газовых приборов

При размещении газовых приборов должны быть соблюдены следующие расстояния, мм (не менее):

| | |
|---|------|
| от задней стенки плиты до стены | 75 |
| между плитой и противоположной стеной (проход) | 1000 |
| » выступающими частями плиты и водонагревателями (по горизонтали) | 100 |
| от плиты или тагана до баллона со сжиженным газом | 500 |
| от радиатора отопления или печи до баллона со сжиженным газом | 1000 |
| между печью и стеной (проход) | 1000 |

между задней стенкой холодильника и стеной помещения 50
 между проточным водонагревателем или мало-
 метражным котлом и несгораемой стеной 150
 между топкой емкостного водонагревателя или ма-
 лотражного котла и стеной (проход) 1000

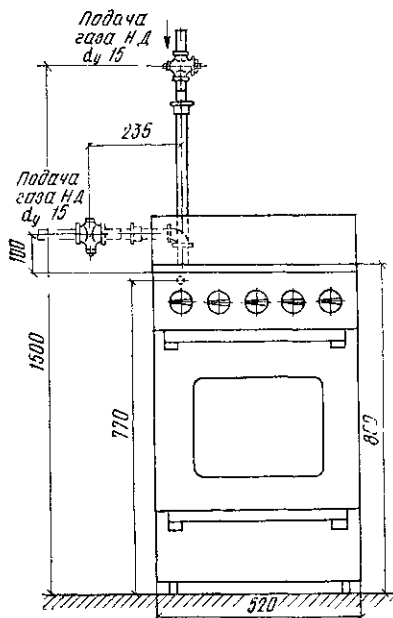


Рис. 44.1. Установ-
 ка четырехго-
 релочной быто-
 вой газовой плиты

Рис. 44.2. Установ-
 ка проточного га-
 зового водонагре-
 вательного аппа-
 рата

1 — смеситель; 2 — за-
 щитный лист для
 трудносгораемой сте-
 ны, 3 — гофр R5

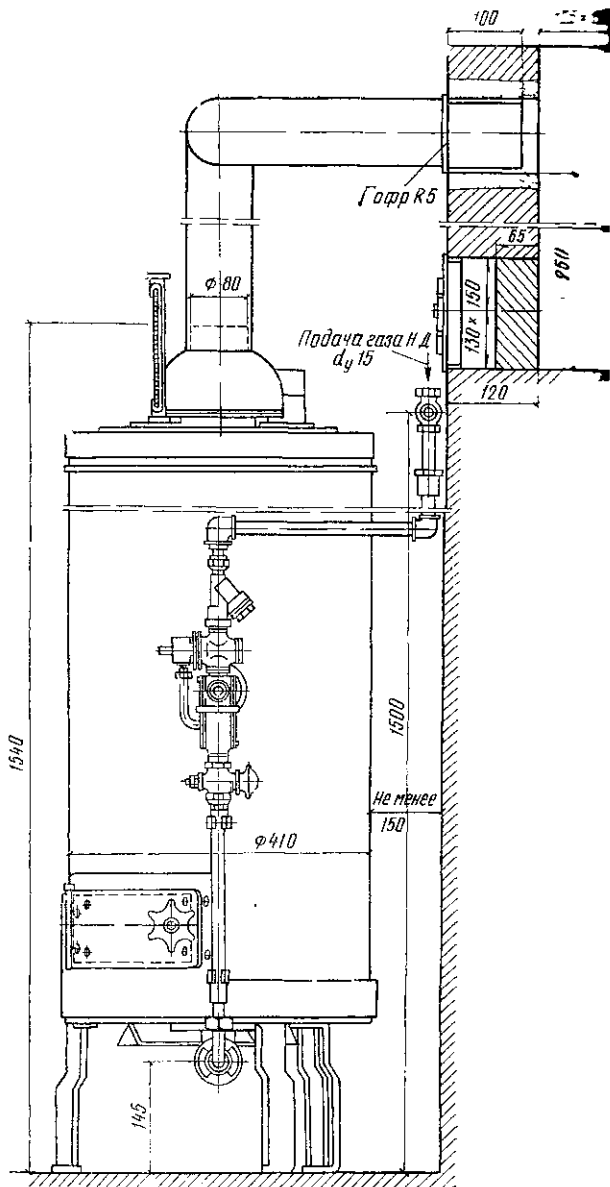
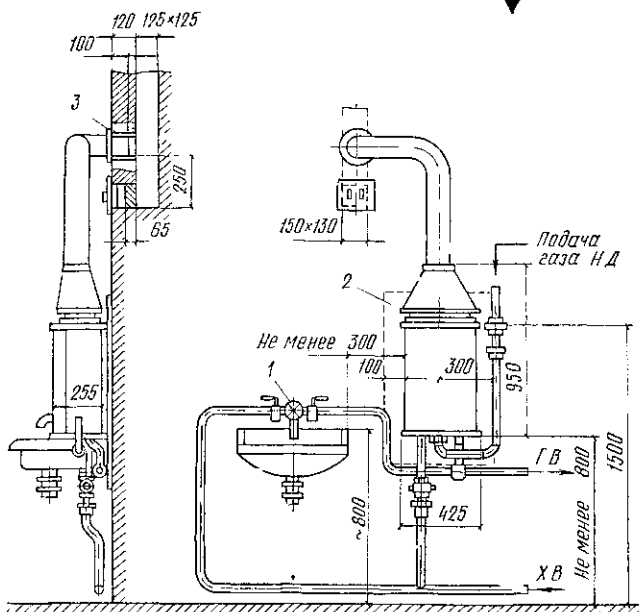


Рис. 44.3. Установка емкостного газового водонагре-
 вательного аппарата АГВ-80М

асбеста толщиной 3 мм или войлоку, пропитанному глиняным раствором.

Изоляция стены при установке плиты производится непосредственно от уровня пола, а при установке тагана — от нижнего его уровня; она должна выступать на 100 мм в стороны и не менее чем на 800 мм сверху.

Деревянные основания, на которые устанавливают таганы, обивают кровельной сталью по асбесту.

Расстояние от неизолированной боковой стенки духового шкафа до деревянных стенок встроенной мебели должно быть не менее 150 мм.

В кухнях с деревянными неоштукатуренными стенами в месте, где устанавливают водонагреватель, плиту или таган, следует предусматривать изоляцию стены штукатуркой, асбофанерой, кровельной сталью по листу

...вливать проточные водонагреватели на несгораемые стены следует с зазором 20 мм.

...установке на труднотгораемых стенах (деревянных, штукатуренных) расстояние от стены до водонагревателя должно быть не менее 30 мм.

...вливать водонагреватели на деревянных несгораемых стенах запрещается. Изоляция стен для водонагревателей выполняется так же, как для других.

...вместо стены для изоляции обивают кровельной изоляцией по асбесту толщиной 3 мм (обивка должна быть за габариты корпуса водонагревателя на 10 мм).

...установке водонагревателя на стене, облицованной глазурованными плитками, тепловою изоляцию выполняют так же, как и для других.

...установке водонагревателя на деревянном полу под ним делают противопожарную изоляцию из кровельной изоляции по асбесту.

...установка счетчики устанавливаются в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией (в местах, исключая возможность повреждения счетчика).

...установка счетчиков в жилых помещениях, ванных комнатах, санитарных узлах и лестничных клетках не разрешается.

...для учета расхода газа в коммунально-бытовых и общественных зданиях газосчетчики (расходомеры) должны устанавливаться на общем вводе газопровода в ГРП. При необходимости учета расхода газа по этажам или агрегатам устанавливают дополнительные счетчики.

Варианты размещения четырехгорелочной газовой плиты, проточного водонагревателя для ванн, емкостного водонагревателя АГВ-80М приведены на рис. 44.3.

44.4. Особенности устройства внутренних газопроводов в жилых и общественных зданиях и на коммунально-бытовых предприятиях

На газопроводах в жилых и общественных зданиях, детских учреждениях, учебных заведениях, магазинах, предприятиях и т. п. отключающие устройства устанавливаются:

- на вводах в здания;
- при устройстве от одного ввода двух и более стояков — на каждом стояке, обслуживающем более двух этажей;
- перед счетчиками (при их наличии);
- перед каждым газовым прибором, печью или другим агрегатом.

На газопроводах перед горелками газовых бытовых приборов, пищеварочных котлов, ресторанных плит, отопительных печей и другого оборудования устанавливаются отключающие устройства: одно для отключения всего прибора (оборудования), а второе для отключения отдельных горелок.

Ввод газопроводов в жилые и общественные здания производится через нежилые, доступные для осмотра помещения (лестничные клетки, кухни и коридоры). Допускается устройство вводов непосредственно в помещения, где устанавливаются газовые приборы, а также в подвалы зданий без специального технического коридора при условии, что длина прокладываемого по подвалу газопровода не будет превышать 12 м.

Допускается прокладка газопроводов (вводов) в

технических коридорах и технических подпольях в соответствии с требованиями «Временных указаний по проектированию внутриквартирных инженерных коммуникаций в коллекторах, технических подпольях и технических коридорах» (СН 338-65).

Вариант открытого цокольного ввода представлен на рис. 44.4.

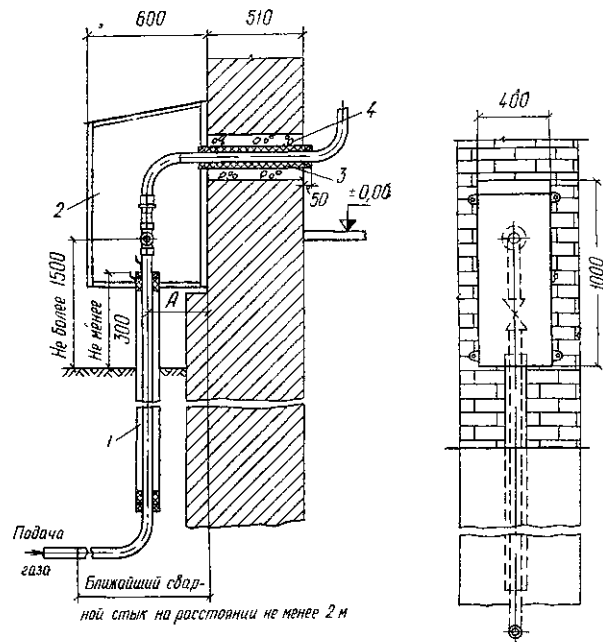


Рис. 44.4. Вариант цокольного ввода
1 — труба защитная; 2 — шкаф; 3 — футляр; 4 — цементно-песчаный раствор

| | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|
| $d_{у.ввода}$, мм | 50 | 80 | 100 |
| A , мм | 375 | 500 | 550 |

Прокладка газопроводов сжиженного газа в технических коридорах, технических подпольях и подвалах не разрешается.

Газопровод в технических коридорах, технических подпольях и подвалах выполняется на сварке; установка запорной арматуры не разрешается.

Газопровод следует размещать в удобном для осмотра и ремонта месте.

Вводы газопроводов в жилые дома сельского типа должны быть цокольные (наружной прокладки).

Не допускается устраивать вводы газопроводов в машинные отделения, вентиляционные и лифтовые камеры и шахты, помещения складов мусоросборников, электрораспределительных устройств.

Газопроводы в жилых зданиях следует прокладывать открыто.

В жилых зданиях газовые стояки, как правило, прокладываются в лестничных клетках и кухнях. Прокладка стояков в жилых помещениях, ванных комнатах и санитарных узлах не разрешается.

В зданиях на стояках и разводящих газопроводах установка пробок не разрешается. На цокольных вводах газопроводов пробки можно устанавливать только снаружи здания. Пробки должны быть диаметром не более 25 мм.

Газопроводы, прокладываемые в жилых помещениях к отопительным приборам и печам, должны иметь минимальную длину.

Резьбовые соединения на газопроводах, прокладываемых в жилых помещениях, допускаются только у арматуры и горелок.

Газовые счетчики устанавливают в квартирах жилых домов только при наличии отопительных газовых приборов.

Газовые счетчики следует устанавливать в помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией в местах, исключающих возможность повреждения счетчика при открывании дверей, окон и т. п.

Установка счетчиков в жилых помещениях, санитарных узлах, коридорах, лестничных клетках жилых и общественных зданий не допускается.

В зданиях коммунально-бытовых предприятий газовые счетчики (расходомеры), как правило, устанавливают на общем вводе газопровода, а при наличии газорегуляторного пункта — непосредственно в его помещении.

Глава 45. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

45.1. Основные требования, предъявляемые к газифицируемым цехам и газопотребляющим агрегатам промышленных предприятий

Расстояние между выступающими частями газовых горелок (или арматуры) и стенами или другими частями зданий должно быть не менее 1 м.

Топки и газоходы котлов, печей и других газопотребляющих агрегатов оборудуют взрывными клапанами, которые следует устанавливать в верхних частях топок и газоходов, а также в тех местах, где возможно образование газовых «мешков».

На промышленных печах с отводом продуктов сгорания под зонт или в цех установка взрывных предохранительных клапанов не обязательна.

Взрывные предохранительные клапаны должны располагаться в местах, безопасных для обслуживающего персонала. При невозможности установки взрывных клапанов в таких местах следует предусмотреть защитные устройства на случай срабатывания клапана. Площадь одного взрывного клапана, устанавливаемого на промышленных агрегатах, должна быть не менее 0,05 м².

В котлах производительностью от 10 до 60 т/ч общее сечение взрывных предохранительных клапанов, устанавливаемых в верхней части обмуровки котла над топкой, должно быть не менее 0,2 м². Для котлов другой производительности число, размеры и сечение взрывных клапанов устанавливаются проектом.

В обмуровке последнего газохода котла, экономайзера и золоуловителя устанавливают не менее двух предохранительных взрывных клапанов общим сечением не менее 0,4 м².

Для проветривания топок неработающих котлов в верхней части шиберов, установленных в боровах, предусматривают отверстия. Диаметр отверстий зависит от конкретных условий, но он должен быть не менее 50 мм.

Отвод продуктов сгорания от агрегатов, использующих газ, в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива, не допускается.

Для существующих объектов, переводимых на газовое топливо, допускается отвод продуктов сгорания в общий боров с агрегатами, работающими на других видах топлива. В этом случае пуск агрегатов на газовом топливе осуществляется при неработающих других агрегатах, а эксплуатация — по соответствующей инструкции, согласованной с органом Госгортехнадзора.

Если промышленные агрегаты переводят на газовое топливо, расчетом проверяют достаточность сечения газопроводов (боров) для отвода продуктов сгорания газа.

При использовании газовых горелок с принудительной подачей воздуха необходимо обеспечить автоматическое отключение подачи газа в горелки при падении давления воздуха ниже установленного предела.

На агрегатах, имеющих дымососы, предусматривается блокировка, отключающая подачу газа при остановке дымососа.

При газооборудовании промышленных цехов устанавливаются следующие контрольно-измерительные приборы:

манометр для замера давления газа на вводе газопровода в здание;

манометр на газопроводе у каждого газопотребляющего агрегата;

манометр на воздухопроводе у каждого из агрегатов, использующих горелки с принудительной подачей воздуха;

тягомеры для измерения разрежения в топках агрегатов;

приборы для измерения количества расходуемого газа.

Кроме того, следует устанавливать контрольно-измерительные приборы, требующиеся для обеспечения соответствующих технологических режимов или контроля за качеством сжигания газа.

Перед каждым прибором предусматривается отключающее устройство.

Агрегаты, использующие газ, рекомендуется оборудовать газовой автоматикой безопасности и регулирования.

45.2. Особенности устройства внутренних газопроводов промышленных зданий

В цехах промышленных предприятий разрешается прокладка газопроводов давлением до 6 кгс/см². Устройством газопроводов давлением от 6 до 12 кгс/см² допускается только в случаях, когда такое давление необходимо иметь по условиям производства.

Во всех случаях на промышленных и коммунальных предприятиях давление газа после ГРП (газорегуляторного пункта) или ГРУ (газорегуляторной установки) не должно превышать величины, требуемой для нормальной работы горелок агрегатов, использующих газ.

Газопроводы должны вводиться, как правило, непосредственно в помещение, где находятся агрегаты, использующие газ, или в смежное помещение, соединенное с ним открытым проемом.

На вводе газопровода в помещение устанавливается отключающее устройство в доступном и освещенном месте.

При прокладке газопровода в зоне непосредственного теплового излучения топок производственных агрегатов следует обеспечить тепловую защиту труб.

Газопроводы внутри цехов и котельных должны иметь систему продувочных трубопроводов (свечи)

- диаметр условного прохода не менее 20 мм, снабженными запорными устройствами
- продувочные трубопроводы должны быть предусмотрены от наиболее удаленных (от ввода в цех, котельной) участков газопровода.
- для защиты неработающих газопотребляющих агрегатов от возможного попадания в них газа газопровод должен быть оборудован двумя ближайшими к горелкам запорными устройствами, присоединяется к продувочной свече, или к трубопроводу безопасности. Газопроводы безопасности

могут быть объединены со свечами, устанавливаемыми для продувки газопроводов, имеющих одинаковое давление.

Свечи должны иметь минимальное количество поворотов и выводиться за пределы здания не менее чем на 1 м выше карниза крыши в местах, обеспечивающих безопасные условия для рассеивания газа. Следует исключить возможность попадания в свечи атмосферных осадков. Выводы продувочных линий нужно заземлять при расположении их вне зоны грозовой защиты.

BOOKS.PROEKTANT.ORG

**БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ
КОПИЙ КНИГ**

**для проектировщиков
и технических специалистов**

Глава 46. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

ТАБЛИЦА 46 I

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРИ $t_r = 95^\circ \text{C}$, $t_0 = 70^\circ \text{C}$ и $k_{ш} = 0,2 \text{ мм}$

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t = 1^\circ \text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 |
| 0,05 | 7 0,014 | 11 0,015 | 24 0,019 | 47 0,022 | 100 0,028 | 145 0,03 | 279 0,035 | 531 0,041 | 249 0,035 | 602 0,043 | 770 0,046 | 927 0,049 | 1372 0,054 | 1603 0,056 | 1903 0,059 | 2539 0,063 | 2889 0,065 | 3355 0,068 | 4203 0,072 | 4893 0,075 | 5576 0,079 |
| 0,055 | 7,58 0,015 | 12 0,016 | 26 0,02 | 49 0,024 | 105 0,029 | 153 0,032 | 293 0,037 | 560 0,043 | 261 0,036 | 635 0,046 | 813 0,049 | 978 0,051 | 1440 0,056 | 1696 0,059 | 2022 0,062 | 2669 0,067 | 3049 0,069 | 3552 0,072 | 4446 0,076 | 5116 0,078 | 5830 0,082 |
| 0,06 | 8 0,015 | 12,5 0,017 | 27 0,021 | 52 0,025 | 110 0,031 | 160 0,034 | 307 0,039 | 589 0,045 | 274 0,038 | 669 0,048 | 852 0,051 | 1027 0,054 | 1503 0,059 | 1784 0,062 | 2139 0,066 | 2798 0,07 | 3203 0,073 | 3712 0,075 | 4685 0,08 | 5330 0,082 | 6074 0,086 |
| 0,065 | 8,2 0,015 | 13 0,018 | 28 0,022 | 54 0,026 | 116 0,032 | 172 0,036 | 321 0,041 | 616 0,047 | 266 0,041 | 698 0,05 | 891 0,054 | 1074 0,057 | 1576 0,062 | 1871 0,065 | 2221 0,069 | 2927 0,073 | 3338 0,076 | 3872 0,078 | 4922 0,084 | 5553 0,085 | 6323 0,09 |
| 0,07 | 8,52 0,017 | 13,5 0,019 | 30 0,023 | 56 0,027 | 121 0,033 | 183 0,038 | 335 0,043 | 643 0,049 | 298 0,042 | 728 0,053 | 931 0,056 | 1119 0,059 | 1644 0,064 | 1959 0,068 | 2304 0,071 | 3056 0,076 | 3469 0,079 | 4032 0,082 | 5114 0,087 | 5777 0,088 | 6583 0,093 |
| 0,075 | 8,84 0,017 | 14 0,019 | 31 0,024 | 59 0,028 | 126 0,035 | 183 0,04 | 349 0,044 | 669 0,051 | 311 0,043 | 753 0,055 | 956 0,058 | 1157 0,061 | 1712 0,067 | 2046 0,071 | 2386 0,074 | 3186 0,08 | 3622 0,082 | 4192 0,085 | 5305 0,09 | 6000 0,092 | 6837 0,097 |
| 0,08 | 9,15 0,018 | 14,5 0,02 | 32 0,025 | 61 0,029 | 130 0,036 | 192 0,041 | 363 0,046 | 695 0,053 | 323 0,045 | 785 0,057 | 1002 0,06 | 1194 0,063 | 1781 0,07 | 2113 0,073 | 2469 0,076 | 3291 0,082 | 3749 0,085 | 4352 0,088 | 5497 0,094 | 6231 0,095 | 7101 0,1 |
| 0,085 | 9,47 0,019 | 15 0,021 | 33 0,026 | 63 0,031 | 135 0,037 | 195 0,042 | 374 0,048 | 718 0,055 | 333 0,047 | 812 0,059 | 1038 0,063 | 1231 0,066 | 1848 0,072 | 2179 0,076 | 2551 0,079 | 3396 0,085 | 3877 0,088 | 4512 0,091 | 5688 0,097 | 6454 0,099 | 7355 0,104 |
| 0,09 | 9,78 0,019 | 15,5 0,021 | 34 0,027 | 65 0,032 | 139 0,039 | 202 0,043 | 385 0,049 | 742 0,057 | 343 0,048 | 839 0,061 | 1066 0,064 | 1269 0,067 | 1917 0,075 | 2243 0,078 | 2634 0,081 | 3501 0,087 | 4001 0,091 | 4595 0,093 | 5880 0,1 | 6635 0,102 | 7560 0,107 |
| 0,095 | 10,1 0,02 | 16 0,022 | 35 0,027 | 67 0,033 | 141 0,04 | 203 0,044 | 398 0,051 | 764 0,058 | 351 0,049 | 864 0,062 | 1094 0,066 | 1303 0,069 | 1969 0,077 | 2312 0,08 | 2716 0,084 | 3603 0,09 | 4132 0,094 | 4777 0,097 | 6038 0,103 | 6802 0,104 | 7750 0,11 |
| 0,1 | 10,4 0,021 | 16,5 0,023 | 36 0,028 | 69 0,034 | 148 0,041 | 210 0,045 | 409 0,052 | 788 0,06 | 364 0,051 | 889 0,064 | 1122 0,068 | 1343 0,071 | 2021 0,079 | 2379 0,082 | 2799 0,086 | 3711 0,093 | 4259 0,096 | 4901 0,1 | 6195 0,106 | 6962 0,108 | 7934 0,112 |
| 0,11 | 10,7 0,022 | 17 0,024 | 38 0,03 | 73 0,035 | 157 0,044 | 219 0,048 | 432 0,055 | 830 0,063 | 385 0,054 | 939 0,068 | 1178 0,071 | 1418 0,075 | 2126 0,083 | 2512 0,087 | 2951 0,091 | 3922 0,098 | 4560 0,103 | 5175 0,105 | 6510 0,111 | 7290 0,112 | 8308 0,118 |
| 0,12 | 11,1 0,023 | 17,5 0,025 | 40 0,031 | 76 0,037 | 164 0,045 | 229 0,048 | 454 0,059 | 872 0,067 | 398 0,057 | 977 0,071 | 1234 0,074 | 1493 0,079 | 2230 0,087 | 2645 0,092 | 3035 0,095 | 4115 0,103 | 4860 0,108 | 5440 0,11 | 6826 0,116 | 7619 0,117 | 8682 0,123 |
| 0,13 | 11,4 0,023 | 18 0,026 | 42 0,033 | 80 0,039 | 172 0,047 | 239 0,05 | 475 0,061 | 910 0,07 | 422 0,059 | 1016 0,073 | 1290 0,078 | 1568 0,082 | 2335 0,092 | 2770 0,096 | 3220 0,099 | 4294 0,107 | 5161 0,114 | 5659 0,115 | 7141 0,122 | 8200 0,126 | 9345 0,132 |
| 0,14 | 12 0,024 | 19 0,027 | 44 0,034 | 84 0,041 | 180 0,049 | 249 0,052 | 496 0,064 | 948 0,073 | 442 0,062 | 1054 0,076 | 1346 0,081 | 1643 0,086 | 2440 0,096 | 2876 0,1 | 3335 0,101 | 4472 0,112 | 5462 0,119 | 5878 0,119 | 7456 0,127 | 8510 0,13 | 9698 0,137 |
| 0,15 | 12,62 0,026 | 20 0,029 | 45 0,035 | 87 0,042 | 188 0,052 | 259 0,054 | 516 0,067 | 982 0,075 | 460 0,065 | 1033 0,079 | 1402 0,085 | 1699 0,089 | 2545 0,1 | 2983 0,103 | 3489 0,108 | 4650 0,116 | 5600 0,124 | 6095 0,124 | 7771 0,132 | 8826 0,135 | 10 058 0,142 |
| 0,16 | 13,25 0,027 | 21 0,03 | 47 0,037 | 93 0,045 | 191 0,053 | 269 0,057 | 535 0,069 | 1016 0,078 | 476 0,067 | 1132 0,082 | 1453 0,088 | 1756 0,092 | 2626 0,103 | 3089 0,107 | 3624 0,112 | 4828 0,121 | 5738 0,128 | 6314 0,129 | 8022 0,137 | 9136 0,14 | 10 411 0,147 |
| 0,17 | 13,57 0,027 | 21,5 0,03 | 49 0,038 | 103 0,048 | 193 0,053 | 279 0,059 | 553 0,071 | 1046 0,08 | 492 0,069 | 1170 0,081 | 1514 0,091 | 1813 0,095 | 2707 0,106 | 3195 0,111 | 3735 0,115 | 4969 0,121 | 5876 0,128 | 6532 0,131 | 8472 0,141 | 9445 0,143 | 10 761 0,152 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0,18 | 13,88 0,028 | 22 0,031 | 100 0,039 | 108 0,051 | 119 0,054 | 244 0,06 | 311 0,073 | 400 0,082 | 525 0,074 | 1247 0,03 | 1613 0,097 | 1927 0,101 | 2870 0,112 | 4104 0,118 | 5311 0,122 | 6511 0,111 | 7811 0,119 | 9111 0,117 | 10411 0,114 | 11711 0,111 | 13011 0,108 | 14311 0,105 | 15611 0,102 | |
| 0,19 | 14,52 0,029 | 23 0,032 | 52 0,04 | 110 0,053 | 201 0,056 | 296 0,062 | 389 0,068 | 482 0,074 | 579 0,076 | 1106 0,085 | 1247 0,09 | 1613 0,097 | 1927 0,101 | 2870 0,112 | 4104 0,118 | 5311 0,122 | 6511 0,111 | 7811 0,119 | 9111 0,117 | 10411 0,114 | 11711 0,111 | 13011 0,108 | 14311 0,105 | 15611 0,102 |
| 0,2 | 15,15 0,03 | 24 0,033 | 53 0,042 | 111 0,054 | 203 0,057 | 304 0,064 | 406 0,071 | 508 0,078 | 606 0,087 | 1137 0,087 | 1286 0,093 | 1655 0,1 | 1983 0,104 | 2951 0,116 | 3497 0,121 | 4070 0,126 | 5300 0,135 | 6290 0,112 | 7184 0,116 | 8071 0,131 | 8950 0,154 | 9821 0,154 | 10700 0,166 | 11570 0,166 |
| 0,22 | 15,78 0,032 | 25 0,035 | 56 0,044 | 115 0,055 | 213 0,059 | 321 0,067 | 429 0,075 | 537 0,083 | 638 0,092 | 1197 0,092 | 1363 0,098 | 1740 0,105 | 2097 0,11 | 3113 0,122 | 3675 0,127 | 4293 0,133 | 5671 0,142 | 6535 0,149 | 7533 0,153 | 8521 0,162 | 10645 0,166 | 12379 0,175 | 14113 0,175 | 15847 0,175 |
| 0,24 | 16,41 0,034 | 26 0,037 | 59 0,046 | 120 0,057 | 223 0,062 | 338 0,071 | 453 0,08 | 568 0,087 | 671 0,096 | 1253 0,096 | 1440 0,104 | 1825 0,11 | 2210 0,116 | 3276 0,128 | 3853 0,134 | 4477 0,133 | 5952 0,149 | 6841 0,155 | 7888 0,16 | 9947 0,17 | 11384 0,174 | 12973 0,184 | 14606 0,184 | 16279 0,184 |
| 0,26 | 17 0,035 | 17 0,039 | 62 0,048 | 126 0,059 | 234 0,064 | 353 0,074 | 472 0,083 | 591 0,091 | 700 0,091 | 1317 0,101 | 1498 0,108 | 1999 0,115 | 2300 0,121 | 3414 0,134 | 4031 0,14 | 4662 0,144 | 6232 0,156 | 7119 0,161 | 8233 0,167 | 10370 0,177 | 11848 0,182 | 13501 0,191 | 15154 0,191 | 16807 0,191 |
| 0,28 | 17,67 0,037 | 28 0,041 | 64 0,05 | 130 0,064 | 244 0,068 | 368 0,077 | 492 0,085 | 616 0,093 | 729 0,093 | 1377 0,106 | 1557 0,108 | 1994 0,115 | 2390 0,126 | 3552 0,139 | 4188 0,145 | 4347 0,15 | 6513 0,163 | 7397 0,167 | 8589 0,174 | 10792 0,184 | 12313 0,189 | 14032 0,199 | 15847 0,199 | 17662 0,199 |
| 0,3 | 19 0,038 | 30 0,042 | 67 0,052 | 135 0,067 | 254 0,07 | 383 0,081 | 512 0,089 | 641 0,11 | 752 0,099 | 1438 0,11 | 1669 0,117 | 2079 0,125 | 2480 0,13 | 3690 0,145 | 4331 0,15 | 5031 0,155 | 6740 0,168 | 7675 0,174 | 8932 0,181 | 11226 0,191 | 12778 0,196 | 14562 0,206 | 16406 0,206 | 18250 0,206 |
| 0,32 | 19,57 0,04 | 31 0,044 | 72 0,058 | 140 0,068 | 263 0,073 | 396 0,083 | 529 0,102 | 662 0,11 | 774 0,102 | 1483 0,144 | 1689 0,121 | 2146 0,129 | 2569 0,135 | 3827 0,15 | 4475 0,156 | 5216 0,161 | 6965 0,174 | 7953 0,18 | 9228 0,187 | 11637 0,199 | 13317 0,204 | 15176 0,215 | 17035 0,215 | 18894 0,215 |
| 0,34 | 20,2 0,041 | 32 0,045 | 75 0,06 | 142 0,07 | 272 0,075 | 409 0,085 | 546 0,106 | 683 0,117 | 796 0,106 | 1530 0,117 | 1731 0,125 | 2214 0,133 | 2659 0,14 | 3933 0,154 | 4619 0,16 | 5409 0,167 | 7133 0,18 | 8230 0,186 | 9517 0,193 | 11986 0,204 | 13929 0,214 | 15872 0,225 | 17815 0,225 | 19758 0,225 |
| 0,36 | 20,83 0,042 | 33 0,047 | 80 0,062 | 143 0,071 | 281 0,078 | 422 0,089 | 563 0,108 | 704 0,119 | 818 0,108 | 1576 0,121 | 1790 0,129 | 2281 0,138 | 2748 0,145 | 4049 0,159 | 4762 0,165 | 5585 0,173 | 7420 0,185 | 8508 0,193 | 9807 0,199 | 12335 0,21 | 14549 0,223 | 16580 0,235 | 18611 0,235 | 20642 0,235 |
| 0,38 | 21,46 0,043 | 34 0,048 | 82 0,064 | 145 0,073 | 290 0,08 | 435 0,092 | 580 0,111 | 725 0,124 | 839 0,105 | 1622 0,124 | 1848 0,133 | 2349 0,142 | 2825 0,149 | 4160 0,163 | 4905 0,17 | 5770 0,178 | 7646 0,191 | 8735 0,198 | 10096 0,205 | 12684 0,216 | 14840 0,228 | 16912 0,239 | 19084 0,239 | 21256 0,239 |
| 0,4 | 22,1 0,045 | 35 0,05 | 85 0,066 | 146 0,073 | 299 0,082 | 448 0,094 | 597 0,115 | 746 0,128 | 861 0,108 | 1667 0,128 | 1905 0,138 | 2416 0,146 | 2902 0,153 | 4271 0,167 | 5049 0,175 | 5915 0,183 | 7873 0,197 | 8968 0,203 | 10386 0,211 | 13033 0,222 | 15132 0,232 | 17244 0,244 | 19356 0,244 | 21468 0,244 |
| 0,45 | 23,36 0,049 | 37 0,054 | 91 0,071 | 152 0,074 | 317 0,088 | 478 0,101 | 639 0,122 | 799 0,136 | 916 0,115 | 1783 0,136 | 2023 0,146 | 2585 0,156 | 3093 0,163 | 4548 0,178 | 5403 0,184 | 6277 0,194 | 8343 0,208 | 9542 0,216 | 11054 0,224 | 13905 0,234 | 15768 0,243 | 17969 0,256 | 20170 0,256 | 22371 0,256 |
| 0,5 | 25,25 0,051 | 40 0,057 | 95 0,073 | 157 0,074 | 335 0,093 | 507 0,107 | 679 0,13 | 841 0,145 | 971 0,122 | 1898 0,145 | 2139 0,154 | 2727 0,164 | 3285 0,173 | 4825 0,189 | 5694 0,197 | 6640 0,205 | 8812 0,22 | 10116 0,229 | 11670 0,237 | 14698 0,251 | 16580 0,254 | 18462 0,267 | 20344 0,267 | 22226 0,267 |
| 0,55 | 26,51 0,054 | 42 0,06 | 100 0,077 | 163 0,078 | 356 0,098 | 533 0,112 | 710 0,137 | 887 0,153 | 1026 0,129 | 1999 0,153 | 2255 0,163 | 2869 0,173 | 3432 0,181 | 5103 0,2 | 5980 0,207 | 7032 0,216 | 9282 0,232 | 10574 0,239 | 12287 0,249 | 15492 0,264 | 17293 0,265 | 19104 0,279 | 20915 0,279 | 22726 0,279 |
| 0,6 | 27,77 0,057 | 44 0,063 | 103 0,08 | 169 0,082 | 373 0,103 | 559 0,118 | 745 0,144 | 931 0,16 | 1081 0,136 | 2090 0,16 | 2372 0,171 | 3011 0,182 | 3587 0,188 | 5223 0,209 | 6266 0,217 | 7345 0,227 | 9752 0,244 | 11033 0,25 | 12824 0,26 | 16184 0,276 | 18012 0,276 | 20844 0,291 | 22676 0,291 | 24508 0,291 |
| 0,65 | 29,67 0,059 | 47 0,066 | 107 0,083 | 176 0,086 | 389 0,108 | 580 0,122 | 771 0,149 | 962 0,167 | 1127 0,141 | 2180 0,167 | 2468 0,178 | 3145 0,19 | 3730 0,196 | 5544 0,217 | 6552 0,227 | 7648 0,235 | 10153 0,254 | 11490 0,26 | 13362 0,271 | 16876 0,288 | 18724 0,287 | 21338 0,302 | 23952 0,302 | 26566 0,302 |
| 0,7 | 30,3 0,062 | 48 0,069 | 111 0,086 | 184 0,089 | 406 0,112 | 601 0,126 | 796 0,152 | 991 0,174 | 1172 0,146 | 2269 0,174 | 2564 0,185 | 3256 0,196 | 3878 0,204 | 5764 0,226 | 6838 0,237 | 7951 0,246 | 10354 0,264 | 11949 0,271 | 13899 0,282 | 17568 0,3 | 19442 0,298 | 22156 0,314 | 24870 0,314 | 27584 0,314 |
| 0,75 | 31,56 0,065 | 50 0,072 | 112 0,087 | 191 0,093 | 420 0,116 | 622 0,131 | 824 0,155 | 1026 0,181 | 1218 0,152 | 2359 0,181 | 2660 0,192 | 3367 0,203 | 4026 0,212 | 5985 0,235 | 7068 0,245 | 8254 0,255 | 10954 0,274 | 12407 0,281 | 14436 0,293 | 18178 0,31 | 20161 0,309 | 22975 0,325 | 25789 0,325 | 28603 0,325 |
| 0,8 | 33,45 0,074 | 55 0,082 | 113 0,088 | 190 0,097 | 434 0,12 | 642 0,135 | 850 0,161 | 1058 0,187 | 1266 0,158 | 2450 0,187 | 2755 0,199 | 3479 0,21 | 4175 0,22 | 6206 0,243 | 7299 0,253 | 8556 0,264 | 11355 0,284 | 12866 0,291 | 14913 0,303 | 18787 0,32 | 20879 0,32 | 23794 0,337 | 26709 0,337 | 29624 0,337 |
| 0,85 | 35,35 0,075 | 56 0,083 | 115 0,089 | 205 0,1 | 450 0,124 | 663 0,14 | 876 0,165 | 1089 0,193 | 1297 0,162 | 2523 0,193 | 2852 0,205 | 3590 0,216 | 4323 0,227 | 6426 0,252 | 7523 0,261 | 8830 0,273 | 11701 0,292 | 13324 0,302 | 15390 0,312 | 19397 0,331 | 21592 0,331 | 24606 0,348 | 27620 0,348 | 30634 0,348 |
| 0,9 | 36,5 0,076 | 57 0,084 | 119 0,092 | 212 0,103 | 463 0,128 | 684 0,144 | 905 0,171 | 1126 0,199 | 1347 0,168 | 2598 0,199 | 2927 0,211 | 3702 0,225 | 4471 0,235 | 6606 0,259 | 7760 0,269 | 9080 0,281 | 12046 0,301 | 13726 0,311 | 15667 0,322 | 19873 0,339 | 22310 0,342 | 25424 0,359 | 28538 0,359 | 31652 0,359 |
| 0,95 | 36,84 0,077 | 58 0,085 | 122 0,095 | 218 0,106 | 477 0,132 | 705 0,148 | 933 0,177 | 1161 0,204 | 1389 0,174 | 2671 0,204 | 2999 0,217 | 3813 0,23 | 4587 0,241 | 6786 0,266 | 7991 0,277 | 9330 0,288 | 12392 0,31 | 14107 0,319 | 16320 0,331 | 20348 0,347 | 23028 0,353 | 26243 0,372 | 29458 0,372 | 32673 0,372 |
| 1 | 37,24 0,078 | 59 0,087 | 126 0,097 | 225 0,109 | 490 0,136 | 723 0,151 | 956 0,182 | 1189 0,21 | 1422 0,179 | 2744 0,21 | 3073 0,222 | 3924 0,237 | 4703 0,247 | 6956 0,273 | 8221 0,285 | 9557 0,296 | 12733 0,318 | 14487 0,328 | 16753 0,34 | 20825 0,355 | 23741 0,364 | 27055 0,383 | 30369 0,383 | 33683 0,383 |

Глава 46. Таблицы для гидравлического расчета систем отопления

Количество проходящего тепла (при $\Delta t = 1^\circ \text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка) и скорость движения воды, м/с (нижняя строка) по грубам

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | стальным газопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262--62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732--70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152,4/5) | 159/4,5 | 168/5 |
| | 1,1 | 38,5 0,081 | 61 0,09 | 133 0,103 | 237 0,115 | 516 0,143 | 767 0,162 | 1514 0,192 | 2892 0,221 | 1347 0,188 | 3228 0,233 | 4147 0,250 | 4934 0,260 | 7326 0,287 | 8620 0,299 | 10 079 0,311 | 13 349 0,334 | 15 249 0,345 | 17 619 0,358 | 21 776 0,371 | 24 992 0,383 |
| 1,2 | 39,77 0,084 | 63 0,093 | 140 0,108 | 248 0,12 | 537 0,149 | 809 0,17 | 1583 0,201 | 3011 0,230 | 1409 0,197 | 3378 0,244 | 4322 0,261 | 5280 0,272 | 7686 0,301 | 9018 0,313 | 10 523 0,325 | 14 004 0,349 | 15 909 0,36 | 18 288 0,371 | 22 728 0,388 | 26 057 0,4 | 29 695 0,420 |
| 1,3 | 41 0,086 | 65 0,095 | 146 0,113 | 259 0,123 | 557 0,154 | 846 0,178 | 1652 0,21 | 3128 0,239 | 1470 0,206 | 3528 0,255 | 4495 0,271 | 5398 0,284 | 7994 0,314 | 9416 0,327 | 10 966 0,339 | 14 571 0,364 | 16 571 0,375 | 18 957 0,385 | 23 679 0,404 | 27 098 0,416 | 30 881 0,437 |
| 1,4 | 42,3 0,088 | 67 0,098 | 151 0,117 | 269 0,131 | 579 0,16 | 876 0,184 | 1720 0,218 | 3246 0,248 | 1531 0,214 | 3679 0,266 | 4571 0,282 | 5629 0,296 | 8302 0,325 | 9783 0,339 | 11 409 0,353 | 15 128 0,378 | 17 232 0,39 | 19 627 0,398 | 24 625 0,42 | 28 132 0,431 | 32 059 0,454 |
| 1,5 | 42,9 0,091 | 68 0,101 | 157 0,121 | 283 0,135 | 600 0,163 | 906 0,191 | 1793 0,227 | 3364 0,257 | 1593 0,223 | 3829 0,276 | 4845 0,292 | 5825 0,305 | 8619 0,337 | 10 128 0,351 | 11 816 0,365 | 15 685 0,392 | 17 752 0,402 | 20 295 0,412 | 25 583 0,436 | 29 165 0,447 | 33 238 0,471 |
| 1,6 | 44,2 0,093 | 70 0,103 | 163 0,123 | 289 0,141 | 621 0,172 | 937 0,197 | 1858 0,236 | 3482 0,266 | 1654 0,231 | 3950 0,285 | 5020 0,303 | 6020 0,317 | 8915 0,349 | 10 474 0,363 | 12 190 0,377 | 16 242 0,406 | 18 272 0,414 | 20 965 0,426 | 26 534 0,453 | 30 207 0,463 | 34 424 0,488 |
| 1,7 | 45,5 0,096 | 72 0,106 | 169 0,13 | 299 0,145 | 642 0,178 | 967 0,203 | 1917 0,243 | 3600 0,275 | 1706 0,238 | 4072 0,294 | 5194 0,313 | 6215 0,327 | 9183 0,36 | 10 819 0,375 | 12 564 0,388 | 16 664 0,416 | 18 792 0,425 | 21 634 0,439 | 27 486 0,469 | 31 242 0,479 | 35 603 0,504 |
| 1,8 | 46,7 0,098 | 74 0,108 | 174 0,135 | 309 0,15 | 663 0,184 | 997 0,21 | 1974 0,251 | 3718 0,284 | 1757 0,246 | 4191 0,303 | 5341 0,322 | 6409 0,337 | 9451 0,37 | 11 114 0,385 | 12 938 0,4 | 17 084 0,427 | 19 312 0,437 | 22 304 0,453 | 28 438 0,485 | 32 275 0,495 | 36 781 0,521 |
| 1,9 | 47,4 0,1 | 75 0,111 | 179 0,138 | 318 0,154 | 684 0,189 | 1027 0,216 | 2032 0,258 | 3835 0,293 | 1808 0,253 | 4312 0,311 | 5487 0,331 | 6605 0,348 | 9719 0,381 | 11 409 0,395 | 13 301 0,411 | 17 509 0,437 | 19 832 0,449 | 22 973 0,466 | 29 389 0,501 | 33 143 0,508 | 37 770 0,535 |
| 2 | 48,6 0,102 | 77 0,114 | 184 0,142 | 332 0,161 | 705 0,195 | 1058 0,222 | 2093 0,265 | 3953 0,302 | 1859 0,26 | 4433 0,32 | 5632 0,340 | 6781 0,357 | 9987 0,391 | 11 704 0,406 | 13 670 0,422 | 17 929 0,448 | 20 352 0,461 | 23 642 0,48 | 30 062 0,513 | 33 942 0,521 | 38 680 0,548 |
| 2,2 | 51,1 0,107 | 81 0,119 | 194 0,15 | 346 0,168 | 747 0,207 | 1118 0,235 | 2204 0,28 | 4141 0,317 | 1962 0,275 | 4674 0,337 | 5926 0,357 | 6924 0,374 | 10 485 0,411 | 12 294 0,426 | 14 402 0,445 | 18 773 0,469 | 21 392 0,484 | 24 981 0,507 | 31 406 0,536 | 35 546 0,545 | 40 508 0,574 |
| 2,4 | 53 0,112 | 84 0,124 | 204 0,157 | 360 0,175 | 778 0,215 | 1166 0,245 | 2291 0,291 | 4327 0,331 | 2039 0,286 | 4877 0,352 | 6219 0,375 | 7447 0,392 | 10 940 0,429 | 12 873 0,446 | 14 937 0,461 | 19 618 0,49 | 22 432 0,508 | 26 319 0,534 | 32 751 0,559 | 31 150 0,57 | 42 336 0,6 |
| 2,6 | 55,6 0,117 | 88 0,13 | 212 0,164 | 376 0,182 | 809 0,224 | 1214 0,255 | 2378 0,302 | 4513 0,345 | 2116 0,297 | 5080 0,367 | 6469 0,39 | 7780 0,409 | 11 394 0,447 | 13 452 0,466 | 15 473 0,478 | 20 463 0,511 | 23 471 0,531 | 27 268 0,554 | 34 096 0,582 | 38 754 0,591 | 44 164 0,626 |
| 2,8 | 57,5 0,122 | 91 0,135 | 221 0,171 | 391 0,19 | 840 0,234 | 1261 0,265 | 2465 0,312 | 4702 0,35 | 2194 0,307 | 5283 0,381 | 6719 0,405 | 8064 0,424 | 11 838 0,464 | 14 036 0,481 | 16 008 0,495 | 21 307 0,53 | 24 111 0,545 | 28 210 0,574 | 34 140 0,603 | 40 451 0,630 | 47 001 0,661 |

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 |
| 11 | 121,2 0,255 | 192 0,283 | 450 0,347 | 801 0,389 | 1709 0,473 | 2553 0,537 | 5033 0,637 | 9467 0,724 | 4479 0,63 | 10 488 0,757 | 13 283 0,801 | 16 081 0,846 | 23 653 0,927 | 28 133 0,975 | 32 494 1,004 | 43 324 1,082 | 49 240 1,115 | 56 926 1,156 | 71 415 1,218 | 80 209 1,23 | 91 405 1,295 |
| 12 | 127 0,266 | 201 0,295 | 469 0,362 | 835 0,405 | 1786 0,494 | 2674 0,563 | 5250 0,664 | 9899 0,757 | 4673 0,657 | 10 929 0,789 | 13 936 0,84 | 16 951 0,892 | 24 812 0,972 | 29 384 1,019 | 34 032 1,051 | 45 249 1,13 | 51 415 1,164 | 59 458 1,207 | 74 594 1,272 | 83 801 1,285 | 95 500 1,353 |
| 13 | 132 0,277 | 209 0,308 | 488 0,377 | 870 0,422 | 1863 0,516 | 2796 0,588 | 5468 0,692 | 10 241 0,783 | 4867 0,685 | 11 371 0,821 | 14 589 0,879 | 17 643 0,928 | 26 020 1,02 | 30 585 1,06 | 35 570 1,099 | 47 094 1,177 | 53 513 1,211 | 61 882 1,256 | 77 637 1,324 | 87 208 1,338 | 99 382 1,408 |
| 14 | 136,4 0,286 | 216 0,318 | 507 0,392 | 904 0,438 | 1939 0,537 | 2895 0,609 | 5686 0,719 | 10 584 0,81 | 5060 0,712 | 11 812 0,853 | 15 318 0,918 | 18 308 0,963 | 27 003 1,058 | 31 738 1,1 | 36 903 1,14 | 48 875 1,221 | 55 532 1,257 | 64 207 1,303 | 80 589 1,374 | 90 490 1,388 | 103 123 1,461 |
| 15 | 141 0,295 | 223 0,328 | 527 0,47 | 938 0,455 | 2017 0,558 | 2995 0,63 | 5903 0,746 | 10 927 0,836 | 5253 0,739 | 12 253 0,884 | 15 855 0,956 | 18 951 0,997 | 27 949 1,095 | 32 855 1,139 | 38 198 1,18 | 50 589 1,264 | 57 481 1,301 | 66 474 1,349 | 83 401 1,423 | 93 649 1,436 | 106 723 1,512 |
| 16 | 145 0,304 | 229 0,338 | 546 0,422 | 972 0,471 | 2079 0,575 | 3095 0,651 | 6093 0,77 | 11 269 0,862 | 5423 0,763 | 12 694 0,916 | 16 376 0,987 | 19 573 1,03 | 28 886 1,131 | 33 931 1,176 | 39 451 1,219 | 52 250 1,305 | 59 367 1,344 | 68 705 1,394 | 86 133 1,469 | 96 746 1,484 | 110 252 1,562 |
| 17 | 149 0,313 | 236 0,348 | 565 0,436 | 1000 0,485 | 2140 0,592 | 3194 0,672 | 6283 0,794 | 11 611 0,888 | 5592 0,787 | 13 136 0,948 | 16 880 1,018 | 20 175 1,061 | 29 754 1,166 | 34 975 1,213 | 40 665 1,256 | 53 855 1,345 | 61 196 1,385 | 70 765 1,436 | 88 782 1,514 | 99 719 1,53 | 113 640 1,61 |
| 18 | 154 0,322 | 243 0,358 | 584 0,451 | 1028 0,499 | 2201 0,609 | 3294 0,693 | 6473 0,818 | 11 953 0,914 | 5761 0,811 | 13 577 0,98 | 17 370 1,047 | 20 760 1,092 | 30 619 1,2 | 35 990 1,248 | 41 843 1,293 | 55 416 1,384 | 62 967 1,425 | 72 819 1,478 | 91 356 1,558 | 102 418 1,574 | 116 958 1,657 |
| 19 | 157 0,33 | 249 0,367 | 599 0,463 | 1056 0,512 | 2263 0,626 | 3427 0,721 | 6654 0,841 | 12 296 0,941 | 5922 0,834 | 14 018 1,012 | 17 844 1,076 | 21 329 1,122 | 31 457 1,233 | 36 925 1,28 | 42 992 1,328 | 56 937 1,422 | 64 695 1,464 | 74 814 1,519 | 93 860 1,601 | 105 418 1,617 | 120 134 1,702 |
| 20 | 162 0,339 | 256 0,377 | 614 0,474 | 1084 0,526 | 2325 0,643 | 3513 0,739 | 6823 0,862 | 12 638 0,967 | 6072 0,854 | 14 417 1,041 | 18 309 1,104 | 21 882 1,151 | 32 272 1,265 | 37 934 1,315 | 44 109 1,363 | 58 415 1,459 | 66 374 1,502 | 78 544 1,594 | 96 299 1,643 | 108 143 1,659 | 123 240 1,746 |
| 22 | 171 0,357 | 270 0,397 | 643 0,497 | 1141 0,553 | 2448 0,678 | 3684 0,775 | 7159 0,904 | 13 323 1,019 | 6371 0,896 | 15 121 1,091 | 19 203 1,158 | 22 950 1,207 | 33 849 1,327 | 39 792 1,38 | 46 262 1,429 | 61 265 1,531 | 69 612 1,576 | 80 501 1,634 | 101 001 1,723 | 113 470 1,74 | 129 310 1,832 |
| 24 | 179 0,375 | 283 0,417 | 673 0,52 | 1197 0,851 | 2572 0,712 | 3808 0,801 | 7476 0,944 | 14 008 0,071 | 6654 0,936 | 15 793 1,14 | 20 056 1,209 | 23 972 1,261 | 35 354 1,386 | 41 557 1,441 | 48 317 1,493 | 63 991 1,599 | 72 709 1,646 | 84 086 1,707 | 103 498 1,799 | 118 486 1,817 | 135 027 1,913 |
| 26 | 186 0,392 | 296 0,436 | 702 0,542 | 1240 0,602 | 2671 0,739 | 3965 0,834 | 7782 0,983 | 14 693 1,124 | 6926 0,975 | 16 437 1,186 | 20 875 1,258 | 24 951 1,312 | 36 799 1,442 | 43 252 1,5 | 50 298 1,554 | 66 604 1,664 | 75 678 1,713 | 87 520 1,777 | 109 801 1,873 | 122 320 1,891 | 140 533 1,991 |
| 28 | 195 0,41 | 310 0,456 | 732 0,565 | 1284 0,623 | 2770 0,767 | 4113 0,865 | 8076 1,020 | 15 215 1,164 | 7187 1,012 | 17 057 1,231 | 21 663 1,305 | 25 892 1,362 | 38 187 1,497 | 44 884 1,556 | 52 189 1,612 | 69 122 1,727 | 78 536 1,778 | 90 825 1,844 | 113 952 1,944 | 127 963 1,963 | 145 827 2,066 |
| 30 | 200 0,423 | 319 0,47 | 756 0,584 | 1327 0,644 | 2869 0,794 | 4260 0,896 | 8359 1,056 | 15 749 1,205 | 7440 1,048 | 17 656 1,274 | 22 423 1,352 | 26 803 1,41 | 39 529 1,549 | 46 460 1,611 | 54 021 1,669 | 71 548 1,787 | 81 293 1,84 | 94 033 1,909 | 117 951 2,012 | 132 484 2,032 | 150 979 2,139 |
| 32 | 207 0,436 | 329 0,484 | 780 0,602 | 1372 0,665 | 2969 0,821 | 4408 0,928 | 8634 1,088 | 16 266 1,244 | 7684 1,082 | 18 235 1,316 | 23 158 1,396 | 27 681 1,456 | 40 666 1,6 | 47 986 1,664 | 55 792 1,724 | 73 890 1,846 | 83 957 1,9 | 97 092 1,971 | 121 815 2,078 | 136 820 2,098 | 155 920 2,201 |

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102-4) |
| 0,05 | 7,13 0,014 | 11,3 0,015 | 25 0,02 | 48,4 0,023 | 103 0,029 | 149 0,031 | 287 0,037 | 547 0,042 | 256 0,036 | 620 0,044 | 793 0,047 | 955 0,05 | 1413 0,055 |
| 0,065 | 7,9 0,015 | 12,5 0,0165 | 26,8 0,021 | 50 0,023 | 108 0,03 | 158 0,033 | 302 0,038 | 577 0,044 | 269 0,037 | 655 0,047 | 837 0,05 | 1007 0,053 | 1483 0,058 |
| 0,06 | 8,2 0,016 | 13 0,018 | 28 0,022 | 54 0,026 | 113 0,032 | 165 0,035 | 316 0,04 | 607 0,046 | 282 0,039 | 689 0,049 | 878 0,053 | 1058 0,056 | 1553 0,061 |
| 0,065 | 8,52 0,017 | 13,5 0,019 | 29 0,023 | 56 0,027 | 119 0,033 | 177 0,037 | 331 0,042 | 634 0,048 | 295 0,041 | 719 0,052 | 918 0,056 | 1106 0,059 | 1623 0,064 |
| 0,07 | 8,84 0,018 | 14 0,02 | 31 0,024 | 58 0,028 | 125 0,034 | 183 0,039 | 345 0,044 | 662 0,05 | 307 0,043 | 750 0,055 | 959 0,058 | 1153 0,061 | 1693 0,066 |
| 0,075 | 9,15 0,018 | 14,5 0,02 | 32 0,025 | 61 0,029 | 130 0,036 | 194 0,041 | 359 0,045 | 689 0,053 | 320 0,044 | 781 0,057 | 995 0,06 | 1192 0,063 | 1763 0,069 |
| 0,08 | 9,47 0,019 | 15 0,021 | 33 0,026 | 63 0,03 | 134 0,037 | 198 0,042 | 374 0,047 | 716 0,055 | 333 0,046 | 809 0,059 | 1032 0,062 | 1230 0,065 | 1834 0,072 |
| 0,085 | 9,78 0,02 | 15,5 0,022 | 34 0,027 | 65 0,032 | 139 0,038 | 202 0,043 | 385 0,048 | 740 0,057 | 343 0,048 | 836 0,061 | 1069 0,065 | 1268 0,067 | 1903 0,074 |
| 0,09 | 10,1 0,02 | 16 0,022 | 35 0,028 | 67 0,033 | 143 0,04 | 208 0,044 | 397 0,05 | 764 0,059 | 353 0,049 | 864 0,063 | 1098 0,066 | 1307 0,069 | 1975 0,077 |
| 0,095 | 10,42 0,021 | 16,5 0,023 | 36 0,028 | 69 0,034 | 148 0,041 | 212 0,045 | 410 0,053 | 787 0,06 | 365 0,052 | 890 0,064 | 1127 0,068 | 1345 0,071 | 2028 0,08 |
| 0,1 | 10,73 0,022 | 17 0,024 | 37 0,029 | 71 0,035 | 152 0,042 | 216 0,046 | 421 0,054 | 811 0,062 | 375 0,053 | 916 0,066 | 1156 0,07 | 1383 0,073 | 2082 0,081 |
| 0,11 | 11,5 0,023 | 17,5 0,025 | 39 0,031 | 75 0,036 | 162 0,045 | 226 0,047 | 445 0,057 | 855 0,07 | 397 0,056 | 967 0,07 | 1213 0,073 | 1461 0,077 | 2190 0,086 |
| 0,12 | 11,36 0,024 | 18 0,026 | 41 0,032 | 78 0,038 | 170 0,046 | 236 0,049 | 468 0,061 | 898 0,069 | 410 0,059 | 1006 0,073 | 1271 0,076 | 1538 0,081 | 2297 0,09 |
| 0,13 | 11,1 0,024 | 18,5 0,027 | 43 0,034 | 82 0,04 | 177 0,048 | 246 0,052 | 489 0,063 | 937 0,072 | 435 0,061 | 1046 0,075 | 1329 0,078 | 1615 0,084 | 2405 0,096 |
| 0,14 | 12,31 0,025 | 19,5 0,028 | 45 0,035 | 87 0,042 | 185 0,05 | 256 0,055 | 511 0,066 | 976 0,075 | 455 0,064 | 1086 0,078 | 1386 0,083 | 1692 0,089 | 2513 0,099 |
| 0,15 | 13,26 0,027 | 21 0,03 | 46 0,036 | 90 0,043 | 188 0,054 | 267 0,056 | 531 0,069 | 1011 0,077 | 474 0,067 | 1126 0,081 | 1444 0,088 | 1750 0,092 | 2621 0,103 |
| 0,16 | 13,87 0,028 | 22 0,031 | 48 0,038 | 99 0,046 | 197 0,055 | 277 0,059 | 551 0,071 | 1046 0,08 | 490 0,069 | 1166 0,084 | 1497 0,091 | 1809 0,095 | 2705 0,106 |
| 0,17 | 14 0,028 | 22 0,031 | 50 0,039 | 106 0,049 | 199 0,055 | 287 0,061 | 570 0,073 | 1077 0,082 | 507 0,071 | 1205 0,087 | 1559 0,094 | 1867 0,098 | 2788 0,109 |
| 0,18 | 14,52 0,029 | 23 0,032 | 52 0,04 | 111 0,053 | 203 0,056 | 296 0,062 | 588 0,075 | 1109 0,085 | 524 0,073 | 1245 0,09 | 1617 0,098 | 1926 0,101 | 2872 0,112 |
| 0,19 | 15,15 0,03 | 24 0,033 | 54 0,041 | 113 0,055 | 207 0,058 | 305 0,064 | 607 0,078 | 1139 0,088 | 541 0,076 | 1284 0,093 | 1661 0,1 | 1985 0,104 | 2956 0,115 |
| 0,2 | 15,78 0,03 | 25 0,034 | 55 0,043 | 114 0,056 | 209 0,059 | 313 0,066 | 624 0,08 | 1171 0,09 | 557 0,078 | 1325 0,096 | 1705 0,103 | 2042 0,107 | 3039 0,119 |
| 0,22 | 16,41 0,032 | 26 0,036 | 58 0,045 | 118 0,057 | 219 0,061 | 331 0,069 | 709 0,084 | 1233 0,095 | 585 0,082 | 1404 0,101 | 1792 0,108 | 2160 0,113 | 3206 0,126 |
| 0,24 | 17,05 0,034 | 27 0,038 | 61 0,047 | 121 0,059 | 230 0,064 | 348 0,073 | 691 0,09 | 1296 0,099 | 613 0,087 | 1483 0,107 | 1880 0,113 | 2276 0,119 | 3374 0,132 |
| 0,26 | 17,67 0,036 | 28 0,04 | 64 0,049 | 130 0,061 | 241 0,066 | 364 0,076 | 721 0,094 | 1357 0,104 | 642 0,091 | 1543 0,111 | 1966 0,118 | 2369 0,125 | 3516 0,138 |
| 0,28 | 18,31 0,038 | 29 0,042 | 66 0,052 | 134 0,066 | 251 0,07 | 379 0,079 | 751 0,099 | 1418 0,109 | 668 0,094 | 1604 0,115 | 2054 0,124 | 2462 0,13 | 3659 0,143 |

$t_{\text{в}} = 130 \text{ C}$ $t_{\text{о}} = 70^{\circ} \text{ C}$ $k_{\text{III}} = 0,2 \text{ мм}$
 λ (строка), и скорость движения воды м/с (нижняя строка) по трубам

 $d_{\text{вн}} - d_{\text{вн}} - 70$ наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | 245/6 | 273/7 | 299/8 |
|------|---------|---------|-------|-----------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1963 | 0,061 | 2615 | 2976 | 3456 | 4334 | 4893 | 5576 | 8347 | 11 413 | 15 311 | 20 901 | 26 449 |
| | | 0,065 | 0,067 | 0,07 | 0,074 | 0,075 | 0,079 | 0,087 | 0,094 | 0,101 | 0,11 | 0,117 |
| 2083 | 0,065 | 2749 | 3149 | 3659 | 4579 | 5116 | 5830 | 8807 | 12 067 | 16 159 | 21 812 | 27 694 |
| | | 0,069 | 0,071 | 0,074 | 0,078 | 0,078 | 0,082 | 0,092 | 0,099 | 0,107 | 0,115 | 0,122 |
| 2203 | 0,068 | 2882 | 3304 | 3823 | 4826 | 5330 | 6074 | 9199 | 12 612 | 16 913 | 23 007 | 29 121 |
| | | 0,072 | 0,075 | 0,077 | 0,082 | 0,082 | 0,086 | 0,096 | 0,104 | 0,112 | 0,121 | 0,128 |
| 2288 | 0,071 | 3015 | 3469 | 3988 | 5070 | 5553 | 6328 | 9601 | 13 157 | 17 667 | 24 031 | 30 389 |
| | | 0,075 | 0,078 | 0,08 | 0,086 | 0,085 | 0,09 | 0,1 | 0,108 | 0,117 | 0,126 | 0,134 |
| 2373 | 0,073 | 3354 | 3573 | 4153 | 5267 | 5777 | 6583 | 10 003 | 13 702 | 18 442 | 24 079 | 31 567 |
| | | 0,078 | 0,081 | 0,084 | 0,09 | 0,089 | 0,093 | 0,104 | 0,113 | 0,122 | 0,132 | 0,139 |
| 2458 | 0,076 | 3282 | 3731 | 4318 | 5464 | 6000 | 6837 | 10 405 | 14 248 | 19 146 | 25 909 | 32 767 |
| | | 0,082 | 0,084 | 0,088 | 0,093 | 0,092 | 0,097 | 0,109 | 0,117 | 0,127 | 0,136 | 0,145 |
| 2543 | 0,078 | 3390 | 3861 | 4483 | 5662 | 6231 | 7101 | 10 798 | 14 756 | 19 795 | 26 819 | 33 786 |
| | | 0,084 | 0,088 | 0,091 | 0,097 | 0,095 | 0,1 | 0,113 | 0,122 | 0,131 | 0,141 | 0,149 |
| 2628 | 0,081 | 3498 | 3993 | 4647 | 5859 | 6454 | 7355 | 11 123 | 15 229 | 20 444 | 27 710 | 34 737 |
| | | 0,088 | 0,091 | 0,094 | 0,1 | 0,099 | 0,104 | 0,116 | 0,126 | 0,135 | 0,141 | 0,153 |
| 2713 | 0,083 | 3606 | 4124 | 4733 | 6056 | 6635 | 7560 | 11 449 | 15 701 | 21 092 | 28 526 | 35 665 |
| | | 0,09 | 0,094 | 0,096 | 0,103 | 0,102 | 0,107 | 0,119 | 0,129 | 0,14 | 0,15 | 0,157 |
| 2797 | 0,087 | 3714 | 4256 | 4920 | 6219 | 6802 | 7750 | 11 774 | 16 174 | 21 741 | 29 360 | 36 616 |
| | | 0,093 | 0,097 | 0,1 | 0,106 | 0,104 | 0,11 | 0,123 | 0,133 | 0,144 | 0,155 | 0,162 |
| 2883 | 0,089 | 3822 | 4387 | 5056 | 6381 | 6962 | 7934 | 12 100 | 16 646 | 22 314 | 30 176 | 37 545 |
| | | 0,096 | 0,099 | 0,103 | 0,109 | 0,107 | 0,112 | 0,126 | 0,137 | 0,148 | 0,159 | 0,166 |
| 3040 | 0,094 | 4040 | 4697 | 5330 | 6705 | 7290 | 8308 | 12 751 | 17 519 | 23 144 | 31 674 | 39 424 |
| | | 0,101 | 0,106 | 0,108 | 0,114 | 0,112 | 0,118 | 0,133 | 0,144 | 0,153 | 0,167 | 0,174 |
| 3178 | 0,098 | 4238 | 4491 | 5603 | 7031 | 7619 | 8682 | 13 363 | 18 343 | 24 562 | 32 964 | 41 304 |
| | | 0,106 | 0,111 | 0,113 | 0,119 | 0,117 | 0,123 | 0,139 | 0,151 | 0,169 | 0,174 | 0,182 |
| 3317 | 0,102 | 4423 | 5316 | 5828 | 7355 | 8200 | 9345 | 13 957 | 19 178 | 25 573 | 34 254 | 43 183 |
| | | 0,11 | 0,117 | 0,118 | 0,126 | 0,126 | 0,132 | 0,146 | 0,158 | 0,169 | 0,18 | 0,191 |
| 3456 | 0,103 | 4607 | 5626 | 6054 | 7690 | 8510 | 9698 | 14 531 | 19 917 | 26 599 | 35 544 | 45 063 |
| | | 0,107 | 0,115 | 0,121 | 0,122 | 0,131 | 0,137 | 0,152 | 0,164 | 0,176 | 0,187 | 0,199 |
| 3594 | 0,106 | 4790 | 5768 | 6278 | 8004 | 8826 | 10 058 | 15 115 | 20 608 | 27 520 | 36 833 | 46 942 |
| | | 0,111 | 0,119 | 0,128 | 0,136 | 0,135 | 0,142 | 0,158 | 0,17 | 0,182 | 0,194 | 0,207 |
| 3734 | 0,115 | 4973 | 5910 | 6503 | 8263 | 9136 | 10 411 | 15 823 | 21 311 | 28 319 | 38 123 | 48 822 |
| | | 0,125 | 0,132 | 0,133 | 0,141 | 0,143 | 0,147 | 0,163 | 0,176 | 0,188 | 0,201 | 0,215 |
| 3872 | 0,114 | 5118 | 6052 | 6728 | 8520 | 9445 | 10 764 | 16 139 | 22 013 | 29 119 | 39 413 | 50 452 |
| | | 0,128 | 0,137 | 0,137 | 0,145 | 0,145 | 0,152 | 0,168 | 0,182 | 0,193 | 0,208 | 0,229 |
| 3961 | 0,117 | 5262 | 6194 | 6954 | 8778 | 9755 | 11 117 | 16 471 | 22 668 | 29 934 | 40 703 | 51 811 |
| | | 0,123 | 0,14 | 0,141 | 0,149 | 0,149 | 0,157 | 0,174 | 0,187 | 0,198 | 0,214 | 0,223 |
| 4050 | 0,122 | 5406 | 6336 | 7169 | 9035 | 10 034 | 11 435 | 17 154 | 23 322 | 30 733 | 41 992 | 53 170 |
| | | 0,126 | 0,135 | 0,146 | 0,155 | 0,154 | 0,162 | 0,179 | 0,192 | 0,204 | 0,221 | 0,235 |
| 4139 | 0,125 | 5552 | 6479 | 7404 | 9295 | 10 306 | 11 745 | 17 604 | 23 988 | 31 533 | 43 282 | 54 506 |
| | | 0,13 | 0,139 | 0,146 | 0,15 | 0,159 | 0,166 | 0,184 | 0,198 | 0,209 | 0,228 | 0,241 |
| 4228 | 0,131 | 5698 | 6622 | 7644 | 9556 | 10 577 | 12 038 | 18 053 | 24 666 | 32 332 | 44 571 | 55 845 |
| | | 0,137 | 0,146 | 0,153 | 0,158 | 0,167 | 0,175 | 0,193 | 0,207 | 0,220 | 0,241 | 0,253 |
| 4317 | 0,138 | 5844 | 6762 | 7864 | 9817 | 10 818 | 12 330 | 18 402 | 25 344 | 33 081 | 45 860 | 57 114 |
| | | 0,142 | 0,153 | 0,16 | 0,165 | 0,175 | 0,184 | 0,202 | 0,215 | 0,23 | 0,251 | 0,264 |
| 4406 | 0,144 | 5990 | 6898 | 8004 | 10 064 | 11 117 | 12 622 | 18 751 | 26 022 | 33 830 | 47 150 | 58 383 |
| | | 0,148 | 0,161 | 0,166 | 0,172 | 0,182 | 0,192 | 0,21 | 0,223 | 0,241 | 0,26 | 0,276 |
| 4495 | 0,149 | 6136 | 7036 | 8144 | 10 313 | 11 366 | 12 914 | 19 100 | 26 700 | 34 580 | 48 440 | 59 653 |
| | | 0,155 | 0,168 | 0,172 | 0,179 | 0,19 | 0,199 | 0,219 | 0,232 | 0,252 | 0,27 | 0,288 |

| Потери дегазации на трение на 1 м. кВт/м ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102,4) | |
| 0,3 | 19,57 0,039 | 31 0,043 | 69 0,054 | 139 0,069 | 262 0,072 | 394 0,083 | 775 0,102 | 1481 0,113 | 689 0,097 | 1663 1,121 | 2141 0,129 | 2554 0,134 | 3801 0,149 | |
| 0,32 | 20,2 0,04 | 32 0,045 | 74 0,06 | 144 0,07 | 271 0,075 | 408 0,085 | 797 0,105 | 1527 0,117 | 710 0,11 | 1723 0,129 | 2210 0,133 | 2646 0,139 | 3942 0,155 | |
| 0,34 | 20,83 0,041 | 33 0,046 | 77 0,062 | 146 0,072 | 280 0,077 | 421 0,089 | 820 0,109 | 1576 0,121 | 728 0,103 | 1783 0,129 | 2280 0,137 | 2739 0,144 | 4056 0,159 | |
| 0,36 | 21,46 0,043 | 34 0,048 | 82 0,064 | 147 0,073 | 289 0,08 | 435 0,092 | 843 0,111 | 1623 0,125 | 749 0,105 | 1844 0,133 | 2349 0,142 | 2830 0,149 | 4170 0,164 | |
| 0,38 | 22,10 0,044 | 35 0,049 | 84 0,066 | 149 0,075 | 299 0,082 | 448 0,095 | 864 0,114 | 1671 0,128 | 769 0,108 | 1903 0,137 | 2419 0,146 | 2910 0,153 | 4285 0,168 | |
| 0,4 | 22,72 0,047 | 36 0,052 | 88 0,068 | 150 0,075 | 308 0,084 | 461 0,091 | 887 0,118 | 1717 0,132 | 789 0,111 | 1963 0,142 | 2488 0,15 | 2989 0,158 | 4399 0,172 | |
| 0,45 | 24 0,05 | 38 0,056 | 94 0,073 | 157 0,076 | 327 0,091 | 492 0,104 | 943 0,126 | 1836 0,14 | 839 0,119 | 2094 0,15 | 2663 0,161 | 3186 0,168 | 4684 0,183 | |
| 0,5 | 25,90 0,053 | 41 0,059 | 98 0,075 | 162 0,076 | 346 0,096 | 522 0,11 | 1000 0,134 | 1955 0,149 | 891 0,126 | 2203 0,159 | 2809 0,169 | 3384 0,178 | 4970 0,194 | |
| 0,55 | 27,20 0,056 | 43 0,062 | 103 0,079 | 168 0,08 | 382 0,101 | 549 0,115 | 1057 0,141 | 2059 0,158 | 837 0,133 | 2323 0,168 | 2955 0,178 | 3535 0,186 | 5256 0,206 | |
| 0,6 | 28,40 0,059 | 45 0,065 | 106 0,082 | 174 0,084 | 384 0,106 | 576 0,122 | 1113 0,148 | 2153 0,165 | 991 0,14 | 2443 0,176 | 3101 0,187 | 3695 0,194 | 5488 0,215 | |
| 0,65 | 30,30 0,061 | 48 0,068 | 110 0,085 | 181 0,089 | 401 0,111 | 597 0,126 | 1161 0,155 | 2245 0,172 | 1033 0,145 | 2542 0,183 | 3239 0,196 | 3842 0,202 | 5710 0,224 | |
| 0,7 | 31 0,064 | 49 0,071 | 114 0,089 | 190 0,092 | 418 0,115 | 619 0,13 | 1207 0,153 | 2337 0,179 | 1074 0,05 | 2641 0,191 | 3354 0,202 | 3994 0,21 | 5937 0,233 | |
| 0,75 | 32,8 0,066 | 52 0,074 | 115 0,09 | 197 0,096 | 433 0,119 | 641 0,135 | 1253 0,16 | 2430 0,186 | 1117 0,157 | 2740 0,198 | 3468 0,209 | 4147 0,218 | 6165 0,242 | |
| 0,8 | 36 0,075 | 57 0,084 | 116 0,091 | 205 0,1 | 447 0,124 | 661 0,139 | 1301 0,166 | 2524 0,193 | 1158 0,163 | 2839 0,205 | 3583 0,216 | 4300 0,227 | 6392 0,25 | |
| 0,85 | 36,6 0,077 | 58 0,085 | 118 0,092 | 211 0,103 | 464 0,128 | 683 0,144 | 1348 0,17 | 2604 0,195 | 1200 0,167 | 2938 0,212 | 3698 0,222 | 4453 0,234 | 6619 0,26 | |
| 0,9 | 37,3 0,078 | 59 0,087 | 123 0,095 | 218 0,106 | 477 0,132 | 705 0,148 | 1395 0,176 | 2676 0,205 | 1241 0,173 | 3015 0,217 | 3813 0,23 | 4605 0,242 | 6804 0,267 | |
| 0,95 | 37,9 0,079 | 60 0,088 | 126 0,098 | 225 0,109 | 491 0,136 | 726 0,152 | 1441 0,182 | 2751 0,21 | 1282 0,179 | 3092 0,224 | 3927 0,237 | 4725 0,248 | 6990 0,274 | |
| 1 | 38,5 0,081 | 61 0,09 | 130 0,1 | 232 0,112 | 505 0,14 | 748 0,156 | 1488 0,187 | 2826 0,216 | 1325 0,184 | 3170 0,229 | 4042 0,244 | 4844 0,254 | 7157 0,281 | |
| 1,1 | 39,8 0,084 | 63 0,093 | 137 0,106 | 244 0,118 | 531 0,147 | 790 0,167 | 1559 0,198 | 2979 0,228 | 1387 0,194 | 3325 0,24 | 4271 0,258 | 5082 0,268 | 7546 0,296 | |
| 1,2 | 41 0,086 | 65 0,096 | 144 0,11 | 255 0,124 | 553 0,153 | 833 0,175 | 1630 0,207 | 3161 0,237 | 1451 0,203 | 3479 0,251 | 4452 0,269 | 5438 0,28 | 7917 0,31 | |
| 1,3 | 42,3 0,088 | 67 0,098 | 150 0,116 | 267 0,13 | 574 0,159 | 871 0,183 | 1707 0,216 | 3221 0,246 | 1514 0,212 | 3634 0,263 | 4631 0,279 | 5560 0,293 | 8234 0,323 | |
| 1,4 | 43,6 0,091 | 69 0,101 | 156 0,121 | 277 0,135 | 596 0,165 | 902 0,19 | 1772 0,225 | 3343 0,255 | 1577 0,22 | 3789 0,274 | 4811 0,29 | 5798 0,305 | 8551 0,335 | |
| 1,5 | 44,2 0,093 | 70 0,104 | 162 0,125 | 288 0,14 | 618 0,171 | 933 0,197 | 1844 0,234 | 3465 0,265 | 1641 0,23 | 3944 0,284 | 4990 0,301 | 6000 0,315 | 8868 0,347 | |
| 1,6 | 45,5 0,095 | 72 0,106 | 168 0,13 | 298 0,145 | 640 0,177 | 965 0,203 | 1914 0,243 | 3535 0,274 | 1704 0,238 | 4069 0,294 | 5171 0,312 | 6201 0,327 | 9182 0,359 | |
| 1,7 | 46,7 0,098 | 74 0,109 | 174 0,134 | 308 0,149 | 661 0,183 | 996 0,209 | 1975 0,25 | 3708 0,283 | 1757 0,245 | 4194 0,303 | 5350 0,322 | 6401 0,337 | 9458 0,371 | |
| 1,8 | 48 0,1 | 76 0,111 | 179 0,139 | 318 0,155 | 683 0,19 | 1027 0,216 | 2033 0,259 | 3830 0,293 | 1810 0,253 | 4317 0,312 | 5501 0,332 | 6601 0,347 | 9735 0,381 | |

Продолжение табл. 46.2

и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| | (117/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | 245/6 | 273/7 | 299/8 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 5182 0,160 | 6942 0,173 | 7905 0,179 | 9207 0,186 | 11 563 0,197 | 12 778 0,196 | 14 562 0,206 | 21 730 0,227 | 29 677 0,240 | 39 589 0,262 | 53 164 0,28 | 67 708 0,299 |
| 5372 0,166 | 7175 0,179 | 8192 0,185 | 9505 0,193 | 11 986 0,205 | 13 317 0,204 | 15 176 0,215 | 22 342 0,233 | 30 082 0,248 | 41 038 0,272 | 55 041 0,29 | 69 836 0,308 |
| 5562 0,172 | 7347 0,185 | 8477 0,192 | 9708 0,199 | 12 346 0,21 | 13 929 0,214 | 15 874 0,225 | 22 965 0,24 | 31 088 0,256 | 42 200 0,28 | 56 995 0,3 | 71 965 0,318 |
| 5753 0,178 | 7643 0,191 | 8763 0,199 | 10 101 0,205 | 12 705 0,216 | 14 549 0,223 | 16 580 0,235 | 23 587 0,246 | 32 093 0,265 | 43 452 0,288 | 58 788 0,31 | 74 093 0,327 |
| 5943 0,183 | 7875 0,197 | 9000 0,204 | 10 399 0,211 | 13 013 0,222 | 14 840 0,228 | 16 912 0,239 | 24 199 0,253 | 33 099 0,273 | 44 493 0,295 | 60 656 0,32 | 76 222 0,336 |
| 6092 0,188 | 8109 0,203 | 9237 0,209 | 10 698 0,217 | 13 424 0,229 | 15 132 0,232 | 17 244 0,244 | 24 822 0,259 | 34 104 0,281 | 45 640 0,302 | 62 154 0,328 | 78 350 0,346 |
| 6465 0,2 | 8593 0,214 | 9828 0,222 | 11 386 0,231 | 14 322 0,244 | 15 768 0,243 | 17 969 0,256 | 26 363 0,275 | 36 576 0,302 | 48 521 0,321 | 65 814 0,347 | 83 559 0,369 |
| 6839 0,211 | 9076 0,227 | 10 419 0,236 | 12 020 0,244 | 15 139 0,259 | 16 580 0,254 | 18 895 0,268 | 27 914 0,291 | 38 405 0,317 | 51 403 0,341 | 69 494 0,366 | 87 929 0,388 |
| 7212 0,222 | 9560 0,239 | 10 891 0,246 | 12 656 0,256 | 15 957 0,272 | 17 293 0,265 | 19 707 0,279 | 29 455 0,306 | 40 235 0,332 | 54 266 0,36 | 73 174 0,386 | 92 309 0,407 |
| 7665 0,234 | 10 045 0,251 | 10 364 0,258 | 13 209 0,268 | 16 670 0,284 | *18 112 0,276 | 20 526 0,291 | 31 005 0,324 | 42 065 0,347 | 56 563 0,375 | 76 682 0,404 | 96 670 0,427 |
| 7877 0,243 | 10 458 0,262 | 11 835 0,268 | 13 763 0,279 | 17 382 0,297 | 18 724 0,287 | 21 338 0,302 | 32 499 0,339 | 43 894 0,362 | 58 856 0,39 | 79 669 0,42 | 100 723 0,445 |
| 8190 0,253 | 10 655 0,272 | 12 301 0,279 | 14 326 0,290 | 18 095 0,309 | 19 442 0,298 | 22 156 0,314 | 33 618 0,351 | 45 723 0,377 | 61 149 0,405 | 82 657 0,436 | 104 188 0,46 |
| 8502 0,263 | 11 283 0,282 | 12 779 0,289 | 14 869 0,302 | 18 723 0,319 | 20 161 0,309 | 22 975 0,325 | 34 729 0,353 | 47 552 0,392 | 63 444 0,42 | 85 625 0,451 | 107 630 0,475 |
| 8813 0,272 | 11 696 0,293 | 13 252 0,3 | 15 360 0,312 | 19 351 0,33 | 20 879 0,38 | 23 794 0,337 | 35 840 0,374 | 49 200 0,406 | 67 736 0,435 | 88 631 0,467 | 111 095 0,49 |
| 9095 0,281 | 12 052 0,301 | 13 724 0,311 | 15 852 0,321 | 19 979 0,341 | 21 592 0,331 | 24 606 0,348 | 36 950 0,386 | 50 630 0,418 | 67 969 0,45 | 91 533 0,482 | 114 537 0,506 |
| 9352 0,277 | 12 407 0,31 | 14 138 0,322 | 16 343 0,332 | 20 469 0,349 | 22 310 0,342 | 25 425 0,36 | 38 070 0,398 | 52 069 0,43 | 69 825 0,463 | 93 885 0,495 | 118 011 0,521 |
| 9610 0,285 | 12 764 0,319 | 14 539 0,329 | 16 810 0,341 | 20 958 0,357 | 23 028 0,353 | 26 243 0,372 | 39 180 0,409 | 53 489 0,441 | 71 681 0,475 | 96 256 0,507 | 121 443 0,536 |
| 9844 0,294 | 13 120 0,328 | 14 922 0,338 | 17 261 0,35 | 21 450 0,366 | 23 741 0,364 | 27 055 0,384 | 40 291 0,421 | 54 906 0,463 | 73 536 0,487 | 98 608 0,52 | 124 885 0,551 |
| 10 381 0,308 | 13 749 0,344 | 15 706 0,355 | 18 148 0,369 | 22 429 0,382 | 24 992 0,383 | 28 481 0,403 | 42 521 0,444 | 57 766 0,477 | 77 248 0,512 | 103 330 0,545 | 131 792 0,582 |
| 10 839 0,322 | 14 424 0,361 | 16 386 0,372 | 18 837 0,384 | 23 410 0,4 | 26 057 0,4 | 29 695 0,421 | 44 358 0,464 | 60 625 0,5 | 80 959 0,536 | 108 053 0,57 | 137 408 0,607 |
| 11 295 0,337 | 15 008 0,375 | 17 068 0,386 | 19 526 0,397 | 24 389 0,416 | 27 098 0,416 | 30 881 0,438 | 46 111 0,482 | 62 975 0,52 | 83 992 0,557 | 112 776 0,594 | 142 775 0,63 |
| 11 076 0,349 | 11 751 0,364 | 15 582 0,389 | 17 749 0,402 | 20 216 0,41 | 25 364 0,433 | 28 132 0,43 | 32 059 0,454 | 47 834 0,5 | 65 301 0,539 | 86 904 0,576 | 117 499 0,619 |
| 11 432 0,362 | 12 170 0,376 | 16 156 0,404 | 18 285 0,414 | 20 905 0,424 | 26 350 0,449 | 29 166 0,417 | 33 238 0,471 | 49 557 0,518 | 67 638 0,558 | 89 816 0,595 | 122 089 0,644 |
| 11 788 0,374 | 12 556 0,388 | 16 729 0,418 | 18 820 0,426 | 21 594 0,439 | 27 330 0,467 | 30 207 0,463 | 34 424 0,488 | 51 472 0,539 | 69 966 0,577 | 92 728 0,614 | 125 768 0,663 |
| 11 144 0,386 | 12 941 0,4 | 17 164 0,428 | 19 356 0,438 | 22 283 0,452 | 28 311 0,483 | 31 242 0,479 | 35 603 0,504 | 59 003 0,554 | 72 204 0,597 | 95 685 0,634 | 128 356 0,682 |
| 11 447 0,397 | 13 326 0,412 | 17 597 0,45 | 19 891 0,467 | 22 973 0,5 | 29 291 0,495 | 32 275 0,495 | 36 781 0,521 | 54 592 0,57 | 74 254 0,613 | 98 566 0,653 | 133 146 0,702 |
| | | | | | | | | | | | 169 020 0,746 |

| Потери давления на трение на 1 м, кг/см ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) |
| 1,9 | 48,6 0,103 | 77 0,114 | 134 0,142 | 228 0,159 | 705 0,195 | 1 058 0,222 | 2 093 0,266 | 3 950 0,302 | 1 862 0,261 | 4 441 0,32 | 5 652 0,341 | 6 804 0,358 | 10 011 0,392 |
| 2 | 49,9 0,105 | 79 0,117 | 140 0,146 | 242 0,166 | 726 0,201 | 1 090 0,229 | 2 163 0,273 | 4 072 0,311 | 1 915 0,268 | 4 566 0,33 | 5 801 0,35 | 6 984 0,368 | 10 257 0,403 |
| 2,2 | 52,4 0,111 | 83 0,123 | 230 0,255 | 356 0,173 | 769 0,217 | 1 152 0,242 | 2 270 0,286 | 4 265 0,327 | 2 021 0,283 | 4 814 0,347 | 6 104 0,368 | 7 132 0,385 | 10 800 0,423 |
| 2,4 | 55 0,113 | 87 0,128 | 240 0,162 | 371 0,18 | 801 0,221 | 1 201 0,252 | 2 350 0,3 | 4 457 0,341 | 2 100 0,295 | 5 023 0,363 | 6 406 0,386 | 7 670 0,404 | 11 268 0,442 |
| 2,6 | 57,4 0,12 | 91 0,131 | 248 0,169 | 387 0,187 | 833 0,231 | 1 250 0,263 | 2 448 0,311 | 4 648 0,355 | 2 179 0,305 | 5 232 0,378 | 6 663 0,402 | 8 013 0,421 | 11 736 0,46 |
| 2,8 | 59,3 0,125 | 94 0,139 | 258 0,176 | 403 0,196 | 865 0,24 | 1 299 0,273 | 2 539 0,321 | 4 844 0,361 | 2 260 0,316 | 5 441 0,392 | 6 921 0,417 | 8 306 0,437 | 12 243 0,478 |
| 3 | 61,9 0,13 | 98 0,144 | 266 0,182 | 416 0,202 | 897 0,248 | 1 348 0,284 | 2 629 0,333 | 5 036 0,385 | 2 340 0,328 | 5 651 0,408 | 7 179 0,433 | 8 597 0,452 | 12 642 0,495 |
| 3,2 | 63,8 0,134 | 101 0,149 | 274 0,188 | 428 0,208 | 929 0,258 | 1 398 0,293 | 2 719 0,344 | 5 194 0,398 | 2 419 0,339 | 5 859 0,423 | 7 437 0,448 | 8 889 0,468 | 13 090 0,513 |
| 3,4 | 66,3 0,14 | 105 0,155 | 282 0,195 | 441 0,214 | 961 0,266 | 1 447 0,305 | 2 809 0,355 | 5 352 0,409 | 2 500 0,35 | 6 021 0,436 | 7 656 0,461 | 9 181 0,483 | 13 465 0,527 |
| 3,6 | 68,8 0,145 | 109 0,161 | 290 0,201 | 454 0,22 | 983 0,275 | 1 487 0,313 | 2 898 0,367 | 5 511 0,421 | 2 580 0,361 | 6 182 0,445 | 7 875 0,475 | 9 400 0,496 | 14 314 0,541 |
| 3,8 | 70,7 0,149 | 112 0,165 | 298 0,207 | 468 0,227 | 1 025 0,284 | 1 529 0,321 | 2 987 0,378 | 5 668 0,434 | 2 658 0,372 | 6 345 0,458 | 8 095 0,488 | 9 700 0,510 | 14 333 0,554 |
| 4 | 72,6 0,152 | 115 0,169 | 306 0,21 | 481 0,232 | 1 057 0,293 | 1 570 0,331 | 3 056 0,387 | 5 827 0,446 | 2 725 0,381 | 6 507 0,47 | 8 311 0,501 | 10 257 0,524 | 14 460 0,567 |
| 4,5 | 77 0,162 | 122 0,18 | 322 0,225 | 513 0,249 | 1 193 0,31 | 1 672 0,352 | 3 250 0,411 | 6 195 0,474 | 2 887 0,405 | 6 911 0,498 | 8 826 0,531 | 10 576 0,556 | 15 302 0,599 |
| 5 | 82 0,172 | 130 0,191 | 336 0,237 | 516 0,265 | 1 193 0,327 | 1 761 0,371 | 3 436 0,435 | 6 529 0,5 | 3 058 0,428 | 7 316 0,528 | 9 314 0,561 | 11 157 0,587 | 16 136 0,632 |
| 5,5 | 86,5 0,181 | 132 0,202 | 376 0,247 | 578 0,280 | 1 246 0,345 | 1 842 0,387 | 3 572 0,453 | 6 866 0,525 | 3 225 0,452 | 7 722 0,557 | 9 784 0,590 | 11 676 0,614 | 16 970 0,665 |
| 6 | 90,3 0,19 | 143 0,211 | 394 0,257 | 611 0,297 | 1 304 0,362 | 1 922 0,405 | 3 810 0,482 | 7 180 0,552 | 3 381 0,476 | 8 064 0,581 | 10 220 0,616 | 12 120 0,638 | 17 805 0,697 |
| 6,5 | 94,7 0,199 | 150 0,221 | 417 0,269 | 632 0,307 | 1 360 0,376 | 2 002 0,421 | 3 959 0,5 | 7 470 0,572 | 3 524 0,494 | 8 406 0,607 | 10 655 0,643 | 12 564 0,661 | 18 640 0,73 |
| 7 | 97,8 0,207 | 155 0,23 | 431 0,279 | 654 0,317 | 1 410 0,39 | 2 083 0,439 | 4 107 0,519 | 7 760 0,593 | 3 655 0,513 | 8 748 0,631 | 10 991 0,662 | 13 009 0,684 | 19 474 0,763 |
| 7,5 | 102,3 0,214 | 162 0,238 | 475 0,290 | 675 0,327 | 1 455 0,405 | 2 163 0,455 | 4 255 0,538 | 8 023 0,616 | 3 787 0,531 | 9 044 0,653 | 11 328 0,683 | 13 454 0,703 | 20 186 0,791 |
| 8 | 105,4 0,222 | 167 0,246 | 488 0,3 | 697 0,338 | 1 511 0,418 | 2 243 0,472 | 4 404 0,556 | 8 308 0,636 | 3 919 0,55 | 9 341 0,675 | 11 493 0,693 | 13 899 0,731 | 20 783 0,815 |
| 8,5 | 109,2 0,23 | 173 0,255 | 502 0,311 | 719 0,348 | 1 562 0,432 | 2 316 0,487 | 4 552 0,576 | 8 566 0,655 | 4 052 0,57 | 9 638 0,695 | 12 000 0,723 | 14 343 0,755 | 21 380 0,837 |
| 9 | 112,4 0,237 | 178 0,263 | 516 0,321 | 741 0,358 | 1 600 0,443 | 2 378 0,5 | 4 679 0,591 | 8 824 0,675 | 4 164 0,585 | 9 894 0,714 | 12 336 0,744 | 14 788 0,778 | 21 976 0,861 |
| 9,5 | 115,5 0,243 | 183 0,27 | 529 0,332 | 761 0,37 | 1 641 0,454 | 2 441 0,514 | 4 805 0,607 | 9 084 0,695 | 4 277 0,6 | 10 121 0,73 | 12 673 0,764 | 15 251 0,801 | 22 572 0,885 |
| 10 | 118,7 0,25 | 188 0,277 | 543 0,342 | 782 0,38 | 1 681 0,465 | 2 504 0,527 | 4 932 0,623 | 9 306 0,712 | 4 389 0,617 | 10 348 0,747 | 13 009 0,784 | 15 677 0,825 | 23 170 0,903 |
| 11 | 125 0,262 | 198 0,291 | 563 0,357 | 825 0,401 | 1 760 0,487 | 2 630 0,553 | 5 184 0,656 | 9 751 0,746 | 4 613 0,549 | 10 803 0,785 | 13 681 0,825 | 16 566 0,871 | 24 363 0,955 |
| 12 | 131 0,274 | 207 0,304 | 583 0,373 | 860 0,417 | 1 840 0,503 | 2 754 0,58 | 5 403 0,684 | 10 196 0,780 | 4 813 0,577 | 11 257 0,813 | 14 354 0,865 | 17 459 0,919 | 25 556 1,001 |
| 13 | 136 0,285 | 215 0,317 | 593 0,388 | 896 0,435 | 1 919 0,531 | 2 850 0,605 | 5 627 0,713 | 10 548 0,807 | 5 013 0,705 | 11 712 0,846 | 15 027 0,905 | 18 172 0,956 | 26 801 1,051 |
| 14 | 141 0,294 | 222 0,327 | 622 0,404 | 931 0,45 | 1 997 0,553 | 2 982 0,627 | 5 856 0,74 | 10 901 0,831 | 5 212 0,738 | 12 166 0,878 | 15 778 0,945 | 18 867 0,992 | 27 813 1,09 |
| 15 | 146 0,304 | 230 0,333 | 643 0,419 | 966 0,469 | 2 077 0,575 | 3 085 0,649 | 6 080 0,768 | 11 255 0,861 | 5 411 0,761 | 12 621 0,91 | 16 331 0,985 | 19 520 1,027 | 28 787 1,128 |
| 16 | 150 0,314 | 236 0,348 | 662 0,435 | 1 001 0,485 | 2 141 0,592 | 3 188 0,670 | 6 276 0,793 | 11 607 0,888 | 5 586 0,786 | 13 075 0,943 | 16 867 1,005 | 20 160 1,031 | 29 731 1,165 |

строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| | (11/4) | (12/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | 245/6 | 273/7 | 299/8 |
|--|--------|--------|--------|-----------|-----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 13 703 | 18 034 | 20 427 | 23 662 | 30 271 | 33 143 | 37 770 | 56 009 | 76 084 | 101 478 | 136 845 | 173 458 |
| | 0,423 | 0,45 | 0,462 | 0,48 | 0,516 | 0,503 | 0,535 | 0,585 | 0,628 | 0,672 | 0,721 | 0,766 |
| | 14 080 | 18 467 | 20 963 | 24 351 | 30 961 | 33 942 | 38 680 | 57 426 | 77 913 | 104 360 | 140 524 | 177 895 |
| | 0,435 | 0,461 | 0,475 | 0,494 | 0,528 | 0,521 | 0,548 | 0,6 | 0,643 | 0,692 | 0,741 | 0,785 |
| | 14 834 | 19 336 | 22 549 | 25 730 | 32 348 | 35 546 | 40 508 | 60 269 | 81 584 | 109 791 | 147 902 | 186 773 |
| | 0,458 | 0,483 | 0,499 | 0,522 | 0,552 | 0,545 | 0,579 | 0,629 | 0,673 | 0,728 | 0,78 | 0,825 |
| | 15 385 | 20 307 | 23 156 | 27 109 | 33 734 | 37 150 | 42 336 | 63 102 | 85 243 | 114 363 | 154 655 | 195 650 |
| | 0,475 | 0,505 | 0,523 | 0,55 | 0,576 | 0,57 | 0,6 | 0,659 | 0,703 | 0,758 | 0,815 | 0,864 |
| | 15 937 | 21 077 | 24 175 | 28 086 | 35 119 | 38 754 | 44 164 | 65 096 | 88 914 | 118 934 | 160 648 | 203 462 |
| | 0,492 | 0,526 | 0,547 | 0,571 | 0,599 | 0,594 | 0,626 | 0,686 | 0,734 | 0,788 | 0,847 | 0,898 |
| | 16 488 | 21 946 | 25 246 | 19 165 | 36 503 | 40 353 | 45 986 | 67 927 | 92 573 | 123 501 | 166 604 | 210 565 |
| | 0,51 | 0,548 | 0,572 | 0,59 | 0,623 | 0,619 | 0,651 | 0,709 | 0,764 | 0,818 | 0,878 | 0,93 |
| | 17 040 | 22 817 | 26 318 | 30 040 | 37 889 | 41 746 | 47 574 | 70 157 | 96 232 | 127 077 | 172 578 | 217 705 |
| | 0,526 | 0,57 | 0,595 | 0,61 | 0,646 | 0,64 | 0,674 | 0,733 | 0,794 | 0,849 | 0,91 | 0,961 |
| | 17 591 | 23 697 | 27 092 | 31 016 | 39 281 | 43 071 | 49 084 | 72 388 | 99 272 | 132 649 | 178 572 | 224 816 |
| | 0,544 | 0,592 | 0,613 | 0,629 | 0,67 | 0,661 | 0,695 | 0,756 | 0,819 | 0,879 | 0,941 | 0,993 |
| | 18 142 | 24 557 | 27 868 | 31 933 | 40 639 | 44 394 | 50 588 | 74 618 | 102 107 | 138 352 | 185 684 | 231 949 |
| | 0,56 | 0,614 | 0,63 | 0,65 | 0,693 | 0,681 | 0,717 | 0,779 | 0,843 | 0,917 | 0,979 | 1,024 |
| | 18 690 | 25 278 | 28 642 | 32 970 | 41 903 | 45 716 | 52 098 | 76 848 | 104 942 | 142 124 | 190 955 | 240 939 |
| | 0,578 | 0,631 | 0,648 | 0,67 | 0,701 | 0,701 | 0,738 | 0,803 | 0,866 | 0,942 | 1 007 | 1,054 |
| | 19 246 | 25 863 | 29 417 | 33 947 | 42 843 | 47 036 | 53 602 | 79 079 | 107 765 | 145 896 | 196 305 | 247 506 |
| | 0,594 | 0,647 | 0,666 | 0,689 | 0,731 | 0,721 | 0,759 | 0,826 | 0,889 | 0,967 | 1,035 | 1,093 |
| | 19 798 | 26 533 | 30 190 | 34 923 | 43 936 | 48 355 | 55 105 | 81 309 | 110 600 | 149 653 | 201 425 | 254 073 |
| | 0,612 | 0,663 | 0,684 | 0,704 | 0,75 | 0,742 | 0,781 | 0,849 | 0,913 | 0,992 | 1,052 | 1,122 |
| | 21 176 | 28 094 | 32 128 | 37 365 | 46 667 | 51 030 | 58 154 | 86 880 | 117 676 | 159 082 | 213 565 | 269 471 |
| | 0,654 | 0,701 | 0,727 | 0,748 | 0,796 | 0,783 | 0,824 | 0,907 | 0,971 | 1,054 | 1,126 | 1,19 |
| | 22 595 | 28 631 | 34 064 | 39 275 | 49 399 | 53 594 | 61 076 | 91 896 | 125 151 | 166 867 | 224 025 | 283 964 |
| | 0,697 | 0,74 | 0,771 | 0,797 | 0,842 | 0,822 | 0,865 | 0,93 | 1,033 | 1,103 | 1,187 | 1,254 |
| | 23 548 | 31 227 | 35 037 | 41 185 | 51 684 | 56 159 | 63 999 | 96 396 | 131 829 | 175 015 | 236 136 | 297 777 |
| | 0,699 | 0,727 | 0,810 | 0,836 | 0,882 | 0,861 | 0,907 | 1,007 | 1,084 | 1,160 | 1,245 | 1,335 |
| | 24 542 | 32 793 | 37 287 | 43 095 | 53 970 | 58 729 | 66 928 | 100 703 | 137 145 | 182 860 | 246 567 | 310 911 |
| | 0,736 | 0,819 | 0,843 | 0,874 | 0,921 | 0,901 | 0,948 | 1,052 | 1,132 | 1,212 | 1,3 | 1,373 |
| | 25 535 | 34 043 | 38 803 | 45 005 | 56 256 | 61 293 | 69 850 | 104 819 | 142 719 | 190 253 | 256 809 | 323 818 |
| | 0,764 | 0,789 | 0,851 | 0,879 | 0,914 | 0,9 | 0,989 | 1,095 | 1,178 | 1,261 | 1,354 | 1,43 |
| | 26 529 | 35 297 | 40 334 | 46 758 | 58 542 | 63 864 | 72 779 | 100 744 | 148 170 | 197 495 | 266 482 | 336 017 |
| | 0,791 | 0,826 | 0,912 | 0,95 | 0,998 | 0,98 | 1,031 | 1,136 | 1,223 | 1,309 | 1,405 | 1,484 |
| | 27 521 | 36 550 | 41 852 | 48 318 | 60 734 | 66 220 | 75 464 | 115 950 | 157 856 | 210 568 | 284 049 | 378 256 |
| | 0,818 | 0,85 | 0,914 | 0,948 | 0,98 | 1,016 | 1,069 | 1,176 | 1,265 | 1,355 | 1,454 | 1,536 |
| | 28 849 | 37 804 | 43 382 | 49 878 | 62 731 | 68 379 | 77 925 | 116 303 | 158 346 | 211 074 | 284 880 | 359 144 |
| | 0,845 | 0,881 | 0,945 | 0,982 | 1,012 | 1,049 | 1,104 | 1,215 | 1,307 | 1,399 | 1,502 | 1,586 |
| | 29 510 | 39 053 | 44 605 | 51 438 | 64 663 | 70 547 | 80 395 | 119 848 | 163 193 | 217 561 | 293 605 | 370 240 |
| | 0,871 | 0,911 | 1 009 | 1 044 | 1 103 | 1 082 | 1 139 | 1 252 | 1 347 | 1 442 | 1 548 | 1 636 |
| | 30 322 | 40 302 | 45 828 | 52 998 | 66 536 | 72 529 | 82 654 | 123 390 | 167 918 | 223 893 | 302 140 | 380 883 |
| | 0,899 | 0,936 | 1 007 | 1 037 | 1 105 | 1 112 | 1 171 | 1 289 | 1 386 | 1 484 | 1 593 | 1 682 |
| | 26 698 | 31 093 | 41 559 | 47 050 | 54 558 | 68 360 | 74 573 | 84 983 | 126 740 | 172 521 | 230 084 | 310 295 |
| | 0,926 | 0,961 | 1 038 | 1 065 | 1 107 | 1 166 | 1 144 | 1 204 | 1 324 | 1 424 | 1 525 | 1 636 |
| | 27 629 | 31 885 | 42 545 | 48 273 | 55 903 | 70 133 | 76 493 | 87 171 | 129 995 | 177 004 | 235 968 | 318 351 |
| | 0,958 | 0,985 | 1 063 | 1 093 | 1 135 | 1 193 | 1 173 | 1 235 | 1 358 | 1 461 | 1 564 | 1 679 |
| | 28 977 | 33 469 | 44 624 | 50 717 | 58 634 | 73 557 | 18 209 | 91 403 | 136 313 | 185 727 | 247 585 | 334 004 |
| | 1 004 | 1 034 | 1 114 | 1 148 | 1 191 | 1 255 | 1 23 | 1 295 | 1 424 | 1 538 | 1 641 | 1 761 |
| | 30 265 | 35 053 | 46 606 | 52 957 | 61 242 | 76 832 | 83 801 | 95 500 | 142 439 | 193 965 | 258 448 | 349 986 |
| | 1 05 | 1 082 | 1 164 | 1 194 | 1 243 | 1 31 | 1 285 | 1 353 | 1 488 | 1 618 | 1 718 | 1 839 |
| | 31 403 | 36 637 | 48 505 | 55 118 | 63 738 | 79 966 | 87 208 | 99 382 | 148 188 | 201 840 | 269 009 | 363 023 |
| | 1 092 | 1 132 | 1 212 | 1 247 | 1 294 | 1 364 | 1 338 | 1 408 | 1 548 | 1 666 | 1 783 | 1 914 |
| | 32 690 | 39 040 | 50 341 | 57 197 | 66 133 | 83 007 | 90 490 | 103 128 | 153 831 | 209 473 | 279 269 | 376 679 |
| | 1 133 | 1 174 | 1 258 | 1 295 | 1 342 | 1 415 | 1 388 | 1 461 | 1 607 | 1 729 | 1 851 | 1 986 |
| | 33 841 | 39 344 | 52 105 | 59 205 | 68 468 | 85 903 | 93 649 | 106 728 | 159 191 | 216 863 | 289 076 | 389 956 |
| | 1 173 | 1 215 | 1 302 | 1 34 | 1 389 | 1 466 | 1 436 | 1 512 | 1 663 | 1 79 | 1 916 | 2 056 |
| | 34 949 | 40 635 | 53 817 | 61 148 | 70 766 | 88 717 | 96 746 | 110 252 | 164 456 | 223 890 | 298 581 | 402 853 |
| | 1 211 | 1 256 | 1 344 | 1 381 | 1 436 | 1 513 | 1 484 | 1 562 | 1 718 | 1 848 | 1 979 | 2 124 |

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего тепла (при $\Delta t=1^\circ\text{C}$), ккал/ч, или проходящей воды, л/ч | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | стальным водопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,2 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102 4) |
| 17 | { 154 0,322 | 243 0,358 | 582 0,449 | 1 030 0,5 | 2 204 0,61 | 3 290 0,692 | 6 471 0,818 | 11 959 0,915 | 5 760 0,811 | 13 530 0,976 | 17 386 1,049 | 20 780 1,093 | 30 647 1,201 |
| 18 | { 159 0,332 | 250 0,369 | 602 0,465 | 1 059 0,514 | 2 267 0,627 | 3 393 0,714 | 6 667 0,843 | 12 312 0,941 | 5 934 0,835 | 13 984 1,009 | 17 891 1,078 | 21 403 1,125 | 31 536 1,236 |
| 19 | { 163 0,34 | 256 0,378 | 617 0,477 | 1 088 0,527 | 2 331 0,645 | 3 530 0,743 | 6 854 0,866 | 12 665 0,969 | 6 100 0,859 | 14 428 1,042 | 18 379 1,108 | 21 969 1,156 | 32 401 1,27 |
| 20 | { 167 0,35 | 264 0,388 | 632 0,488 | 1 117 0,542 | 2 395 0,662 | 3 618 0,761 | 7 028 0,888 | 13 017 0,996 | 6 254 0,88 | 14 850 1,072 | 18 858 1,137 | 22 538 1,186 | 33 240 1,283 |
| 22 | { 173 0,368 | 273 0,409 | 662 0,512 | 1 175 0,57 | 2 521 0,698 | 3 795 0,798 | 7 374 0,931 | 13 723 1,05 | 6 562 0,923 | 15 575 1,124 | 19 784 1,193 | 23 639 1,243 | 34 861 1,367 |
| 24 | { 184 0,387 | 291 0,43 | 693 0,536 | 1 233 0,598 | 2 649 0,733 | 3 922 0,825 | 7 700 0,972 | 14 428 1,103 | 6 854 0,964 | 17 531 1,194 | 20 658 1,245 | 24 591 1,299 | 36 414 1,428 |
| 26 | { 193 0,404 | 305 0,449 | 723 0,558 | 1 277 0,62 | 2 751 0,761 | 4 084 0,869 | 8 015 1,013 | 15 134 1,158 | 7 134 1,004 | 16 930 1,222 | 21 501 1,296 | 25 700 1,351 | 37 903 1,485 |
| 28 | { 201 0,423 | 319 0,47 | 754 0,582 | 1 324 0,642 | 2 853 0,790 | 4 236 0,89 | 8 318 1,051 | 15 671 1,199 | 7 403 1,042 | 17 569 1,268 | 22 313 1,345 | 26 669 1,403 | 39 333 1,542 |
| 30 | { 208 0,435 | 329 0,484 | 779 0,602 | 1 367 0,663 | 2 955 0,818 | 4 388 0,923 | 8 610 1,068 | 16 221 1,241 | 7 663 1,079 | 18 186 1,312 | 23 096 1,393 | 27 607 1,452 | 40 715 1,595 |
| 32 | { 214 0,449 | 339 0,499 | 803 0,62 | 1 428 0,685 | 3 058 0,846 | 4 540 0,956 | 8 893 1,121 | 16 754 1,281 | 7 915 1,114 | 18 834 1,355 | 23 853 1,438 | 28 511 1,5 | 42 051 1,648 |
| 34 | { 220 0,462 | 348 0,514 | 828 0,64 | 1 457 0,717 | 3 189 0,874 | 4 680 0,986 | 9 167 1,158 | 17 271 1,321 | 8 159 1,149 | 19 360 1,398 | 24 251 1,462 | 29 394 1,546 | 43 343 1,698 |
| 36 | { 226 0,476 | 359 0,528 | 853 0,659 | 1 502 0,729 | 3 248 0,899 | 4 825 1,016 | 9 432 1,191 | 17 770 1,36 | 8 395 1,182 | 19 922 1,438 | 25 305 1,525 | 30 241 1,56 | 44 600 1,748 |
| 38 | { 233 0,488 | 369 0,543 | 879 0,709 | 1 547 0,751 | 3 336 0,923 | 4 967 1,045 | 9 691 1,224 | 18 258 1,397 | 8 625 1,214 | 20 467 1,477 | 25 996 1,567 | 31 069 1,635 | 45 819 1,8 |
| 40 | { 239 0,502 | 378 0,557 | 902 0,697 | 1 591 0,777 | 3 425 0,948 | 5 109 1,075 | 9 942 1,256 | 18 732 1,433 | 8 848 1,246 | 21 000 1,516 | 26 671 1,608 | 31 877 1,677 | 47 012 1,843 |
| 45 | { 254 0,535 | 403 0,594 | 952 0,735 | 1 648 0,824 | 3 645 1,007 | 5 293 1,122 | 10 546 1,332 | 19 864 1,519 | 9 385 1,323 | 22 274 1,609 | 28 287 1,705 | 33 811 1,779 | 49 864 1,954 |
| 50 | { 270 0,567 | 427 0,63 | 1 001 0,774 | 1 782 0,868 | 3 818 1,062 | 5 707 1,201 | 11 114 1,403 | 21 561 1,602 | 9 892 1,393 | 23 479 1,694 | 29 819 1,797 | 35 639 1,875 | 52 554 2,06 |
| 55 | { 282 0,595 | 447 0,659 | 1 050 0,811 | 1 866 0,911 | 4 005 1,114 | 5 985 1,26 | 11 658 1,471 | 21 966 1,68 | 10 375 1,461 | 24 624 1,778 | 31 273 1,885 | 37 378 1,966 | 55 127 2,166 |
| 60 | { 295 0,618 | 467 0,687 | 1 099 0,849 | 1 950 0,952 | 4 183 1,164 | 6 252 1,315 | 12 177 1,537 | 22 943 1,755 | 10 837 1,525 | 25 720 1,856 | 32 663 1,969 | 39 041 2,054 | 57 579 2,251 |
| 65 | { 307 0,644 | 480 0,715 | 1 148 0,887 | 2 029 0,989 | 4 354 1,211 | 6 507 1,369 | 12 674 1,6 | 23 825 1,826 | 11 280 1,587 | 26 771 1,932 | 33 981 2,05 | 40 635 2,138 | 59 931 2,348 |
| 70 | { 318 0,670 | 504 0,744 | 1 198 0,925 | 2 105 1,028 | 4 519 1,257 | 6 743 1,42 | 13 023 1,664 | 24 779 1,895 | 11 705 1,647 | 27 779 2,005 | 35 382 2,127 | 42 168 2,218 | 62 193 2,437 |
| 75 | { 331 0,695 | 524 0,772 | 1 241 0,958 | 2 179 1,063 | 4 677 1,300 | 6 990 1,47 | 13 524 1,713 | 25 651 1,962 | 12 123 1,705 | 28 754 2,079 | 36 519 2,201 | 43 648 2,295 | 64 375 2,522 |
| 80 | { 342 0,717 | 541 0,796 | 1 281 0,99 | 2 250 1,097 | 4 830 1,343 | 7 219 1,52 | 13 968 1,775 | 26 517 2,026 | 12 520 1,76 | 29 695 2,143 | 37 718 2,273 | 45 080 2,371 | 66 489 2,606 |
| 85 | { 352 0,737 | 557 0,821 | 1 321 1,020 | 2 321 1,131 | 4 980 1,385 | 7 441 1,565 | 14 392 1,83 | 27 332 2,039 | 12 905 1,815 | 30 613 2,343 | 38 876 2,44 | 46 466 2,444 | 68 533 2,686 |
| 90 | { 362 0,761 | 574 0,845 | 1 360 1,05 | 2 390 1,164 | 5 123 1,425 | 7 657 1,611 | 15 805 1,883 | 28 125 2,15 | 13 279 1,866 | 31 499 2,273 | 40 004 2,411 | 47 810 2,515 | 70 521 2,763 |
| 95 | { 372 0,782 | 589 0,868 | 1 397 1,078 | 2 452 1,195 | 5 264 1,463 | 7 862 1,65 | 15 220 1,935 | 28 895 2,203 | 13 642 1,929 | 32 363 2,366 | 41 100 2,477 | 49 124 2,584 | 72 450 2,84 |
| 100 | { 382 0,802 | 605 0,89 | 1 433 1,103 | 2 517 1,288 | 5 401 1,501 | 8 071 1,698 | 15 616 1,994 | 29 646 2,265 | 13 998 1,98 | 33 202 2,397 | 42 162 2,541 | 50 400 2,651 | 74 332 2,913 |
| 110 | { 400 0,842 | 634 0,934 | 1 503 1,161 | 2 640 1,288 | 5 565 1,576 | 8 465 1,781 | 16 378 2,088 | 31 093 2,376 | 14 682 2,075 | 34 824 2,513 | 44 227 2,665 | 52 860 2,781 | 77 969 3,055 |
| 120 | { 418 0,878 | 662 0,975 | 1 570 1,212 | 2 757 1,346 | 5 916 1,646 | 8 841 1,86 | 17 107 2,181 | 32 487 2,472 | 15 334 2,168 | 36 374 2,625 | 46 193 2,784 | 55 211 2,905 | |

**ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ
ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ($\gamma_{\text{ср}} = 983,2 \text{ кг/м}^3$)**

| Скорость движения воды, м/с | Потери давления, кгс/м ² , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0,01 | 0,005 | 0,003 | 0,015 | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,035 | 0,04 | 0,015 | 0,05 |
| 0,015 | 0,011 | 0,003 | 0,034 | 0,045 | 0,056 | 0,068 | 0,079 | 0,090 | 0,102 | 0,113 |
| 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 |
| 0,025 | 0,031 | 0,063 | 0,094 | 0,125 | 0,157 | 0,188 | 0,219 | 0,251 | 0,282 | 0,313 |
| 0,03 | 0,045 | 0,09 | 0,135 | 0,180 | 0,226 | 0,271 | 0,316 | 0,361 | 0,406 | 0,451 |
| 0,035 | 0,061 | 0,123 | 0,184 | 0,246 | 0,307 | 0,368 | 0,430 | 0,491 | 0,553 | 0,614 |
| 0,04 | 0,08 | 0,16 | 0,241 | 0,321 | 0,401 | 0,481 | 0,561 | 0,642 | 0,722 | 0,802 |
| 0,045 | 0,102 | 0,203 | 0,304 | 0,406 | 0,507 | 0,609 | 0,710 | 0,812 | 0,913 | 1,015 |
| 0,05 | 0,125 | 0,251 | 0,376 | 0,501 | 0,626 | 0,752 | 0,877 | 1,002 | 1,128 | 1,253 |
| 0,055 | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 0,61 | 0,76 | 0,91 | 1,06 | 1,21 | 1,36 | 1,52 |
| 0,06 | 0,18 | 0,36 | 0,54 | 0,72 | 0,90 | 1,08 | 1,26 | 1,44 | 1,62 | 1,80 |
| 0,065 | 0,21 | 0,42 | 0,64 | 0,85 | 1,06 | 1,27 | 1,48 | 1,69 | 1,91 | 2,12 |
| 0,07 | 0,25 | 0,49 | 0,74 | 0,98 | 1,23 | 1,47 | 1,72 | 1,96 | 2,21 | 2,46 |
| 0,075 | 0,28 | 0,56 | 0,85 | 1,13 | 1,40 | 1,69 | 1,97 | 2,26 | 2,54 | 2,82 |
| 0,08 | 0,32 | 0,64 | 0,96 | 1,28 | 1,60 | 1,92 | 2,25 | 2,57 | 2,89 | 3,21 |
| 0,085 | 0,36 | 0,72 | 1,09 | 1,45 | 1,81 | 2,17 | 2,53 | 2,90 | 3,26 | 3,62 |
| 0,09 | 0,41 | 0,81 | 1,22 | 1,62 | 2,03 | 2,44 | 2,84 | 3,25 | 3,65 | 4,06 |
| 0,095 | 0,45 | 0,9 | 1,36 | 1,81 | 2,26 | 2,71 | 3,17 | 3,62 | 4,07 | 4,52 |
| 0,1 | 0,50 | 1 | 1,5 | 2 | 2,51 | 3,01 | 3,51 | 4,01 | 4,51 | 5,01 |
| 0,105 | 0,55 | 1,11 | 1,66 | 2,21 | 2,76 | 3,32 | 3,87 | 4,42 | 4,97 | 5,53 |
| 0,11 | 0,61 | 1,21 | 1,82 | 2,43 | 3,03 | 3,64 | 4,24 | 4,85 | 5,46 | 6,06 |
| 0,115 | 0,66 | 1,33 | 1,99 | 2,65 | 3,31 | 3,98 | 4,64 | 5,30 | 5,96 | 6,63 |
| 0,12 | 0,72 | 1,44 | 2,16 | 2,89 | 3,51 | 4,33 | 5,05 | 5,77 | 6,49 | 7,22 |
| 0,125 | 0,78 | 1,57 | 2,35 | 3,13 | 3,92 | 4,7 | 5,48 | 6,26 | 7,05 | 7,83 |
| 0,13 | 0,85 | 1,69 | 2,54 | 3,39 | 4,23 | 5,08 | 5,93 | 6,78 | 7,62 | 8,47 |
| 0,135 | 0,91 | 1,83 | 2,74 | 3,65 | 4,57 | 5,48 | 6,39 | 7,31 | 8,22 | 9,13 |
| 0,14 | 0,98 | 1,96 | 2,95 | 3,93 | 4,91 | 5,89 | 6,88 | 7,86 | 8,84 | 9,82 |
| 0,145 | 1,05 | 2,11 | 3,16 | 4,21 | 5,27 | 6,32 | 7,38 | 8,43 | 9,48 | 10,54 |
| 0,15 | 1,13 | 2,26 | 3,38 | 4,51 | 5,64 | 6,77 | 7,89 | 9,02 | 10,15 | 11,28 |
| 0,155 | 1,20 | 2,41 | 3,61 | 4,82 | 6,02 | 7,22 | 8,43 | 9,63 | 10,84 | 12,04 |
| 0,16 | 1,28 | 2,57 | 3,85 | 5,13 | 6,41 | 7,70 | 8,98 | 10,26 | 11,55 | 12,83 |
| 0,165 | 1,36 | 2,73 | 4,09 | 5,46 | 6,82 | 8,19 | 9,55 | 10,92 | 12,28 | 13,64 |
| 0,17 | 1,45 | 2,90 | 4,34 | 5,79 | 7,24 | 8,69 | 10,14 | 11,59 | 13,03 | 14,48 |
| 0,175 | 1,53 | 3,07 | 4,6 | 6,14 | 7,67 | 9,21 | 10,7 | 12,3 | 13,8 | 15,3 |
| 0,18 | 1,62 | 3,25 | 4,87 | 6,49 | 8,12 | 9,74 | 11,4 | 13 | 14,6 | 16,2 |
| 0,185 | 1,72 | 3,43 | 5,15 | 6,86 | 8,58 | 10,3 | 12 | 13,7 | 15,4 | 17,2 |
| 0,19 | 1,81 | 3,62 | 5,43 | 7,24 | 9,05 | 10,9 | 12,7 | 14,5 | 16,3 | 18,1 |
| 0,195 | 1,91 | 3,81 | 5,72 | 7,62 | 9,53 | 11,4 | 13,3 | 15,2 | 17,2 | 19,1 |
| 0,2 | 2 | 4,01 | 6,01 | 8,02 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 0,205 | 2,1 | 4,2 | 6,3 | 8,4 | 10,5 | 12,6 | 14,7 | 16,8 | 19 | 21,1 |
| 0,21 | 2,2 | 4,4 | 6,6 | 8,8 | 11,1 | 13,2 | 15,5 | 17,7 | 19,9 | 22,1 |
| 0,215 | 2,3 | 4,6 | 6,9 | 9,3 | 11,6 | 13,9 | 16,2 | 18,5 | 20,8 | 23,2 |
| 0,22 | 2,4 | 4,9 | 7,3 | 9,7 | 12,1 | 14,6 | 17 | 19,4 | 21,8 | 24,3 |
| 0,225 | 2,5 | 5,1 | 7,6 | 10,1 | 12,7 | 15,2 | 17,8 | 20,3 | 22,8 | 25,4 |
| 0,23 | 2,7 | 5,3 | 8 | 10,6 | 13,3 | 15,9 | 18,6 | 21,2 | 23,9 | 26,5 |
| 0,235 | 2,8 | 5,5 | 8,3 | 11,1 | 13,8 | 16,6 | 19,4 | 22,1 | 24,9 | 27,7 |
| 0,24 | 2,9 | 5,8 | 8,7 | 11,5 | 14,4 | 17,3 | 20,2 | 23,1 | 26,0 | 28,9 |
| 0,245 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21,1 | 24,1 | 27,1 | 30,1 |

Продолжение табл. 46.3

| Потери давления, кгс/м ² , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0,1 | 3,1 | 6,3 | 9,4 | 12,5 | 15,7 | 18,8 | 21,9 | 25,1 | 28,2 | 31,3 |
| 0,11 | 3,3 | 6,5 | 9,8 | 13 | 16,3 | 19,6 | 22,8 | 26,1 | 29,3 | 32,6 |
| 0,12 | 3,4 | 6,8 | 10,2 | 13,6 | 16,9 | 20,3 | 23,7 | 27,1 | 30,5 | 33,9 |
| 0,13 | 3,5 | 7 | 10,6 | 14,1 | 17,6 | 21,1 | 24,6 | 28,2 | 31,7 | 35,2 |
| 0,14 | 3,7 | 7,3 | 11 | 14,6 | 18,3 | 21,9 | 25,6 | 29,2 | 32,9 | 35,5 |
| 0,15 | 3,8 | 7,6 | 11,4 | 15,2 | 18,9 | 22,7 | 26,5 | 30,3 | 34,1 | 37,9 |
| 0,16 | 3,9 | 7,9 | 11,8 | 15,7 | 19,6 | 23,6 | 27,5 | 31,4 | 35,4 | 39,3 |
| 0,17 | 4,1 | 8,1 | 12,2 | 16,3 | 20,4 | 24,4 | 28,5 | 32,6 | 36,6 | 40,7 |
| 0,18 | 4,2 | 8,4 | 12,6 | 16,9 | 21,1 | 25,3 | 29,5 | 33,7 | 37,9 | 42,1 |
| 0,19 | 4,4 | 8,7 | 13,1 | 17,4 | 21,8 | 26,2 | 30,5 | 34,9 | 39,3 | 43,6 |
| 0,2 | 4,5 | 9 | 13,5 | 18 | 22,6 | 27,1 | 31,6 | 36,1 | 40,6 | 45,1 |
| 0,21 | 4,7 | 9,3 | 14 | 18,6 | 23,3 | 28 | 32,6 | 37,3 | 42 | 46,6 |
| 0,22 | 4,8 | 9,6 | 14,4 | 19,3 | 24,1 | 28,9 | 33,7 | 38,5 | 43,3 | 48,2 |
| 0,23 | 5 | 9,9 | 14,9 | 19,9 | 24,9 | 29,8 | 34,8 | 39,8 | 44,8 | 49,7 |
| 0,24 | 5,1 | 10,3 | 15,4 | 20,5 | 25,7 | 30,8 | 35,9 | 41,1 | 46,2 | 51,3 |
| 0,25 | 5,3 | 10,6 | 15,9 | 21,2 | 26,5 | 31,8 | 37,1 | 42,3 | 47,6 | 52,9 |
| 0,26 | 5,5 | 10,9 | 16,4 | 21,8 | 27,3 | 32,7 | 38,2 | 43,7 | 49,1 | 54,6 |
| 0,27 | 5,6 | 11,2 | 16,9 | 22,5 | 28,1 | 33,7 | 39,4 | 45 | 50,6 | 56,2 |
| 0,28 | 5,8 | 11,6 | 17,4 | 23,2 | 29 | 34,8 | 40,6 | 46,3 | 52,1 | 57,9 |
| 0,29 | 6 | 11,9 | 17,9 | 23,9 | 29,8 | 35,8 | 41,8 | 47,7 | 53,7 | 59,6 |
| 0,3 | 6,1 | 12,3 | 18,4 | 24,6 | 30,7 | 36,8 | 43 | 49,1 | 55,3 | 61,4 |
| 0,31 | 6,3 | 12,6 | 18,9 | 25,3 | 31,6 | 37,0 | 44,2 | 50,5 | 56,8 | 63,2 |
| 0,32 | 6,5 | 13 | 19,5 | 26 | 32,5 | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 |
| 0,33 | 6,7 | 13,4 | 20 | 26,7 | 33,4 | 40,1 | 46,7 | 53,4 | 60,1 | 66,8 |
| 0,34 | 6,9 | 13,7 | 20,6 | 27,4 | 34,3 | 41,2 | 48 | 54,9 | 61,7 | 68,6 |
| 0,35 | 7 | 14,1 | 21,1 | 28,2 | 35,2 | 42,3 | 49,3 | 66,4 | 63,4 | 70,5 |
| 0,36 | 7,2 | 14,5 | 21,7 | 28,9 | 36,2 | 43,4 | 50,7 | 67,9 | 65,1 | 72,4 |
| 0,37 | 7,4 | 14,9 | 22,3 | 29,7 | 37,1 | 44,6 | 52 | 69,4 | 66,9 | 74,3 |
| 0,38 | 7,6 | 15,2 | 22,9 | 30,5 | 38,1 | 45,7 | 53,4 | 71 | 68,6 | 76,2 |
| 0,39 | 7,8 | 15,6 | 23,5 | 31,3 | 39,1 | 46,9 | 54,7 | 72,6 | 70,4 | 78,2 |
| 0,4 | 8 | 16 | 24,1 | 32,1 | 40,1 | 48,1 | 56,1 | 74,1 | 72,2 | 80,2 |
| 0,405 | 8,2 | 16,4 | 24,7 | 32,9 | 41,1 | 49,3 | 57,5 | 75,9 | 74 | 82,2 |
| 0,41 | 8,4 | 16,8 | 25,3 | 33,7 | 42,1 | 50,5 | 59 | 77,6 | 76,8 | 84,2 |
| 0,415 | 8,6 | 17,3 | 25,9 | 34,5 | 43,2 | 51,8 | 60,4 | 79,4 | 77,7 | 86,3 |
| 0,42 | 8,8 | 17,7 | 26,5 | 35,4 | 44,2 | 53 | 61,9 | 81,2 | 79,6 | 88,4 |
| 0,425 | 9,1 | 18,1 | 27,2 | 36,2 | 45,3 | 54,3 | 63,4 | 83 | 81,5 | 90,5 |
| 0,43 | 9,3 | 18,5 | 27,8 | 37,1 | 46,3 | 55,6 | 64,9 | 84,9 | 83,4 | 92,7 |
| 0,435 | 9,5 | 19 | 28,4 | 37,9 | 47,4 | 56,9 | 66,4 | 86,4 | 85,3 | 94,8 |
| 0,44 | 9,7 | 19,4 | 29,1 | 38,8 | 48,5 | 58,2 | 67,9 | 87,9 | 87,3 | 97 |
| 0,445 | 9,9 | 19,8 | 29,8 | 39,7 | 49,6 | 59,5 | 69,5 | 89,4 | 89,3 | 99,2 |
| 0,45 | 10,1 | 20,3 | 30,4 | 40,6 | 50,7 | 60,9 | 71 | 91,2 | 91,3 | 101,5 |
| 0,455 | 10,4 | 20,8 | 31,1 | 41,5 | 51,9 | 62,3 | 72,6 | 93 | 93,4 | 103,8 |
| 0,46 | 10,6 | 21,2 | 31,9 | 42,4 | 53 | 63,6 | 74,2 | 94,8 | 95,4 | 106 |
| 0,465 | 10,8 | 21,7 | 32,5 | 43,3 | 54,2 | 65 | 75,9 | 96,7 | 97,5 | 108,4 |
| 0,47 | 11,1 | 22,1 | 33,2 | 44,3 | 55,4 | 66,4 | 77,5 | 98,6 | 99,6 | 110,7 |
| 0,475 | 11,3 | 22,6 | 33,9 | 45,2 | 56,5 | 67,8 | 79,1 | 100,5 | 101,8 | 113,1 |
| 0,48 | 11,5 | 23,1 | 34,6 | 46,2 | 57,7 | 69,3 | 80,8 | 102,4 | 103,9 | 115,5 |
| 0,485 | 11,8 | 23,6 | 35,4 | 47,2 | 58,9 | 70,7 | 82,5 | 104,3 | 106,1 | 117,9 |

| Скорость движения воды, м/с | Потери давления, кгс/м ² , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0,49 | 12 | 24,1 | 36,1 | 48,1 | 60,2 | 72,2 | 84,2 | 96,2 | 108,3 | 120,3 |
| 0,495 | 12,3 | 24,6 | 36,8 | 49,1 | 61,4 | 73,7 | 86 | 98,2 | 110,5 | 122,8 |
| 0,5 | 12,5 | 25,1 | 37,6 | 50,1 | 62,6 | 75,2 | 87,7 | 100,2 | 112,8 | 125,3 |
| 0,51 | 13 | 26,1 | 39,1 | 52,1 | 65,2 | 78,2 | 91,2 | 104,3 | 117,3 | 130,4 |
| 0,52 | 13,6 | 27,1 | 40,7 | 54,2 | 67,8 | 81,3 | 94,9 | 108,4 | 122 | 135,5 |
| 0,53 | 14,1 | 28,2 | 42,2 | 56,3 | 70,4 | 84,5 | 98,5 | 112,6 | 126,7 | 140,8 |
| 0,54 | 14,6 | 29,2 | 43,8 | 58,5 | 73,1 | 87,7 | 102,3 | 116,9 | 131,5 | 146,1 |
| 0,55 | 15,2 | 30,3 | 45,6 | 60,6 | 75,8 | 91 | 106,1 | 121,3 | 136,4 | 151,6 |
| 0,56 | 15,7 | 31,4 | 47,1 | 62,9 | 78,6 | 94,3 | 110 | 125,7 | 141,4 | 157,2 |
| 0,57 | 16,3 | 32,6 | 48,8 | 65,1 | 81,4 | 97,7 | 114 | 130,3 | 146,5 | 162,8 |
| 0,58 | 16,9 | 33,7 | 50,6 | 67,4 | 84,3 | 101,2 | 118 | 134,9 | 151,7 | 168,6 |
| 0,59 | 17,4 | 34,9 | 52,3 | 69,8 | 87,2 | 104,7 | 122,1 | 139,6 | 157 | 174,4 |
| 0,6 | 18 | 36,1 | 54,1 | 72,2 | 90,2 | 108,2 | 126,3 | 144,3 | 162,3 | 180,4 |
| 0,61 | 18,7 | 37,3 | 56 | 74,6 | 93,3 | 111,9 | 130,6 | 149,2 | 167,9 | 186,5 |
| 0,62 | 19,3 | 38,5 | 57,8 | 77,1 | 96,3 | 115,6 | 134,8 | 154,1 | 173,4 | 192,6 |
| 0,63 | 19,9 | 39,8 | 59,7 | 79,6 | 99,5 | 119,3 | 139,2 | 159,1 | 179,6 | 198,9 |
| 0,64 | 20,5 | 41,1 | 61,6 | 82,1 | 102,6 | 123,2 | 143,7 | 164,2 | 184,7 | 205,3 |
| 0,65 | 21,2 | 42,3 | 63,5 | 84,7 | 105,9 | 127 | 148,2 | 169,4 | 190,6 | 211,7 |
| 0,66 | 21,8 | 43,7 | 65,5 | 87,3 | 109,8 | 131 | 152,8 | 174,6 | 196,5 | 218,3 |
| 0,67 | 22,5 | 45 | 67,5 | 90 | 112,5 | 135 | 157,5 | 180 | 202,5 | 225 |
| 0,68 | 23,2 | 46,3 | 69,5 | 92,7 | 115,9 | 139 | 162,2 | 185,4 | 208,6 | 231,7 |
| 0,69 | 23,9 | 47,7 | 71,6 | 95,4 | 119,3 | 143,2 | 167 | 190,9 | 214,7 | 238,6 |
| 0,70 | 24,6 | 49,1 | 73,7 | 98,2 | 122,8 | 147,3 | 171,9 | 196,4 | 221 | 245,6 |
| 0,71 | 25,3 | 50,5 | 75,8 | 101,1 | 126,3 | 151,6 | 176,8 | 202,1 | 227,4 | 252,6 |
| 0,72 | 26 | 52 | 77,9 | 103,9 | 129,9 | 155,9 | 181,9 | 207,8 | 233,8 | 259,8 |
| 0,73 | 26,7 | 53,3 | 80,1 | 106,8 | 133,5 | 160,2 | 186,9 | 213,6 | 240,4 | 267,1 |
| 0,74 | 27,4 | 54,9 | 82,3 | 109,4 | 137,2 | 164,7 | 192,1 | 219,5 | 247 | 274,4 |
| 0,75 | 28,2 | 56,4 | 88,6 | 112,8 | 141 | 169,1 | 197,3 | 225,5 | 253,7 | 281,9 |
| 0,76 | 28,9 | 57,9 | 86,8 | 115,8 | 144,7 | 173,7 | 202,6 | 231,6 | 260,5 | 289,5 |
| 0,77 | 29,7 | 59,4 | 89,1 | 118,9 | 148,6 | 178,3 | 208 | 237,7 | 267,4 | 297,1 |
| 0,78 | 30,5 | 61 | 91,5 | 122 | 152,5 | 182,9 | 213,4 | 243,9 | 274,4 | 304,9 |
| 0,79 | 31,3 | 62,6 | 93,8 | 125,1 | 156,4 | 187,7 | 218,9 | 250,2 | 281,5 | 312,8 |
| 0,8 | 32,1 | 64,1 | 96,2 | 128,3 | 160,4 | 192,4 | 224,5 | 256,6 | 288,7 | 320,7 |
| 0,85 | 36,2 | 72,4 | 108,6 | 144,8 | 181 | 217,2 | 253,5 | 289,7 | 325,9 | 362,1 |
| 0,9 | 40,6 | 81,2 | 121,8 | 162,4 | 203 | 243,6 | 284,1 | 324,7 | 365,3 | 405,9 |
| 0,95 | 45,2 | 90,5 | 135,7 | 180,9 | 226,1 | 271,4 | 316,6 | 361,8 | 407,1 | 452,3 |
| 1 | 50 | 110 | 150 | 200 | 251 | 301 | 351 | 401 | 451 | 501 |
| 1,05 | 55 | 111 | 166 | 221 | 276 | 332 | 387 | 442 | 497 | 553 |
| 1,1 | 61 | 121 | 182 | 243 | 303 | 364 | 424 | 485 | 546 | 606 |
| 1,15 | 66 | 133 | 199 | 265 | 331 | 398 | 464 | 530 | 596 | 663 |
| 1,2 | 72 | 144 | 216 | 289 | 361 | 433 | 505 | 577 | 649 | 722 |
| 1,25 | 78 | 157 | 235 | 313 | 392 | 470 | 548 | 626 | 705 | 783 |
| 1,3 | 85 | 169 | 254 | 339 | 423 | 508 | 593 | 678 | 762 | 847 |
| 1,35 | 91 | 183 | 274 | 365 | 457 | 548 | 639 | 731 | 822 | 913 |
| 1,4 | 98 | 196 | 295 | 393 | 491 | 589 | 688 | 786 | 884 | 982 |

Продолжение табл. 46.3

| Глубина здания, м | Потери давления, кгс/м ² , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 105 | 105 | 211 | 316 | 421 | 527 | 632 | 738 | 843 | 948 | 1054 |
| 113 | 113 | 226 | 338 | 451 | 564 | 677 | 789 | 902 | 1015 | 1128 |
| 120 | 120 | 241 | 361 | 482 | 602 | 722 | 843 | 963 | 1084 | 1204 |
| 128 | 128 | 257 | 385 | 513 | 641 | 770 | 898 | 1026 | 1155 | 1283 |
| 136 | 136 | 273 | 409 | 546 | 682 | 819 | 955 | 1091 | 1228 | 1364 |
| 145 | 145 | 290 | 434 | 579 | 724 | 869 | 1014 | 1159 | 1303 | 1448 |
| 153 | 153 | 307 | 460 | 614 | 767 | 921 | 1074 | 1228 | 1381 | 1535 |
| 162 | 162 | 325 | 487 | 649 | 812 | 974 | 1137 | 1299 | 1461 | 1624 |
| 172 | 172 | 343 | 515 | 686 | 858 | 1029 | 1201 | 1372 | 1544 | 1715 |
| 181 | 181 | 362 | 543 | 724 | 905 | 1085 | 1266 | 1447 | 1628 | 1809 |
| 191 | 191 | 381 | 572 | 762 | 953 | 1143 | 1334 | 1525 | 1715 | 1906 |
| 200 | 200 | 401 | 601 | 802 | 1002 | 1203 | 1403 | 1604 | 1804 | 2005 |
| 211 | 211 | 421 | 632 | 842 | 1053 | 1264 | 1474 | 1685 | 1895 | 2106 |
| 221 | 221 | 442 | 668 | 884 | 1105 | 1326 | 1547 | 1768 | 1989 | 2210 |
| 232 | 232 | 463 | 695 | 927 | 1158 | 1390 | 1622 | 1853 | 2085 | 2317 |
| 243 | 243 | 485 | 728 | 970 | 1213 | 1455 | 1698 | 1940 | 2183 | 2426 |
| 254 | 254 | 507 | 761 | 1015 | 1269 | 1522 | 1776 | 2030 | 2283 | 2537 |
| 265 | 265 | 530 | 795 | 1060 | 1326 | 1591 | 1856 | 2121 | 2386 | 2651 |
| 277 | 277 | 554 | 830 | 1107 | 1384 | 1661 | 1937 | 2214 | 2491 | 2768 |
| 289 | 289 | 577 | 866 | 1155 | 1443 | 1732 | 2021 | 2309 | 2593 | 2887 |
| 301 | 301 | 602 | 902 | 1203 | 1504 | 1805 | 2106 | 2407 | 2707 | 3008 |
| 313 | 313 | 626 | 940 | 1253 | 1566 | 1879 | 2193 | 2506 | 2819 | 3132 |
| 326 | 326 | 652 | 978 | 1303 | 1629 | 1955 | 2281 | 2607 | 2933 | 3259 |
| 339 | 339 | 678 | 1016 | 1355 | 1694 | 2033 | 2371 | 2710 | 3049 | 3388 |
| 352 | 352 | 704 | 1056 | 1408 | 1760 | 2112 | 2464 | 2815 | 3167 | 3519 |
| 365 | 365 | 731 | 1096 | 1461 | 1827 | 2192 | 2557 | 2923 | 3288 | 3653 |
| 379 | 379 | 758 | 1137 | 1516 | 1895 | 2274 | 2653 | 3032 | 3411 | 3790 |
| 393 | 393 | 786 | 1179 | 1572 | 1964 | 2357 | 2750 | 3143 | 3535 | 3929 |
| 407 | 407 | 814 | 1221 | 1628 | 2035 | 2442 | 2849 | 3256 | 3664 | 4071 |
| 421 | 421 | 843 | 1264 | 1686 | 2107 | 2529 | 2950 | 3372 | 3793 | 4215 |
| 436 | 436 | 872 | 1308 | 1744 | 2181 | 2617 | 3053 | 3489 | 3925 | 4361 |
| 451 | 451 | 902 | 1353 | 1804 | 2255 | 2706 | 3157 | 3608 | 4059 | 4510 |
| 482 | 482 | 963 | 1445 | 1925 | 2403 | 2890 | 3371 | 3853 | 4334 | 4816 |

Объемная масса воды принята для систем отопления с температурой теплоносителя 95° С. При температуре теплоносителя от 150° С фактические потери давления будут менее приведенных на 0,5—1,5% (в зависимости от температуры теплоносителя).

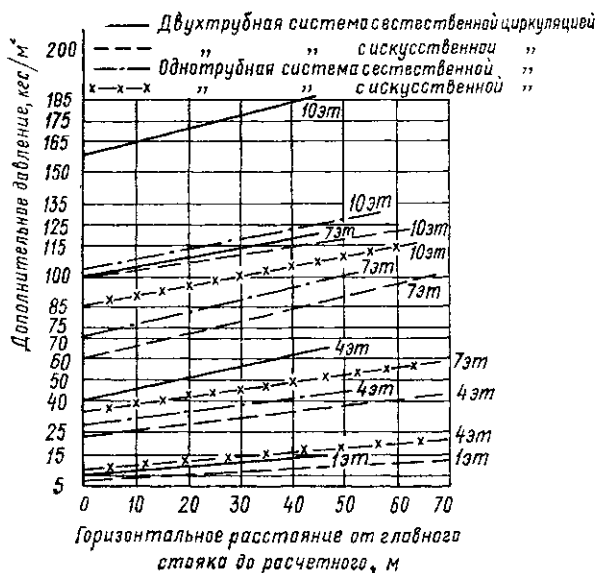


Рис. 46.1. График для определения дополнительных давлений, образующихся вследствие охлаждения воды в трубопроводах (к табл. 46.1—46.3)

Примечания: 1. График составлен для открытой прокладки стояков при изолированных магистральных трубопроводах.

2. При прокладке стояков в бороздах без изоляции вводят поправочный коэффициент 0,75

3. При прокладке стояков в бороздах с изоляцией дополнительное давление, образующееся вследствие охлаждения воды, не учитывают.

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО

Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)

сальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм

| Потери давления на трение по Г.В. кгс/м ² | Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка) | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 |
| 0,5 | 225 2,62 | 674 2,9 | 1284 2,9 | 2034 2,9 | 4490 3,65 | 6830 4,2 | 13 420 5,06 | 25 522 5,7 |
| 0,55 | 438 2,46 | 686 2,95 | 1351 3,05 | 2174 3,1 | 4736 3,85 | 7155 4,4 | 14 120 5,26 | 27 089 6,06 |
| 0,6 | 440 2,7 | 697 3 | 1396 3,15 | 2244 3,2 | 4982 4,05 | 7562 4,65 | 14 880 5,58 | 28 209 6,3 |
| 0,65 | 448 2,75 | 709 3,05 | 1440 3,25 | 2350 3,35 | 5228 4,25 | 7806 4,8 | 15 480 5,82 | 29 328 6,55 |
| 0,7 | 455 2,79 | 721 3,1 | 1484 3,35 | 2455 3,5 | 5413 4,4 | 8050 4,95 | 16 220 6,11 | 30 672 6,85 |
| 0,75 | 462 2,84 | 732 3,15 | 1506 3,4 | 2560 3,65 | 5659 4,6 | 8375 5,15 | 16 820 6,35 | 32 015 7,15 |
| 0,8 | 470 2,88 | 744 3,2 | 1528 3,45 | 2665 3,8 | 5843 4,75 | 8619 5,3 | 17 450 6,54 | 33 134 7,4 |
| 0,85 | 477 2,93 | 755 3,25 | 1551 3,5 | 2735 3,9 | 6028 4,9 | 8944 5,5 | 17 750 6,68 | 34 030 7,6 |
| 0,9 | 484 2,97 | 767 3,3 | 1595 3,6 | 2841 4,05 | 6212 5,05 | 9188 5,65 | 18 580 6,97 | 34 925 7,8 |
| 0,95 | 492 3,02 | 779 3,35 | 1639 3,7 | 2911 4,15 | 6397 5,2 | 9513 6,85 | 19 100 7,11 | 36 045 8,05 |
| 1 | 499 3,07 | 790 3,4 | 1760 3,85 | 3016 4,3 | 6581 5,35 | 9757 6 | 19 600 7,36 | 36 940 8,25 |
| 1,1 | 521 3,2 | 825 3,55 | 1794 4,05 | 3191 4,55 | 6889 5,6 | 10 326 6,35 | 20 750 7,78 | 38 955 8,7 |
| 1,2 | 535 3,29 | 848 3,65 | 1863 4,25 | 3332 4,75 | 7192 5,85 | 10 896 6,7 | 21 575 8,12 | 40 298 9 |
| 1,3 | 550 3,37 | 872 3,75 | 1971 4,45 | 3472 4,95 | 7504 6,1 | 11 383 7 | 22 430 8,45 | 42 089 9,4 |
| 1,4 | 565 3,47 | 895 3,85 | 2038 4,6 | 3612 5,15 | 7750 6,3 | 11 790 7,25 | 23 470 8,75 | 43 657 9,75 |
| 1,5 | 587 3,6 | 930 4 | 2127 4,8 | 3752 5,35 | 8057 6,55 | 12 197 7,5 | 24 380 9,18 | 45 448 10,15 |
| 1,6 | 594 3,65 | 941 4,05 | 2193 4,95 | 3893 5,55 | 8303 6,75 | 12 603 7,75 | 25 150 9,58 | 47 015 10,5 |
| 1,7 | 609 3,74 | 965 4,15 | 2282 5,15 | 3998 5,7 | 8611 7 | 13 010 8 | 25 680 9,75 | 48 582 10,85 |
| 1,8 | 624 3,83 | 988 4,25 | 2348 5,3 | 4138 5,9 | 8857 7,2 | 13 416 8,25 | 26 680 10,02 | 50 149 11,2 |
| 1,9 | 632 3,92 | 1011 4,35 | 2415 5,45 | 4278 6,1 | 9177 7,45 | 13 823 8,5 | 27 180 10,3 | 51 769 11,55 |
| 2 | 660 4,06 | 1046 4,5 | 2481 5,6 | 4454 6,35 | 9472 7,7 | 14 229 8,75 | 28 080 10,55 | 53 280 11,8 |

ТАБЛИЦА 46.1

Плотность пара, кг/см³ ОТ 0,05 ДО 0,2 ПРИ $k_{уд} = 0,2$ мм

Скорость движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| | (83/2,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219,6 | Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² |
|------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--|
| 0,5 | 36 612 6,45 | 44 233 6,8 | 65 045 7,45 | 76 974 7,8 | 89 716 8,1 | 118 470 8,65 | 135 044 9 | 156 761 9,3 | 197 591 9,85 | 214 390 9,95 | 243 919 10,1 | 365 190 11,15 | 501 573 12,1 | |
| 0,55 | 38 599 6,8 | 46 184 7,1 | 68 538 7,85 | 80 428 8,15 | 94 146 8,5 | 125 318 9,15 | 142 090 9,4 | 165 189 9,8 | 208 624 10,4 | 223 576 10,4 | 254 787 10,55 | 386 480 11,8 | 526 444 12,7 | 0,55 |
| 0,6 | 40 586 7,15 | 48 136 7,4 | 71 593 8,2 | 84 376 8,55 | 99 130 8,95 | 131 482 9,6 | 148 893 9,85 | 172 774 10,25 | 217 651 10,85 | 233 112 10,75 | 265 654 11 | 406 131 12,4 | 553 388 13,35 | 0,6 |
| 0,65 | 42 288 7,45 | 50 087 7,7 | 74 649 8,55 | 88 323 8,95 | 103 007 9,3 | 138 275 9,95 | 154 939 10,25 | 179 516 10,65 | 227 681 11,35 | 242 649 11,2 | 276 522 11,45 | 420 870 12,85 | 578 260 13,95 | 0,65 |
| 0,7 | 43 708 7,7 | 52 364 8,05 | 77 705 8,9 | 92 270 9,35 | 106 883 9,65 | 142 438 10,4 | 160 985 10,65 | 187 102 11,1 | 236 706 11,8 | 253 245 11,75 | 288 597 11,95 | 437 246 11,35 | 605 204 14,6 | 0,7 |
| 0,75 | 45 410 8 | 54 315 8,35 | 80 761 9,25 | 95 231 9,65 | 111 314 10,05 | 147 232 10,75 | 167 032 11,05 | 194 687 11,55 | 244 732 12,2 | 262 782 12,3 | 299 465 12,4 | 451 985 13,8 | 623 857 15,05 | 0,75 |
| 0,8 | 46 829 8,25 | 56 267 8,65 | 83 380 9,55 | 98 192 9,95 | 115 190 10,4 | 152 710 11,15 | 173 078 11,45 | 200 586 11,9 | 252 756 12,6 | 272 317 12,7 | 310 333 12,85 | 466 723 14,25 | 644 583 15,55 | 0,8 |
| 0,85 | 48 249 8,5 | 58 218 8,95 | 86 436 9,9 | 101 152 10,25 | 119 067 10,75 | 157 504 11,5 | 176 101 11,65 | 207 329 12,3 | 260 780 13 | 282 913 13,15 | 322 408 13,35 | 481 462 14,7 | 663 237 16 | 0,85 |
| 0,9 | 49 668 8,75 | 60 169 9,25 | 89 055 10,2 | 104 606 10,6 | 122 390 11,05 | 162 298 11,85 | 185 171 12,25 | 213 228 12,65 | 267 801 13,35 | 292 450 13,6 | 333 276 13,8 | 497 338 15,2 | 683 963 16,5 | 0,9 |
| 0,95 | 51 371 9,05 | 61 796 9,5 | 91 238 10,45 | 107 567 10,9 | 125 713 11,35 | 167 091 12,2 | 189 706 12,65 | 219 971 13,05 | 273 819 13,65 | 301 985 13,84 | 344 143 14,25 | 512 576 15,65 | 704 689 17 | 0,95 |
| 1 | 52 790 9,3 | 63 422 9,75 | 93 857 10,75 | 110 527 11,2 | 129 035 11,65 | 171 290 12,5 | 194 996 12,9 | 225 870 13,4 | 280 840 14 | 309 403 14,2 | 352 596 14,6 | 527 315 16,1 | 723 343 17,45 | 1 |
| 1,1 | 55 912 9,85 | 66 349 10,2 | 98 659 11,3 | 115 955 11,75 | 135 681 12,25 | 179 418 13,1 | 205 578 13,6 | 236 827 14,05 | 292 876 14,6 | 324 237 14,9 | 369 501 15,3 | 553 517 15,9 | 762 722 18,4 | 1,1 |
| 1,2 | 58 182 10,25 | 69 691 10,7 | 103 461 11,85 | 121 383 12,3 | 141 773 12,8 | 187 635 13,7 | 212 380 14,05 | 246 098 14,6 | 305 915 15,25 | 339 071 15,6 | 386 406 16 | 578 082 17,65 | 797 957 19,25 | 1,2 |
| 1,3 | 60 453 10,65 | 72 529 11,15 | 107 827 12,35 | 126 810 12,85 | 147 865 13,35 | 196 538 14,35 | 222 931 14,75 | 255 368 15,15 | 318 954 15,9 | 353 906 16,2 | 403 312 16,7 | 604 284 18,45 | 831 119 20,05 | 1,3 |
| 1,4 | 63 007 11,05 | 75 781 11,65 | 111 756 12,8 | 131 744 13,35 | 153 403 13,85 | 203 385 14,85 | 232 031 15,35 | 264 639 15,7 | 331 993 16,55 | 368 746 16,83 | 420 217 17,4 | 628 848 19,2 | 866 353 20,9 | 1,4 |
| 1,5 | 65 277 11,5 | 78 383 12,05 | 116 121 13,3 | 136 185 13,8 | 158 941 14,35 | 210 918 15,4 | 238 833 15,8 | 273 067 16,2 | 344 029 17,15 | 383 575 17,6 | 437 122 18,1 | 655 050 20 | 899 515 21,7 | 1,5 |
| 1,6 | 67 548 11,9 | 80 985 12,45 | 120 050 13,75 | 141 120 14,3 | 163 925 14,8 | 218 451 15,95 | 246 391 16,3 | 282 338 16,75 | 357 068 17,8 | 397 350 18,15 | 452 820 18,75 | 677 977 20,7 | 926 459 22,35 | 1,6 |
| 1,7 | 69 818 12,3 | 83 587 12,85 | 123 106 14,1 | 145 560 14,75 | 168 909 15,25 | 224 614 16,4 | 253 193 16,75 | 291 609 17,3 | 370 107 18,45 | 410 310 18,9 | 467 310 19,35 | 699 266 21,35 | 953 403 23 | 1,7 |
| 1,8 | 71 805 12,65 | 86 189 13,25 | 127 471 14,6 | 149 508 15,15 | 174 447 15,75 | 230 093 16,8 | 259 995 17,2 | 300 087 17,8 | 383 146 19,1 | 421 520 19,5 | 480 593 19,9 | 718 917 21,95 | 978 274 23,6 | 1,8 |
| 1,9 | 73 792 13,05 | 88 791 13,65 | 130 964 15 | 153 455 15,55 | 178 877 16,25 | 235 571 17,5 | 266 797 17,85 | 309 308 18,35 | 396 185 19,75 | 432 316 19,98 | 492 668 20,4 | 740 207 22,6 | 1 005 218 24,25 | 1,9 |
| 2 | 75 779 13,35 | 91 392 14,05 | 134 456 15,4 | 157 895 16 | 183 862 16,6 | 241 734 17,65 | 274 355 18,15 | 318 578 18,9 | 405 212 20,2 | 443 972 20,45 | 505 951 20,95 | 759 858 23,2 | 1 032 218 24,9 | 2 |

| Потери давления на трение на 1 м кг/м ² | Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя группа) | | | | | | | |
|--|--|--------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 7 |
| 2,2 | { 689 4,23 | 1092 4,7 | 2614 5,9 | 4629 6,6 | 10 026 8,15 | 15 042 9,25 | 29 475 11,05 | 55 740 12,45 |
| 2,4 | { 719 4,42 | 1139 4,9 | 2747 6,2 | 4839 6,9 | 10 456 8,5 | 15 693 9,65 | 30 900 11,6 | 58 450 13,05 |
| 2,6 | { 748 4,58 | 1185 5,1 | 2858 6,45 | 5015 7,15 | 10 825 8,8 | 16 343 10,05 | 32 120 12,1 | 60 850 13,6 |
| 2,8 | { 767 4,77 | 1232 5,3 | 2968 6,7 | 5225 7,45 | 11 256 9,15 | 16 994 10,45 | 33 475 12,6 | 63 350 14,15 |
| 3 | { 797 4,95 | 1278 5,5 | 3079 6,95 | 5401 7,7 | 11 686 9,5 | 17 644 10,85 | 34 750 13,1 | 65 251 14,7 |
| 3,2 | { 836 5,14 | 1325 5,7 | 3190 7,2 | 5576 7,95 | 12 117 9,85 | 18 295 11,25 | 36 050 13,5 | 68 060 15,2 |
| 3,4 | { 865 5,32 | 1371 5,9 | 3301 7,45 | 5751 8,2 | 12 486 10,15 | 18 945 11,65 | 37 100 13,9 | 70 074 15,65 |
| 3,6 | { 895 5,49 | 1418 6,1 | 3390 7,65 | 5892 8,4 | 12 916 10,5 | 19 433 11,95 | 38 250 14,3 | 72 069 16,1 |
| 3,8 | { 924 5,67 | 1464 6,3 | 3500 7,9 | 6067 8,65 | 13 348 10,85 | 20 002 12,3 | 39 375 14,7 | 74 104 16,55 |
| 4 | { 946 5,82 | 1499 6,45 | 3589 8,1 | 6242 8,9 | 13 778 11,2 | 20 490 12,6 | 40 650 15,2 | 76 343 17,05 |
| 4,5 | { 1013 6,22 | 1604 6,9 | 3832 8,65 | 6663 9,5 | 14 577 11,85 | 21 872 13,45 | 43 100 16,05 | 81 045 18,1 |
| 5 | { 1078 6,62 | 1708 7,35 | 3987 9 | 7084 10,1 | 15 377 12,5 | 23 011 14,16 | 45 450 17,1 | 85 522 19,1 |
| 5,5 | { 1130 6,94 | 1790 7,7 | 4187 9,45 | 7505 10,7 | 16 176 13,15 | 24 068 14,8 | 47 750 17,9 | 90 060 20,1 |
| 6 | { 1189 7,3 | 1883 8,1 | 4364 9,85 | 7925 11,3 | 17 037 13,85 | 25 125 15,45 | 50 150 18,85 | 94 030 21 |
| 6,5 | { 1240 7,52 | 1964 8,45 | 4541 10,25 | 8206 11,7 | 17 714 14,4 | 26 182 16,1 | 51 950 19,45 | 97 835 21,85 |
| 7 | { 1284 7,88 | 2034 8,75 | 4718 10,65 | 8487 12,1 | 18 329 14,9 | 27 239 16,75 | 54 075 20,15 | 101 642 22,7 |
| 7,5 | { 1335 8,2 | 2115 9,1 | 4873 11 | 8767 12,5 | 19 006 15,45 | 28 296 17,4 | 55 950 21 | 105 224 23,55 |
| 8 | { 1379 8,45 | 2185 9,4 | 5073 11,45 | 9008 12,9 | 19 682 16 | 29 353 18,05 | 57 950 21,7 | 108 800 24,3 |
| 8,5 | { 1430 8,77 | 2266 9,75 | 5250 11,85 | 9288 13,3 | 20 297 16,5 | 30 247 18,6 | 59 650 22,35 | 112 164 25,05 |
| 9 | { 1467 9 | 2324 10 | 5427 12,25 | 9567 13,67 | 20 850 16,95 | 31 060 19,1 | 61 500 22,9 | 115 522 25,8 |
| 9,5 | { 1511 9,3 | 2394 10,3 | 5626 12,7 | 9847 14,1 | 21 343 17,35 | 31 955 19,65 | 62 950 23,65 | 118 880 26,55 |
| 10 | { 1555 9,6 | 2464 10,6 | 5804 13,1 | 10 126 14,5 | 21 835 17,75 | 32 768 20,15 | 64 750 24,4 | 121 791 27,2 |

Продолжение табл. 46 4

| Потери давления пара, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | |
|--|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|
| стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | | | |
| | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | |
| 79 752 | 95 621 | 141 004 | 165 297 | 193 830 | 252 691 | 287 960 | 336 277 | 423 266 | 467 284 | 532 517 | 802 436 | 1 083 976 | 2,2 | |
| 14,05 | 14,7 | 16,15 | 16,75 | 17,5 | 18,45 | 19,05 | 19,95 | 21,1 | 21,65 | 22,05 | 24,5 | 26,15 | | |
| 83 725 | 100 174 | 147 116 | 173 192 | 201 029 | 264 333 | 302 320 | 353 976 | 441 320 | 489 534 | 557 874 | 833 551 | 1 137 866 | 2,4 | |
| 14,75 | 15,4 | 16,85 | 17,55 | 18,15 | 19,3 | 20 | 21 | 22 | 22,55 | 23,1 | 25,45 | 27,45 | | |
| 87 131 | 104 727 | 153 227 | 181 087 | 208 229 | 275 290 | 315 924 | 367 461 | 459 374 | 510 727 | 582 025 | 866 304 | 1 191 754 | 2,6 | |
| 15,35 | 16,1 | 17,55 | 18,35 | 18,8 | 20,1 | 20,9 | 21,8 | 22,9 | 23,5 | 24,1 | 26,45 | 28,75 | | |
| 90 537 | 108 630 | 159 339 | 187 502 | 215 428 | 286 931 | 330 285 | 380 103 | 477 428 | 529 799 | 603 760 | 897 419 | 1 233 206 | 2,8 | |
| 15,95 | 16,7 | 18,25 | 19 | 19,45 | 20 95 | 21,85 | 22,55 | 23,8 | 24,4 | 25 | 27,4 | 29,75 | | |
| 93 943 | 112 533 | 165 451 | 193 423 | 222 628 | 298 573 | 343 889 | 392 745 | 495 482 | 548 872 | 625 496 | 930 171 | 1 274 658 | 3 | |
| 16,55 | 17,3 | 18,95 | 19,6 | 20,1 | 21,8 | 22,75 | 23,3 | 24,7 | 25,2 | 25,9 | 28,4 | 30,75 | | |
| 97 349 | 116 111 | 171 126 | 198 850 | 229 827 | 309 530 | 354 470 | 405 387 | 513 536 | 566 885 | 646 023 | 962 924 | 1 318 183 | 3,2 | |
| 17,15 | 17,85 | 19,6 | 20,15 | 20,75 | 22,6 | 23 45 | 24,05 | 25,6 | 26,2 | 26,75 | 29,4 | 31,8 | | |
| 100 187 | 120 014 | 175 928 | 204 771 | 237 026 | 321 171 | 364 296 | 418 029 | 531 590 | 585 959 | 667 759 | 994 038 | 1 369 635 | 3,4 | |
| 17,65 | 18,45 | 20,15 | 20,75 | 21,4 | 23,45 | 24,1 | 24,8 | 26,5 | 27,07 | 27,65 | 30,35 | 32,8 | | |
| 103 025 | 123 266 | 180 293 | 210 199 | 244 226 | 330 758 | 374 121 | 430 671 | 545 632 | 605 031 | 689 494 | 1 026 791 | 1 401 088 | 3,6 | |
| 18,15 | 18,95 | 20,65 | 21,3 | 22,05 | 24,15 | 24,75 | 25,55 | 27,2 | 27,72 | 28,55 | 31,35 | 33,8 | | |
| 105 863 | 126 844 | 184 659 | 215 627 | 251 425 | 338 291 | 384 702 | 444 156 | 559 674 | 619 865 | 706 399 | 1 059 543 | 1 444 613 | 3,8 | |
| 17,5 | 19,5 | 21,15 | 21,85 | 22,7 | 24,7 | 25,45 | 26,35 | 27,9 | 28,59 | 29,25 | 32,35 | 34,85 | | |
| 108 701 | 130 096 | 189 024 | 221 548 | 258 625 | 346 509 | 394 528 | 456 798 | 574 719 | 636 699 | 723 304 | 1 084 108 | 1 486 065 | 4 | |
| 17,95 | 20 | 21,65 | 22,45 | 23,35 | 25,3 | 26,1 | 27,1 | 28,65 | 29,15 | 29,95 | 33,1 | 35,85 | | |
| 115 513 | 138 227 | 199 938 | 235 364 | 276 900 | 367 053 | 420 225 | 488 824 | 609 824 | 672 845 | 766 775 | 1 147 975 | 1 571 042 | 4,5 | |
| 19,05 | 21,25 | 22,9 | 23,85 | 25 | 26,8 | 27,8 | 29 | 30,4 | 30,955 | 31,75 | 35,05 | 37,9 | | |
| 121 757 | 145 708 | 210 851 | 249 678 | 294 622 | 387 597 | 445 166 | 513 265 | 645 932 | 709 931 | 809 038 | 1 211 842 | 1 656 019 | 5 | |
| 20,2 | 22,4 | 24,15 | 25,3 | 26,6 | 28,3 | 29,45 | 30,45 | 32,2 | 32,83 | 33,5 | 37 | 39,95 | | |
| 128 001 | 152 538 | 221 765 | 263 489 | 307 913 | 408 141 | 445 747 | 538 549 | 676 022 | 748 077 | 852 509 | 1 274 072 | 1 740 997 | 5,5 | |
| 21,3 | 23,45 | 25,4 | 26,7 | 27,8 | 29,8 | 30,15 | 31,95 | 33,7 | 34,54 | 35,3 | 38,9 | 42 | | |
| 133 677 | 158 392 | 232 678 | 277 798 | 314 005 | 428 685 | 487 491 | 562 990 | 705 109 | 785 162 | 894 772 | 1 337 940 | 1 825 974 | 6 | |
| 22,25 | 23,55 | 26,65 | 28,15 | 28,95 | 31,3 | 32,25 | 33,4 | 35,15 | 35,9 | 37,05 | 40,85 | 44,05 | | |
| 139 353 | 164 246 | 243 592 | 288 160 | 333 941 | 445 120 | 507 142 | 588 274 | 735 199 | 819 070 | 933 413 | 1 390 344 | 1 898 515 | 6,5 | |
| 23,2 | 24,55 | 27,9 | 29,2 | 30,15 | 32,5 | 33,55 | 34,9 | 36,65 | 37,62 | 38,65 | 42,45 | 45,8 | | |
| 143 610 | 170 101 | 254 606 | 298 029 | 346 679 | 461 555 | 527 548 | 611 030 | 765 289 | 847 679 | 966 016 | 1 441 110 | 1 971 057 | 7 | |
| 24,1 | 25,3 | 29,15 | 30,2 | 31,3 | 33,7 | 34,9 | 36,25 | 38,15 | 38,9 | 40 | 44 | 47,55 | | |
| 148 151 | 175 955 | 263 763 | 308 391 | 359 970 | 477 990 | 547 199 | 631 257 | 793 373 | 876 288 | 998 619 | 1 493 514 | 2 043 598 | 7,5 | |
| 24,95 | 26,1 | 30,2 | 31,25 | 32,5 | 34,9 | 36,2 | 37,45 | 39,55 | 40,35 | 41,85 | 45,6 | 49,3 | | |
| 150 138 | 181 809 | 271 531 | 318 753 | 372 707 | 494 426 | 566 850 | 652 327 | 820 454 | 905 957 | 1 032 430 | 1 545 918 | — | 8 | |
| 25,75 | 26,45 | 31,1 | 32,3 | 33,65 | 36,1 | 37,5 | 38,7 | 40,9 | 41,61 | 42,75 | 47,2 | — | | |
| 156 950 | 187 338 | 279 389 | 328 621 | 385 999 | 510 860 | 583 478 | 672 554 | 845 529 | 934 566 | 1 065 033 | 1 596 684 | — | 8,5 | |
| 26,6 | 27,65 | 32 | 33,3 | 34,85 | 37,3 | 38,6 | 39,9 | 42,15 | 42,96 | 44,1 | 48,75 | — | | |
| 161 207 | 193 193 | 287 247 | 338 983 | 395 967 | 527 296 | 599 349 | 692 782 | 869 601 | 963 175 | 1 097 636 | 1 644 176 | — | 9 | |
| 27,3 | 28,46 | 32,9 | 34,35 | 35,75 | 38,5 | 39,65 | 41,1 | 43,35 | 44,18 | 45,52 | 50,2 | — | | |
| 165 748 | 199 047 | 295 104 | 349 345 | 406 489 | 543 731 | 615 221 | 713 009 | 893 673 | 992 844 | 1 131 446 | — | — | 9,5 | |
| 27,9 | 30,6 | 33,8 | 35,4 | 36,7 | 39,7 | 40,7 | 42,3 | 44,55 | 45,52 | 46,86 | — | — | | |
| 170 005 | 204 901 | 302 962 | 351 187 | 417 011 | 556 058 | 631 093 | 730 708 | 916 742 | 1 018 275 | 1 160 427 | — | — | 10 | |
| 28,55 | 29,95 | 31,5 | 34,7 | 37,65 | 40,6 | 41,75 | 43,35 | 45,7 | 46,65 | 48,05 | — | — | | |

Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка)

стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм

| Потери давления за трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего тепла, ккал/ч (верхняя строка) | | | | | | | |
|--|---|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 |
| 11 | { 1629 10 | 2580 11,1 | 6017 13,65 | 10 685 15,3 | 22 881 18,6 | 34 394 21,15 | 67 950 25,6 | 127 612 27,5 |
| 12 | { 1701 10,42 | 2696 11,6 | 6319 14,25 | 11 130 15,95 | 23 926 19,45 | 36 020 22,15 | 71 250 26,7 | 133 432 29,8 |
| 13 | { 1783 11 | 2824 12,15 | 6579 14,85 | 11 592 16,6 | 24 972 20,3 | 37 647 23,15 | 74 100 27,8 | 138 134 30,85 |
| 14 | { 1834 11,32 | 2905 12,5 | 6823 15,4 | 12 011 17,2 | 25 956 21,1 | 38 917 23,95 | 78 200 28,8 | 142 612 31,85 |
| 15 | { 1892 11,6 | 2998 12,9 | 7088 16 | 12 500 17,9 | 27 002 21,95 | 40 330 24,8 | 79 620 29,9 | 147 313 32,9 |
| 16 | { 1951 12 | 3091 13,3 | 7354 16,6 | 12 954 18,55 | 27 863 22,65 | 41 631 25,6 | 82 350 31 | 151 179 33,9 |
| 17 | { 2010 12,3 | 3184 13,7 | 7620 17,2 | 13 338 19,1 | 28 662 23,3 | 43 013 26,45 | 85 150 31,9 | 156 492 34,95 |
| 18 | { 2069 12,7 | 3277 14,1 | 7864 17,75 | 13 687 19,6 | 29 462 23,95 | 44 314 27,25 | 87 450 32,8 | 160 970 35,95 |
| 19 | { 2120 13 | 3358 14,45 | 8063 18,2 | 14 072 20,15 | 30 323 24,65 | 46 184 28,7 | 89 750 33,8 | 165 671 37 |
| 20 | { 2178 13,35 | 34,51 14,85 | 8263 18,65 | 14 456 20,7 | 31 122 25,3 | 47 322 29,1 | 92 150 34,6 | 170 373 38,05 |
| 22 | { 2296 14 | 3637 15,6 | 8661 19,55 | 15 189 21,75 | 32 783 26,65 | 49 593 30,5 | 96 830 36,22 | 179 552 40,1 |
| 24 | { 2413 14,75 | 3823 16,4 | 9060 20,45 | 15 957 22,85 | 34 444 28 | 51 307 31,55 | 101 950 37,95 | 188 731 42,15 |
| 26 | { 2516 15,4 | 3986 17,15 | 9459 21,39 | 16 586 23,75 | 35 797 29,1 | 53 421 32,85 | 105 250 39,45 | 197 911 44,2 |
| 28 | { 2633 16,15 | 4172 17,95 | 9857 22,25 | 17 109 24,5 | 37 089 30,15 | 55 372 35,05 | 109 100 40,9 | 205 074 45,8 |
| 30 | { 2714 16,65 | 4300 18,5 | 10 168 22,95 | 17 703 25,35 | 38 442 31,25 | 58 218 35,3 | 113 150 42,43 | 212 238 47,4 |
| 32 | { 2795 17,15 | 4428 19,05 | 10 500 23,7 | 18 297 26,2 | 39 734 32,3 | 59 356 36,5 | 116 950 43,75 | 219 179 48,94 |
| 34 | { 2875 17,65 | 4555 19,6 | 10 832 24,45 | 18 855 27 | 41 087 33,4 | 61 226 37,65 | 120 450 45,2 | 225 895 50,45 |
| 36 | { 2964 18,15 | 4695 20,2 | 11 142 25,15 | 19 449 27,85 | 42 256 34,35 | 63 097 38,8 | 123 950 46,4 | — |
| 38 | { 3044 18,65 | 4823 20,75 | 11 474 25,9 | 20 042 28,7 | 43 362 35,25 | 64 967 39,95 | 127 250 47,65 | — |
| 40 | { 3150 19,15 | 4951 21,3 | 11 907 26,65 | 20 706 29,65 | 44 531 36,2 | 67 731 41,65 | 130 700 48,9 | — |
| 45 | { 3330 20,5 | 5276 22,7 | 12 449 28,1 | 21 928 31,4 | 47 422 38,55 | 69 645 43,5 | 138 400 52 | — |
| 50 | { 3536 21,65 | 5601 24,1 | 13 092 29,55 | 23 115 33,1 | 48 492 40,6 | 73 488 45,9 | 146 150 54,65 | — |

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

| Скорость движения пара, м/с | Потери давления, кгс/м ² , при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,7 | 2 | 2,3 | 2,6 | 2,9 |
| 3,5 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 | 4 |
| 4 | 0,52 | 1,04 | 1,56 | 2,1 | 2,6 | 3,1 | 3,6 | 4,1 | 4,7 | 5,2 |
| 4,5 | 0,66 | 1,32 | 2 | 2,66 | 3,32 | 4 | 4,66 | 5,32 | 6 | 6,66 |
| 5 | 0,82 | 1,64 | 2,46 | 3,28 | 4,1 | 4,92 | 5,74 | 6,56 | 7,4 | 8,2 |
| 5,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 6 | 1,17 | 2,34 | 3,51 | 4,68 | 5,85 | 7,02 | 8,2 | 9,37 | 10,54 | 11,7 |
| 6,5 | 1,37 | 2,74 | 4,11 | 5,48 | 6,85 | 8,22 | 9,6 | 10,96 | 12,33 | 13,7 |
| 7 | 1,6 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8 | 9,6 | 11,2 | 12,80 | 14,4 | 16 |
| 7,5 | 1,83 | 3,66 | 5,5 | 7,32 | 9,15 | 11 | 12,8 | 14,64 | 16,47 | 18,3 |
| 8 | 2,1 | 4,2 | 6,3 | 8,4 | 10,5 | 12,6 | 14,7 | 16,8 | 18,9 | 21 |
| 8,5 | 2,34 | 4,68 | 7 | 9,36 | 11,7 | 14,04 | 16,4 | 18,7 | 21,06 | 23,4 |
| 9 | 2,64 | 5,28 | 7,92 | 10,56 | 13,2 | 15,84 | 18,48 | 21,12 | 23,76 | 26,4 |
| 9,5 | 2,94 | 5,88 | 8,82 | 11,76 | 14,7 | 17,64 | 20,58 | 23,62 | 26,46 | 29,4 |
| 10 | 3,26 | 6,52 | 9,78 | 13,04 | 16,3 | 19,56 | 22,82 | 26,08 | 29,34 | 32,6 |
| 10,5 | 3,6 | 7,2 | 10,8 | 14,4 | 18 | 21,6 | 25,2 | 28,8 | 32,4 | 36 |
| 11 | 3,94 | 7,88 | 11,82 | 15,76 | 19,7 | 23,64 | 27,58 | 31,52 | 35,46 | 39,4 |
| 11,5 | 4,3 | 8,6 | 12,9 | 17,2 | 21,5 | 25,8 | 30,1 | 34,4 | 38,7 | 43 |
| 12 | 4,7 | 9,4 | 14,1 | 18,8 | 23,5 | 28,2 | 32,9 | 37,6 | 42,3 | 47 |
| 12,5 | 5,1 | 10,2 | 15,3 | 20,4 | 25,5 | 30,6 | 35,7 | 40,8 | 45,9 | 51 |
| 13 | 5,5 | 11 | 16,5 | 22 | 27,5 | 33 | 38,5 | 44 | 49,5 | 55 |
| 13,5 | 6 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 |
| 14 | 6,4 | 12,8 | 19,2 | 25,6 | 32 | 38,4 | 44,8 | 51,2 | 57,6 | 64 |
| 14,5 | 6,85 | 13,7 | 20,55 | 27,4 | 34,25 | 41,1 | 48 | 54,8 | 61,65 | 68,5 |
| 15 | 7,35 | 14,7 | 22 | 29,4 | 36,75 | 44,1 | 51,45 | 58,8 | 66,15 | 73,5 |
| 15,5 | 7,85 | 15,7 | 23,55 | 31,4 | 39,25 | 47,1 | 55 | 62,8 | 70,65 | 78,5 |
| 16 | 8,35 | 16,7 | 25 | 33,4 | 41,75 | 50,1 | 58,45 | 66,8 | 75,15 | 83,5 |
| 16,5 | 8,85 | 17,7 | 26,55 | 35,4 | 44,25 | 53,1 | 62 | 70,8 | 79,65 | 88,5 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 17 | 9,4 | 18,8 | 28,2 | 37,6 | 47 | 56,4 | 65,8 | 72,2 | 84,6 | 94 |
| 17,5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 18 | 10,5 | 21 | 31,5 | 42,2 | 52,5 | 63 | 73,5 | 84 | 94,5 | 105 |
| 19 | 11,8 | 23,6 | 35,4 | 47,2 | 59 | 71 | 82,6 | 94,4 | 106,2 | 118 |
| 20 | 13 | 26 | 39 | 52 | 65 | 78 | 91 | 104 | 117 | 130 |
| 21 | 14,4 | 28,8 | 43,2 | 57,6 | 72 | 86,4 | 101 | 115 | 129,6 | 144 |
| 22 | 16 | 32 | 48 | 64 | 76 | 96 | 112 | 128 | 144 | 160 |
| 23 | 17,2 | 34,4 | 51,6 | 68,8 | 80 | 103 | 120,4 | 137,6 | 154,8 | 172 |
| 24 | 19 | 38 | 57 | 76 | 100 | 119 | 138 | 157 | 171 | 190 |
| 25 | 20,4 | 40,8 | 61,2 | 81,6 | 102 | 122,4 | 142,8 | 163,2 | 183,6 | 204 |
| 26 | 22 | 44 | 66 | 88 | 110 | 132 | 154 | 176 | 198 | 220 |
| 27 | 23,7 | 47,4 | 71 | 94,8 | 118,5 | 141 | 165 | 188,6 | 212,3 | 237 |
| 28 | 25,6 | 51,2 | 76,8 | 102,4 | 128 | 153,6 | 179 | 205 | 230 | 256 |
| 29 | 27,4 | 55 | 82 | 110 | 137 | 164 | 192 | 219 | 247 | 274 |
| 30 | 29 | 58 | 87 | 116 | 145 | 174 | 203 | 232 | 261 | 290 |
| 31 | 31 | 62 | 93 | 124 | 155 | 186 | 217 | 248 | 279 | 310 |
| 32 | 33 | 66 | 100 | 133 | 166 | 200 | 233 | 266 | 300 | 333 |
| 33 | 35,6 | 71,2 | 107 | 142 | 178 | 214 | 249 | 285 | 320 | 356 |
| 34 | 37,7 | 75,4 | 113,1 | 150,8 | 188,5 | 226,2 | 263,9 | 301,6 | 339,3 | 377 |
| 35 | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 240 | 280 | 320 | 360 | 400 |
| 36 | 42,2 | 84,4 | 126,6 | 169 | 211 | 253 | 295,5 | 338 | 389 | 422 |
| 37 | 44,6 | 89 | 134 | 178 | 223 | 267 | 312 | 357 | 401 | 446 |
| 38 | 47 | 94 | 141 | 188 | 235 | 282 | 329 | 376 | 423 | 470 |
| 39 | 49,6 | 99 | 149 | 198 | 248 | 298 | 347 | 397 | 446 | 496 |
| 40 | 52 | 104 | 156 | 208 | 260 | 312 | 364 | 416 | 468 | 520 |
| 42 | 57,5 | 115 | 172,5 | 230 | 287,5 | 345 | 402,5 | 460 | 517,5 | 575 |
| 41 | 62,5 | 125 | 187,5 | 250 | 312,4 | 375 | 437,5 | 500 | 562,5 | 625 |
| 46 | 69 | 138 | 207 | 276 | 345 | 414 | 483 | 552 | 621 | 690 |
| 48 | 75 | 150 | 225 | 300 | 375 | 450 | 525 | 600 | 675 | 750 |
| 50 | 81,5 | 163 | 244,5 | 326 | 407,5 | 489 | 570,5 | 656 | 733,5 | 815 |

ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя строка) | | | | | | | |
|--|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 |
| 3,4 | 1,9501 | 3,516 | 7,844 | 15,087 | 31,851 | 45,303 | 89,398 | 169,39 |
| | 4,3444 | 5,045 | 6,1727 | 7,2657 | 8,7406 | 9,5316 | 11,256 | 12,149 |
| 3,6 | 2,0066 | 3,618 | 8,0715 | 15,525 | 32,774 | 46,617 | 91,995 | 174,3 |
| | 4,4703 | 5,1913 | 6,3517 | 7,4764 | 8,994 | 9,808 | 11,583 | 13,53 |
| 3,8 | 2,0616 | 3,7171 | 8,2926 | 15,950 | 33,672 | 47,895 | 94,513 | 179,08 |
| | 4,5928 | 5,3335 | 6,5257 | 7,6812 | 9,2404 | 10,077 | 11,9 | 13,901 |
| 4 | 2,1152 | 3,8137 | 8,598 | 16,364 | 34,547 | 49,14 | 96,967 | 183,73 |
| | 4,7121 | 5,4721 | 6,6952 | 7,8808 | 9,4805 | 10,339 | 12,209 | 14,262 |
| 4,5 | 2,2435 | 4,045 | 9,0242 | 17,357 | 36,644 | 52,12 | 102,85 | 194,87 |
| | 4,998 | 5,804 | 7,1014 | 8,3588 | 10,056 | 10,966 | 12,95 | 15,127 |
| 5 | 2,3648 | 4,2638 | 9,5123 | 18,296 | 38,626 | 54,939 | 108,41 | 205,41 |
| | 5,2683 | 6,118 | 7,4855 | 8,811 | 10,6 | 11,559 | 13,65 | 15,945 |
| 5,5 | 2,4803 | 4,4719 | 9,9766 | 19,189 | 40,51 | 57,62 | 113,71 | 215,45 |
| | 5,5255 | 6,4166 | 7,8509 | 9,241 | 11,117 | 12,123 | 14,317 | 16,724 |
| 6 | 2,5906 | 4,6708 | 10,42 | 20,042 | 42,31 | 60,181 | 118,76 | 225,02 |
| | 5,7712 | 6,7019 | 8,2 | 9,6519 | 11,611 | 12,662 | 14,953 | 17,467 |
| 6,5 | 2,6963 | 4,8615 | 10,846 | 20,86 | 44,038 | 62,639 | 123,61 | 234,22 |
| | 6,0068 | 6,9756 | 8,5348 | 10,046 | 12,085 | 13,179 | 15,564 | 18,181 |
| 7 | 2,7981 | 5,045 | 11,255 | 21,647 | 45,699 | 65,006 | 128,28 | 243,05 |
| | 6,2336 | 7,2389 | 8,857 | 10,425 | 12,541 | 13,677 | 16,151 | 18,867 |
| 7,5 | 2,8964 | 5,2221 | 11,65 | 22,407 | 47,306 | 67,287 | 132,78 | 251,58 |
| | 6,4524 | 7,493 | 9,1678 | 10,791 | 12,982 | 14,157 | 16,718 | 19,529 |
| 8 | 2,9913 | 5,3933 | 12,032 | 23,142 | 48,855 | 69,492 | 137,14 | 259,84 |
| | 6,664 | 7,7387 | 9,4685 | 11,145 | 13,407 | 14,621 | 17,267 | 20,17 |
| 8,5 | 3,0834 | 5,5593 | 12,402 | 23,855 | 50,36 | 71,631 | 141,36 | 267,83 |
| | 6,8691 | 7,9769 | 9,7599 | 11,488 | 13,82 | 15,071 | 17,798 | 20,79 |
| 9 | 3,1728 | 5,7205 | 12,762 | 24,546 | 51,821 | 73,708 | 145,45 | 275,6 |
| | 7,0683 | 8,2082 | 10,043 | 11,821 | 14,221 | 15,508 | 18,313 | 21,393 |
| 9,5 | 3,2598 | 5,8773 | 13,112 | 25,219 | 53,239 | 75,728 | 149,44 | 283,14 |
| | 7,262 | 8,4331 | 10,318 | 12,145 | 14,61 | 15,933 | 18,816 | 21,979 |
| 10 | 3,3444 | 6,03 | 13,452 | 5,875 | 54,624 | 77,696 | 153,33 | 290,5 |
| | 3,4506 | 8,6522 | 10,586 | 12,461 | 14,99 | 16,347 | 19,305 | 22,55 |
| 11 | 3,5076 | 6,3242 | 14,109 | 27,138 | 57,291 | 81,484 | 160,81 | 304,68 |
| | 7,8142 | 9,0744 | 11,103 | 13,069 | 15,722 | 17,144 | 20,247 | 23,651 |
| 12 | 3,6636 | 6,6055 | 14,736 | 28,344 | 59,838 | 85,11 | 167,95 | 318,22 |
| | 8,1617 | 9,478 | 11,596 | 13,65 | 16,421 | 17,907 | 21,147 | 24,702 |
| 13 | 3,8132 | 6,8752 | 15,338 | 29,501 | 62,28 | 88,585 | 174,82 | 331,22 |
| | 8,495 | 9,865 | 12,07 | 14,207 | 17,091 | 18,638 | 22,011 | 25,711 |
| 14 | 3,9572 | 7,1345 | 15,918 | 30,616 | 64,63 | 91,926 | 181,42 | 343,73 |
| | 8,8157 | 10,237 | 12,526 | 14,744 | 17,736 | 19,341 | 22,842 | 26,682 |
| 15 | 4,0961 | 7,3854 | 16,475 | 31,689 | 66,9 | 95,153 | 187,78 | 355,79 |
| | 9,1251 | 10,597 | 12,965 | 15,261 | 18,359 | 20,02 | 23,643 | 27,615 |
| 16 | 4,2304 | 7,6272 | 17,015 | 32,73 | 69,094 | 98,276 | 193,94 | 367,46 |
| | 9,4244 | 10,944 | 13,39 | 15,762 | 18,961 | 20,677 | 24,419 | 28,524 |
| 17 | 4,3606 | 7,8621 | 17,54 | 33,737 | 71,222 | 101,3 | 199,91 | 378,77 |
| | 9,714 | 11,281 | 13,803 | 16,247 | 19,545 | 21,313 | 25,17 | 29,422 |
| 18 | 4,484 | 8,09 | 18,049 | 34,715 | 73,284 | 104,24 | 205,7 | 389,75 |
| | 9,996 | 11,608 | 14,203 | 16,718 | 20,111 | 21,931 | 25,9 | 30,254 |
| 19 | 4,61 | 8,3116 | 18,543 | 35,666 | 75,292 | 107,09 | 211,34 | 400,43 |
| | 10,27 | 11,926 | 14,592 | 17,176 | 20,662 | 22,532 | 26,61 | 31,063 |
| 20 | 4,7298 | 8,5276 | 19,025 | 36,592 | 77,249 | 109,88 | 216,83 | 410,84 |
| | 10,537 | 12,236 | 14,971 | 17,622 | 21,199 | 23,118 | 27,301 | 31,891 |

ТАБЛИЦА 46.6

ГОЛО ДАВЛЕНИЯ ПРИ $k_{ш} = 0,2$ мм

Движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| ρ/δ | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² |
|---------------|----------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|-----------|-----------|---------|--------|--------|--------|--|
| 45 | 231,64 | 283,05 | 405,65 | 477,44 | 556,59 | 754,62 | 858,79 | 971,4 | 1223 | 1386,5 | 1589,2 | 2370,3 | 3227,9 | |
| 13,358 | 14,184 | 14,888 | 16,237 | 16,886 | 17,52 | 18,847 | 19,439 | 20,02 | 21,152 | 21,795 | 22,515 | 24,761 | 26,643 | |
| 1-87 | 238,35 | 291,26 | 417,42 | 491,29 | 572,73 | 776,52 | 883,71 | 999,59 | 1258,5 | 1426,7 | 1635,3 | 2439 | 3321,5 | 3,6 |
| 13,849 | 14,595 | 15,32 | 16,708 | 17,376 | 18,028 | 19,394 | 20,003 | 20,601 | 21,766 | 22,427 | 23,168 | 25,479 | 27,416 | |
| 97,12 | 244,89 | 299,22 | 428,86 | 504,75 | 588,43 | 797,78 | 907,92 | 1027 | 1292,9 | 1465,9 | 1680,1 | 2505,8 | 3412,5 | 3,8 |
| 14,228 | 14,995 | 15,739 | 17,166 | 17,852 | 18,522 | 19,925 | 20,551 | 21,165 | 22,362 | 23,042 | 23,803 | 26,177 | 28,167 | |
| 292,25 | 251,26 | 307 | 440,00 | 517,87 | 603,71 | 818,48 | 931,51 | 1053,6 | 1326,5 | 1503,9 | 1723,8 | 2570,9 | 3501,2 | 4 |
| 14,598 | 15,385 | 16,148 | 17,612 | 18,316 | 19,003 | 20,442 | 21,085 | 21,715 | 22,943 | 23,64 | 24,421 | 26,857 | 28,899 | |
| 214,51 | 266,49 | 325,63 | 466,69 | 549,29 | 640,34 | 868,13 | 987,97 | 1117,5 | 1407 | 1595,1 | 1828,3 | 2726,8 | 3718,6 | 4,5 |
| 13,483 | 16,318 | 17,128 | 18,68 | 19,427 | 20,156 | 21,682 | 22,363 | 23,032 | 24,335 | 25,074 | 26,903 | 28,486 | 30,652 | |
| 226,12 | 280,91 | 343,24 | 491,92 | 578,97 | 674,96 | 915,1 | 1041,4 | 1178 | 1483,1 | 1681,5 | 1927,2 | 2874,4 | 3914,4 | 5 |
| 16,321 | 17,201 | 18,054 | 19,69 | 20,477 | 21,246 | 22,855 | 23,573 | 24,278 | 25,651 | 26,431 | 27,304 | 30,027 | 32,31 | |
| 237,15 | 294,62 | 359,99 | 515,93 | 607,25 | 707,91 | 959,74 | 1092,3 | 1235,5 | 1555,5 | 1763,5 | 2021,3 | 3014,7 | 4106,5 | 5,5 |
| 17,117 | 18,04 | 18,935 | 20,651 | 21,477 | 22,283 | 23,97 | 24,724 | 25,463 | 26,903 | 27,721 | 28,637 | 31,493 | 33,877 | |
| 247,7 | 307,73 | 375,99 | 538,89 | 634,25 | 739,39 | 1002,4 | 1140,8 | 1290,5 | 1624,6 | 1841,9 | 2111,2 | 3148,7 | 4288 | 6 |
| 17,879 | 18,843 | 19,777 | 21,57 | 22,432 | 23,274 | 25,036 | 25,823 | 26,596 | 28,099 | 28,953 | 29,91 | 32,893 | 35,393 | |
| 257,82 | 320,29 | 391,36 | 560,9 | 660,15 | 769,57 | 1043,3 | 1187,4 | 1343,2 | 1691 | 1917,1 | 2197,4 | 3277,3 | 4463,1 | 6,5 |
| 18,609 | 19,612 | 20,585 | 22,451 | 23,348 | 24,224 | 26,058 | 26,878 | 27,682 | 29,247 | 30,135 | 31,131 | 34,236 | 36,839 | |
| 267,54 | 332,37 | 406,13 | 582,06 | 685,06 | 798,64 | 1082,7 | 1232,2 | 1393,8 | 1754,8 | 1989,5 | 2280,3 | 3401 | 4631,5 | 7 |
| 19,311 | 20,352 | 21,362 | 23,298 | 24,229 | 25,139 | 27,042 | 27,892 | 28,726 | 30,351 | 31,273 | 32,306 | 35,529 | 38,229 | |
| 276,94 | 344,05 | 420,39 | 602,49 | 709,12 | 826,66 | 1120,7 | 1275,5 | 1442,8 | 1816,4 | 2059,4 | 2360,3 | 3520,4 | 4794,1 | 7,5 |
| 19,989 | 21,067 | 22,112 | 24,116 | 25,08 | 26,021 | 27,991 | 28,871 | 29,735 | 31,416 | 32,371 | 33,44 | 36,776 | 39,571 | |
| 286,01 | 355,34 | 434,17 | 622,26 | 732,36 | 853,76 | 1157,5 | 1317,3 | 1490,1 | 1876 | 2126,9 | 2437,8 | 3635,8 | 4951,4 | 8 |
| 20,644 | 21,758 | 22,837 | 24,907 | 25,902 | 26,874 | 28,909 | 29,818 | 30,71 | 32,446 | 33,432 | 34,537 | 37,982 | 40,869 | |
| 294,82 | 366,23 | 447,53 | 641,39 | 754,9 | 880,03 | 1193,1 | 1357,9 | 1536 | 1933,7 | 2192,3 | 2512,8 | 3747,8 | 5103,7 | 8,5 |
| 21,28 | 22,427 | 23,54 | 25,673 | 26,699 | 27,701 | 29,799 | 30,736 | 31,655 | 33,445 | 34,461 | 35,6 | 39,151 | 42,126 | |
| 303,37 | 376,88 | 460,50 | 659,98 | 776,78 | 905,58 | 1227,7 | 1397,2 | 1580,5 | 1989,8 | 2255,9 | 2585,6 | 3856,4 | 5251,7 | 9 |
| 21,897 | 23,077 | 24,222 | 26,417 | 27,473 | 28,505 | 30,663 | 31,627 | 32,573 | 34,415 | 35,46 | 36,632 | 40,286 | 43,348 | |
| 311,68 | 387,21 | 473,12 | 678,07 | 798,07 | 930,39 | 1261,4 | 1435,5 | 1623,8 | 2044,3 | 2317,7 | 2656,5 | 3962,1 | 5396,7 | 9,5 |
| 22,497 | 23,71 | 24,886 | 27,141 | 28,226 | 29,286 | 31,503 | 32,493 | 33,465 | 35,358 | 36,432 | 37,636 | 41,39 | 44,536 | |
| 319,77 | 397,27 | 485,41 | 695,68 | 818,8 | 954,53 | 1294,1 | 1472,8 | 1666 | 2097,4 | 2377,9 | 2725,5 | 4065 | 5535,8 | 10 |
| 23,081 | 24,326 | 25,532 | 27,846 | 28,959 | 30,046 | 32,321 | 33,338 | 34,335 | 36,276 | 37,379 | 38,614 | 42,465 | 45,693 | |
| 325,39 | 416,66 | 509,11 | 729,66 | 858,78 | 1001,1 | 1357,3 | 1544,7 | 1747,3 | 2199,8 | 2494 | 2858,5 | 4263,3 | 5806 | 11 |
| 24,208 | 25,513 | 26,779 | 29,206 | 30,373 | 31,513 | 33,899 | 34,965 | 36,01 | 38,047 | 39,203 | 40,498 | 44,537 | 47,923 | |
| 350,3 | 435,2 | 531,76 | 762,09 | 896,95 | 1045,6 | 1417,6 | 1613,4 | 1825 | 2297,6 | 2604,9 | 2985,6 | 4453 | 6064,2 | 12 |
| 25,284 | 26,648 | 27,97 | 30,504 | 31,723 | 32,914 | 35,406 | 36,519 | 37,612 | 39,738 | 40,946 | 42,299 | 46,518 | 50,054 | |
| 364,59 | 452,96 | 553,45 | 793,22 | 933,59 | 1088,3 | 1475,5 | 1679,3 | 1899,5 | 2391,4 | 2711,2 | 3107,5 | 4634,7 | 6311,8 | 13 |
| 26,316 | 27,736 | 29,111 | 31,75 | 33,019 | 34,258 | 36,852 | 38,011 | 39,148 | 41,361 | 42,618 | 44,026 | 48,417 | 52,098 | |
| 378,36 | 470,06 | 574,34 | 823,15 | 968,82 | 1129,4 | 1531,2 | 1742,6 | 1971,2 | 2481,7 | 2813,6 | 3224,8 | 4809,7 | 6550 | 14 |
| 27,31 | 28,783 | 30,21 | 32,948 | 34,265 | 35,551 | 38,243 | 39,445 | 40,625 | 42,922 | 44,227 | 45,688 | 50,245 | 54,064 | |
| 391,64 | 486,56 | 594,51 | 852,05 | 1002,8 | 1169,1 | 1585 | 1803,8 | 2040,4 | 2568,8 | 2912,3 | 3338,1 | 4978,6 | 6779,9 | 15 |
| 28,268 | 29,793 | 31,271 | 34,105 | 35,468 | 36,799 | 39,585 | 40,83 | 42,051 | 44,429 | 45,779 | 47,292 | 52,009 | 55,962 | |
| 404,49 | 502,51 | 614 | 879,98 | 1035,7 | 1207,4 | 1636,9 | 1863,0 | 2107,3 | 2653 | 3007,8 | 3447,5 | 5141,8 | 7002,3 | 16 |
| 29,196 | 30,77 | 32,296 | 35,223 | 36,531 | 38,006 | 40,883 | 42,169 | 43,43 | 45,886 | 47,28 | 48,843 | 53,714 | 57,797 | |
| 416,93 | 517,98 | 632,9 | 907,07 | 1067,6 | 1244,6 | 1687,3 | 1920,3 | 2172,2 | 2734,7 | 3100,4 | 3553,6 | 5300 | 7217,8 | 17 |
| 30,094 | 31,717 | 33,29 | 36,307 | 37,759 | 39,176 | 42,142 | 43,467 | 44,767 | 47,298 | 48,736 | 50,346 | 55,367 | 59,576 | |
| 429,03 | 532,99 | 651,24 | 933,37 | 1098,5 | 1280,7 | 1736,2 | 1976 | 2235,1 | 2814 | 3190,3 | 3656,7 | 5453,8 | 7426,8 | 18 |
| 30,967 | 32,636 | 34,255 | 37,36 | 38,853 | 40,312 | 43,363 | 44,727 | 46,065 | 48,669 | 50,149 | 51,806 | 56,973 | 61,301 | |
| 440,78 | 547,6 | 669,1 | 958,96 | 1128,7 | 1315,7 | 1783,8 | 2030,1 | 2296,4 | 2891,1 | 3277,8 | 3756,8 | 5603,2 | 7630,6 | 19 |
| 31,815 | 33,531 | 35,194 | 38,384 | 39,918 | 41,416 | 44,552 | 45,953 | 47,327 | 50,003 | 51,523 | 53,225 | 58,534 | 62,983 | |
| 452,24 | 561,83 | 686,47 | 983,86 | 1158 | 1349,9 | 1830,2 | 2082,8 | 2356,1 | 2966,2 | 3362,9 | 3854,5 | 5748,7 | 7828,8 | 20 |
| 32,642 | 34,402 | 36,108 | 39,381 | 40,955 | 42,492 | 45,709 | 47,146 | 48,557 | 51,302 | 52,861 | 54,608 | 60,054 | 64,619 | |

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего пара, кг/ч (верхняя стро) | | | | | | | |
|--|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проход, м: | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 |
| 22 | { 4,9606 11,051 | { 8,9437 12,833 | { 19,953 15,702 | { 38,378 18,482 | { 81,021 22,234 | { 115,24 24,246 | { 227,41 28,633 | { 430,88 33,447 |
| 24 | { 5,181 11,542 | { 9,3416 13,404 | { 20,84 16,4 | { 40,085 19,304 | { 84,621 23,222 | { 120,36 25,324 | { 237,53 23,907 | { 450,05 34,935 |
| 26 | { 5,3928 12,014 | { 9,7229 13,951 | { 21,692 17,07 | { 41,721 20,092 | { 88,079 24,171 | { 125,28 26,358 | { 247,23 31,128 | { 468,42 36,361 |
| 28 | { 5,5962 12,467 | { 10,09 14,478 | { 22,51 17,714 | { 43,297 20,851 | { 91,402 25,083 | { 130,01 27,353 | { 256,56 32,303 | { 486,11 37,734 |
| 30 | { 5,7928 12,905 | { 10,444 14,986 | { 23,301 18,336 | { 44,815 21,582 | { 94,609 25,963 | { 134,57 28,313 | { 265,57 33,437 | { 503,16 39,058 |
| 32 | { 5,9827 13,328 | { 10,786 15,477 | { 24,064 18,937 | { 46,285 22,29 | { 97,714 26,815 | { 138,98 29,242 | { 274,27 34,533 | { 519,67 40,339 |
| 34 | { 6,1667 13,738 | { 11,119 15,954 | { 24,805 19,52 | { 47,709 22,976 | { 100,72 27,64 | { 143,26 30,142 | { 282,71 35,596 | { 535,67 41,581 |
| 36 | { 6,3458 14,137 | { 11,441 16,416 | { 25,524 20,085 | { 49,092 23,642 | { 103,64 28,441 | { 147,42 31,016 | { 290,91 36,628 | { 551,19 42,786 |
| 38 | { 6,5195 14,524 | { 11,754 16,866 | { 26,223 20,636 | { 50,438 24,29 | { 106,48 29,221 | { 151,45 31,865 | { 298,88 37,632 | { 566,29 43,958 |
| 40 | { 6,6888 14,901 | { 12,06 17,304 | { 26,905 21,172 | { 51,748 24,921 | { 109,25 29,98 | { 155,39 32,693 | { 306,64 38,609 | { 581 45,1 |
| 45 | { 7,0945 15,805 | { 12,791 18,354 | { 28,537 22,457 | { 54,888 26,433 | { 115,87 31,798 | { 164,81 34,676 | { 325,24 40,951 | { 616,25 47,836 |
| 50 | { 7,4783 16,66 | { 13,484 19,347 | { 30,08 23,671 | { 57,857 27,863 | { 122,14 33,518 | { 173,73 36,552 | { 342,84 43,166 | { 649,59 50,424 |
| 55 | { 7,8433 17,473 | { 14,141 20,291 | { 31,549 24,827 | { 60,681 29,223 | { 128,1 35,155 | { 181,21 38,336 | { 359,57 46,273 | { 681,29 52,885 |
| 60 | { 8,1921 18,25 | { 14,77 21,193 | { 32,952 25,931 | { 63,379 30,522 | { 133,8 36,718 | { 190,31 40,041 | { 375,57 47,287 | { 711,59 55,237 |
| 65 | { 8,5265 18,995 | { 15,374 22,059 | { 34,297 26,989 | { 65,966 31,768 | { 139,26 38,217 | { 198,08 41,676 | { 390,89 49,217 | { 740,64 57,492 |
| 70 | { 8,8483 19,712 | { 15,953 22,891 | { 35,591 28,008 | { 68,458 32,968 | { 144,52 39,66 | { 205,56 43,249 | { 405,65 51,075 | { 768,6 59,662 |
| 75 | { 9,1589 20,404 | { 16,514 23,695 | { 36,841 28,991 | { 70,86 34,125 | { 149,59 41,052 | { 212,77 44,767 | { 419,89 52,868 | { 795,57 61,756 |
| 80 | { 9,4597 21,074 | { 17,055 24,472 | { 38,049 29,942 | { 73,184 35,244 | { 154,5 42,398 | { 219,75 46,235 | { 433,66 54,602 | { 821,67 63,782 |
| 85 | { 9,7506 21,722 | { 17,58 25,225 | { 39,221 30,864 | { 75,437 36,329 | { 159,25 43,703 | { 226,51 47,658 | { 447,01 56,282 | { 846,96 65,745 |
| 90 | { 10,033 22,352 | { 18,09 25,956 | { 40,357 31,775 | { 77,623 37,382 | { 163,87 44,97 | { 233,08 49,04 | { 459,97 57,914 | { 871,51 67,651 |
| 95 | { 10,308 22,964 | { 18,586 26,668 | { 41,462 32,628 | { 79,75 38,406 | { 168,36 46,202 | { 239,47 50,384 | { 472,57 59,501 | { 895,38 69,504 |
| 100 | { 10,576 23,561 | { 19,068 27,36 | { 42,54 33,476 | { 81,822 39,404 | { 172,73 47,402 | { 245,69 51,693 | { 484,85 61,047 | { 918,65 71,31 |
| 110 | { 11,092 24,711 | { 19,998 28,695 | { 44,616 35,11 | { 85,815 41,327 | { 181,17 49,716 | { 257,68 54,216 | { 508,51 64,026 | { 963,49 74,791 |
| 120 | { 11,586 25,81 | { 20,888 29,972 | { 46,6 36,671 | { 89,632 43,165 | { 189,22 51,927 | { 269,14 56,626 | { 531,12 66,873 | { 1006,3 78,116 |
| 130 | { 12,052 26,864 | { 21,741 31,196 | { 48,504 38,169 | { 93,29 44,927 | { 196,95 54,047 | { 280,13 58,938 | { 552,81 69,604 | { 1047,4 81,306 |
| 140 | { 12,514 27,878 | { 22,562 32,373 | { 50,335 39,61 | { 96,812 46,623 | { 204,38 56,088 | { 290,7 61,163 | { 573,68 72,231 | { 1087,0 84,375 |

| Скорость движения пара, м/с (нижняя строка), по грубам | | | | | | | | | | | | | | Потери давления на трение на 1 м, кгс/м² |
|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|--|
| для бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | | | |
| 6/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | |
| 474,31 34,235 | 589,25 36,081 | 719,99 37,871 | 1031,9 41,303 | 1214,5 42,954 | 1415,8 44,566 | 1919,5 47,94 | 2184,5 49,448 | 2471,1 50,927 | 3111 53,806 | 3527 55,441 | 4042,6 57,273 | 6029,4 62,986 | 8210,9 67,773 | 22 |
| 495,39 35,757 | 615,44 37,685 | 752,01 39,555 | 1077,8 43,14 | 1268,5 44,864 | 1478,8 46,548 | 2004,8 50,072 | 2281,7 51,646 | 2580,9 53,191 | 3249,3 56,199 | 3683,9 57,907 | 4222,3 59,82 | 6297,4 65,786 | 8576 70,787 | 24 |
| 515,62 37,217 | 640,58 39,224 | 782,71 41,17 | 1121,8 44,901 | 1320,3 46,696 | 1539,1 48,448 | 2066,7 52,116 | 2374,8 53,755 | 2686,3 55,363 | 3382 58,493 | 3834,3 60,271 | 4394,8 62,263 | 6554,5 68,472 | 8926,2 73,677 | 26 |
| 535,09 38,622 | 664,76 40,705 | 812,95 42,724 | 1164,1 46,596 | 1370,1 48,458 | 1597,3 50,277 | 2165,5 54,084 | 2464,5 55,784 | 2787,7 57,453 | 3509,7 60,702 | 3979 62,546 | 4560,6 64,613 | 6802,2 71,057 | 9263,2 76,459 | 28 |
| 553,87 39,978 | 688,08 42,133 | 840,77 44,224 | 1205 48,232 | 1418,2 50,159 | 1653,3 52,042 | 2241,5 55,982 | 2551 57,742 | 2885,5 59,469 | 3632,8 62,832 | 4118,7 64,742 | 4720,7 66,881 | 7040,7 73,561 | 9588,3 79,142 | 30 |
| 572,04 41,289 | 710,65 43,515 | 868,34 45,674 | 1244,5 49,813 | 1464,7 51,804 | 1707,6 53,749 | 2315 57,818 | 2634,6 59,636 | 2980,2 61,42 | 3752 64,893 | 4253,8 66,865 | 4875,5 69,074 | 7271,6 75,963 | 9902,7 81,737 | 32 |
| 589,63 42,559 | 732,52 44,854 | 895,07 47,08 | 1282,8 51,346 | 1509,8 53,399 | 1760,1 55,403 | 2386,2 59,597 | 2715,7 61,471 | 3071,9 63,31 | 3867,5 66,89 | 4384,7 68,923 | 5025,6 71,2 | 7495,4 78,301 | 1020,7 84,253 | 34 |
| 606,73 43,793 | 752,77 46,155 | 921 48,444 | 1320 52,835 | 1553,6 54,947 | 1811,1 57,009 | 2455,4 61,325 | 2794,5 62,254 | 3160,9 65,145 | 3979,6 68,829 | 4511,8 70,921 | 5171,3 73,264 | 7712,7 80,571 | 1050,3 86,696 | 36 |
| 623,35 44,993 | 774,43 47,42 | 946,25 49,772 | 1356,2 54,283 | 1596,1 56,452 | 1860,7 58,571 | 2522,7 63,005 | 2871 64,987 | 3247,6 66,931 | 4088,6 70,715 | 4635,4 72,864 | 5313 75,272 | 7924,1 82,779 | 1079,1 89,071 | 38 |
| 639,55 46,162 | 794,55 48,652 | 970,83 51,065 | 1391,4 55,693 | 1637,6 57,919 | 1909,1 60,093 | 2588,2 64,642 | 2945,6 66,675 | 3331,9 68,669 | 4194,8 72,552 | 4758,8 74,757 | 5451 77,227 | 8130 84,93 | 1107,2 91,385 | 40 |
| 678,34 48,962 | 842,74 51,603 | 1029,7 54,163 | 1475,8 59,071 | 1736,9 61,432 | 2024,9 63,738 | 2745,2 68,563 | 3124,3 70,72 | 3534,1 72,835 | 4449,3 76,953 | 5044,3 79,292 | 5781,7 81,912 | 8623,1 90,081 | 1174,3 96,929 | 45 |
| 715,94 51,611 | 888,32 54,394 | 1085,4 57,092 | 1555,6 62,267 | 1830,9 64,756 | 2134,4 67,186 | 2893,7 72,272 | 3293,3 74,545 | 3725,2 76,775 | 4690 81,116 | 5317,2 83,581 | 6094,4 86,343 | 9089,5 94,954 | 1237,8 102,17 | 50 |
| 749,94 54,13 | 931,68 57,049 | 1138,4 59,879 | 1631,6 65,306 | 1920,3 67,916 | 2238,6 70,465 | 3035 75,8 | 3454 78,183 | 3907,1 80,522 | 4918,9 85,075 | 5576,7 87,66 | 6391,9 90,557 | 9533,2 99,589 | 1298,3 107,16 | 55 |
| 783,29 56,537 | 973,11 59,586 | 1189 62,542 | 1704,1 68,21 | 2005,7 70,936 | 2338,2 73,599 | 3169,9 79,171 | 3607,6 81,66 | 4080,8 84,103 | 5137,6 88,858 | 5824,7 91,559 | 6676,1 94,584 | 9957,4 104,02 | 1355,9 111,92 | 60 |
| 815,28 58,846 | 1012,9 62,019 | 1237,6 65,095 | 1773,7 70,995 | 2087,6 73,832 | 2433,6 76,604 | 3299,4 82,403 | 3754,4 84,994 | 4247,4 87,537 | 5347,4 92,486 | 6062,5 95,297 | 6948,7 98,446 | 10363 108,26 | 14113 116,49 | 65 |
| 846,05 61,067 | 1051,1 64,36 | 1284,3 67,553 | 1840,6 73,675 | 2166,4 76,619 | 2525,5 79,495 | 3423,9 85,514 | 3896,7 88,203 | 4407,7 90,841 | 5549,3 95,978 | 6291,4 98,894 | 7210,9 102,16 | 10755 112,35 | 14646 120,89 | 70 |
| 875,74 63,21 | 1088 66,619 | 1329,4 69,924 | 1905,2 76,261 | 2242,4 79,309 | 2614,1 82,286 | 3544,1 88,515 | 4033,5 91,299 | 4562,4 94,029 | 5744 99,346 | 6512,5 102,37 | 7464,3 105,75 | 11132 116,29 | 15160 125,13 | 75 |
| 904,46 65,283 | 1123,7 68,804 | 1373 72,217 | 1967,7 78,762 | 2316 81,910 | 2699,9 84,984 | 3660,3 91,418 | 4165,7 94,293 | 4712,1 97,113 | 5932,4 102,604 | 6725,6 105,72 | 7709,2 109,22 | 11498 120,11 | 15658 129,24 | 80 |
| 932,29 67,292 | 1158,2 70,921 | 1415,2 74,439 | 2028,3 81,186 | 2387,2 84,431 | 2783 87,6 | 3772,9 94,231 | 4293,9 97,195 | 4857,1 100,102 | 6115 105,762 | 6932,8 108,976 | 7946,1 112,577 | 11851 123,805 | 16139 133,216 | 85 |
| 959,32 69,243 | 1191,8 72,977 | 1456,2 76,597 | 2087,1 83,539 | 2456,4 86,878 | 2863,6 90,139 | 3882,3 96,963 | 4418,4 100,013 | 4997,9 103,004 | 6292,2 108,828 | 7133,7 112,135 | 8176,5 115,841 | 12195 127,394 | 16607 137,078 | 90 |
| 985,62 71,141 | 1224,5 74,977 | 1496,1 78,696 | 2144,3 85,828 | 2523,7 89,259 | 2942,1 92,609 | 3988,7 99,62 | 4539,5 102,753 | 5134,9 105,827 | 6464,6 111,81 | 7329,2 115,208 | 8400,6 119,015 | 12529 130,885 | 17062 140,834 | 95 |
| 1011,2 72,989 | 1256,3 76,925 | 1535 80,741 | 2200 88,058 | 2589,3 91,878 | 3018,5 95,015 | 4092,3 102,208 | 4657,4 105,423 | 5288,3 108,576 | 6632,6 114,715 | 7519,6 118,201 | 8618,8 122,107 | 12855 134,286 | 17506 144,493 | 100 |
| 1060,6 76,551 | 1317,6 80,679 | 1609,9 84,682 | 2307,3 92,366 | 2715,7 96,048 | 3165,9 99,653 | 4292,1 107,197 | 4884,7 110,568 | 5825,4 113,875 | 6956,3 120,314 | 7886,6 123,97 | 9039,5 128,067 | 13482 140,84 | 18360 151,545 | 110 |
| 1107,7 79,955 | 1376,2 84,267 | 1681,5 88,447 | 3410 96,463 | 2836,4 100,318 | 3306,6 104,084 | 4483 111,964 | 5102 115,485 | 5771,1 118,939 | 7265,7 125,664 | 8237,4 129,483 | 9441,5 133,762 | 14061 147,102 | 19177 158,284 | 120 |
| 1133 83,22 | 1432,4 87,708 | 1750,2 92,059 | 2508,4 100,402 | 2952,3 104,415 | 3441,7 108,334 | 4666 116,535 | 5310,3 120,2 | 6006,7 123,795 | 7562,3 130,795 | 8573,7 134,77 | 9826,9 139,223 | 14656 153,109 | 19960 164,747 | 130 |
| 1196,5 86,362 | 1486,5 91,019 | 1816,3 95,534 | 2603 104,195 | 3063,7 108,356 | 3571,6 112,424 | 4842,2 120,935 | 5510,8 124,738 | 6233,5 128,469 | 7847,8 135,733 | 8897,4 139,858 | 10198 144,479 | 15210 158,889 | 20713 170,966 | 140 |

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящего пара, кг/ч (верный) | | | | | | | |
|--|--|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—52) условным проходом, мм | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | - |
| 150 | { 12,953 28,866 | 23,354 33,51 | 52,101 41 | 100,21 48,26 | 211,56 58,056 | 300,91 63,31 | 593,81 74,766 | 1125 87 |
| 160 | { 13,378 29,802 | 24,12 34,609 | 53,809 42,344 | 103,50 49,842 | 218,49 59,96 | 310,77 65,386 | 613,29 77,218 | 1162 92 |
| 170 | { 13,79 30,72 | 24,862 35,674 | 55,466 43,648 | 106,68 51,376 | 225,22 61,805 | 320,34 67,399 | 632,16 79,595 | 1197 92 |
| 180 | { 14,189 31,61 | 25,583 36,708 | 57,074 44,913 | 109,78 52,866 | 231,75 63,597 | 329,63 69,353 | 650,49 81,902 | 1232 95 |
| 190 | { 14,578 32,476 | 26,284 37,714 | 58,638 46,144 | 112,78 54,315 | 238,1 65,34 | 338,66 71,253 | 668,32 84,147 | 1266 98 |
| 200 | { 14,957 33,32 | 26,967 38,694 | 60,162 47,343 | 115,71 55,726 | 244,28 67,037 | 347,46 73,104 | 685,68 86,333 | 1299 100 |
| 210 | { 15,326 34,143 | 27,633 39,649 | 61,647 48,512 | 118,57 57,102 | 250,32 68,693 | 356,04 74,91 | 702,61 88,465 | 1331 103 |
| 220 | { 15,687 34,946 | 28,283 40,582 | 63,097 49,653 | 121,36 58,445 | 256,21 70,309 | 364,42 76,672 | 719,15 90,547 | 1362 105 |
| 230 | { 16,039 35,732 | 28,919 41,495 | 64,515 50,769 | 124,09 59,759 | 261,96 71,889 | 372,61 78,396 | 735,31 92,582 | 1393 108 |
| 240 | { 16,384 36,5 | 29,541 42,387 | 65,903 51,861 | 126,76 61,014 | 267,6 73,435 | 380,62 80,082 | 751,12 94,573 | 1423 110 |
| 250 | { 16,722 37,253 | 30,15 43,261 | 67,263 52,931 | 129,37 62,303 | 273,12 74,95 | 388,47 81,733 | 766,61 96,523 | 1452 112 |
| 260 | { 17,053 37,991 | 30,747 44,118 | 68,594 53,979 | 131,93 63,537 | 278,53 76,234 | 396,16 83,352 | 781,8 98,435 | 1481 114 |
| 270 | { 17,378 38,715 | 31,333 44,958 | 69,901 55,007 | 134,45 64,747 | 283,83 77,89 | 403,71 84,939 | 796,69 100,31 | 1509 117 |
| 280 | { 17,697 39,425 | 31,908 45,783 | 71,183 56,016 | 136,91 65,935 | 289,04 79,319 | 411,12 86,498 | 811,3 102,15 | 1537 119 |
| 290 | { 18,01 40,123 | 32,472 46,593 | 72,443 57,008 | 139,34 67,102 | 294,15 80,723 | 418,39 88,029 | 825,68 103,958 | 1564 121 |
| 300 | { 18,318 40,809 | 33,028 47,39 | 73,681 57,982 | 141,72 68,25 | 299,18 82,103 | 425,55 89,534 | 839,78 105,736 | 1591 123 |
| 320 | { 18,919 42,147 | 34,111 48,944 | 76,098 59,884 | 146,37 70,488 | 309 84,796 | 439,5 92,47 | 867,32 109,203 | 1643 127 |
| 350 | { 19,786 44,078 | 35,674 51,187 | 79,585 62,628 | 153,07 73,718 | 323,16 88,682 | 459,64 96,708 | 907,07 114,208 | 1718 133 |
| 400 | { 21,152 47,122 | 38,137 54,721 | 85,08 66,952 | 163,64 78,808 | 345,47 94,805 | 491,38 103,385 | 969,69 122,093 | 1837 142 |
| 450 | { 22,435 49,98 | 40,45 58,04 | 90,242 71,014 | 173,57 83,588 | 366,43 100,556 | 521,19 109,656 | 1028,5 129,499 | 1948 151 |
| 500 | { 23,649 52,684 | 42,638 61,18 | 95,123 74,855 | 182,96 88,11 | 386,25 105,995 | 549,38 115,588 | 1084,2 136,504 | 2054 159 |
| 600 | { 25,906 57,712 | 46,708 67,019 | 104,2 82 | 200,42 96,519 | 423,11 116,112 | 601,81 126,62 | 1187,6 149,533 | 2250 174 |
| 700 | { 27,981 62,336 | 50,45 72,389 | 112,55 88,57 | 216,48 104,253 | 457,01 125,415 | 650,03 136,765 | 1282,8 161,514 | 2430 188 |
| 800 | { 29,913 66,64 | 53,933 77,387 | 120,32 94,685 | 231,43 111,461 | 488,57 134,074 | 694,91 146,208 | 1371,4 172,666 | 2598 201 |
| 900 | { 31,728 70,683 | 57,905 82,082 | 127,62 100,429 | 245,47 118,212 | 518,2 142,207 | 737,07 155,078 | 1454,5 183,14 | 2756 213 |
| 1000 | { 33,444 74,506 | 60,3 86,522 | 134,52 105,861 | 258,74 124,606 | 546,24 149,9 | 776,94 163,466 | 1533,2 193,046 | 2905 225 |

Продолжение табл. 46.6

— скорость движения пара, м/с (нижняя строка), по трубам

стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732--70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм

| | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 159/4,5 | 168/5 | 194/5 | 219/6 | Потери давления на трение на 1 м кгс/м ² |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|---|
| 1238,5 89,393 | 1538,6 94,213 | 1880 98,887 | 2694,4 107,849 | 3171,2 112,159 | 3696,9 116,369 | 5012,1 125,179 | 5704,2 129,116 | 6452,3 132,978 | 8123,3 140,497 | 9209,6 144,766 | 10556 149,55 | 15744 164,465 | 21440 176,967 | 150 | |
| 1279,1 92,324 | 1589,1 97,303 | 1941,7 102,13 | 2782,8 111,386 | 3275,2 115,838 | 3818,2 120,186 | 5176,5 129,285 | 5891,2 133,35 | 6663,9 137,339 | 8389,6 145,104 | 9511,7 149,514 | 10902 154,455 | 16260 169,859 | 22143 182,771 | 160 | |
| 1318,5 95,166 | 1638 100,298 | 2001,4 105,273 | 2868,4 114,814 | 3376 119,403 | 3935,7 123,885 | 5335,8 133,263 | 6072,5 137,454 | 6869 141,565 | 8647,9 149,57 | 9804,4 154,115 | 11238 159,208 | 16760 175,087 | 22825 188,396 | 170 | |
| 1356,7 97,925 | 1685,5 103,205 | 2059,4 108,325 | 2951,6 118,142 | 3473,9 122,865 | 4049,8 127,476 | 5490,5 137,127 | 6248,6 141,439 | 7068,1 145,67 | 8898,6 153,906 | 10089 158,584 | 11563 163,824 | 17246 189,163 | 23486 193,858 | 180 | |
| 1393,9 100,608 | 1731,7 106,034 | 2115,9 111,294 | 3032,5 121,38 | 3569,1 126,231 | 4160,8 130,969 | 5640,9 140,885 | 6419,8 145,315 | 7261,7 149,66 | 9142,2 158,12 | 10365 162,929 | 11880 168,313 | 17719 185,1 | 24130 199,170 | 190 | |
| 1430,1 103,222 | 1776,6 108,788 | 2170,8 114,185 | 3111,2 124,533 | 3661,8 129,511 | 4268,9 134,372 | 5787,5 144,545 | 6586,6 149,09 | 7450,5 153,549 | 9380 162,232 | 10634 167,182 | 12189 172,69 | 18179 189,91 | 247,57 204,34 | 200 | |
| 1465,4 104,771 | 1820,5 111,475 | 2224,5 117,005 | 3188,1 127,608 | 3752,3 132,709 | 4374,3 137,69 | 5930,4 148,114 | 6749,3 152,772 | 7634,4 157,341 | 9611,6 166,238 | 10897 171,29 | 12489 176,95 | 18628 194,598 | 25368 209,39 | 210 | |
| 1499,9 108,26 | 1863,4 114,098 | 2276,8 119,758 | 3263,1 130,611 | 3840,6 135,832 | 4477,3 140,934 | 6070 151,6 | 6908,2 156,367 | 7813,9 161,04 | 9837,8 170,150 | 11153 175,321 | 12783 181,11 | 19066 199,178 | 25965 214,32 | 220 | |
| 1533,6 110,693 | 1905,2 116,662 | 2328 122,449 | 3336,4 133,547 | 3927 138,885 | 4577,9 144,098 | 6206,5 155,01 | 7063,3 159,881 | 7989,7 164,663 | 10059 173,974 | 11404 179,261 | 13070 185,18 | 19495 203,65 | 26548 219,13 | 230 | |
| 1566,6 113,074 | 1946,2 119,171 | 2378 125,083 | 3408,2 136,419 | 4011,3 141,872 | 4676,3 147,197 | 6339,9 158,341 | 7215,3 163,32 | 8161,6 168,205 | 10275 177,716 | 11650 183,12 | 13352 189,167 | 19914 208,03 | 27120 223,85 | 240 | |
| 1598,9 115,406 | 1986,4 121,829 | 2427,1 127,662 | 3478,5 139,232 | 4094 144,797 | 4772,7 150,232 | 6470,7 161,61 | 7364 166,688 | 8329,8 171,673 | 10487 181,381 | 11889 186,89 | 13627 193,067 | 20324 212,32 | 27679 228,46 | 250 | |
| 1630,5 117,691 | 2025,7 124,038 | 2475,1 130,191 | 3547,4 141,99 | 4175,1 147,665 | 4867,3 153,208 | 6598,9 164,807 | 7509,9 169,989 | 8494,7 175,07 | 10695 184,973 | 12125 190,59 | 13897 196,891 | 20727 216,529 | 28227 232,988 | 260 | |
| 1661,6 119,933 | 2064,3 126,4 | 2522,3 132,671 | 3614,9 144,694 | 4254,7 150,478 | 4960 156,126 | 67246 167,946 | 7653,3 173,23 | 8656,7 178,408 | 10898 188,5 | 12356 194,224 | 14162 200,641 | 21122 220,654 | 28765 237,426 | 270 | |
| 1692,1 122,134 | 2102,2 128,72 | 2568,6 135,105 | 3681,3 147,35 | 4332,7 158,239 | 5051 158,991 | 6847,9 171,027 | 7793,6 176,41 | 8815,5 181,68 | 11098 191,96 | 12582 197,79 | 14421 204,32 | 21510 224,7 | 29292 241,78 | 280 | |
| 1722 124,296 | 2139,4 130,998 | 2614 137,497 | 3746,4 149,958 | 4409,4 155,951 | 5140,4 161,805 | 6969 174,055 | 7931,4 179,528 | 8971,6 184,9 | 11294 195,34 | 12805 201,29 | 14677 207,939 | 21891 228,68 | 29811 246,06 | 290 | |
| 1751,5 126,42 | 2175,9 133,238 | 2658,7 139,847 | 3810,5 151,521 | 4484,8 158,617 | 5228,3 164,572 | 7088,2 177,03 | 8066,9 182,597 | 9124,9 188,059 | 11488 198,692 | 13024 204,731 | 14928 211,476 | 22265 232,589 | 30321 250,269 | 300 | |
| 1808,9 130,566 | 2247,3 137,607 | 2745,9 144,433 | 3935,4 157,523 | 4631,9 163,814 | 5399,7 169,968 | 7320,6 182,836 | 8331,4 188,585 | 9424,2 194,226 | 11865 205,209 | 13452 211,445 | 15418 218,432 | 22995 240,217 | 31315 258,477 | 320 | |
| 1891,8 136,55 | 2350,3 143,913 | 2871,7 151,052 | 4115,8 164,742 | 4844,1 171,322 | 5647,2 177,757 | 7656,1 191,214 | 8713,2 197,227 | 9856 203,127 | 12408 214,612 | 14068 221,134 | 16124 228,442 | 24049 251,225 | 32750 270,322 | 350 | |
| 2022,4 147,585 | 2512,6 153,978 | 3070 161,482 | 4399,9 176,116 | 5178,6 183,156 | 6037,1 190,03 | 8184,7 204,417 | 9314,8 210,845 | 1053,7 217,152 | 1326,5 229,43 | 1503,9 236,402 | 1723,8 244,214 | 2570,9 268,571 | 3501,1 288,986 | 400 | |
| 2145,1 154,833 | 2665 163,182 | 3256,3 171,277 | 4666,9 186,8 | 5492,7 194,266 | 6403,3 201,558 | 8681,2 216,817 | 9879,9 223,635 | 11176 230,324 | 14070 243,347 | 15952 250,743 | 18283 259,028 | 27269 284,863 | 37135 306,516 | 450 | |
| 2261,2 163,218 | 2809,1 172,009 | 3432,4 180,542 | 4919,3 196,904 | 5789,8 204,774 | 6749,6 212,46 | 9150,8 228,545 | 10414 235,732 | 11780 242,783 | 14831 256,511 | 16814 264,306 | 19272 273,04 | 28744 300,272 | 39144 323,096 | 500 | |
| 2477 178,786 | 3077,2 188,427 | 3760 197,774 | 5388,8 215,698 | 6342,5 224,319 | 7393,9 232,739 | 10024 250,356 | 11408 258,231 | 12905 265,955 | 16247 280,993 | 18419 289,533 | 21112 299,1 | 31487 328,931 | 42890 353,93 | 600 | |
| 2675,4 155,55 | 3323,8 203,524 | 4061,3 213,62 | 5820,6 232,98 | 6850,6 242,292 | 7986,3 251,387 | 10827 270,418 | 12322 278,922 | 13939 287,265 | 17548 303,508 | 19895 312,731 | 22803 323,065 | 34010 355,286 | 46316 382,292 | 700 | |
| 2860,2 166,29 | 3553,3 217,576 | 4341,7 228,369 | 6222,5 249,066 | 7323,6 259,021 | 8537,7 268,744 | 11575 289,089 | 13173 298,180 | 14901 307,099 | 18760 324,463 | 21269 334,323 | 24378 345,371 | 36358 379,817 | 49514 408,688 | 800 | |
| 3033,7 176,377 | 3768,8 230,774 | 4605 242,222 | 6599,9 264,175 | 7767,9 274,738 | 9055,6 285,046 | 12277 306,625 | 13972 316,268 | 15805 325,727 | 19988 344,145 | 22559 354,604 | 25856 366,321 | 38564 402,857 | 52517 433,479 | 900 | |
| 3197,8 185,918 | 3972,7 243,258 | 4854,2 255,325 | 6956,9 278,465 | 8188,1 289,594 | 9645,4 300,464 | 12941 323,211 | 14728 333,375 | 16660 343,347 | 20974 362,761 | 23779 373,785 | 27255 386,137 | 40650 424,648 | 53358 456,927 | 1000 | |

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{\text{ЭКВ}}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРУБОПРОВОДОВ ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ
 ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ $k_{\text{Ш}}=0,2 \text{ мм}$

| Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм | Значения $l_{\text{ЭКВ}}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| | 0,6 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 10 | 0,15 | 0,25 | 0,38 | 0,5 | 0,63 | 0,76 | 0,88 | 1 | 1,13 | 1,26 | 1,52 | 1,76 | 2 | 2,25 | 2,52 |
| 15 | 0,22 | 0,37 | 0,56 | 0,74 | 0,93 | 1,12 | 1,3 | 1,48 | 1,67 | 1,86 | 2,24 | 2,6 | 2,96 | 3,33 | 3,7 |
| 20 | 0,34 | 0,56 | 0,84 | 1,12 | 1,40 | 1,68 | 1,96 | 2,24 | 2,52 | 2,8 | 3,36 | 3,92 | 4,48 | 5,04 | 5,6 |
| 25 | 0,45 | 0,75 | 1,13 | 1,5 | 1,88 | 2,25 | 2,63 | 3 | 3,38 | 3,76 | 4,5 | 5,26 | 6 | 6,75 | 7,5 |
| 32 | 0,66 | 1,1 | 1,65 | 2,2 | 2,75 | 3,3 | 3,85 | 4,4 | 4,95 | 5,5 | 6,6 | 7,7 | 8,8 | 9,9 | 11 |
| 40 | 0,78 | 1,3 | 1,95 | 2,6 | 3,25 | 3,9 | 4,55 | 5,2 | 5,85 | 6,5 | 7,8 | 9,1 | 10,4 | 11,7 | 13 |
| 50 | 1,14 | 1,9 | 2,85 | 3,8 | 4,75 | 5,7 | 6,65 | 7,6 | 8,55 | 9,5 | 11,4 | 13,3 | 15,2 | 17,1 | 19 |
| 57/3,5 | 1,44 | 2,4 | 3,6 | 4,8 | 6 | 7,2 | 8,4 | 9,6 | 10,8 | 12 | 14,4 | 16,8 | 19,2 | 21,6 | 24 |
| 70 | 1,56 | 2,6 | 3,9 | 5,2 | 6,5 | 7,8 | 9,1 | 10,4 | 11,7 | 13 | 15,6 | 18,2 | 20,8 | 23,4 | 26 |
| 76/3 | 1,74 | 2,9 | 4,35 | 5,8 | 7,25 | 8,7 | 10,15 | 11,6 | 13,05 | 14,5 | 17,4 | 20,3 | 23,2 | 26,1 | 29 |
| (83/3,5) | 1,86 | 3,1 | 4,65 | 6,2 | 7,75 | 9,3 | 10,85 | 12,4 | 13,95 | 15,5 | 18,6 | 21,7 | 24,8 | 27,9 | 31 |
| 89/3,5 | 2,22 | 3,7 | 5,55 | 7,4 | 9,25 | 11,1 | 12,95 | 14,8 | 16,65 | 18,5 | 22,2 | 25,9 | 29,6 | 33,3 | 37 |
| (102/4) | 2,4 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 |
| 108/4 | 2,6 | 4,35 | 6,53 | 8,7 | 10,88 | 13,06 | 15,23 | 17,4 | 19,58 | 21,76 | 26,12 | 30,46 | 34,8 | 39,16 | 43,5 |
| (114/4) | 3 | 5 | 7,5 | 10 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 22,5 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| (127/4) | 3,2 | 5,35 | 8,03 | 10,7 | 13,38 | 16,06 | 18,73 | 21,4 | 24,08 | 26,76 | 32,12 | 37,46 | 42,8 | 48,15 | 53,5 |
| 133/4 | 3,5 | 5,8 | 8,7 | 11,6 | 14,5 | 17,4 | 20,3 | 23,2 | 26,1 | 29 | 34,8 | 40,6 | 46,4 | 52,2 | 58 |
| (140/4,5) | 3,9 | 6,5 | 9,75 | 13 | 16,25 | 19,5 | 22,75 | 26 | 29,25 | 32,5 | 39 | 45,5 | 52 | 58,5 | 65 |
| (152/4,5) | 4,4 | 7,35 | 11,03 | 14,7 | 18,38 | 22,06 | 24,73 | 29,4 | 33,08 | 36,76 | 44,12 | 49,43 | 58,8 | 66,15 | 73,5 |
| 194/5 | 5,3 | 8,8 | 13,2 | 17,6 | 22 | 26,4 | 30,8 | 35,2 | 39,6 | 44 | 52,8 | 61,6 | 70,4 | 79,2 | 88 |
| 219/6 | 6,05 | 10,1 | 15,15 | 20,2 | 25,25 | 30,3 | 35,35 | 40,4 | 45,45 | 50,5 | 60,6 | 70,7 | 80,8 | 90,9 | 101 |

ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ $k_{\text{Ш}}=0,5 \text{ мм}^*$

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76,3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 |
| 0,5 | 42,1 0,062 | 82 0,063 | 131 0,064 | 290 0,081 | 441 0,093 | 876 0,095 | 1671 0,128 | 758 0,107 | 1886 0,128 | 2409 0,145 | 2907 0,153 | 4282 0,168 | 5056 0,175 | 5827 0,182 | 8008 0,196 | 8836 0,2 |
| 0,55 | 42,9 0,063 | 85 0,065 | 138 0,067 | 307 0,085 | 464 0,098 | 920 0,1 | 1761 0,135 | 801 0,113 | 1989 0,148 | 2535 0,153 | 3036 0,16 | 4527 0,177 | 5310 0,184 | 6151 0,192 | 8406 0,206 | 9277 0,21 |
| 0,6 | 43,8 0,064 | 88 0,068 | 145 0,07 | 321 0,089 | 487 0,102 | 965 0,104 | 1841 0,141 | 844 0,119 | 2091 0,151 | 2661 0,16 | 3169 0,167 | 4723 0,185 | 5564 0,193 | 6474 0,202 | 8806 0,217 | 9719 0,22 |
| 0,65 | 44,6 0,065 | 92 0,07 | 151 0,074 | 335 0,093 | 505 0,106 | 1012 0,11 | 1920 0,147 | 879 0,124 | 2177 0,157 | 2779 0,167 | 3300 0,174 | 4917 0,193 | 5818 0,202 | 6798 0,21 | 9207 0,226 | 10161 0,23 |
| 0,7 | 45,4 0,067 | 95 0,073 | 157 0,077 | 350 0,097 | 523 0,11 | 1060 0,114 | 2001 0,153 | 915 0,129 | 2261 0,163 | 2877 0,173 | 3432 0,18 | 5114 0,2 | 6071 0,21 | 7122 0,218 | 9399 0,235 | 10603 0,24 |
| 0,75 | 46,3 0,068 | 96 0,074 | 164 0,08 | 362 0,101 | 542 0,114 | 1100 0,12 | 2079 0,159 | 950 0,134 | 2346 0,169 | 2975 0,179 | 3563 0,187 | 5310 0,208 | 6276 0,218 | 7445 0,227 | 9607 0,244 | 11045 0,25 |
| 0,8 | 47,1 0,069 | 97 0,075 | 170 0,083 | 375 0,104 | 560 0,118 | 1140 0,123 | 2158 0,165 | 985 0,139 | 2430 0,175 | 3072 0,185 | 3694 0,194 | 5504 0,216 | 6481 0,225 | 7769 0,235 | 10007 0,253 | 11486 0,26 |
| 0,85 | 47,55 0,07 | 99 0,076 | 176 0,086 | 388 0,108 | 578 0,122 | 1173 0,127 | 2223 0,17 | 1021 0,144 | 2515 0,181 | 3172 0,191 | 3825 0,201 | 5701 0,223 | 6686 0,232 | 7850 0,242 | 10408 0,26 | 11928 0,27 |
| 0,9 | 48,4 0,071 | 102 0,078 | 181 0,088 | 400 0,111 | 596 0,125 | 1210 0,130 | 2289 0,175 | 1057 0,149 | 2581 0,186 | 2170 0,197 | 3956 0,208 | 5861 0,23 | 6891 0,239 | 8093 0,249 | 10808 0,268 | 12370 0,28 |
| 0,95 | 49,25 0,073 | 105 0,081 | 187 0,091 | 412 0,114 | 614 0,129 | 1240 0,134 | 2343 0,18 | 1092 0,154 | 2648 0,191 | 3368 0,203 | 4059 0,213 | 6020 0,236 | 7095 0,246 | 8417 0,256 | 11208 0,276 | 12578 0,29 |
| 1 | 50 0,074 | 108 0,083 | 192 0,094 | 423 0,117 | 633 0,133 | 1280 0,138 | 2418 0,185 | 1127 0,156 | 2714 0,196 | 3467 0,209 | 4160 0,219 | 6180 0,242 | 7303 0,253 | 8517 0,263 | 11344 0,283 | 12812 0,3 |
| 1,1 | 51,7 0,076 | 114 0,088 | 203 0,099 | 445 0,124 | 669 0,141 | 1350 0,146 | 2548 0,195 | 1181 0,167 | 2846 0,205 | 3663 0,22 | 4365 0,229 | 6499 0,255 | 7655 0,265 | 9064 0,277 | 12009 0,297 | 13695 0,31 |

* Таблицу расчета сухих и мокрых конденсаторов см в главе 14.

Продолжение табл. 45

| D мм | Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | стальным водопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки мм | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 |
| 1 | 53,3 0,078 | 120 0,092 | 212 0,103 | 463 0,129 | 705 0,148 | 1410 0,152 | 2653 0,203 | 1235 0,175 | 2079 0,215 | 3817 0,23 | 4570 0,24 | 6818 0,267 | 8010 0,278 | 9388 0,289 | 12 409 0,211 | 14 137 0,32 |
| 1,5 | 54,9 0,08 | 125 0,096 | 221 0,108 | 481 0,134 | 737 0,155 | 1470 0,16 | 2756 0,21 | 1289 0,182 | 3112 0,225 | 3972 0,239 | 4776 0,251 | 7091 0,278 | 8391 0,29 | 9711 0,301 | 12 809 0,324 | 14 579 0,33 |
| 2 | 56 0,083 | 130 0,1 | 231 0,112 | 500 0,139 | 763 0,161 | 1540 0,166 | 2859 0,218 | 1342 0,19 | 3243 0,234 | 4126 0,249 | 4979 0,262 | 7364 0,29 | 8687 0,3 | 10 035 0,31 | 13 610 0,34 | 15 462 0,35 |
| 2,5 | 58 0,085 | 135 0,104 | 240 0,117 | 518 0,144 | 790 0,166 | 1580 0,17 | 2964 0,226 | 1397 0,197 | 3376 0,244 | 4280 0,258 | 5152 0,271 | 7637 0,3 | 8996 0,31 | 10 359 0,32 | 14 010 0,35 | 15 904 0,36 |
| 3 | 59 0,087 | 139 0,108 | 248 0,121 | 536 0,149 | 816 0,172 | 1640 0,177 | 3068 0,234 | 1450 0,205 | 3483 0,251 | 4435 0,267 | 5325 0,28 | 7903 0,31 | 9302 0,32 | 10 683 0,33 | 14 110 0,36 | 16 346 0,37 |
| 3,5 | 61 0,09 | 144 0,111 | 256 0,125 | 554 0,154 | 834 0,177 | 1690 0,182 | 3171 0,242 | 1495 0,211 | 3590 0,259 | 4589 0,277 | 5498 0,289 | 8145 0,32 | 9610 0,33 | 11 330 0,34 | 14 811 0,37 | 16 788 0,38 |
| 4 | 62 0,092 | 149 0,115 | 264 0,129 | 572 0,159 | 869 0,183 | 1720 0,187 | 3276 0,25 | 1540 0,218 | 3696 0,267 | 4718 0,284 | 5671 0,298 | 8383 0,33 | 9670 0,34 | 11 651 0,35 | 15 211 0,38 | 17 230 0,39 |
| 4,5 | 64 0,094 | 153 0,118 | 272 0,123 | 590 0,164 | 896 0,188 | 1780 0,192 | 3379 0,258 | 1585 0,224 | 3803 0,274 | 4848 0,292 | 5844 0,307 | 8622 0,34 | 10 132 0,35 | 11 977 0,36 | 15 611 0,39 | 17 671 0,4 |
| 5 | 66 0,096 | 158 0,122 | 284 0,139 | 669 0,169 | 922 0,194 | 1820 0,197 | 3452 0,266 | 1630 0,230 | 3908 0,282 | 4977 0,3 | 5998 0,315 | 8860 0,35 | 10 395 0,36 | 12 301 0,37 | 16 012 0,4 | 18 113 0,41 |
| 5,5 | 69 0,101 | 166 0,128 | 296 0,144 | 645 0,179 | 974 0,205 | 1930 0,207 | 3649 0,279 | 1729 0,243 | 4122 0,3 | 5236 0,31 | 6293 0,33 | 9301 0,36 | 10 920 0,38 | 12 625 0,4 | 16 812 0,42 | 18 997 0,43 |
| 6 | 72 0,105 | 174 0,135 | 308 0,15 | 672 0,187 | 1016 0,214 | 2020 0,217 | 3812 0,291 | 1788 0,253 | 4300 0,31 | 5493 0,33 | 6598 0,35 | 9704 0,38 | 11 433 0,4 | 13 272 0,41 | 17 613 0,44 | 19 880 0,45 |
| 6,5 | 75 0,11 | 182 0,14 | 321 0,157 | 700 0,194 | 1058 0,222 | 2110 0,227 | 3978 0,304 | 1856 0,262 | 4479 0,32 | 5715 0,34 | 6882 0,36 | 10 110 0,4 | 11 947 0,41 | 13 596 0,42 | 18 413 0,46 | 20 764 0,47 |
| 7 | 78 0,114 | 189 0,146 | 334 0,163 | 725 0,209 | 1099 0,231 | 2200 0,237 | 4142 0,317 | 1924 0,272 | 4658 0,34 | 5936 0,36 | 7133 0,37 | 10 501 0,41 | 12 376 0,43 | 14 243 0,44 | 18 814 0,47 | 21 645 0,49 |
| 7,5 | 81 0,119 | 196 0,152 | 345 0,168 | 752 0,209 | 1141 0,24 | 2280 0,244 | 4308 0,329 | 1991 0,282 | 4837 0,35 | 6157 0,37 | 7384 0,39 | 10 888 0,43 | 12 748 0,44 | 14 567 0,45 | 19 614 0,49 | 22 973 0,52 |
| 8 | 84 0,123 | 203 0,157 | 356 0,174 | 779 0,217 | 1183 0,249 | 2330 0,252 | 4443 0,339 | 2059 0,291 | 5015 0,36 | 6379 0,38 | 7635 0,4 | 11 274 0,44 | 13 121 0,45 | 15 214 0,47 | 20 415 0,51 | 23 415 0,53 |
| 8,5 | 87 0,127 | 209 0,162 | 367 0,179 | 805 0,22 | 1224 0,25 | 2410 0,262 | 4578 0,35 | 2127 0,3 | 5154 0,37 | 6566 0,4 | 7886 0,41 | 11 598 0,45 | 13 493 0,47 | 15 538 0,48 | 21 215 0,53 | 24 298 0,54 |
| 9 | 90 0,132 | 216 0,167 | 377 0,184 | 832 0,23 | 1259 0,26 | 2490 0,272 | 4714 0,36 | 2195 0,31 | 5294 0,38 | 6754 0,41 | 8108 0,43 | 11 884 0,46 | 13 862 0,48 | 16 186 0,5 | 22 016 0,55 | 24 740 0,56 |
| 9,5 | 92 0,136 | 222 0,172 | 388 0,189 | 859 0,24 | 1293 0,27 | 2580 0,281 | 4849 0,37 | 2263 0,32 | 5432 0,39 | 6943 0,42 | 8391 0,44 | 12 172 0,48 | 14 234 0,49 | 16 509 0,51 | 22 416 0,56 | 25 623 0,58 |
| 10 | 95 0,139 | 228 0,176 | 399 0,195 | 886 0,25 | 1328 0,28 | 2640 0,29 | 4983 0,38 | 2320 0,33 | 5571 0,4 | 7130 0,43 | 8544 0,45 | 12 460 0,49 | 14 606 0,51 | 17 157 0,53 | 21 817 0,57 | 26 065 0,59 |
| 10,5 | 101 0,149 | 243 0,188 | 426 0,208 | 938 0,26 | 1414 0,3 | 2820 0,304 | 5299 0,4 | 2462 0,35 | 5917 0,43 | 7570 0,46 | 9084 0,48 | 13 177 0,52 | 15 535 0,54 | 18 128 0,56 | 24 418 0,61 | 27 832 0,63 |
| 11 | 107 0,158 | 254 0,196 | 453 0,221 | 991 0,27 | 1491 0,31 | 2980 0,32 | 5587 0,43 | 2603 0,37 | 6264 0,45 | 7990 0,48 | 9582 0,5 | 13 897 0,54 | 16 463 0,57 | 19 423 0,6 | 25 619 0,64 | 29 600 0,67 |
| 11,5 | 113 0,166 | 266 0,205 | 480 0,234 | 1044 0,29 | 1558 0,33 | 3100 0,336 | 5873 0,45 | 2745 0,39 | 6610 0,48 | 8391 0,51 | 10 027 0,53 | 14 617 0,57 | 17 392 0,6 | 20 394 0,63 | 26 820 0,67 | 30 925 0,7 |
| 12 | 118 0,174 | 277 0,214 | 507 0,247 | 1097 0,39 | 1626 0,34 | 3260 0,352 | 6143 0,46 | 2887 0,41 | 6904 0,5 | 8765 0,53 | 10 409 0,55 | 15 334 0,6 | 18 821 0,64 | 21 041 0,65 | 28 421 0,71 | 32 250 0,73 |
| 12,5 | 124 0,182 | 289 0,223 | 525 0,256 | 1139 0,32 | 1694 0,36 | 3380 0,368 | 6390 0,49 | 2999 0,42 | 7196 0,52 | 9139 0,55 | 10 791 0,57 | 16 053 0,63 | 18 993 0,66 | 22 012 0,68 | 29 622 0,74 | 33 576 0,75 |
| 13 | 128 0,189 | 300 0,232 | 543 0,265 | 1181 0,33 | 1762 0,37 | 3510 0,376 | 6638 0,51 | 3112 0,44 | 7490 0,54 | 9427 0,57 | 11 173 0,59 | 16 773 0,66 | 19 655 0,68 | 22 984 0,71 | 30 422 0,76 | 34 901 0,79 |

| Потери давления на трение на 1 м, кгс/м ² | Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 |
| 7,5 | 133 0,196 | 311 0,24 | 561 0,274 | 1224 0,34 | 1830 0,38 | 3640 0,39 | 6885 0,53 | 3224 0,46 | 7743 0,56 | 9715 0,59 | 11 555 0,61 | 17 385 0,68 | 20 337 0,7 | 23 631 0,73 | 31 623 0,79 | 36 226 0,82 |
| 8 | 138 0,203 | 323 0,249 | 578 0,282 | 1266 0,35 | 1898 0,4 | 3776 0,407 | 7106 0,54 | 3337 0,47 | 7997 0,58 | 9858 0,6 | 11 937 0,63 | 17 901 0,7 | 21 009 0,73 | 24 602 0,76 | 32 824 0,82 | 37 552 0,85 |
| 8,5 | 143 0,21 | 334 0,258 | 597 0,291 | 1309 0,36 | 1960 0,41 | 3890 0,415 | 7327 0,56 | 3449 0,49 | 8252 0,6 | 10 293 0,62 | 12 320 0,65 | 18 413 0,72 | 21 981 0,75 | 25 573 0,79 | 33 625 0,84 | 38 435 0,87 |
| 9 | 147 0,21 | 346 0,26 | 614 0,3 | 1342 0,37 | 2012 0,42 | 4000 0,432 | 7548 0,57 | 3544 0,5 | 8471 0,61 | 10 581 0,63 | 12 702 0,66 | 18 926 0,74 | 22 363 0,77 | 26 221 0,81 | 34 825 0,87 | 39 761 0,9 |
| 9,5 | 151 0,22 | 357 0,27 | 632 0,31 | 1375 0,38 | 2066 0,43 | 4120 0,44 | 7770 0,59 | 3640 0,51 | 8665 0,62 | 10 870 0,65 | 13 082 0,69 | 19 442 0,76 | 23 025 0,79 | 26 868 0,83 | 36 026 0,9 | 40 844 0,92 |
| 10 | 155 0,23 | 368 0,28 | 650 0,32 | 1408 0,39 | 2118 0,44 | 4220 0,455 | 7959 0,61 | 3736 0,53 | 8860 0,64 | 11 157 0,67 | 13 464 0,71 | 19 955 0,78 | 23 824 0,83 | 27 516 0,85 | 36 827 0,92 | 41 970 0,95 |
| 11 | 163 0,24 | 385 0,3 | 686 0,33 | 1474 0,41 | 2224 0,47 | 4440 0,48 | 8340 0,64 | 3927 0,55 | 9238 0,67 | 11 737 0,71 | 14 228 0,75 | 20 983 0,82 | 24 986 0,87 | 28 810 0,89 | 38 428 0,96 | 43 737 0,99 |
| 12 | 170 0,25 | 401 0,31 | 715 0,35 | 1541 0,43 | 2330 0,49 | 4640 0,496 | 8721 0,67 | 4097 0,58 | 9637 0,7 | 12 312 0,74 | 14 996 0,79 | 22 009 0,86 | 26 097 0,9 | 30 105 0,93 | 40 429 1,01 | 45 946 1,04 |
| 13 | 177 0,26 | 418 0,32 | 744 0,36 | 1607 0,45 | 2436 0,51 | 4820 0,52 | 9023 0,69 | 4267 0,6 | 10 026 0,72 | 12 887 0,78 | 15 609 0,82 | 23 083 0,9 | 27 164 0,94 | 31 724 0,98 | 42 031 1,05 | 47 713 1,08 |
| 14 | 183 0,27 | 434 0,33 | 773 0,38 | 1674 0,47 | 2523 0,53 | 5006 0,547 | 9324 0,71 | 4436 0,63 | 10 416 0,75 | 13 533 0,82 | 16 196 0,85 | 23 953 0,94 | 28 188 0,98 | 32 695 1,01 | 43 632 1,09 | 49 480 1,12 |
| 15 | 189 0,28 | 451 0,35 | 802 0,39 | 1740 0,48 | 2610 0,55 | 5175 0,56 | 9627 0,74 | 4605 0,65 | 10 805 0,78 | 14 007 0,84 | 16 764 0,88 | 24 793 0,97 | 29 177 1,01 | 33 990 1,05 | 45 233 1,13 | 51 247 1,16 |
| 16 | 195 0,29 | 467 0,36 | 831 0,4 | 1793 0,5 | 2697 0,57 | 5360 0,575 | 9928 0,76 | 4754 0,67 | 11 194 0,81 | 14 467 0,87 | 17 316 0,91 | 25 607 1 | 30 135 1,04 | 34 961 1,08 | 46 434 1,16 | 53 014 1,2 |
| 17 | 200 0,3 | 484 0,37 | 855 0,42 | 1847 0,51 | 2788 0,59 | 5550 0,750 | 10 230 0,78 | 4902 0,69 | 11 584 0,84 | 14 913 0,9 | 17 848 0,94 | 26 393 1,03 | 31 061 1,08 | 36 256 1,12 | 48 035 1,2 | 54 340 1,23 |
| 18 | 206 0,31 | 500 0,39 | 879 0,43 | 1900 0,53 | 2870 0,6 | 5710 0,615 | 10 531 0,8 | 5050 0,71 | 11 972 0,86 | 15 344 0,92 | 18 365 0,97 | 27 161 1,06 | 31 963 1,11 | 37 227 1,15 | 49 236 1,23 | 56 107 1,27 |
| 19 | 212 0,32 | 513 0,4 | 903 0,44 | 1953 0,54 | 2986 0,63 | 5860 0,632 | 10 833 0,83 | 5192 0,73 | 12 361 0,89 | 15 764 0,95 | 18 869 0,99 | 27 904 1,09 | 32 794 1,14 | 38 198 1,18 | 50 837 1,27 | 57 874 1,31 |
| 20 | 217 0,33 | 525 0,41 | 927 0,45 | 2006 0,56 | 3061 0,64 | 6025 0,648 | 11 134 0,85 | 5223 0,75 | 12 713 0,92 | 16 174 0,97 | 19 358 1,02 | 28 628 1,12 | 33 688 1,17 | 39 169 1,21 | 52 038 1,3 | 59 199 1,34 |
| 22 | 229 0,34 | 550 0,43 | 976 0,48 | 2113 0,59 | 3211 0,68 | 6280 0,68 | 11 737 0,9 | 5585 0,79 | 13 333 0,96 | 16 965 1,02 | 20 304 1,07 | 30 027 1,18 | 35 338 1,23 | 41 111 1,27 | 54 440 1,36 | 61 850 1,4 |
| 24 | 240 0,35 | 576 0,44 | 1024 0,5 | 2219 0,62 | 3318 0,7 | 6560 0,715 | 12 341 0,94 | 5834 0,82 | 13 926 1,01 | 17 718 1,07 | 21 208 1,12 | 31 364 1,23 | 36 907 1,28 | 43 054 1,36 | 58 841 1,42 | 64 942 1,47 |
| 26 | 255 0,37 | 601 0,46 | 1061 0,52 | 2305 0,64 | 3455 0,73 | 6840 0,735 | 12 944 0,99 | 6071 0,86 | 14 494 1,05 | 18 442 1,11 | 22 073 1,16 | 32 645 1,28 | 38 413 1,33 | 44 672 1,38 | 59 243 1,48 | 67 593 1,53 |
| 28 | 263 0,39 | 626 0,48 | 1081 0,53 | 2390 0,66 | 3584 0,75 | 7110 0,77 | 13 406 1,02 | 6301 0,89 | 15 042 1,09 | 19 138 1,15 | 22 905 1,2 | 33 875 1,33 | 39 863 1,38 | 46 291 1,43 | 61 645 1,54 | 69 802 1,58 |
| 30 | 271 0,4 | 647 0,5 | 1136 0,55 | 2476 0,69 | 3713 0,78 | 7350 0,79 | 13 876 1,06 | 6522 0,92 | 15 570 1,12 | 19 809 1,19 | 23 711 1,25 | 35 066 1,37 | 41 262 1,43 | 47 909 1,48 | 63 646 1,59 | 72 453 1,64 |
| 32 | 279 0,41 | 667 0,52 | 1173 0,57 | 2561 0,71 | 3842 0,81 | 7650 0,82 | 14 331 1,1 | 6736 0,95 | 16 079 1,16 | 20 459 1,23 | 24 487 1,29 | 36 217 1,42 | 42 618 1,48 | 49 528 1,53 | 65 648 1,64 | 74 662 1,69 |
| 34 | 287 0,42 | 688 0,53 | 1210 0,59 | 2647 0,74 | 3962 0,83 | 7725 0,85 | 14 772 1,13 | 6943 0,98 | 16 575 1,2 | 20 799 1,25 | 25 242 1,33 | 37 330 1,46 | 43 927 1,52 | 51 147 1,58 | 68 050 1,69 | 77 312 1,75 |
| 36 | 29,5 0,43 | 709 0,55 | 1248 0,61 | 2721 0,76 | 4082 0,86 | 8050 0,87 | 15 200 1,16 | 7145 1,01 | 17 056 1,23 | 21 700 1,32 | 25 974 1,37 | 38 412 1,51 | 45 202 1,57 | 52 765 1,63 | 69 651 1,74 | 79 521 1,8 |

ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ ПРИ $k_{III} = 1$ мм

Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам

| Потери давления на трение па I м, кгс/м ² | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | |
|--|--|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76,3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/4 | (114/4) | (127/4) | 133 : |
| | 0,5 | { 36 0,053 | { 71 0,055 | { 113 0,055 | { 259 0,071 | { 390 0,082 | { 785 0,084 | { 1479 0,113 | { 672 0,095 | { 1676 0,121 | { 2140 0,129 | { 2586 0,136 | { 3828 0,15 | { 4528 0,157 | { 5277 0,163 | { 7045 0,176 |
| 0,55 | { 37 0,054 | { 74 0,057 | { 119 0,058 | { 270 0,075 | { 409 0,086 | { 815 0,088 | { 1557 0,119 | { 708 0,1 | { 1773 0,128 | { 2256 0,136 | { 2700 0,142 | { 4057 0,159 | { 4759 0,165 | { 5568 0,172 | { 7405 0,185 | { 8982 0,192 |
| 0,6 | { 37 0,055 | { 76 0,059 | { 125 0,061 | { 280 0,078 | { 423 0,09 | { 850 0,092 | { 1636 0,125 | { 743 0,105 | { 1856 0,134 | { 2372 0,143 | { 2833 0,149 | { 4235 0,166 | { 4990 0,173 | { 5859 0,181 | { 7806 0,195 | { 8835 0,2 |
| 0,65 | { 38 0,056 | { 79 0,061 | { 131 0,064 | { 295 0,082 | { 442 0,093 | { 900 0,097 | { 1701 0,13 | { 778 0,11 | { 1940 0,14 | { 2472 0,149 | { 2947 0,155 | { 4389 0,172 | { 5221 0,181 | { 6086 0,188 | { 8126 0,203 | { 9185 0,206 |
| 0,7 | { 39 0,057 | { 82 0,063 | { 137 0,067 | { 306 0,085 | { 461 0,097 | { 935 0,11 | { 1780 0,136 | { 806 0,114 | { 2009 0,145 | { 2555 0,154 | { 3061 0,161 | { 4568 0,179 | { 5451 0,189 | { 6345 0,196 | { 8446 0,211 | { 9587 0,217 |
| 0,75 | { 39 0,058 | { 83 0,064 | { 141 0,069 | { 316 0,088 | { 475 0,1 | { 970 0,105 | { 1845 0,141 | { 842 0,119 | { 2092 0,151 | { 2651 0,16 | { 3175 0,167 | { 4746 0,186 | { 5624 0,195 | { 6571 0,203 | { 8766 0,219 | { 9940 0,225 |
| 0,8 | { 40 0,059 | { 84 0,065 | { 148 0,072 | { 327 0,091 | { 494 0,104 | { 1003 0,108 | { 1911 0,146 | { 870 0,123 | { 2161 0,156 | { 2737 0,165 | { 3289 0,173 | { 4925 0,193 | { 5797 0,201 | { 6830 0,211 | { 9087 0,227 | { 10294 0,233 |
| 0,85 | { 41 0,06 | { 85 0,066 | { 152 0,074 | { 338 0,094 | { 508 0,107 | { 1040 0,12 | { 1976 0,151 | { 905 0,128 | { 2230 0,161 | { 2820 0,17 | { 3403 0,179 | { 5104 0,2 | { 5999 0,208 | { 7025 0,217 | { 9367 0,234 | { 10691 0,242 |
| 0,9 | { 41 0,061 | { 88 0,068 | { 158 0,077 | { 349 0,097 | { 523 0,11 | { 1073 0,115 | { 2028 0,155 | { 934 0,132 | { 2300 0,166 | { 2920 0,176 | { 3536 0,186 | { 5231 0,205 | { 6172 0,214 | { 7219 0,223 | { 9647 0,241 | { 11000 0,249 |
| 0,95 | { 42 0,062 | { 91 0,07 | { 162 0,079 | { 360 0,1 | { 544 0,114 | { 1105 0,118 | { 2094 0,16 | { 962 0,136 | { 2355 0,17 | { 3003 0,181 | { 3612 0,19 | { 5384 0,211 | { 6345 0,22 | { 7445 0,23 | { 9927 0,248 | { 11319 0,256 |
| 1 | { 43 0,063 | { 93 0,072 | { 166 0,081 | { 370 0,103 | { 556 0,117 | { 1140 0,122 | { 2146 0,164 | { 997 0,141 | { 2411 0,174 | { 3086 0,186 | { 3707 0,195 | { 5537 0,217 | { 6547 0,227 | { 7640 0,236 | { 10167 0,254 | { 11679 0,263 |
| 1,1 | { 44 0,065 | { 98 0,076 | { 176 0,086 | { 388 0,108 | { 589 0,124 | { 1190 0,129 | { 2264 0,173 | { 1047 0,148 | { 2535 0,183 | { 3268 0,197 | { 3897 0,206 | { 5818 0,228 | { 6865 0,238 | { 8028 0,248 | { 10688 0,267 | { 12237 0,277 |
| 1,2 | { 46 0,067 | { 104 0,08 | { 184 0,09 | { 406 0,113 | { 618 0,13 | { 1242 0,135 | { 2356 0,18 | { 1089 0,154 | { 2645 0,191 | { 3401 0,205 | { 4058 0,211 | { 6099 0,239 | { 7182 0,249 | { 8384 0,259 | { 11168 0,279 | { 12728 0,288 |
| 1,3 | { 47 0,07 | { 107 0,083 | { 193 0,094 | { 421 0,117 | { 646 0,136 | { 1295 0,14 | { 2447 0,187 | { 1138 0,161 | { 2771 0,2 | { 3534 0,213 | { 4259 0,224 | { 6354 0,249 | { 7499 0,26 | { 8740 0,27 | { 11648 0,29 | { 13254 0,3 |
| 1,4 | { 48 0,071 | { 111 0,086 | { 201 0,098 | { 439 0,122 | { 670 0,141 | { 1340 0,146 | { 2539 0,191 | { 1188 0,168 | { 2882 0,208 | { 3683 0,222 | { 4449 0,234 | { 6583 0,258 | { 7788 0,27 | { 9096 0,28 | { 12089 0,31 | { 13784 0,31 |
| 1,5 | { 49 0,073 | { 117 0,09 | { 207 0,101 | { 453 0,126 | { 694 0,146 | { 1400 0,152 | { 2630 0,201 | { 1231 0,174 | { 3006 0,217 | { 3816 0,23 | { 4601 0,242 | { 6839 0,268 | { 8047 0,279 | { 9420 0,29 | { 12529 0,31 | { 14225 0,32 |
| 1,6 | { 50 0,074 | { 120 0,093 | { 215 0,105 | { 467 0,13 | { 718 0,151 | { 1455 0,157 | { 2722 0,208 | { 1280 0,181 | { 3103 0,224 | { 3948 0,238 | { 4753 0,25 | { 7068 0,277 | { 8336 0,289 | { 9711 0,3 | { 12969 0,32 | { 14623 0,33 |
| 1,7 | { 52 0,076 | { 124 0,096 | { 221 0,108 | { 485 0,135 | { 741 0,156 | { 1505 0,162 | { 2814 0,215 | { 1322 0,187 | { 3187 0,23 | { 4081 0,246 | { 4905 0,258 | { 7298 0,286 | { 8595 0,298 | { 10003 0,31 | { 13330 0,33 | { 15065 0,34 |
| 1,8 | { 53 0,079 | { 128 0,099 | { 230 0,112 | { 500 0,139 | { 765 0,161 | { 1550 0,167 | { 2905 0,222 | { 1358 0,192 | { 3283 0,237 | { 4197 0,253 | { 5057 0,266 | { 7502 0,294 | { 8826 0,306 | { 10294 0,32 | { 13650 0,34 | { 15462 0,35 |
| 1,9 | { 54 0,08 | { 132 0,102 | { 236 0,115 | { 518 0,144 | { 789 0,166 | { 1595 0,172 | { 2997 0,229 | { 1400 0,198 | { 3330 0,244 | { 4313 0,26 | { 5209 0,274 | { 7705 0,302 | { 9085 0,315 | { 10585 0,33 | { 14010 0,35 | { 15904 0,36 |
| 2 | { 56 0,083 | { 136 0,105 | { 246 0,12 | { 532 0,148 | { 808 0,17 | { 1635 0,176 | { 3088 0,236 | { 1443 0,204 | { 3477 0,251 | { 4430 0,267 | { 5342 0,281 | { 7910 0,31 | { 9316 0,323 | { 10877 0,34 | { 14330 0,36 | { 16302 0,37 |
| 2,2 | { 58 0,086 | { 142 0,11 | { 256 0,125 | { 564 0,157 | { 856 0,18 | { 1700 0,184 | { 3232 0,247 | { 1520 0,215 | { 3671 0,265 | { 4662 0,281 | { 5608 0,295 | { 8319 0,326 | { 9778 0,339 | { 11459 0,35 | { 15011 0,38 | { 17141 0,39 |
| 2,4 | { 61 0,09 | { 150 0,116 | { 266 0,18 | { 586 0,163 | { 894 0,188 | { 1780 0,192 | { 3399 0,259 | { 1577 0,223 | { 3824 0,276 | { 4894 0,295 | { 5723 0,301 | { 8676 0,34 | { 10239 0,355 | { 11913 0,37 | { 15691 0,39 | { 17980 0,41 |
| 2,6 | { 64 0,095 | { 157 0,121 | { 279 0,136 | { 611 0,17 | { 931 0,196 | { 1860 0,2 | { 3533 0,27 | { 1641 0,232 | { 3990 0,288 | { 5093 0,307 | { 6141 0,323 | { 9033 0,354 | { 10701 0,371 | { 12383 0,38 | { 16372 0,41 | { 18820 0,42 |
| 2,8 | { 66 0,098 | { 163 0,126 | { 289 0,141 | { 633 0,176 | { 965 0,203 | { 1930 0,21 | { 3677 0,281 | { 1697 0,24 | { 4156 0,3 | { 5292 0,319 | { 6369 0,335 | { 9391 0,368 | { 11076 0,384 | { 12754 0,39 | { 17052 0,43 | { 19615 0,44 |
| 3 | { 69 0,101 | { 170 0,13 | { 290 0,146 | { 658 0,183 | { 1003 0,211 | { 2010 0,216 | { 3821 0,292 | { 1761 0,249 | { 4295 0,31 | { 5491 0,331 | { 6578 0,346 | { 9748 0,382 | { 11393 0,395 | { 13175 0,41 | { 17733 0,44 | { 20454 0,46 |
| 3,2 | { 71 0,105 | { 175 0,135 | { 309 0,151 | { 680 0,189 | { 1041 0,219 | { 2075 0,224 | { 3939 0,301 | { 1817 0,257 | { 4461 0,32 | { 5674 0,34 | { 6806 0,36 | { 10079 0,39 | { 11739 0,4 | { 13596 0,42 | { 18373 0,46 | { 21073 0,48 |
| 3,4 | { 74 0,109 | { 180 0,139 | { 318 0,155 | { 705 0,196 | { 1074 0,22 | { 2140 0,23 | { 4057 0,31 | { 1881 0,266 | { 4586 0,33 | { 5856 0,35 | { 7034 0,37 | { 10360 0,4 | { 12085 0,42 | { 14049 0,43 | { 19054 0,47 | { 21691 0,49 |

| Диаметр условного прохода, мм | Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262—62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732—70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 108/1 | (114/4) | (127/4) | 133/4 |
| 2 | 77 0,113 | 186 0,144 | 328 0,16 | 726 0,202 | 1107 0,23 | 2210 0,238 | 4188 0,32 | 1938 0,274 | 4710 0,34 | 6022 0,36 | 7224 0,38 | 10 611 0,42 | 12 402 0,43 | 14 470 0,45 | 19 614 0,49 | 22 215 0,5 |
| 3 | 79 0,116 | 192 0,148 | 336 0,164 | 751 0,209 | 1136 0,24 | 2270 0,245 | 4306 0,329 | 2001 0,283 | 4835 0,35 | 6188 0,37 | 7434 0,39 | 10 896 0,43 | 12 748 0,44 | 14 891 0,46 | 20 095 0,5 | 22 884 0,52 |
| 4 | 81 0,119 | 197 0,152 | 346 0,169 | 777 0,216 | 1169 0,25 | 2340 0,252 | 4423 0,338 | 2051 0,29 | 4960 0,36 | 6354 0,38 | 7624 0,4 | 11 151 0,44 | 13 066 0,46 | 15 312 0,47 | 21 615 0,51 | 23 532 0,52 |
| 5 | 86 0,127 | 210 0,162 | 369 0,18 | 820 0,228 | 1245 0,26 | 2481 0,267 | 4698 0,359 | 2178 0,308 | 5265 0,38 | 6736 0,4 | 8099 0,42 | 11 789 0,46 | 13 902 0,48 | 16 380 0,5 | 21 816 0,54 | 25 094 0,57 |
| 6 | 92 0,135 | 220 0,17 | 394 0,192 | 866 0,241 | 1312 0,27 | 2620 0,282 | 4960 0,375 | 2298 0,325 | 5569 0,4 | 7117 0,43 | 8555 0,45 | 12 427 0,48 | 14 739 0,51 | 17 448 0,54 | 23 017 0,57 | 26 395 0,6 |
| 7,5 | 96 0,142 | 229 0,177 | 416 0,203 | 913 0,254 | 1369 0,29 | 2750 0,3 | 5208 0,398 | 2426 0,343 | 5874 0,42 | 7466 0,45 | 8935 0,47 | 13 065 0,51 | 15 575 0,54 | 18 225 0,56 | 24 258 0,6 | 27 832 0,63 |
| 8 | 101 0,149 | 240 0,185 | 441 0,215 | 960 0,267 | 1431 0,3 | 2880 0,31 | 5457 0,417 | 2553 0,361 | 6138 0,44 | 7797 0,47 | 9278 0,49 | 13 703 0,53 | 16 411 0,57 | 18 970 0,58 | 25 458 0,63 | 29 290 0,65 |
| 8,5 | 105 0,155 | 249 0,192 | 455 0,222 | 996 0,277 | 1488 0,31 | 3000 0,323 | 5667 0,433 | 2652 0,375 | 6401 0,46 | 8129 0,49 | 9620 0,5 | 14 366 0,56 | 17 017 0,59 | 19 746 0,61 | 26 419 0,66 | 31 173 0,68 |
| 9 | 109 0,161 | 259 0,2 | 471 0,23 | 1032 0,287 | 1519 0,32 | 3120 0,337 | 5889 0,45 | 2751 0,389 | 6664 0,48 | 8395 0,51 | 9962 0,52 | 15 030 0,59 | 17 594 0,61 | 20 523 0,63 | 27 420 0,68 | 31 386 0,71 |
| 9,5 | 113 0,167 | 268 0,207 | 486 0,237 | 1071 0,298 | 1606 0,34 | 3220 0,35 | 6111 0,467 | 2850 0,403 | 6836 0,5 | 8660 0,52 | 10 394 0,54 | 15 540 0,61 | 18 200 0,63 | 21 300 0,66 | 28 381 0,71 | 32 559 0,74 |
| 10 | 117 0,173 | 278 0,215 | 502 0,245 | 1107 0,308 | 1668 0,35 | 3340 0,36 | 6308 0,482 | 2949 0,417 | 7107 0,51 | 8776 0,53 | 10 646 0,56 | 16 000 0,63 | 18 805 0,65 | 22 045 0,68 | 29 141 0,73 | 33 752 0,75 |
| 10,5 | 122 0,17 | 289 0,22 | 516 0,25 | 1143 0,31 | 1720 0,36 | 3440 0,37 | 6504 0,5 | 3048 0,43 | 7313 0,53 | 9174 0,55 | 10 989 0,58 | 16 459 0,64 | 19 411 0,67 | 22 822 0,7 | 30 302 0,75 | 34 679 0,78 |
| 11 | 125 0,18 | 298 0,23 | 533 0,26 | 1172 0,32 | 1768 0,37 | 3530 0,382 | 6700 0,51 | 3133 0,44 | 7537 0,51 | 9423 0,57 | 11 331 0,59 | 16 918 0,66 | 20 017 0,72 | 23 437 0,78 | 31 303 0,81 | 35 851 0,84 |
| 11,5 | 129 0,19 | 308 0,24 | 547 0,27 | 1204 0,33 | 1816 0,38 | 3650 0,4 | 6897 0,53 | 3218 0,45 | 7703 0,55 | 9689 0,58 | 11 673 0,61 | 17 377 0,68 | 20 622 0,71 | 24 052 0,74 | 32 263 0,8 | 36 579 0,83 |
| 12 | 132 0,195 | 317 0,25 | 563 0,28 | 1233 0,34 | 1863 0,39 | 3740 0,4 | 7067 0,54 | 3303 0,46 | 7880 0,57 | 9938 0,6 | 12 015 0,63 | 17 837 0,7 | 21 315 0,74 | 24 667 0,76 | 33 024 0,82 | 37 552 0,85 |
| 12,5 | 139 0,205 | 331 0,26 | 591 0,29 | 1291 0,36 | 1953 0,41 | 3940 0,425 | 7520 0,57 | 3472 0,49 | 8230 0,59 | 10 452 0,63 | 12 681 0,67 | 18 755 0,74 | 22 382 0,77 | 25 897 0,8 | 34 625 0,86 | 39 451 0,89 |
| 13 | 145 0,214 | 346 0,27 | 619 0,3 | 1348 0,37 | 2048 0,43 | 4120 0,44 | 7747 0,59 | 3621 0,51 | 8576 0,62 | 10 966 0,66 | 13 365 0,7 | 19 674 0,77 | 23 362 0,81 | 27 127 0,84 | 36 186 0,9 | 41 174 0,93 |
| 13,5 | 151 0,223 | 360 0,28 | 646 0,31 | 1406 0,39 | 2139 0,45 | 4265 0,455 | 8009 0,61 | 3769 0,53 | 8992 0,64 | 11 480 0,69 | 13 917 0,73 | 20 644 0,81 | 24 314 0,84 | 28 325 0,87 | 37 667 0,94 | 42 853 0,97 |
| 14 | 156 0,23 | 374 0,29 | 670 0,33 | 1463 0,41 | 2219 0,46 | 4440 0,47 | 8271 0,63 | 3918 0,55 | 9269 0,67 | 12 061 0,73 | 14 449 0,76 | 21 435 0,84 | 25 237 0,87 | 29 393 0,91 | 39 068 0,97 | 44 488 1,01 |
| 14,5 | 162 0,238 | 388 0,3 | 695 0,34 | 1521 0,42 | 2296 0,48 | 4590 0,49 | 8546 0,65 | 4066 0,57 | 9601 0,69 | 12 476 0,75 | 14 943 0,78 | 22 175 0,87 | 26 131 0,9 | 30 429 0,94 | 40 470 1,01 | 46 034 1,04 |
| 15 | 166 0,245 | 403 0,31 | 721 0,35 | 1568 0,44 | 2372 0,5 | 4750 0,51 | 8807 0,67 | 4201 0,59 | 9947 0,72 | 12 890 0,78 | 15 437 0,81 | 22 889 0,9 | 26 968 0,93 | 31 432 0,97 | 41 790 1,04 | 47 536 1,07 |
| 15,5 | 171 0,252 | 417 0,32 | 742 0,36 | 1614 0,45 | 2448 0,51 | 4900 0,53 | 9082 0,69 | 4328 0,61 | 10 294 0,74 | 13 272 0,8 | 15 913 0,84 | 23 604 0,92 | 27 804 0,96 | 32 371 1 | 43 071 1,07 | 49 038 1,11 |
| 16 | 176 0,259 | 431 0,33 | 762 0,37 | 1661 0,46 | 2524 0,53 | 5050 0,55 | 9344 0,71 | 4462 0,63 | 10 640 0,77 | 13 670 0,82 | 16 388 0,86 | 24 293 0,95 | 28 612 0,99 | 33 312 1,03 | 44 312 1,11 | 50 452 1,14 |
| 16,5 | 181 0,266 | 443 0,34 | 783 0,38 | 1708 0,47 | 2624 0,55 | 5180 0,57 | 9619 0,73 | 4590 0,65 | 10 987 0,79 | 14 035 0,85 | 16 825 0,88 | 24 956 0,98 | 29 362 1,02 | 34 249 1,05 | 45 513 1,11 | 51 921 1,17 |
| 17 | 185 0,273 | 453 0,35 | 804 0,39 | 1754 0,49 | 2690 0,57 | 5300 0,59 | 9880 0,75 | 4703 0,66 | 11 305 0,81 | 14 400 0,87 | 17 263 0,91 | 25 591 1 | 30 169 1,05 | 35 155 1,09 | 46 714 1,17 | 53 191 1,2 |
| 17,5 | 196 0,288 | 475 0,36 | 847 0,41 | 1848 0,51 | 2823 0,59 | 5575 0,6 | 10 417 0,79 | 4936 0,7 | 11 859 0,85 | 15 113 0,91 | 18 099 0,95 | 26 845 1,05 | 31 640 1,1 | 36 871 1,14 | 48 996 1,22 | 55 753 1,26 |

Продолжение табл. 46.9

| Диаметр и толщина стенки, мм | Количество проходящей воды, л/ч (верхняя строка), и скорость движения воды, м/с (нижняя строка), по трубам | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|---------------|---------------|----|----|----|----|--|------|----------|--------|---------|-------|---------|---------|-------|
| | стальным водогазопроводным (газовым) обыкновенным (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | стальным бесшовным горячекатаным (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | |
| | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 76/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 103/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 |
| 50 | 523 0,771 | 1230 0,957 | 2161 1,061 | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 537 0,794 | 1272 0,99 | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 554 0,819 | 1318 1,02 | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 569 0,843 | 1348 1,042 | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 586 0,867 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 602 0,887 | | | | | | | | | | | | | | | |

ТАБЛИЦА 46.10

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{экв}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ $k_{ш} = 0,5$ мм

| Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм | Значения $l_{экв}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,6 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 15 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 1,8 | 1,9 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,4 | 3,8 |
| 20 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 2 | 2,3 | 2,5 | 2,9 | 3,4 | 4 | 4,5 | 5,1 | 5,6 |
| 25 | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,5 | 1,9 | 2,3 | 2,7 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 4,6 | 5,4 | 6,2 | 6,9 | 7,7 |
| 32 | 0,6 | 1,1 | 1,7 | 2,2 | 2,8 | 3,3 | 3,9 | 4,5 | 5 | 5,6 | 6,6 | 7,7 | 8,8 | 10 | 11,1 |
| 40 | 0,7 | 1,4 | 2 | 2,6 | 3,3 | 4 | 4,6 | 5,3 | 6 | 6,6 | 8 | 9,2 | 10,6 | 11,8 | 13,2 |
| 50 | 1 | 1,8 | 2,8 | 3,6 | 4,6 | 5,5 | 6,4 | 7,3 | 8,3 | 9,1 | 11 | 12,8 | 14,6 | 16,5 | 18,3 |
| 70 | 1,3 | 2,5 | 3,7 | 5 | 6,3 | 7,5 | 8,8 | 10 | 11,3 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 22,5 | 25 |
| 76/3 | 1,3 | 2,6 | 3,9 | 5,2 | 6,5 | 7,8 | 9,1 | 10,4 | 11,7 | 13,1 | 15,6 | 18,2 | 20,8 | 23,4 | 25 |
| (83/3,5) | 1,6 | 3,2 | 4,8 | 6,4 | 8 | 9,6 | 11,2 | 12,7 | 14,3 | 15,9 | 19,1 | 22,2 | 25,4 | 28,6 | 32 |
| 102/4) | 1,9 | 3,7 | 5,6 | 7,6 | 9,5 | 11,3 | 13,2 | 15,1 | 17,1 | 18,7 | 22,6 | 26,4 | 30,2 | 34 | 37,6 |
| 108/4 | 2,1 | 4,1 | 6,1 | 8,2 | 10,2 | 12,3 | 14,2 | 16,3 | 18,3 | 20,3 | 24,5 | 28,5 | 32,5 | 36,5 | 40,7 |
| 133/4 | 2,7 | 5,3 | 8 | 10,7 | 13,4 | 16 | 18,7 | 21,3 | 24 | 26,7 | 32 | 37,4 | 42,6 | 48 | 53,4 |

ТАБЛИЦА 46.11

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ДЛИНЫ $l_{экв}$ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ДЛЯ РАСЧЕТА НАПОРНЫХ КОНДЕНСАТОПРОВОДОВ В ОТКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ПРИ $k_{ш} = 1$ мм

| Условный проход или наружный диаметр и толщина стенки, мм | Значения $l_{экв}$, м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,6 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 15 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,3 | 2,6 | 3 | 3,2 |
| 20 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,9 | 3,3 | 3,8 | 4,3 | 4,8 |
| 25 | 0,4 | 0,7 | 1 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 3,3 | 3,9 | 4,6 | 5,2 | 5,8 | 6,5 |
| 32 | 0,5 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 2,3 | 2,8 | 3,3 | 3,7 | 4,2 | 4,7 | 5,6 | 6,5 | 7,4 | 8,4 | 9,3 |
| 40 | 0,5 | 1,1 | 1,7 | 2,2 | 2,7 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 5 | 5,6 | 6,7 | 7,8 | 8,9 | 10 | 11,1 |
| 50 | 0,8 | 1,5 | 2,3 | 3 | 3,9 | 4,6 | 5,4 | 6,2 | 6,9 | 7,7 | 9,2 | 10,8 | 12,3 | 13,7 | 15,4 |
| 70 | 1,1 | 2,1 | 3,1 | 4,2 | 5,3 | 6,3 | 7,4 | 8,4 | 9,5 | 10,5 | 12,6 | 14,8 | 16,9 | 18,9 | 21,1 |
| 76/3 | 1,1 | 2,2 | 3,3 | 4,3 | 5,5 | 6,6 | 7,6 | 8,8 | 9,8 | 10,9 | 13,1 | 15,3 | 17,5 | 19,7 | 21,9 |
| (83/3,5) | 1,4 | 2,7 | 4 | 5,4 | 6,7 | 8 | 9,4 | 10,7 | 12 | 13,4 | 16 | 18,7 | 21,4 | 24,1 | 26,8 |
| (102/4) | 1,6 | 3,1 | 4,8 | 6,4 | 8 | 9,5 | 11,1 | 12,7 | 14,3 | 15,8 | 19,1 | 22,2 | 25,4 | 28,6 | 31,8 |
| 108/4 | 1,7 | 3,4 | 5,1 | 6,9 | 8,6 | 10,3 | 12 | 13,7 | 15,5 | 17,2 | 20,6 | 24 | 27,4 | 30,7 | 34,3 |
| 133/4 | 2,3 | 4,5 | 6,7 | 9 | 11,2 | 13,5 | 15,7 | 17,8 | 20,2 | 22,5 | 27 | 31,4 | 35,9 | 40,5 | 44,8 |

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ НИИ САНИТАРНОЙ ТЕХНИКИ)

| Местное сопротивление | Условный проход, мм | Значения ξ при скорости, м/с | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|------|-------|------|-------------|
| | | 0,025 | 0,05 | 0,075 | 0,1 | 0,2 и более |
| Радиаторы двухколонные (вход и выход) диаметром подводки 15 или 20 мм | 15 | 3,8 | 2,2 | 1,7 | 1,6 | 1,6 |
| | 20 | 2 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| Змеевик из труб плоский (длиной 1500 мм, высотой 500 мм) | 15 | 48 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| | 20 | 40 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Краны пробковые проходные | 15 | 5,7 | 3,8 | 3,5 | 3,4 | 3 |
| | 20 | 3,7 | 2 | 1,6 | 1,4 | 1,2 |
| | 25 | 3,2 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1 |
| Краны двойной регулировки с цилиндрической пробкой шибберного типа | 15 | — | — | — | — | 4 |
| | 20 | — | — | — | — | 2 |
| | 15 | 4,8 | 3,9 | 3,7 | 3,5 | 3 |
| Краны трехходовые конструкции треста Сантехдоталь | при прямом проходе | 15 | — | — | — | 2 |
| | | 20 | — | — | — | 1,5 |
| | | 25 | — | — | — | 2 |
| | при проходе с поворотом | 15, 20 | — | — | — | 3 |
| 25 | | — | — | — | 4,5 | |
| Краны трехходовые конструкции Главмосстроя | при прямом подходе | 15 | — | — | — | 3,2 |
| | | 20 и более | — | — | — | 0,6 |
| | при проходе с поворотом | 15 | — | — | — | 5,5 |
| | | 20 и более | — | — | — | 10,5 |
| Вентили с вертикальными шпindelями (15ч18бр) | 15 | — | — | — | — | 16 |
| | 20 | — | — | — | — | 10 |
| | 25, 32 | — | — | — | — | 9 |
| | 40 | — | — | — | — | 8 |
| | 50 и более | — | — | — | — | 7 |
| Вентили прямооточные с косыми шпindelями (15с58) | 15, 20; 25 | — | — | — | — | 3 |
| | 32; 40 | — | — | — | — | 2,5 |
| | 50 и более | — | — | — | — | 2 |
| Задвижки параллельные | 25, 32; 40 50 и более | — | — | — | — | 0,5 |
| Отводы под углом 45° (утки) с радиусом закругления $R=3d$ | 15 | 3,2 | 1,5 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |
| | 20 | 1,7 | 1 | 0,7 | 0,65 | 0,6 |
| | 25 | 1,6 | 0,8 | 0,65 | 0,65 | 0,6 |
| Скобы с радиусом закругления $R=3d$ | 15 | 6 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2 |
| | 20 | 4 | 1,3 | 1 | 1 | 1,2 |
| | 25 | 2,3 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| | 32 | 1,4 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |
| Отводы под углом 90° с радиусом закругления $R=3d$ | 15 | 5 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,3 |
| | 20 | 3,7 | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| | 25 | 3 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,6 |
| | 32 | 1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

ТАБЛИЦА 46.13

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ (ПРИБЛИЖЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ)

| Местное сопротивление | Значения ζ при условном проходе труб, мм | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 и более |
| Раднаторы двухколонные | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Котлы: | | | | | | | |
| чугунные | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| стальные | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Внезапное расширение (относится к большей скорости) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Внезапное сужение (относится к большей скорости) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Отступы | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Тройники: | | | | | | | |
| проходные (схема I) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| поворотные на ответвление (схема II) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| на противотоке (схема III) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Крестовины: | | | | | | | |
| проходные (схема IV) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| поворотные (схема V) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Компенсаторы: | | | | | | | |
| П-образные и д-образные | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| сальниковые | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Вентили: | | | | | | | |
| обыкновенные | 20 | 16 | 10 | 9 | 9 | 8 | 7 |
| прямоточные | — | 3 | 3 | 3 | 2,5 | 2,5 | 2 |
| Краны: | | | | | | | |
| проходные | — | 4 | 2 | 2 | 2 | — | — |
| с ручной регулировкой с гидравлической пробкой | — | 4 | 2 | 2 | 2 | — | — |
| Экраны параллельные | — | — | — | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Отводы: | | | | | | | |
| 90° и угла | 2 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| двойные узлы | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| широкие | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Скобы | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Примечание. Для точных расчетов коэффициенты местных сопротивлений принимают по табл. 46.14—46.21.

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{отв}$ ТРОЙНИКОВ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ (ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

| Схема | $\frac{d_{отв}}{d_{ств}}$ | Группа тройников (см. табл. 46.15) | Значения $\zeta_{отв}$ при $\bar{G}_{отв} = G_{отв}/G_{ств}$ | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------|------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| | | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| | 1 | I | -65 | -10 | -2,66 | 0,625 | 2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 |
| | 0,74 | II | -25 | -3,62 | 0 | 1 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2 | 2 |
| | 0,66 | III | -15,2 | -1,29 | 0,55 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,55 | 1,7 | 1,73 | 1,73 |
| | 0,59 | IV | -8 | 0,3 | 0,8 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| | 0,52 | V | -5 | 0,4 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,25 | 1,3 | 1,32 | 1,34 |
| | 0,44 | VI | -2 | 0,5 | 0,9 | 1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| | 0,3 | VII | -0,4 | 0,6 | 0,9 | 1 | 1,05 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| | 1 | I | 90 | 25 | 12,5 | 7,75 | 5,4 | 4,15 | 3,3 | 2,8 | 2,55 | 2,3 |
| | 0,74 | II | 33 | 9,4 | 4,7 | 3 | 2 | 1,5 | 1,2 | 1,05 | 1 | 1 |
| | 0,66 | III | 23 | 6,88 | 3,52 | 2,25 | 1,6 | 1,25 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| | 0,59 | IV | 13,5 | 4,73 | 2,88 | 1,8 | 1,34 | 1,1 | 0,95 | 0,83 | 0,8 | 0,8 |
| | 0,52 | V | 10 | 3,3 | 1,88 | 1,3 | 1 | 0,83 | 0,72 | 0,67 | 0,65 | 0,65 |
| | 0,44 | VI | 5,3 | 1,9 | 1,4 | 0,8 | 0,6 | 0,52 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| | 0,3 | VII | 2,1 | 0,935 | 0,542 | 0,4 | 0,305 | 0,25 | 0,215 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | 1 | I | 80 | 21,5 | 11 | 7 | 5 | 3,9 | 3,25 | 2,8 | 2,5 | 2,3 |
| | 1 | I | 100 | 29 | 14,5 | 9 | 6,3 | 4,75 | 3,8 | 3,1 | 2,66 | 2,3 |

ТАБЛИЦА 46 15

Продолжение табл. 46 14

ГРУППЫ ТРОЙНИКОВ

| Тройники, мм | Группа | Тройники, мм | | Группа |
|--------------------------|--------|--------------------|--|--------|
| | | | | |
| Равносторонние | I | 50×20×50 | | VI |
| 20×15×20 | II | 50×25×50 | | V |
| 25×15×25 | IV | 50×32×50 | | III |
| 25×20×25 | II | 50×40×50 | | II |
| 32×15×32 | VI | 70×15×70 | | VII |
| 32×20×32 | IV | 70×20×70 | | VII |
| 32×25×32 | II | 70×25×70 | | VI |
| 40×15×40 | —* | 70×32×70 | | V |
| 40×20×40 | V | 70×40×70 | | IV |
| 40×25×40 | III | 70×50×70 | | II |
| 40×32×40 | —* | | | |
| 50×15×50 | VII | | | |

* Значения $\zeta_{отв}$ принимать по интерполяции в соответствии с табл. 46 14.

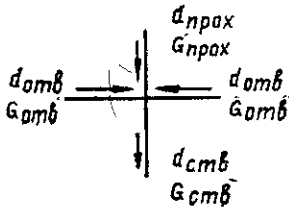
ТАБЛИЦА 46 16

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{\text{прох}}$ ТРОЙНИКОВ
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ
ПРИ СЛИЯНИИ ИЛИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ
(ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|------|-----|
| $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}}$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| $\zeta_{\text{прох}}$ | 70 | 16 | 6,7 | 3,56 | 2,2 | 1,41 | 1 | 0,86 | 0,76 | 0,7 |

ТАБЛИЦА 46 17

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{\text{отв}}$ КРЕСТОВИН
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ
ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ
(ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)



| | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| $\bar{G}_{\text{отв}_2}$ | Значения $\zeta_{\text{отв}}$ при $\bar{G}_{\text{отв}_1}$ | | | | | | | | | |
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | $\bar{d}_{\text{отв}} = 1$ | | | | | | | | | |
| 0 | — | 25 | 3,3 | 4 | 3,3 | 2,6 | 2,2 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,5 |
| 0,1 | 8 | 7,3 | 5,2 | 3,9 | 3,1 | 2,5 | 2 | 1,8 | 1,7 | — | — |
| 0,2 | 37 | 14 | 7,2 | 4,8 | 3,6 | 2,8 | 2,3 | 1,9 | — | — | — |
| 0,3 | 48 | 15,3 | 8,2 | 5,3 | 3,8 | 3 | 2,4 | — | — | — | — |
| 0,4 | 60 | 18 | 9,3 | 5,9 | 4,2 | 3,1 | — | — | — | — | — |
| 0,5 | 64 | 19,5 | 10,2 | 6,5 | 4,7 | — | — | — | — | — | — |
| 0,6 | 78 | 22,5 | 11,4 | 7,3 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,7 | 95 | 26,8 | 13,3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,8 | 110 | 30,2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,9 | 124 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | $\bar{d}_{\text{отв}} = 0,76$ | | | | | | | | | |
| 0 | — | 14,3 | 0,3 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| 0,1 | 5 | 2,4 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | — |
| 0,2 | 9,7 | 4,3 | 2,8 | 2,1 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | — | — | — |
| 0,3 | 10,5 | 5,7 | 3,4 | 2,4 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | — | — | — | — |
| 0,4 | 20,5 | 6,7 | 3,7 | 2,7 | 2,1 | — | — | — | — | — | — |
| 0,5 | 27,5 | 8,2 | 4,4 | 2,9 | 2,2 | — | — | — | — | — | — |
| 0,6 | 32,8 | 5,4 | 4,9 | 3,2 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,7 | 38,5 | 11,6 | 5,5 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,8 | 45 | 12,4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,9 | 52,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| | | $\bar{d}_{\text{отв}} = 0,59$ | | | | | | | | | |
| 0 | — | 6,1 | — | 1 | 1,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | — |
| 0,1 | 3,1 | 0,9 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | — | — |
| 0,2 | 0 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | — | — | — |
| 0,3 | 4,9 | 2,5 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | — | — | — | — |
| 0,4 | 9,2 | 3,4 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | — | — | — | — | — |
| 0,5 | 14,6 | 4,3 | 2,6 | 1,9 | 1,6 | — | — | — | — | — | — |
| 0,6 | 17,1 | 5,2 | 3 | 2,1 | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,7 | 20,7 | 5,8 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,8 | 22 | 5,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,9 | 23,1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Примечание $\bar{d}_{\text{отв}} = d_{\text{отв}} / d_{\text{ств}}$ — относительный диаметр ответвления. $\bar{G}_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_1} / G_{\text{ств}}$ — относительный расход в ответвлении, для которого определяются значения, $\bar{G}_{\text{отв}_2} = G_{\text{отв}_2} / G_{\text{ств}}$ — относительный расход в противоположном ответвлении

ТАБЛИЦА 46 18

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{\text{прох}}$ КРЕСТОВИН
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ
ПРИ СЛИЯНИИ ПОТОКОВ
(ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

| | | | | | | | | | | |
|--|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{отв}}$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| $\zeta_{\text{прох}}$ | 115 | 24,7 | 10,7 | 5,6 | 3,6 | 2,6 | 2 | 1,7 | 1,4 | 1,3 |

ТАБЛИЦА 46 19

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{\text{отв}}$ КРЕСТОВИН
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ
ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ
(ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

| | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------|--|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\bar{d}_{\text{отв}}$ | Соотношение расходов | Значения $\zeta_{\text{отв}}$ при $\bar{G}_{\text{отв}}$ | | | | | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| 1 | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 105 | 26,6 | 12,3 | 7,5 | 6,2 | 5,2 | 3,9 | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 |
| | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 105 | 26,6 | 12,3 | 13,7 | 12,5 | 7 | — | — | — | — | — |
| 0,76 | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 32,5 | 9,4 | 4,7 | 3 | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1 |
| | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 32,5 | 9,4 | 8,1 | 6 | 5,1 | 4,7 | — | — | — | — | — |
| 0,59 | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 14,1 | 4,1 | 2,4 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1 | 1 | 0,9 |
| | $G_{\text{отв}_1} = G_{\text{отв}_2}$ | 15,3 | 4,4 | 3,4 | 3,2 | 2,5 | 2,1 | — | — | — | — | — |

ТАБЛИЦА 46 20

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta_{\text{прох}}$ КРЕСТОВИН
ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ
ПРИ ДЕЛЕНИИ ПОТОКОВ
(ПО ОПЫТНЫМ ДАННЫМ Б. ЦНИПС)

| | | | | | | | | | | | |
|--|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\bar{G}_{\text{прох}} = G_{\text{прох}} / G_{\text{ств}}$ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| $\zeta_{\text{прох}}$ | 93 | 20,6 | 7,3 | 3 | 2,1 | 1,6 | 1,2 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |

Примечание Для более точного определения величины потерь давления при $\bar{G}_{\text{прох}} = 0,1$ и 0,2 рекомендуется тщательное интерполирование

ТАБЛИЦА 46 21

ДОЛИ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ И НА ТРЕНИЕ
ОТ ОБЩИХ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДАХ

| Характеристика систем | Доля потерь | |
|---|------------------------------|-------------------|
| | на местные сопротивления k | на трение $l - k$ |
| Системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды (независимо от протяженности по вертикали и горизонтально) | 0,5 | 0,5 |
| То же, с насосной циркуляцией воды | 0,35 | 0,65 |
| Районные теплопроводы со средним расстоянием от источника теплоснабжения до здания около 50 м | 0,2 | 0,8 |
| То же, 100 м и более | 0,1 | 0,9 |
| Системы парового отопления низкого давления | 0,35 | 0,65 |
| То же, высокого давления внутри здания | 0,2 | 0,8 |
| То же, в наружных сетях | 0,1 | 0,9 |
| Конденсационные магистрали наружных сетей | 0,1 | 0,9 |
| Конденсационные трубопроводы системы отопления | 0,2 | 0,8 |

ТЕПЛОПТЕРЫ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 1 м НЕИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБ, НАПОЛНЕННЫХ ВОДОЙ ИЛИ ПАРОМ, ПРИ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР Δt ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

| Разность температур | Теплопотери, ккал/ч, трубами | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|----------|--------|---------|-------|---------|---------|-------|-----------|-----------|-------|-------|-------|
| | стальными водогазопроводными (газовыми) обыкновенными (ГОСТ 3262-62) условным проходом, мм | | | | | | | | стальными бесшовными горячекатаными (ГОСТ 8732-70) наружным диаметром и толщиной стенки, мм | | | | | | | | | | | | | |
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 57/3,5 | 76/3 | (83/3,5) | 89/3,5 | (102/4) | 103/4 | (114/4) | (127/4) | 133/4 | (140/4,5) | (152/4,5) | 168/5 | 194/5 | 219/6 |
| Теплоноситель вода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 17 | 22 | 28 | 35 | 44 | 48 | 54 | 68 | 51 | 68 | 74 | 80 | 92 | 97 | 103 | 114 | 119 | 126 | 134 | 135 | 155 | 176 |
| 34 | 19 | 25 | 32 | 40 | 50 | 53 | 61 | 77 | 58 | 77 | 84 | 91 | 104 | 110 | 117 | 129 | 135 | 143 | 141 | 153 | 175 | 200 |
| 38 | 22 | 28 | 36 | 44 | 56 | 60 | 68 | 86 | 65 | 86 | 94 | 102 | 117 | 123 | 131 | 145 | 151 | 160 | 157 | 171 | 196 | 223 |
| 42 | 24 | 31 | 39 | 49 | 62 | 66 | 76 | 95 | 72 | 98 | 104 | 112 | 129 | 136 | 145 | 160 | 167 | 176 | 174 | 190 | 217 | 247 |
| 46 | 26 | 34 | 43 | 54 | 68 | 72 | 83 | 104 | 78 | 105 | 114 | 123 | 142 | 149 | 158 | 175 | 183 | 192 | 190 | 207 | 237 | 270 |
| 50 | 30 | 38 | 49 | 61 | 77 | 83 | 95 | 119 | 90 | 120 | 131 | 141 | 163 | 170 | 180 | 201 | 209 | 219 | 207 | 225 | 259 | 294 |
| 54 | 32 | 41 | 53 | 65 | 84 | 90 | 102 | 129 | 97 | 130 | 141 | 153 | 176 | 185 | 196 | 217 | 227 | 237 | 224 | 244 | 280 | 318 |
| 58 | 35 | 44 | 56 | 71 | 90 | 97 | 107 | 138 | 105 | 139 | 152 | 165 | 189 | 198 | 209 | 233 | 243 | 253 | 240 | 262 | 300 | 340 |
| 62 | 39 | 49 | 63 | 79 | 100 | 107 | 123 | 154 | 118 | 155 | 170 | 184 | 213 | 223 | 235 | 262 | 272 | 285 | 267 | 280 | 320 | 363 |
| 66 | 41 | 53 | 67 | 83 | 105 | 115 | 131 | 165 | 125 | 165 | 180 | 196 | 226 | 238 | 251 | 279 | 290 | 304 | 273 | 297 | 340 | 385 |
| 70 | 45 | 58 | 74 | 93 | 118 | 127 | 139 | 183 | 139 | 183 | 202 | 218 | 252 | 261 | 265 | 295 | 307 | 322 | 291 | 315 | 362 | 410 |
| 74 | 48 | 62 | 78 | 98 | 125 | 135 | 147 | 194 | 147 | 193 | 214 | 230 | 267 | 277 | 281 | 312 | 312 | 340 | 307 | 334 | 382 | 435 |
| 78 | 50 | 65 | 82 | 104 | 131 | 142 | 155 | 204 | 155 | 204 | 226 | 243 | 281 | 291 | 295 | 329 | 343 | 358 | 323 | 350 | 403 | 458 |
| 82 | 53 | 68 | 87 | 107 | 138 | 147 | 163 | 225 | 170 | 224 | 248 | 267 | 307 | 311 | 319 | 346 | 361 | 376 | 339 | 370 | 424 | 483 |
| 86 | 56 | 72 | 91 | 114 | 146 | 157 | 171 | 235 | 178 | 236 | 260 | 280 | 324 | 326 | 335 | 362 | 379 | 396 | 357 | 388 | 445 | 505 |
| 90 | 65 | 83 | 103 | 134 | 170 | 178 | 202 | 276 | 203 | 278 | 304 | 329 | 380 | 383 | 394 | 425 | 444 | 465 | 419 | 452 | 524 | 592 |
| 94 | 68 | 87 | 111 | 140 | 177 | 186 | 210 | 289 | 217 | 290 | 318 | 343 | 396 | 399 | 410 | 445 | 464 | 485 | 437 | 474 | 546 | 620 |
| 98 | 71 | 91 | 116 | 146 | 185 | 194 | 219 | 301 | 227 | 302 | 332 | 358 | 413 | 417 | 427 | 463 | 484 | 505 | 455 | 494 | 569 | 647 |
| 102 | 74 | 95 | 120 | 152 | 192 | 202 | 228 | 312 | 236 | 315 | 346 | 373 | 430 | 434 | 445 | 482 | 504 | 526 | 474 | 514 | 593 | 673 |
| 106 | 77 | 99 | 125 | 158 | 200 | 210 | 238 | 326 | 246 | 327 | 360 | 388 | 447 | 451 | 463 | 501 | 523 | 547 | 493 | 534 | 616 | 700 |
| 110 | 80 | 103 | 130 | 164 | 203 | 218 | 246 | 339 | 255 | 340 | 373 | 402 | 464 | 468 | 481 | 520 | 543 | 568 | 511 | 554 | 640 | 727 |
| 114 | 83 | 105 | 134 | 170 | 215 | 226 | 255 | 350 | 264 | 352 | 386 | 417 | 481 | 484 | 497 | 539 | 563 | 589 | 530 | 574 | 663 | 753 |
| 118 | 85 | 110 | 139 | 176 | 222 | 234 | 264 | 362 | 273 | 364 | 400 | 432 | 498 | 498 | 515 | 558 | 582 | 610 | 548 | 594 | 685 | 779 |
| 122 | 90 | 116 | 146 | 185 | 235 | 248 | 279 | 382 | 288 | 384 | 422 | 456 | 524 | 529 | 542 | 588 | 611 | 642 | 578 | 624 | 726 | 822 |
| 126 | 93 | 120 | 150 | 191 | 243 | 256 | 289 | 395 | 297 | 396 | 436 | 470 | 542 | 547 | 560 | 608 | 631 | 663 | 598 | 644 | 750 | 848 |
| 130 | 96 | 124 | 155 | 197 | 250 | 264 | 298 | 406 | 310 | 410 | 450 | 485 | 558 | 565 | 578 | 628 | 651 | 683 | 617 | 664 | 773 | 875 |
| 134 | 105 | 134 | 168 | 214 | 272 | 286 | 323 | 442 | 332 | 444 | 487 | 526 | 606 | 611 | 627 | 680 | 704 | 743 | 668 | 723 | 840 | 930 |
| 138 | 103 | 138 | 173 | 220 | 280 | 294 | 333 | 456 | 342 | 457 | 501 | 542 | 624 | 629 | 646 | 700 | 724 | 765 | 689 | 745 | 864 | 930 |
| 142 | 111 | 142 | 178 | 227 | 287 | 304 | 342 | 469 | 352 | 471 | 517 | 558 | 642 | 647 | 664 | 721 | 745 | 788 | 709 | 764 | 888 | 956 |
| 146 | 114 | 146 | 183 | 233 | 295 | 312 | 352 | 482 | 362 | 483 | 533 | 573 | 660 | 665 | 682 | 742 | 766 | 811 | 728 | 787 | 913 | 983 |
| 150 | 117 | 150 | 188 | 240 | 301 | 320 | 361 | 495 | 372 | 497 | 546 | 588 | 678 | 684 | 702 | 762 | 787 | 833 | 749 | 810 | 938 | 1010 |
| Теплоноситель пар | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | 52 | 61 | 83 | 101 | 122 | 140 | 174 | 218 | 165 | 221 | 241 | 259 | 286 | 318 | 330 | 353 | 370 | 390 | 423 | 468 | 539 | 605 |
| 81 | 55 | 67 | 87 | 110 | 128 | 147 | 183 | 229 | 174 | 232 | 254 | 272 | 301 | 330 | 347 | 372 | 389 | 410 | 445 | 492 | 567 | 636 |
| 85 | 57 | 71 | 92 | 115 | 135 | 154 | 192 | 241 | 183 | 244 | 266 | 286 | 316 | 346 | 364 | 390 | 409 | 430 | 467 | 516 | 595 | 668 |
| 89 | 60 | 74 | 96 | 120 | 141 | 161 | 200 | 252 | 191 | 255 | 279 | 299 | 332 | 362 | 381 | 408 | 428 | 450 | 489 | 540 | 623 | 699 |
| 93 | 67 | 77 | 107 | 137 | 157 | 180 | 224 | 281 | 213 | 285 | 311 | 333 | 381 | 403 | 426 | 456 | 478 | 503 | 547 | 604 | 697 | 787 |
| 97 | 70 | 86 | 112 | 140 | 164 | 187 | 233 | 293 | 222 | 297 | 324 | 348 | 397 | 420 | 445 | 476 | 499 | 525 | 570 | 630 | 727 | 820 |
| 101 | 73 | 90 | 116 | 145 | 170 | 195 | 243 | 305 | 231 | 309 | 337 | 362 | 414 | 438 | 463 | 496 | 519 | 547 | 594 | 656 | 757 | 854 |
| 105 | 76 | 93 | 120 | 150 | 176 | 203 | 253 | 317 | 241 | 321 | 351 | 376 | 430 | 455 | 481 | 515 | 540 | 568 | 617 | 682 | 787 | 888 |
| 109 | 83 | 101 | 132 | 166 | 194 | 221 | 276 | 346 | 262 | 350 | 383 | 411 | 469 | 497 | 525 | 561 | 588 | 619 | 672 | 753 | 856 | 967 |
| 113 | 86 | 105 | 137 | 172 | 201 | 229 | 286 | 359 | 272 | 363 | 397 | 426 | 486 | 515 | 544 | 582 | 609 | 641 | 697 | 781 | 888 | 1002 |
| 117 | 89 | 109 | 142 | 178 | 208 | 238 | 296 | 371 | 282 | 376 | 411 | 441 | 504 | 533 | 563 | 602 | 631 | 664 | 721 | 809 | 919 | 1039 |
| 121 | 92 | 113 | 147 | 184 | 215 | 246 | 306 | 384 | 291 | 390 | 425 | 456 | 521 | 552 | 583 | 623 | 652 | 687 | 746 | 836 | 951 | 1073 |
| 125 | 95 | 116 | 152 | 190 | 222 | 254 | 316 | 397 | 301 | 402 | 439 | 471 | 538 | 570 | 602 | 643 | 674 | 710 | 771 | 864 | 982 | 1109 |
| 129 | 98 | 120 | 157 | 196 | 230 | 262 | 326 | 409 | 311 | 415 | 453 | 486 | 555 | 588 | 621 | 664 | 696 | 732 | 795 | 892 | 1013 | 1144 |
| 133 | 101 | 124 | 161 | 202 | 237 | 270 | 336 | 422 | 320 | 428 | 467 | 501 | 572 | 603 | 640 | 685 | 717 | 755 | 820 | 919 | 1045 | 1180 |
| 137 | 101 | 128 | 166 | 203 | 244 | 278 | 346 | 435 | 330 | 440 | 481 | 516 | 590 | 625 | 660 | 705 | 739 | 778 | 845 | 947 | 1076 | 1215 |
| 141 | 107 | 131 | 171 | 214 | 250 | 286 | 356 | 448 | 340 | 453 | 495 | 531 | 607 | 643 | 679 | 726 | 760 | 800 | 869 | 974 | 1108 | 1251 |
| 145 | 110 | 135 | 175 | 220 | 257 | 294 | 367 | 460 | 349 | 466 | 509 | 546 | 624 | 661 | 698 | 746 | 782 | 823 | 894 | 1002 | 1139 | 1288 |
| 149 | 114 | 139 | 180 | 228 | 264 | 301 | 377 | 471 | 359 | 479 | 521 | 559 | 639 | 677 | 717 | 767 | 804 | 848 | 921 | 1030 | 1171 | 1322 |

Раздел IX. Расчетные таблицы

Глава 47. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

ТАБЛИЦА 47.1

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫХ (ГАЗОВЫХ) ОБЫКНОВЕННЫХ ТРУБ (ГОСТ 3262-62)

| Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|--------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 | |
| 0,05 | 0,47 91,5 | 0,29 28,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 0,1 | 0,95 325,5 | 0,59 100 | 0,31 21,1 | — | — | — | — | — | — | — | |
| 0,15 | 1,42 707 | 0,88 211 | 0,47 43,6 | 0,28 12,5 | — | — | — | — | — | — | |
| 0,2 | 1,89 1257 | 1,18 360 | 0,62 73,5 | 0,37 20,9 | 0,21 5,11 | — | — | — | — | — | |
| 0,25 | 2,37 1964 | 1,47 560 | 0,78 110,6 | 0,47 31,2 | 0,26 7,57 | 0,2 3,9 | — | — | — | — | |
| 0,3 | 2,84 2829 | 1,77 807 | 0,94 155 | 0,56 43,4 | 0,31 10,5 | 0,24 5,4 | — | — | — | — | |
| 0,35 | 3,31 3850 | 2,06 1078 | 1,09 206,4 | 0,65 57,5 | 0,37 13,8 | 0,28 7,1 | — | — | — | — | |
| 0,4 | — | 2,36 1435 | 1,25 265,6 | 0,75 73,5 | 0,42 17,5 | 0,32 9 | — | — | — | — | |
| 0,45 | — | 2,65 1816 | 1,4 336 | 0,84 91,3 | 0,47 21,6 | 0,36 11,1 | 0,21 3,1 | — | — | — | |
| 0,5 | — | 2,95 2242 | 1,56 415 | 0,93 111 | 0,52 26,2 | 0,4 13,4 | 0,24 3,7 | — | — | — | |
| 0,6 | — | — | 1,87 597 | 1,12 156 | 0,63 36,5 | 0,48 18,6 | 0,28 4,2 | — | — | — | |
| 0,7 | — | — | 2,18 813 | 1,31 210 | 0,73 48,4 | 0,56 24,6 | 0,33 6,8 | 0,2 2,1 | — | — | |
| 0,8 | — | — | 2,5 1082 | 1,5 274 | 0,84 61,9 | 0,64 31,3 | 0,38 8,6 | 0,23 2,62 | — | — | |
| 0,9 | — | — | 2,81 1344 | 1,69 346 | 0,94 77 | 0,72 39 | 0,42 10,7 | 0,26 2,23 | — | — | |
| 1 | — | — | 3,12 1660 | 1,87 428 | 1,05 93,6 | 0,8 47,2 | 0,47 12,9 | 0,29 3,89 | 0,2 1,6 | — | |
| 1,25 | — | — | — | 2,34 688 | 1,31 143 | 0,99 71,4 | 0,59 19,4 | 0,36 5,79 | 0,25 2,4 | — | |
| 1,5 | — | — | — | 2,8 962 | 1,57 206,3 | 1,19 100,3 | 0,71 27 | 0,43 8,03 | 0,3 3,36 | 0,224 1,63 | |
| 1,75 | — | — | — | — | 1,83 280,8 | 1,39 136 | 0,82 35,9 | 0,5 10,6 | 0,35 4,4 | 0,26 1,14 | |
| 2 | — | — | — | — | 2,09 366,8 | 1,59 178 | 0,94 46 | 0,58 13,5 | 0,4 5,6 | 0,24 1,5 | |
| 2,5 | — | — | — | — | 2,61 573,1 | 1,99 273 | 1,18 69,6 | 0,72 20,3 | 0,5 8,4 | 0,29 2,26 | |
| 3 | — | — | — | — | — | 2,39 400 | 1,41 99,7 | 0,86 28,4 | 0,6 11,7 | 0,35 3,13 | |
| 3,5 | — | — | — | — | — | 2,79 544 | 1,65 137 | 1,01 37,8 | 0,71 15,5 | 0,41 4,12 | |
| 4 | — | — | — | — | — | — | 1,88 177 | 1,15 48,5 | 0,81 19,8 | 0,47 5,25 | |
| 4,5 | — | — | — | — | — | — | 2,12 224 | 1,3 60,9 | 0,91 24,6 | 0,53 6,49 | |
| 5 | — | — | — | — | — | — | 2,35 277 | 1,44 75,2 | 1,01 30 | 0,59 7,86 | |
| 5,5 | — | — | — | — | — | — | 2,59 335 | 1,58 91 | 1,11 35,8 | 0,65 9,36 | |
| 6 | — | — | — | — | — | — | 2,83 399 | 1,73 108,3 | 1,21 42 | 0,71 11 | |
| 6,5 | — | — | — | — | — | — | — | 1,87 127 | 1,31 49,3 | 0,77 12,7 | |
| 7 | — | — | — | — | — | — | — | 2,02 147,4 | 1,41 57,2 | 0,82 14,6 | |
| 7,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,16 169,2 | 1,51 65,6 | 0,88 16,6 |

| Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потеря напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах условным проходом, мм | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----|----|----|----|----|----|---------------|---------------|---------------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 70 | 80 | 100 |
| 8 | — | — | — | — | — | — | — | 2,3 192,6 | 1,61 74,7 | 0,94 18,7 |
| 8,5 | — | — | — | — | — | — | — | 2,45 217,4 | 1,71 84,3 | 1 20,9 |
| 9 | — | — | — | — | — | — | — | 2,59 243,7 | 1,81 94,5 | 1,06 23,2 |
| 9,5 | — | — | — | — | — | — | — | 2,74 271,5 | 1,91 105,3 | 1,12 25,7 |
| 10 | — | — | — | — | — | — | — | 2,88 300,9 | 2,01 117 | 1,18 28,3 |
| 10,5 | — | — | — | — | — | — | — | 3,02 331,7 | 2,12 129 | 1,24 31 |
| 11 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,22 141,2 | 1,29 34 |
| 11,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,32 154,3 | 1,35 37,2 |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,42 168 | 1,41 40,5 |
| 12,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,52 182,3 | 1,47 44 |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,62 197,2 | 1,53 47,5 |
| 13,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,72 212,7 | 1,59 51,3 |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,82 229 | 1,65 55,1 |
| 14,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,92 245,4 | 1,71 59,1 |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,77 63,3 |
| 15,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,82 67,6 |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,88 72 |
| 16,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1,94 76,6 |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 81,3 |
| 17,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,06 86,2 |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,12 91,1 |
| 18,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,18 96 |
| 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,24 101,6 |
| 19,5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,3 107 |
| 20 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,35 112,5 |
| 21 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,47 124,1 |
| 22 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,59 136,2 |
| 23 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,71 148,8 |
| 24 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,83 162 |
| 25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2,94 175,8 |

Примечание Таблица составлена по формулам ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А. Шевелев)

ТАБЛИЦА 47.2

Продолжение табл. 47.2

ДЛЯ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ ВЕСШОВНЫХ
ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ (ГОСТ 8732-70)

| Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм | | | | | | | Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм | | | | | | |
|------------------------|---|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | 146 | 168 | 194 | 219 | 245 | 273 | 325 | | 146 | 168 | 194 | 219 | 245 | 273 | 325 |
| | 2,5 | 0,2 0,9 | | | | | | | | 20 | 1,63 42,5 | 1,18 18,1 | 0,85 8 | 0,65 4,1 | 0,51 2,2 |
| 3 | 0,24 1,3 | | | | | | | 21 | 1,71 46,8 | 1,24 19,8 | 0,89 8,7 | 0,68 4,5 | 0,53 2,4 | 0,42 1,4 | |
| 3,5 | 0,28 1,7 | 0,21 0,8 | | | | | | 22 | 1,79 51,4 | 1,3 21,8 | 0,94 9,5 | 0,71 4,9 | 0,56 2,6 | 0,44 1,5 | |
| 4 | 0,33 2,1 | 0,24 1 | | | | | | 23 | 1,86 56,2 | 1,36 23,8 | 0,98 10,3 | 0,75 5,3 | 0,58 2,9 | 0,46 1,6 | |
| 4,5 | 0,37 2,6 | 0,26 1,2 | | | | | | 24 | 1,95 61,1 | 1,41 25,9 | 1,02 11,2 | 0,78 5,7 | 0,61 3,1 | 0,48 1,7 | |
| 5 | 0,41 3,2 | 0,29 1,5 | | | | | | 25 | 2,04 66,3 | 1,47 28,1 | 1,06 12,1 | 0,81 6,1 | 0,63 3,3 | 0,5 1,9 | |
| 5,5 | 0,45 3,8 | 0,32 1,7 | 0,23 0,8 | | | | | 26 | 2,12 71,8 | 1,53 30,4 | 1,11 13 | 0,84 6,6 | 0,66 3,6 | 0,52 2 | |
| 6 | 0,49 4,4 | 0,35 2 | 0,25 0,9 | 0,2 0,5 | | | | 27 | 2,2 77,4 | 1,59 32,7 | 1,15 13,9 | 0,88 7,1 | 0,68 3,8 | 0,54 2,1 | |
| 6,5 | 0,53 5,1 | 0,38 2,3 | 0,28 1 | 0,21 0,5 | | | | 28 | 2,28 83,2 | 1,65 35,2 | 1,19 14,9 | 0,91 7,6 | 0,71 4,1 | 0,56 2,3 | |
| 7 | 0,57 5,8 | 0,41 2,6 | 0,3 1,2 | 0,23 0,6 | | | | 29 | 2,36 89,3 | 1,71 37,8 | 1,23 15,9 | 0,94 8,1 | 0,74 4,4 | 0,58 2,4 | |
| 7,5 | 0,61 6,6 | 0,44 3 | 0,32 1,4 | 0,24 0,7 | | | | 30 | 2,45 95,5 | 1,77 40,5 | 1,28 17,1 | 0,97 8,6 | 0,76 4,6 | 0,6 2,6 | |
| 8 | 0,65 7,5 | 0,47 3,4 | 0,34 1,5 | 0,26 0,8 | 0,2 0,4 | | | 32 | 2,61 109 | 1,89 46 | 1,36 19,4 | 1,04 9,7 | 0,81 5,2 | 0,64 2,9 | |
| 8,5 | 0,69 8,3 | 0,5 3,8 | 0,36 1,7 | 0,28 0,9 | 0,22 0,5 | | | 34 | 2,77 123 | 2 52 | 1,45 21,9 | 1,1 10,9 | 0,86 5,9 | 0,68 3,3 | |
| 9 | 0,73 9,3 | 0,53 4,1 | 0,38 1,9 | 0,29 1 | 0,23 0,5 | | | 36 | 2,93 138 | 2,12 58,3 | 1,53 24,6 | 1,17 12,1 | 0,91 6,5 | 0,72 3,6 | |
| 9,5 | 0,77 10,2 | 0,56 4,6 | 0,4 2,1 | 0,3 1,1 | 0,24 0,6 | | | 38 | — — | 2,24 64,9 | 1,62 27,4 | 1,23 13,4 | 0,96 7,2 | 0,76 4 | |
| 10 | 0,81 11,2 | 0,59 5 | 0,42 2,3 | 0,32 1,2 | 0,25 0,6 | 0,2 0,4 | | 40 | — — | — — | 1,7 30,3 | 1,3 14,8 | 1,01 7,9 | 0,8 4,4 | 0,55 1,7 |
| 11 | 0,9 13,5 | 0,65 6 | 0,47 2,7 | 0,36 1,4 | 0,28 0,8 | 0,22 0,4 | | 42 | — — | — — | 1,79 33,4 | 1,37 16,4 | 1,07 8,7 | 0,84 4,8 | 0,57 1,9 |
| 12 | 0,98 15,8 | 0,71 7 | 0,51 3,1 | 0,39 1,6 | 0,3 0,9 | 0,24 0,5 | | 44 | — — | — — | 1,87 36,7 | 1,43 17,9 | 1,12 9,4 | 0,88 5,2 | 0,6 2 |
| 13 | 1,05 18,3 | 0,77 8,1 | 0,55 3,6 | 0,42 1,9 | 0,33 1 | 0,26 0,6 | | 46 | — — | — — | 1,96 40,1 | 1,5 19,6 | 1,17 10,3 | 0,92 5,7 | 0,63 2,2 |
| 14 | 1,14 21 | 0,82 9,3 | 0,6 4,2 | 0,45 2,1 | 0,35 1,2 | 0,28 0,7 | | 48 | — — | — — | 2,04 43,7 | 1,56 21,4 | 1,22 11,1 | 0,96 6,1 | 0,66 2,4 |
| 15 | 1,22 23,9 | 0,88 10,6 | 0,64 4,7 | 0,49 2,4 | 0,38 1,3 | 0,3 0,7 | | 50 | — — | — — | 2,13 47,4 | 1,63 23,2 | 1,27 12,1 | 1 6,6 | 0,68 2,6 |
| 16 | 1,3 27,2 | 0,94 11,9 | 0,68 5,3 | 0,52 2,7 | 0,41 1,5 | 0,32 0,8 | | 52 | — — | — — | 2,21 51,3 | 1,69 25,1 | 1,32 13 | 1,04 7,1 | 0,71 2,8 |
| 17 | 1,39 30,7 | 1 13,3 | 0,72 5,9 | 0,55 3 | 0,43 1,7 | 0,34 0,9 | | 54 | — — | — — | 2,3 55,3 | 1,76 27 | 1,37 14,1 | 1,08 7,7 | 0,74 2,9 |
| 18 | 1,47 34,4 | 1,06 14,8 | 0,77 6,6 | 0,58 3,4 | 0,46 1,8 | 0,36 1 | | 56 | — — | — — | 2,38 59,5 | 1,82 29,1 | 1,42 15,1 | 1,12 8,2 | 0,77 3,1 |
| 19 | 1,55 38,3 | 1,12 16,4 | 0,81 7,3 | 0,62 3,7 | 0,48 2 | 0,38 1,1 | | 58 | — — | — — | 2,47 63,8 | 1,89 31,2 | 1,47 16,2 | 1,16 8,8 | 0,79 3,4 |

Продолжение табл. 47.2

| Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм | | | | | | |
|------------------|---|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 146 | 168 | 194 | 219 | 245 | 273 | 325 |
| 60 | { — | { — | 2,55 68,3 | 1,95 33,4 | 1,52 17,4 | 1,2 9,3 | 0,82 3,6 |
| 62 | { — | { — | 2,64 72,9 | 2,02 35,6 | 1,57 18,5 | 1,24 9,9 | 0,85 3,8 |
| 64 | { — | { — | 2,72 77,7 | 2,09 38 | 1,62 19,7 | 1,28 10,6 | 0,88 4 |
| 66 | { — | { — | 2,81 82,6 | 2,15 40,4 | 1,67 21 | 1,32 11,2 | 0,9 4,3 |
| 68 | { — | { — | 2,89 87,7 | 2,21 42,9 | 1,73 22,3 | 1,36 11,9 | 0,93 4,5 |
| 70 | { — | { — | 2,98 92,9 | 2,28 45,4 | 1,78 23,6 | 1,4 12,7 | 0,96 4,8 |
| 72 | { — | { — | — | 2,34 48,1 | 1,83 25 | 1,44 13,4 | 0,98 5 |
| 74 | { — | { — | — | 2,41 50,8 | 1,88 26,4 | 1,48 14,1 | 1,01 5,3 |
| 76 | { — | { — | — | 2,47 53,6 | 1,93 27,8 | 1,52 14,9 | 1,04 5,5 |
| 78 | { — | { — | — | 2,54 56,4 | 1,98 29,3 | 1,56 15,7 | 1,07 5,8 |
| 80 | { — | { — | — | 2,6 59,3 | 2,03 30,9 | 1,6 16,5 | 1,09 6,1 |
| 82 | { — | { — | — | 2,67 62,3 | 2,08 32,4 | 1,61 17,4 | 1,12 6,1 |
| 84 | { — | { — | — | 2,73 65,4 | 2,13 34 | 1,68 18,2 | 1,15 6,7 |
| 86 | { — | { — | — | 2,8 68,6 | 2,18 35,7 | 1,72 19,1 | 1,18 7 |
| 88 | { — | { — | — | 2,86 71,8 | 2,23 37,3 | 1,76 20 | 1,2 7,3 |
| 90 | { — | { — | — | 2,93 75,1 | 2,28 39,1 | 1,8 20,9 | 1,23 7,6 |
| 92 | { — | { — | — | 2,99 78,5 | 2,33 40,8 | 1,84 21,9 | 1,26 8 |
| 94 | { — | { — | — | — | 2,39 42,6 | 1,88 22,8 | 1,29 8,3 |
| 96 | { — | { — | — | — | 2,44 44,4 | 1,92 23,8 | 1,31 8,7 |
| 98 | { — | { — | — | — | 2,49 46,3 | 1,96 24,8 | 1,31 9 |
| 100 | { — | { — | — | — | 2,54 48,2 | 2 25,8 | 1,37 9,4 |
| 105 | { — | { — | — | — | 2,67 53,2 | 2,1 28,5 | 1,44 10,4 |
| 110 | { — | { — | — | — | 2,79 58,3 | 2,2 31,2 | 1,51 11,4 |
| 115 | { — | { — | — | — | 2,92 63,8 | 2,3 34,2 | 1,58 12,4 |
| 120 | { — | { — | — | — | — | 2,4 37,2 | 1,64 13,5 |

Продолжение табл. 47.3

| Расход воды, л/с | Скорость, м/с, движения воды (верхняя строка) и потери напора, мм на 1 м (нижняя строка), в трубах наружным диаметром, мм | | | | | | |
|------------------|---|-----|-----|-----|-----|-------------|--------------|
| | 146 | 168 | 194 | 219 | 245 | 273 | 325 |
| 125 | { — | { — | — | — | — | 2,5 40,4 | 1,72 14,7 |
| 130 | { — | { — | — | — | — | 26 43,6 | 1,75 15,9 |
| 135 | { — | { — | — | — | — | — | 1,55 17,2 |
| 140 | { — | { — | — | — | — | — | 1,92 18,4 |
| 145 | { — | { — | — | — | — | — | 1,32 19,5 |
| 150 | { — | { — | — | — | — | — | 2,05 21,1 |
| 155 | { — | { — | — | — | — | — | 2,12 22,6 |
| 160 | { — | { — | — | — | — | — | 2,15 24 |
| 165 | { — | { — | — | — | — | — | 2,22 25,6 |
| 170 | { — | { — | — | — | — | — | 2,33 27,1 |
| 175 | { — | { — | — | — | — | — | 2,4 29 |
| 180 | { — | { — | — | — | — | — | 2,46 30,4 |
| 185 | { — | { — | — | — | — | — | 2,54 32,2 |
| 190 | { — | { — | — | — | — | — | 2,6 33,7 |
| 195 | { — | { — | — | — | — | — | 2,67 35,7 |
| 200 | { — | { — | — | — | — | — | 2,74 37,6 |
| 205 | { — | { — | — | — | — | — | 2,8 39,5 |
| 210 | { — | { — | — | — | — | — | 2,87 41,4 |
| 215 | { — | { — | — | — | — | — | 2,94 43,4 |
| 220 | { — | { — | — | — | — | — | 3,01 45,5 |

Примечания 1 Таблица составлена по формуле ВНИИ ВОДГЕО (автор д-р техн. наук Ф. А. Шевелев).
2 Таблица выполнена из условия применения труб с толщиной стенок 10 мм. При других толщинах стенок потери напора следует умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 47.3.

ТАБЛИЦА 47.3

ПОПРАВочНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ К ПОТЕРЯМ НАПОРА
(К ТАБЛ. 47.2)

| Наружный диаметр труб, мм | Значения поправочных коэффициентов при толщине стенок труб, мм | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 146 | 0,86 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,97 | 1 | 1,03 | 1,07 | 1,1 | 1,14 |
| 168 | 0,88 | 0,9 | 0,92 | 0,95 | 0,97 | 1 | 1,03 | 1,05 | 1,09 | 1,12 |
| 194 | 0,89 | 0,91 | 0,93 | 0,96 | 0,98 | 1 | 1,02 | 1,05 | 1,07 | 1,1 |
| 219 | — | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 1 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,09 |
| 245 | — | — | 0,95 | 0,97 | 0,98 | 1 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 |
| 273 | — | — | 0,95 | 0,97 | 0,98 | 1 | 1,01 | 1,03 | 1,05 | 1,07 |
| 325 | — | — | — | 0,97 | 0,99 | 1 | 1,01 | 1,03 | 1,04 | 1,05 |

ТАБЛИЦА 47.4

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ
ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

| Местное сопротивление | Значение ζ |
|----------------------------|------------------|
| Вентили | |
| обыкновенные | 8 |
| типа «Косва» | 3 |
| Задвижка | 0,5 |
| Угольник | 0,5 |
| Отводы | 0,5 |
| Тройники | |
| на проход | 0,6 |
| » ответвление | 1,5 |
| » противоток | 2,5 |
| Крестовины: | |
| на проход | 0,5 |
| » ответвление | 0,5 |
| Обратные клапаны | 7 |
| Проходные краны | 3 |

ТАБЛИЦА 47.5

ПОТЕРИ НАПОРА H НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ

| Скорость движения воды, м/с | Потери напора H , м, при сумме коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \zeta$ | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 20 | |
| 0,25 | 0,003 | 0,007 | 0,01 | 0,013 | 0,016 | 0,019 | 0,022 | 0,025 | 0,027 | 0,032 | 0,038 | 0,064 | |
| 0,3 | 0,005 | 0,009 | 0,014 | 0,018 | 0,023 | 0,027 | 0,032 | 0,037 | 0,041 | 0,046 | 0,059 | 0,092 | |
| 0,4 | 0,008 | 0,016 | 0,024 | 0,032 | 0,042 | 0,049 | 0,057 | 0,065 | 0,073 | 0,082 | 0,123 | 0,163 | |
| 0,5 | 0,013 | 0,026 | 0,038 | 0,051 | 0,064 | 0,076 | 0,089 | 0,102 | 0,114 | 0,127 | 0,191 | 0,254 | |
| 0,6 | 0,018 | 0,037 | 0,055 | 0,073 | 0,092 | 0,110 | 0,128 | 0,146 | 0,165 | 0,183 | 0,276 | 0,366 | |
| 0,7 | 0,024 | 0,049 | 0,073 | 0,097 | 0,122 | 0,146 | 0,171 | 0,195 | 0,22 | 0,244 | 0,366 | 0,488 | |
| 0,8 | 0,033 | 0,065 | 0,098 | 0,13 | 0,163 | 0,196 | 0,228 | 0,261 | 0,293 | 0,326 | 0,489 | 0,652 | |
| 0,9 | 0,041 | 0,082 | 0,124 | 0,165 | 0,206 | 0,247 | 0,288 | 0,33 | 0,371 | 0,412 | 0,618 | 0,834 | |
| 1 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,75 | 1 | |
| 1,25 | 0,08 | 0,16 | 0,24 | 0,32 | 0,42 | 0,48 | 0,56 | 0,64 | 0,72 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | |
| 1,5 | 0,115 | 0,229 | 0,344 | 0,458 | 0,573 | 0,688 | 0,803 | 0,917 | 1,031 | 1,146 | 1,719 | 2,292 | |
| 1,75 | 0,156 | 0,312 | 0,468 | 0,624 | 0,78 | 0,936 | 1,092 | 1,248 | 1,404 | 1,56 | 2,34 | 3,12 | |
| 2 | 0,202 | 0,404 | 0,606 | 0,808 | 1,01 | 1,212 | 1,414 | 1,616 | 1,818 | 2,02 | 3,03 | 4,04 | |
| 2,25 | 0,258 | 0,516 | 0,77 | 1,032 | 1,29 | 1,548 | 1,806 | 2,064 | 2,322 | 2,58 | 3,87 | 4,16 | |
| 2,5 | 0,319 | 0,637 | 0,956 | 1,274 | 1,593 | 1,911 | 2,23 | 2,548 | 2,866 | 3,185 | 4,778 | 5,37 | |
| 2,75 | 0,385 | 0,771 | 1,156 | 1,542 | 1,927 | 2,312 | 2,697 | 3,083 | 3,469 | 3,854 | 5,781 | 7,708 | |
| 3 | 0,458 | 0,917 | 1,376 | 1,835 | 2,294 | 2,752 | 3,211 | 3,67 | 4,128 | 4,587 | 6,88 | 9,174 | |

Глава 48. ТАБЛИЦЫ
ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

ТАБЛИЦА 48 I
ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ
КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ $d=50$ И 100 мм

| Наполнение в долях диаметра труб | Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 | 150 |
| | $d=50$ мм | | | | | | |
| 0,05 | { 0,004 0,1 | { 0,005 0,14 | { 0,006 0,17 | { 0,007 0,2 | { 0,008 0,22 | { 0,012 0,32 | { 0,014 0,39 |
| 0,1 | { 0,016 0,16 | { 0,023 0,22 | { 0,028 0,27 | { 0,032 0,31 | { 0,036 0,35 | { 0,051 0,49 | { 0,062 0,6 |
| 0,2 | { 0,067 0,24 | { 0,095 0,34 | { 0,116 0,41 | { 0,134 0,48 | { 0,15 0,53 | { 0,212 0,76 | { 0,259 0,93 |
| 0,3 | { 0,149 0,3 | { 0,211 0,43 | { 0,258 0,52 | { 0,298 0,6 | { 0,333 0,67 | { 0,471 0,95 | { 0,577 1,17 |
| 0,4 | { 0,256 0,35 | { 0,362 0,49 | { 0,443 0,61 | { 0,512 0,7 | { 0,572 0,78 | { 0,809 1,11 | { 0,991 1,36 |
| 0,5 | { 0,381 0,39 | { 0,539 0,55 | { 0,66 0,67 | { 0,762 0,78 | { 0,852 0,87 | { 1,2 1,23 | { 1,48 1,5 |
| 0,6 | { 0,511 0,42 | { 0,723 0,59 | { 0,885 0,72 | { 1,02 0,83 | { 1,14 0,93 | { 1,62 1,32 | { 1,98 1,61 |
| 0,7 | { 0,637 0,43 | { 0,901 0,61 | { 1,1 0,75 | { 1,27 0,87 | { 1,42 0,97 | { 2,01 1,37 | { 2,47 1,68 |
| 0,8 | { 0,744 0,44 | { 1,05 0,62 | { 1,29 0,77 | { 1,49 0,88 | { 1,66 0,99 | { 2,35 1,4 | { 2,88 1,71 |
| 0,9 | { 0,811 0,44 | { 1,15 0,62 | { 1,4 0,76 | { 1,62 0,87 | { 1,81 0,97 | { 2,56 1,38 | { 3,14 1,69 |
| 0,95 | { 0,818 0,43 | { 1,16 0,6 | { 1,42 0,74 | { 1,64 0,85 | { 1,83 0,95 | { 2,59 1,34 | { 3,17 1,65 |
| 1 | { 0,761 0,39 | { 1,08 0,55 | { 1,32 0,67 | { 1,52 0,78 | { 1,7 0,87 | { 2,41 1,23 | { 2,95 1,5 |

Продолжение табл. 48

| Наполнение в долях диаметра труб | Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 100 | 150 |
| | $d=100$ мм | | | | | | |
| 0,05 | { 0,023 0,16 | { 0,033 0,22 | { 0,04 0,27 | { 0,046 0,32 | { 0,051 0,35 | { 0,073 0,5 | { 0,09 0,5 |
| 0,1 | { 0,101 0,25 | { 0,143 0,35 | { 0,175 0,43 | { 0,202 0,49 | { 0,226 0,55 | { 0,319 0,78 | { 0,4 0,9 |
| 0,2 | { 0,424 0,38 | { 0,6 0,54 | { 0,734 0,66 | { 0,848 0,76 | { 0,948 0,85 | { 1,34 1,2 | { 1,74 1,5 |
| 0,3 | { 0,948 0,48 | { 1,34 0,68 | { 1,64 0,83 | { 1,9 0,96 | { 2,12 1,07 | { 3 1,51 | { 3,51 1,85 |
| 0,4 | { 1,63 0,56 | { 2,31 0,79 | { 2,82 0,96 | { 3,26 1,11 | { 3,66 1,24 | { 5,16 1,76 | { 6,7 2,1 |
| 0,5 | { 2,42 0,62 | { 3,42 0,87 | { 4,19 1,07 | { 4,84 1,23 | { 5,41 1,38 | { 7,65 1,95 | { 9,77 2,34 |
| 0,6 | { 3,25 0,66 | { 4,6 0,93 | { 5,63 1,14 | { 6,5 1,32 | { 7,27 1,48 | { 10,3 2,09 | { 12,5 2,56 |
| 0,7 | { 4,05 0,69 | { 5,73 0,98 | { 7,02 1,19 | { 8,1 1,38 | { 9,06 1,54 | { 12,8 2,18 | { 15,7 2,6 |
| 0,8 | { 4,73 0,7 | { 6,69 0,99 | { 8,2 1,22 | { 9,46 1,4 | { 10,6 1,57 | { 15,8 2,22 | { 18,3 2,72 |
| 0,9 | { 5,17 0,69 | { 7,29 0,98 | { 8,93 1,2 | { 10,3 1,39 | { 11,5 1,55 | { 16,3 2,19 | { 20 2,68 |
| 0,95 | { 5,2 0,68 | { 7,35 0,95 | { 9,01 1,17 | { 10,4 1,35 | { 11,6 1,57 | { 16,4 2,13 | { 20,1 2,61 |
| 1 | { 4,84 0,62 | { 6,84 0,87 | { 8,38 1,07 | { 9,58 1,23 | { 10,8 1,38 | { 15,3 1,95 | { 18,7 2,34 |

ТАБЛИЦА 48 II
ДЛЯ РАСЧЕТА ЧУГУННЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ТРУБ $d=150$ мм

| Наполнение в долях диаметра труб | Расход, л/с, жидкости (верхняя строка) и скорость, м/с, движения жидкости (нижняя строка) при уклоне, мм на 1 м длины | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 |
| 0,05 | { 0,05 0,16 | { 0,06 0,19 | { 0,07 0,21 | { 0,08 0,23 | { 0,08 0,25 | { 0,09 0,26 | { 0,09 0,28 | { 0,1 0,29 | { 0,12 0,36 | { 0,14 0,41 | { 0,17 0,51 | { 0,2 0,59 | { 0,22 0,66 | { 0,27 0,81 |
| 0,1 | { 0,23 0,25 | { 0,27 0,29 | { 0,3 0,33 | { 0,33 0,3 | { 0,35 0,38 | { 0,38 0,41 | { 0,4 0,43 | { 0,42 0,46 | { 0,52 0,56 | { 0,6 0,65 | { 0,73 0,8 | { 0,86 0,92 | { 0,95 1,03 | { 1,16 1,26 |
| 0,2 | { 0,98 0,39 | { 1,13 0,45 | { 1,26 0,5 | { 1,38 0,55 | { 1,49 0,59 | { 1,59 0,63 | { 1,69 0,67 | { 1,78 0,7 | { 2,18 0,86 | { 2,52 1 | { 3,09 1,22 | { 3,56 1,41 | { 3,98 1,57 | { 4,88 1,95 |
| 0,3 | { 2,18 0,49 | { 2,51 0,56 | { 2,81 0,63 | { 3,08 0,69 | { 3,32 0,74 | { 3,55 0,8 | { 3,77 0,84 | { 3,97 0,89 | { 4,87 1,09 | { 5,62 1,26 | { 6,88 1,54 | { 7,95 1,78 | { 8,89 1,99 | { 10,9 2,44 |
| 0,4 | { 3,75 0,57 | { 4,32 0,65 | { 4,83 0,73 | { 5,29 0,8 | { 5,71 0,86 | { 6,11 0,92 | { 6,48 0,98 | { 6,83 1,03 | { 8,37 1,27 | { 9,66 1,46 | { 11,8 1,79 | { 13,7 2,07 | { 15,3 2,31 | { 18,7 2,85 |
| 0,5 | { 5,56 0,63 | { 6,41 0,72 | { 7,17 0,81 | { 7,85 0,89 | { 8,48 0,96 | { 9,07 1,02 | { 9,62 1,09 | { 10,1 1,15 | { 12,4 1,4 | { 14,3 1,62 | { 17,6 1,98 | { 20,3 2,29 | { 22,7 2,56 | { 27,5 3,14 |
| 0,6 | { 7,46 0,67 | { 8,61 0,78 | { 9,63 0,87 | { 10,5 0,95 | { 11,4 1,03 | { 12,2 1,1 | { 12,9 1,17 | { 13,6 1,23 | { 16,7 1,51 | { 19,3 1,74 | { 23,6 2,13 | { 27,2 2,46 | { 30,4 2,75 | { 37,3 3,3 |
| 0,7 | { 9,3 0,7 | { 10,7 0,81 | { 12 0,91 | { 13,1 0,99 | { 14,2 1,07 | { 15,2 1,15 | { 16,1 1,22 | { 17 1,28 | { 20,8 1,57 | { 24 1,81 | { 29,4 2,22 | { 33,9 2,56 | { 37,9 2,87 | { 46,5 3,51 |
| 0,8 | { 10,9 0,72 | { 12,5 0,83 | { 14 0,92 | { 15,3 1,01 | { 16,6 1,09 | { 17,7 1,17 | { 18,8 1,24 | { 19,8 1,31 | { 24,3 1,6 | { 28 1,85 | { 34,3 2,26 | { 39,6 2,61 | { 44,3 2,92 | { 54,3 3,5 |
| 0,9 | { 11,8 0,71 | { 13,7 0,81 | { 15,3 0,91 | { 16,7 1 | { 18,1 1,08 | { 19,3 1,15 | { 20,5 1,22 | { 21,6 1,29 | { 26,5 1,58 | { 30,6 1,82 | { 37,4 2,23 | { 43,2 2,58 | { 48,3 2,88 | { 59,2 3,5 |
| 0,95 | { 11,9 0,69 | { 13,8 0,79 | { 15,4 0,89 | { 16,9 0,97 | { 18,2 1,05 | { 19,5 1,12 | { 20,7 1,19 | { 21,8 1,25 | { 26,7 1,54 | { 30,8 1,77 | { 37,7 2,17 | { 43,6 2,51 | { 48,7 2,8 | { 59,7 3,44 |
| 1 | { 11,1 0,63 | { 12,8 0,72 | { 14,3 0,81 | { 15,7 0,89 | { 17 0,96 | { 18,1 1,02 | { 19,2 1,09 | { 20,3 1,15 | { 24,8 1,4 | { 28,7 1,62 | { 35,1 1,98 | { 40,5 2,29 | { 45,3 2,56 | { 55,5 3,14 |

Примечание Таблица составлена по формуле акад. Н. Н. Павловского

Приложения

МАТЕРИАЛЫ И САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ *

1. ТРУБЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТИ К НИМ ПРИЛОЖЕНИЕ I

Трубы стальные и соединительные части к ним Трубы стальные

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТАЛЬНЫХ ТРУБ

ТАБЛИЦА 11

| Системы | Давление условное, кгс/см ² | Условные проходы труб, мм | | | |
|---|--|--|---|--|----------------------------------|
| | | 10—50 | 65—150 | 200—350 | 400—1200 |
| Отопления и вентиляции при теплоснабжении | До 10 | Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64, черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62 | Электросварные \varnothing 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*, бесшовные горячекатаные \varnothing 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70 | | |
| То же, при теплоснабжении насыщенным паром | До 10 | Черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62 | | | |
| Горячего водоснабжения | До 10 | Оцинкованные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64; оцинкованные обыкновенные по ГОСТ 3262—62 | Оцинкованные \varnothing 65 мм по ГОСТ 3262—62, электросварные \varnothing 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63*, бесшовные горячекатаные \varnothing 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70 | | |
| Внутреннего хозяйственно-питьевого, хозяйственно-противопожарного и производственного водопровода, подающие воду питьевого качества | До 10 | | | | |
| Внутреннего производственного, противопожарного водопровода и производственной канализации | До 10 | Черные по ЧМТУ УкрНИТИ 576—64, черные обыкновенные по ГОСТ 3262—62 | | Электросварные \varnothing 200, 250 и 300 мм по ГОСТ 10704—63*, бесшовные горячекатаные \varnothing 350 мм по ГОСТ 8732—70 | Электросварные по ГОСТ 10704—63* |
| | До 16 | Электросварные по ГОСТ 10704—63*; черные усиленные по ГОСТ 3262—62 | Электросварные \varnothing 65, 80 и 150 мм по ГОСТ 10704—63; бесшовные горячекатаные \varnothing 100, 125 мм по ГОСТ 8732—70 | | |
| Внутренние водостоки | — | — | | | |

Примечания: 1 Применение нерекондуемых труб или труб с повышенной толщиной стенок может быть допущено при соответствующем технико-экономическом обосновании.
2 Трубы бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—70 допускается применять в тех случаях, когда не могут быть использованы трубы водогазопроводные или электросварные.

ТАБЛИЦА 12
ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ТОНКОСТЕННЫЕ ПО ВРЕМЕННЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ЧМТУ УкрНИТИ 576—64

| Условный проход D_y | | Размеры труб, мм | | Масса 1 м, кг |
|-----------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| мм | дюймы | наружный диаметр и толщина стенки | номинальный внутренний диаметр | |
| 15 | $\frac{1}{2}$ | 20,8×2,2 | 16,4 | 1,02 |
| 20 | $\frac{3}{4}$ | 26,8×2,3 | 22,2 | 1,39 |
| 25 | 1 | 32,9×2,8 | 27,3 | 2,03 |
| 32 | $1\frac{1}{4}$ | 41,8×2,8 | 36,2 | 2,69 |
| 40 | $1\frac{1}{2}$ | 47,7×2,8 | 42,1 | 3,1 |
| 50 | 2 | 59,8×3 | 53,8 | 4,2 |

Примечание Трубы предназначаются для соединения с помощью накатываемой на них цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357—52 или сварки Трубы применяются для рабочей среды с температурой не выше 200 °С на $P_y \leq 10$ кгс/см².

* Приведенные в приложениях данные по оборудованию предназначены для использования при разработке технических проектов. При разработке рабочих чертежей характеристики и габариты оборудования следует принимать по заводским паспортам.

ТАБЛИЦА 11

ТРУБЫ ВОДОГАЗОПРОВОДНЫЕ (ГАЗОВЫЕ) ПО ГОСТ 3262-62

| Условный проход D_y | | Обыкновенные трубы | | | Усиленные трубы | | |
|-----------------------|----------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|
| мм | дюймы | наружный диаметр и толщина стенки, мм | номинальный внутренний диаметр, мм | масса 1 м, кг | наружный диаметр и толщина стенки, мм | номинальный внутренний диаметр, мм | масса 1 м, кг |
| 10 | $\frac{3}{8}$ | 17×2,2 | 12,6 | 0,8 | — | — | — |
| 15 | $\frac{1}{2}$ | 21,3×2,8 | 15,7 | 1,28 | 21,3×3,2 | 14,9 | 1,43 |
| 20 | $\frac{3}{4}$ | 26,8×2,8 | 21,2 | 1,66 | 26,8×3,2 | 20,4 | 1,86 |
| 25 | 1 | 33,5×3,2 | 27,1 | 2,39 | 33,5×4 | 25,5 | 2,91 |
| 32 | $1\frac{1}{4}$ | 42,3×3,2 | 35,9 | 3,09 | 42,3×4 | 34,3 | 3,75 |
| 40 | $1\frac{1}{2}$ | 48×3,5 | 41 | 3,84 | 48×4 | 40 | 4,34 |
| 50 | 2 | 60×3,5 | 53 | 4,88 | 60×4,5 | 51 | 6,16 |
| 65 | $2\frac{1}{2}$ | 75,5×4 | 67,5 | 7,05 | 75,5×4,5 | 66,5 | 7,88 |

Примечания: 1. Трубы применяются для рабочей среды с температурой до 200 °С: обыкновенные — при $P_y \leq 10$ кгс/см², усиленные — при $P_y \leq 16$ кгс/см².

2. Трубы D_y 10 мм в настоящее время серийно не выпускаются.

ТАБЛИЦА 14

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ D_y 15—400 мм
ПО ГОСТ 10704-63*

| Условный проход D_y , мм | Размеры труб, мм | | Масса 1 м, кг |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| | наружный диаметр и толщина стенки | номинальный внутренний диаметр | |
| 15 | 18×2 | 14 | 0,79 |
| 20 | 25×2 | 21 | 1,13 |
| 25 | 32×2 | 28 | 1,48 |
| 32 | 38×2 | 34 | 1,78 |
| 40 | 45×2 | 41 | 2,12 |
| 50 | 57×3 | 51 | 4 |
| 65 | 76×3 | 70 | 5,4 |
| 80 | 89×3 | 83 | 6,36 |
| 100 | (108×3) | 102 | 7,77 |
| 150 | 159×4,5 | 150 | 17,15 |
| 200 | 219×6 | 207 | 31,52 |
| 250 | 273×7 | 259 | 45,92 |
| 300 | 325×7 | 311 | 54,89 |
| 400 | 426×7 | 412 | 72,33 |

Примечания: 1. Трубы предназначены для рабочей среды с температурой не выше 300 °С: для трубопроводов горячей воды и паропроводов при $P_y \leq 16$ кгс/см²; для прочих трубопроводов, перемещающих неагрессивные и малоагрессивные среды, при $P_y \leq 25$ кгс/см².

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050-60**, ВмСтЗсп по ГОСТ 380-71.

3. До ввода нового оборудования трубы 108×3 мм применять не рекомендуется.

ТАБЛИЦА 15

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ D_y 500—1200 мм
ПО ГОСТ 10704-63*

| Условный проход D_y , мм | Размеры труб, мм | | Масса 1 м, кг | Применение труб при условном давлении P_y , кгс/см ² | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|---|-----------|
| | наружный диаметр и толщина стенки | номинальный внутренний диаметр | | ≤ 10 | ≤ 16 |
| | | | | | |
| 500 | 530×7 | 516 | 90,28 | × | × |
| 600 | 630×7 | 616 | 107,54 | × | × |
| 800 | 820×8 | 804 | 160,2 | × | × |
| 1000 | { 1020×9 | 1002 | 224,4 | × | — |
| | { 1020×10 | 1000 | 249,1 | — | × |
| 1200 | { 1220×9 | 1202 | 268,8 | × | — |
| | { 1220×12 | 1196 | 357,5 | — | × |

Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред с температурой до 300 °С.

2. Материал труб — сталь Зсп и ВмСтЗсп по ГОСТ 380-71.

3. Знаком «х» обозначены применяемые трубы.

ТАБЛИЦА 16

ТРУБЫ БЕСШОВНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ D_y 50—400 мм
ПО ГОСТ 8732-70

| Условный проход D_y , мм | Размеры труб, мм | | Масса 1 м, кг |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| | наружный диаметр и толщина стенки | номинальный внутренний диаметр | |
| 50 | 57×3,5 | 50 | 4,62 |
| 65 | 76×3,5 | 69 | 6,26 |
| 80 | 89×3,5 | 82 | 7,38 |
| 100 | 108×4 | 100 | 10,26 |
| 125 | 133×4 | 125 | 12,73 |
| 150 | 159×4,5 | 150 | 17,15 |
| 168 | 168×5 | 158 | 20,1 |
| 194 | 194×5 | 184 | 23,31 |
| 200 | 219×7 | 205 | 36,6 |
| 250 | 273×8 | 257 | 52,28 |
| 300 | 325×8 | 309 | 62,54 |
| 350 | 377×9 | 359 | 81,68 |
| 400 | 426×10 | 406 | 102,59 |

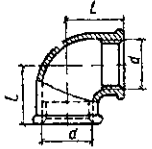
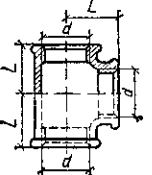
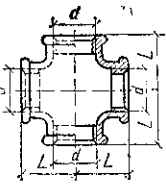
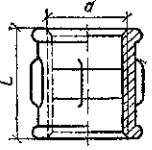
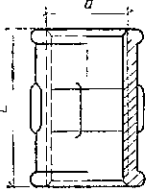
Примечания: 1. Трубы предназначены для перемещения неагрессивных и малоагрессивных сред при $P_y \leq 25$ кгс/см² и температуре до 300 °С.

2. Материал труб — сталь 10 и 20 по ГОСТ 1050-60**.

Соединительные части из ковкого чугуна с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА 1.7

УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПРЯМЫЕ

| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | |
|---|-------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| | | Резьба трубная <i>d</i> , дюймы | | | | | |
| | | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 |
| <p>Угольники по ГОСТ 8946—59</p>  | <i>L</i> Масса | 28 0,095 | 33 0,148 | 38 0,231 | 45 0,36 | 50 0,497 | 58 0,799 |
| <p>Тройники по ГОСТ 8948—59</p>  | <i>L</i> Масса | 28 0,135 | 33 0,28 | 38 0,321 | 45 0,496 | 50 0,68 | 58 1,079 |
| <p>Кресты по ГОСТ 8951—59</p>  | <i>L</i> Масса | 28 0,163 | 33 0,251 | 38 0,383 | 45 0,535 | 50 0,797 | 58 1,251 |
| <p>Муфты короткие по ГОСТ 8954—59</p>  | <i>L</i> Масса | 28 0,065 | 31 0,097 | 35 0,152 | 39 0,223 | 43 0,3 | 47 0,469 |
| <p>Муфты длинные по ГОСТ 8955—59</p>  | <i>L</i> Масса | 36 0,081 | 39 0,117 | 45 0,189 | 50 0,276 | 55 0,373 | 65 0,621 |

Продолжение табл. 17

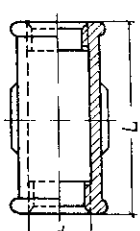
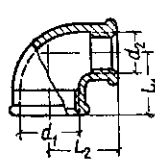
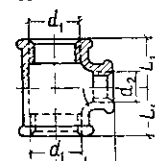
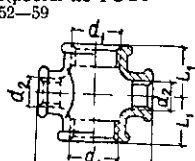
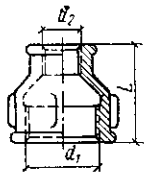
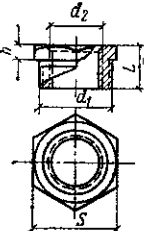
| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | |
|---|-------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| | | Резьба трубная, дюймы | | | | | |
| | | 1/8 | 1/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 |
| Муфты компенсирющие по ГОСТ 8956-59 | | | | | | | |
|  | L Масса | 100 0,177 | 100 0,239 | 100 0,331 | 100 0,453 | 100 0,573 | 100 0,822 |

ТАБЛИЦА 18

УГОЛЬНИКИ, ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ И МУФТЫ ПЕРЕХОДНЫЕ И ФУТОРКИ

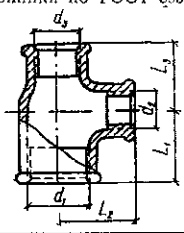
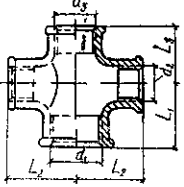
| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 20×15 | 25×15 | 25×20 | 32×15 | 32×20 | 32×25 | 40×15 | 40×20 | 40×25 | 40×32 | 50×15 | 50×20 | 50×25 | 50×32 | 50×40 | |
| | | Резьба трубная, дюймы | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | d ₁ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3/4 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| d ₂ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1/2 | 1/2 | 3/4 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1/2 | 1/2 | 1 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | | |
| Угольники по ГОСТ 8947-59 |  | L ₁ L ₂ Масса | 30 31 0,126 | 32 34 0,166 | 35 36 0,197 | — — — | 36 41 0,259 | 40 42 0,299 | — — — | — — — | 42 46 0,393 | 46 48 0,436 | — — — | — — — | — — — | — — — | |
| Тройники по ГОСТ 8949-59 |  | L ₁ L ₂ Масса | 30 31 0,183 | 32 34 0,255 | 35 36 0,285 | 34 38 0,352 | 36 41 0,382 | 40 42 0,43 | 36 42 0,459 | 38 44 0,494 | 42 46 0,552 | 46 48 0,616 | 38 48 0,672 | 40 50 0,714 | 44 52 0,788 | 48 54 0,867 | 52 55 0,94 |
| Кресты по ГОСТ 8952-59 |  | L ₁ L ₂ Масса | 30 31 0,212 | 32 34 0,281 | 35 36 0,329 | 34 38 0,382 | 36 41 0,423 | 40 42 0,492 | — — — | 38 44 0,543 | 42 46 0,619 | 46 48 0,709 | — — — | — — — | 44 52 0,859 | 48 54 0,964 | 52 55 1,055 |

Продолжение табл. 18

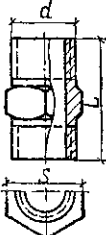
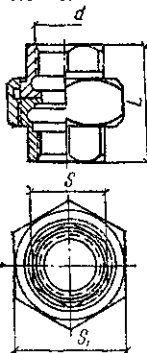
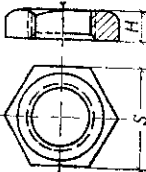
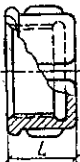
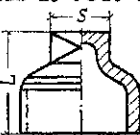
| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|--|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 20×15 | 25×15 | 25×20 | 32×15 | 32×20 | 32×25 | 40×15 | 40×20 | 40×25 | 40×32 | 50×15 | 50×20 | 50×25 | 50×32 | 50×40 | |
| | | Резьба трубная, дюймы | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | d_1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3/4 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| d_2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2 | 1/2 | 3/4 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1/4 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | | | |
| Муфты по ГОСТ 8957—59 |  | L Масса | 39 0,101 | 45 0,147 | 45 0,158 | 50 0,205 | 50 0,218 | 50 0,235 | — | 55 0,284 | 55 0,304 | 55 0,329 | — | — | 65 0,462 | 65 0,491 | 65 0,514 |
| Футорки по ГОСТ 8960—59 |  | L S h Масса | 26 30 7 0,0 | 29 36 7 0,109 | 29 36 7 0,092 | 31 46 7 0,185 | 31 46 7 0,172 | 31 46 7 0,147 | 31 50 7 0,222 | 31 50 7 0,217 | 31 50 7 0,192 | 31 50 7 0,142 | 48 65 8 0,346 | 48 65 8 0,348 | 35 65 8 0,388 | 35 65 8 0,342 | 35 65 8 0,395 |

ТРОЙНИКИ, КРЕСТЫ

ТАБЛИЦА 19

| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | 20×15×15 | 20×20×15 | 25×25×20 | 25×20×20 | 32×20×25 | 32×25×25 | 40×25×32 | |
| | | Резьба трубная, дюймы | | | | | | | |
| | | d_1 | | | | | | | |
| | | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | |
| d_2 | | | | | | | | | |
| 1/2 | 3/4 | 1 | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 | | | |
| d_3 | | | | | | | | | |
| 1/2 | 1/2 | 3/4 | 3/4 | 1 | 1 | 1 1/4 | | | |
| Тройники по ГОСТ 8950—59 |  | L_1 L_2 L_3 Масса | 30 31 28 0,168 | 33 33 31 0,194 | 32 34 30 0,232 | 35 36 33 0,264 | 36 41 35 0,387 | 40 42 38 0,4 | 42 46 40 0,523 |
| Кресты по ГОСТ 8953—59 |  | L_1 L_2 L_3 Масса | 30 31 28 0,198 | 33 33 31 0,238 | 32 34 30 0,263 | 35 36 33 0,303 | 36 41 35 0,404 | — — — — | — — — — |

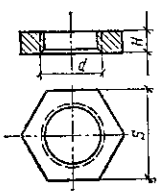
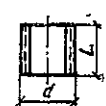
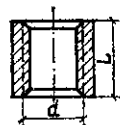
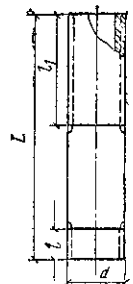
НИППЕЛИ ДВОЙНЫЕ, ГАЙКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ, КОНТРГАЙКИ, КОЛПАКИ И ПРОБКИ

| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | |
|---|------------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| | | Резьба трубная d , дюймы | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ | $\frac{3}{4}$ | 1 | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | 2 |
| Ниппели двойные по ГОСТ 8958—59  | S L Масса | 24 44 0,074 | 30 47 0,107 | 36 53 0,168 | 46 57 0,246 | 50 59 0,278 | 65 68 0,495 |
| Гайки соединительные по ГОСТ 8959—59  | S S_1 L Масса | 27 46 48 0,219 | 32 50 52 0,258 | 41 65 58 0,542 | 50 70 65 0,664 | 55 75 70 0,74 | 66 90 78 1,072 |
| Контргайки по ГОСТ 8961—59*  | H S Масса | 8 32 0,034 | 9 36 0,041 | 10 46 0,077 | 11 55 0,109 | 12 60 0,127 | 13 75 0,212 |
| Колпаки по ГОСТ 8962—59  | L Масса | 19 0,051 | 22 0,055 | 24 0,134 | 27 0,213 | 27 0,244 | 32 0,462 |
| Пробки по ГОСТ 8963—59  | L S Масса | 26 14 0,046 | 32 17 0,079 | 36 19 0,119 | 39 22 0,17 | 41 22 0,214 | 48 27 0,354 |

Соединительные части стальные с цилиндрической резьбой для трубопроводов

ТАБЛИЦА I.11

КОНТРГАЙКИ, МУФТЫ ПРЯМЫЕ КОРОТКИЕ, НИППЕЛИ И СГОНЫ

| Соединительные части | Обозначение | Размеры, мм, и масса, кг, при условном проходе, мм | | | | | |
|--|---|--|-------|-------|----------------|----------------|-------|
| | | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| | | Резьба трубная d , дюймы | | | | | |
| | | $1/2$ | $3/4$ | 1 | $1\frac{1}{4}$ | $1\frac{1}{2}$ | 2 |
| <p>Контргайки по ГОСТ 8968—58</p>  | <p>S</p> <p>H</p> <p>Масса</p> | 32 | 36 | 46 | 55 | 60 | 75 |
| <p>Ниппели по ГОСТ 8967—59</p>  | <p>L</p> <p>Масса</p> | 24 | 27 | 30 | 34 | 38 | 42 |
| <p>Муфты прямые короткие по ГОСТ 8966—59</p>  | <p>L</p> <p>Масса</p> | 28 | 31 | 35 | 39 | 43 | 47 |
| <p>Сгоны по ГОСТ 8969—59</p>  | <p>L</p> <p>L₁</p> <p>L</p> <p>Масса</p> | 9 | 10,5 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| | | 50 | 54 | 62 | 68 | 75 | 86 |
| | | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |
| | | 0,075 | 0,103 | 0,176 | 0,246 | 0,341 | 0,456 |

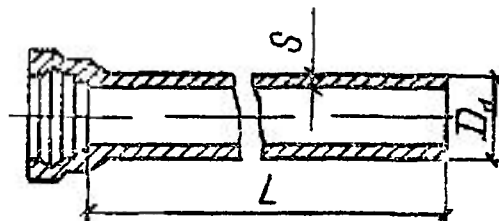
ПРИЛОЖЕНИЕ II

Трубы чугунные напорные раструбные

ТАБЛИЦА I

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ (С РАСТРУБОМ)

BOOKS.PROEKTANT.ORG
 БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОПИЙ КНИГ
 для проектировщиков и технических специалистов

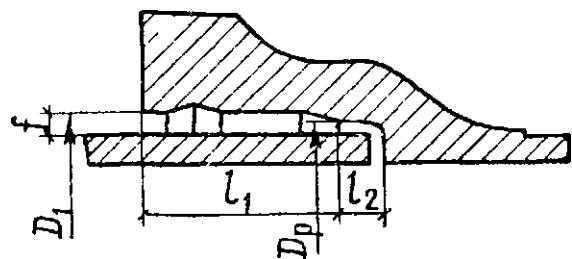


| Условный проход | D _н | Толщина S стенки цилиндрической части трубы класса | | | Класс ЛА по ГОСТ 9583—61 | | | | | | | Класс А по ГОСТ 5525—61** и ГОСТ 9583—61* | | | | | Класс Б по ГОСТ 5525—61** и ГОСТ 9583—61* | | | | |
|-----------------|----------------|--|------|-----|---|-----|-----|-----|-----|------|-------|---|-----|-----|-----|----|---|--------|-----|-----|-----|
| | | | | | Масса трубы при длине L (с раструбом), кг | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ЛА | А | Б | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | |
| 50 | 66 | 6,7 | 7,4 | 8 | 21,5 | 31 | — | — | — | 23,5 | 28,5* | 33** | — | — | — | 25 | 30* | 35,5** | — | — | — |
| 100 | 118 | 7,5 | 8,3 | 9 | — | 63 | 82 | 101 | 120 | — | — | 69 | 90 | 111 | 131 | — | — | 73,5 | 96 | 118 | 141 |
| 125 | 144 | 7,9 | 8,7 | 9,5 | — | 82 | 107 | 131 | 156 | — | — | 81 | 116 | 143 | 170 | — | — | 96 | 125 | 154 | 184 |
| 150 | 170 | 8,3 | 9,2 | 10 | — | 102 | 133 | 163 | 194 | — | — | 112 | 145 | 179 | 213 | — | — | 120 | 156 | 193 | 229 |
| 200 | 222 | 9,2 | 10,1 | 11 | — | — | 193 | 238 | 282 | — | — | — | 210 | 259 | 307 | — | — | — | 226 | 279 | 332 |
| 250 | 274 | 10 | 11 | 12 | — | — | 261 | 321 | 381 | — | — | — | 234 | 350 | 416 | — | — | — | 307 | 378 | 452 |
| 300 | 326 | 10,8 | 11,9 | 13 | — | — | 337 | 415 | 492 | — | — | — | 368 | 453 | 538 | — | — | — | 393 | 490 | 583 |

Примечание. Трубы, масса которых отмечена одной звездочкой, изготовляют только по ГОСТ 5525—61** а двумя звездочками — только по ГОСТ 9583—61*

ТАБЛИЦА II 2

РАЗМЕРЫ РАСТРУБНОГО СОЕДИНЕНИЯ, мм, И МАССА РАСТРУБА, кг



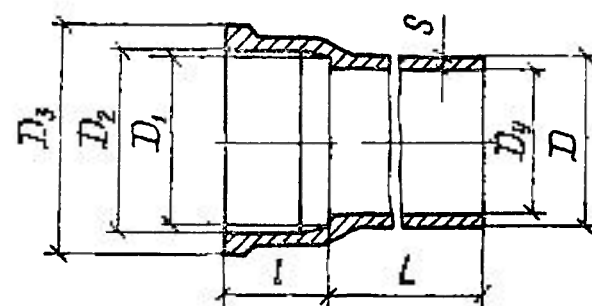
| Условный проход трубы | D ₁ | D _p | r | l ₁ | l ₂ | Масса раструба |
|-----------------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|
| 50 | 84 | 78 | 9 | 65 | 10 | 3,7 |
| 100 | 137 | 131 | 9,5 | 65 | 15 | 6,6 |
| 125 | 163 | 157 | 9,5 | 65 | 15 | 8,9 |
| 150 | 189 | 183 | 9,5 | 70 | 15 | 10,7 |
| 200 | 241 | 235 | 9,5 | 70 | 15 | 14,6 |
| 250 | 294 | 287 | 10 | 75 | 15 | 20,4 |
| 300 | 346 | 339 | 10 | 75 | 20 | 26,7 |

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Трубы чугунные канализационные и фасонные части к ним по ГОСТ 6942.0—69 — ГОСТ 6942.30—69

ТАБЛИЦА III

РАЗМЕРЫ ТРУБ И РАСТРУБОВ ПО ГОСТ 6942.3—69



| Элемент отливки | Обозначения размеров | Размеры, мм, при Dy, мм | | |
|-----------------|----------------------|-------------------------|-----|-----|
| | | 50 | 100 | 150 |
| Труба | D | 58 | 109 | 160 |
| | S | 4 | 4,5 | 5 |

Продолжение табл III 1

| Элемент отливки | Обозначения размеров | Размеры, мм, при D_y , мм | | |
|-----------------|----------------------|-----------------------------|-----|-----|
| | | 50 | 100 | 150 |
| Раструб | D_1 | 65 | 118 | 168 |
| | D_2 | 72 | 123 | 176 |
| | D_3 | 92 | 147 | 202 |
| | l | 60 | 70 | 75 |

ТАБЛИЦА III 2

МАССА ТРУБ ПО ГОСТ 6942.3—69

| D_y , мм | Масса, кг, при строительной длине L , мм | | | | | | |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|
| | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 | 1750 | 2000 |
| 50 | 3,3 | 4,6 | 5,9 | 7,2 | 8,4 | 9,7 | 11 |
| 100 | 7,6 | 10,5 | 13,4 | 16,3 | 19,2 | 22,1 | 25 |
| 150 | 12,7 | 17,3 | 21,8 | 26,3 | 30,9 | 35,5 | 40 |

Примечание По специальному заказу поставляются трубы длиной $L=2200$ мм

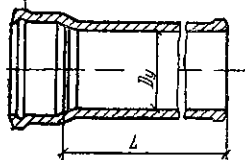
ТАБЛИЦА III 3

РАЗМЕРЫ РАСТРУБОВ ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ ПО ГОСТ 6942.2—69

| Раструбы фасонных частей | Обозначения размеров | Размеры, мм при D_y , мм | | |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|-----|-----|
| | | 50 | 100 | 150 |
| тип 1 | D_1 | 65 | 118 | 168 |
| | D_2 | 72 | 123 | 176 |
| | D_3 | 90 | 145 | 202 |
| | l | 55 | 65 | 70 |
| | l_2 | 15 | 20 | 25 |
| тип 2 | D_1 | 67 | 118 | 170 |
| | D_2 | 72 | 123 | 176 |
| | D_3 | 90 | 145 | 202 |
| | l | 55 | 65 | 70 |

ТАБЛИЦА III 4
РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПО ГОСТ 6942.4—69

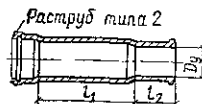
Раструб типа 1



| D_y , мм | Масса, кг, при строительной длине L , мм | | | | |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 150 | 200 | 250 | 350 | 400 |
| 50 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,7 | 3 |
| 100 | 3,4 | 4 | 4,6 | 5,9 | 6,4 |
| 150 | 4,6 | 5,5 | 6,4 | 8,2 | 9,1 |

ТАБЛИЦА III 5

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ПАТРУБКОВ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 6942.5—69



| D_y | l_1 | l_2 | Масса |
|-------|-------|-------|-------|
| 100 | 370 | 120 | 9,1 |
| 150 | 380 | 130 | 13,7 |

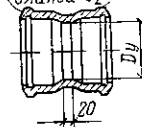
Примечание Патрубки при D_y 150 мм изготавливают по специальному заказу

ТАБЛИЦА III 6

РАЗМЕРЫ И МАССА МУФТ

| Муфты | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при D_y , мм | | |
|---------------------------------|-------------|--|-----|-----|
| | | 50 | 100 | 150 |
| Обыкновенные по ГОСТ 6942 28—60 | Масса | 1,4 | 3,2 | 5,6 |
| | | Размеры, мм, и масса, кг, при D_y , мм | | |
| Надвижные по ГОСТ 6942 29—69 | L | 80 | 100 | 120 |
| | D | 67 | 118 | 170 |
| | Масса | 1,8 | 4,1 | 6,5 |

Раструбы типа 1 без конической части длиной b_2



Раструбы типа 2

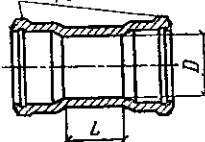


ТАБЛИЦА III 7

РАЗМЕРЫ И МАССА КОЛЕН И ОТВОДОВ

| Фасонные части | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при D_y , мм | | |
|---------------------------------|-------------|--|-----|-----|
| | | 50 | 100 | 150 |
| | | | | |
| Колено по ГОСТ 6942 8-69 | l_1 | 90 | 150 | 160 |
| | l_2 | 150 | 170 | 220 |
| | R | 70 | 75 | 130 |
| | Масса | 2,1 | 5,1 | 9,4 |
| | | | | |
| Отвод 110° по ГОСТ 6942 10-69 | l_1 | 70 | 75 | — |
| | l_2 | 135 | 150 | — |
| | R | 70 | 75 | — |
| | Масса | 1,8 | 4,3 | — |
| | | | | |
| Отвод 120° С по ГОСТ 6942 11-69 | l_1 | 60 | 65 | — |
| | l_2 | 125 | 110 | — |
| | R | 70 | 75 | — |
| | Масса | 1,7 | 3,8 | — |
| | | | | |
| Отвод 135° по ГОСТ 6942 12-69 | l_1 | 50 | 55 | 100 |
| | l_2 | 115 | 125 | 165 |
| | R | 70 | 75 | 175 |
| | Масса | 1,6 | 3,7 | 7,7 |

Продолжение табл. 7

| Фасонные части | Обозначения | Размеры, мм и масса, кг, при D_y , мм | | |
|-------------------------------|-------------|---|-----------|------|
| | | 50 | 100 | 150 |
| Отвод 150° по ГОСТ 6942 13-69 | | | | |
| | | | | |
| Отвод 150° по ГОСТ 6942 13-69 | l_1 | 65 | 125 | 55 |
| | l_2 | 130 | 175; 275* | 125 |
| | R | 167 | 335 | 130 |
| | Масса | 1,8 | 5,1; 6,2* | 10,0 |

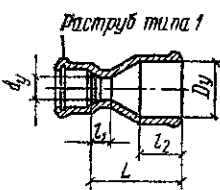
Примечания: 1. Отводы 110 и 120°, а также отвод 135° при D_y 150 мм изготавливают по специальному заказу.
2. Звездочкой обозначены размеры и масса для удлиненного исполнения отвода

ТАБЛИЦА III 8
РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ОТСТУПА ПО ГОСТ 6942.16-69

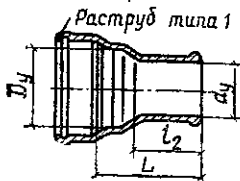
| D_y | L | l | R | Масса |
|-------|-----|----|----|-------|
| | | | | |
| 50 | 210 | 81 | 60 | 2,1 |
| 100 | 260 | 97 | 85 | 5,2 |
| 150 | 260 | 90 | 90 | 8,2 |

ТАБЛИЦА III 9

РАЗМЕРЫ И МАССА ПАТРУБКОВ ПЕРЕХОДНЫХ

| Патрубки | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$, мм | |
|--|-------------|---|---------|
| | | 100×50 | 150×100 |
| | | Переходный по ГОСТ 6942 6—69 | |
|  | L | 145 | 155 |
| | l_1 | 30 | 35 |
| | l_2 | 65 | 70 |
| | Масса | 2,2 | 4,2 |

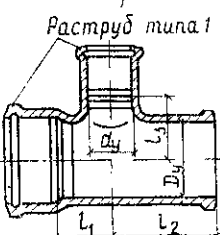
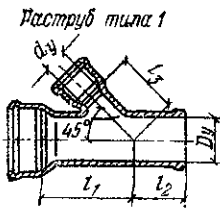
Продолжение табл. III 9

| Патрубки | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$, мм | |
|---|-------------|---|---------|
| | | 100×50 | 150×100 |
| Переходный вентиляционный по ГОСТ 6942 7—69 | | | |
|  | L | 175 | 180 |
| | l_2 | 100 | 120 |
| | Масса | 2,6 | 5,5 |

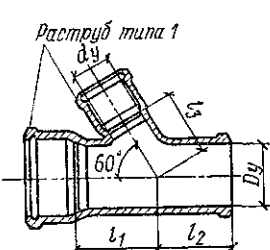
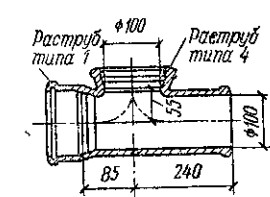
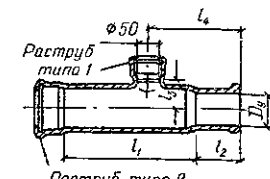
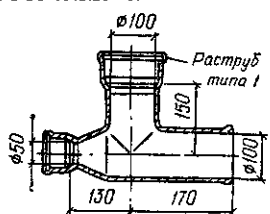
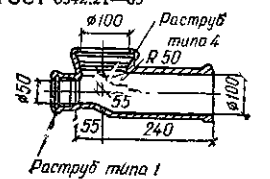
Примечание. Патрубок переходный вентиляционный при $D_y \times d_y = 100 \times 50$ мм изготавливают по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III 10

РАЗМЕРЫ И МАССА ТРОЙНИКОВ

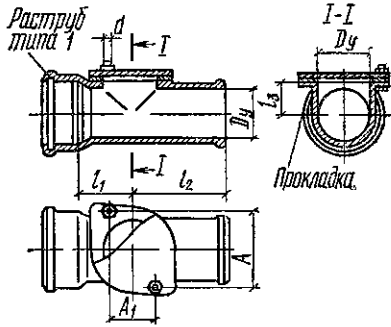
| Тройники | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$, мм | | | | | |
|--|------------------------------|---|--------|---------|--------|---------|---------|
| | | 50×50 | 100×50 | 100×100 | 150×50 | 150×100 | 150×150 |
| Прямые 90° по ГОСТ 6942.17—69 | | | | | | | |
|  | l_1 | 70 | 75 | 95 | 40 | 70 | 95 |
| | l_2 | 130 | 160 | 170 | 165 | 190 | 210 |
| | l_3 | 70 | 90 | 150 | 95 | 95 | 95 |
| | Масса | 2,7 | 5 | 7,7 | 6,1 | 8,5 | 10,8 |
| | Косые 45° по ГОСТ 6942 22—69 | | | | | | |
|  | l_1 | 135 | 165 | 205 | 115 | 185 | 220 |
| | l_2 | 100 | 120 | 125 | 80 | 110 | 150 |
| | l_3 | 135 | 170 | 205 | 170 | 195 | 220 |
| | Масса | 3,1 | 6 | 8,4 | 6,9 | 9,2 | 13,2 |

Продолжение табл. 7

| Тройники | Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при $D_y \times d_y$, мм | | | | | 150×50 |
|---|--|---|---|--|--|--|--|
| | | 50×50 | 100×50 | 100×100 | 150×50 | 150×100 | |
| <p>Косые 60° по ГОСТ 6942.23—69</p>  | <p>l_1</p> <p>l_2</p> <p>l_3</p> <p>Масса</p> | <p>100</p> <p>110</p> <p>105</p> <p>3</p> | <p>120</p> <p>115</p> <p>120</p> <p>5,3</p> | <p>150</p> <p>140</p> <p>150</p> <p>7,7</p> | <p>100</p> <p>115</p> <p>130</p> <p>6,7</p> | <p>130</p> <p>140</p> <p>145</p> <p>8,6</p> | <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> |
| <p>Прямые низкие по ГОСТ 6942.19—69</p>  | <p>Масса</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>6</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>—</p> |
| <p>Прямые компенсационные по ГОСТ 6942.18—69</p>  | <p>l_1</p> <p>l_2</p> <p>l_3</p> <p>l_4</p> <p>Масса</p> | <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> | <p>370</p> <p>120</p> <p>65</p> <p>240</p> <p>9,5</p> | <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> | <p>380</p> <p>130</p> <p>95</p> <p>250</p> <p>14,6</p> | <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> | <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> |
| <p>Прямые переходные по ГОСТ 6942.20—69</p>  | <p>Масса</p> | <p>—</p> | <p>6,8</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>—</p> |
| <p>Прямые переходные низкие по ГОСТ 6942.21—69</p>  | <p>Масса</p> | <p>—</p> | <p>4,9</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>—</p> | <p>—</p> |

Примечание. Тройники прямые низкие, а также прямые компенсационные при $D_y \times d_y = 150 \times 50$ мм изготовляют по специальному заказу.

ТАБЛИЦА III.13
РАЗМЕРЫ И МАССА РЕВИЗИИ ПО ГОСТ 6942.30—69



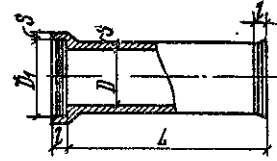
| Обозначения | Размеры, мм, и масса, кг, при D_y , мм | | |
|------------------------------------|--|-----|------|
| | 50 | 100 | 150 |
| l_1 | 60 | 95 | 120 |
| l_2 | 140 | 210 | 220 |
| l_3 | 32 | 56 | 82 |
| A | 80 | 130 | 170 |
| A_1 | 40 | 80 | 85 |
| d | 10 | 12 | 12 |
| Масса | 3 | 8 | 14,2 |
| Количество гаек по ГОСТ 5915—62 | 2 | 2 | 4 |
| Количество болтов по ГОСТ 7798—62* | 2 | 2 | 4 |

Примечание Прокладка по ГОСТ 7338—65.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Трубы неметаллические

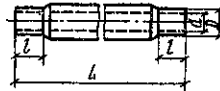
ТАБЛИЦА IV.1
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ ТРУБ, мм, КЕРАМИЧЕСКИХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ПО ГОСТ 286—64



| D | L | D_1 | l | s |
|------------|-----------------|------------|----------|----------|
| 150 200 | 1000, 1200 | 224 282 | 60 60 | 13 21 |
| 250 300 | 800, 1000, 1200 | 340 398 | 70 70 | 22 25 |

Примечание. Керамические канализационные трубы предназначены для прокладки безнапорных производственных и хозяйственно-фекальных канализационных сетей, а также водосточных сетей в агрессивных грунтовых водах

ТАБЛИЦА IV.2
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539—64



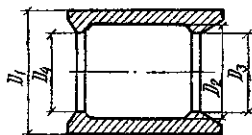
| Условный проход | Внутренний диаметр d | Наружный диаметр обточенных концов D | | | | | Длина трубы L | Длина обточенных концов l | | Справочная масса | | | | |
|-----------------|------------------------|--|-----|-----|-----|------|-----------------|-----------------------------|------|------------------|-----|-----|------|-----|
| | | Трубы марок | | | | | | Трубы марок | | | | | | |
| | ВТ3, ВТ6, ВТ9 | ВТ12 | ВТ3 | ВТ6 | ВТ9 | ВТ12 | ВТ3, ВТ6 | ВТ9 | ВТ12 | ВТ3 | ВТ6 | ВТ9 | ВТ12 | |
| 50 | 50 | — | 68 | 68 | 68 | — | 2950 | 300 | 350 | — | 11 | 11 | 11 | — |
| 75 | 75 | — | 93 | 93 | 93 | — | 2950 | 300 | 350 | — | 16 | 16 | 18 | — |
| 100 | 100 | — | 118 | 118 | 122 | — | 2950 | 300 | 350 | — | 21 | 21 | 25 | — |
| 125 | 119 | — | 137 | 139 | 143 | — | 2950 3950 | 300 | 350 | — | 24 | 26 | 31 | — |
| | | | | | | | | | | | 33 | 35 | 41 | — |
| 150 | 141 | 135 | 161 | 163 | 169 | 169 | 2950 3950 | 300 | 350 | 200 | 32 | 35 | 43 | 50 |
| | | | | | | | | | | | 43 | 47 | 57 | 67 |
| 200 | 189 | 181 | 209 | 217 | 221 | 224 | 3950 | 300 | 350 | 200 | 57 | 80 | 95 | 128 |
| 250 | 235 | 228 | 259 | 265 | 273 | 274 | 3950 | 300 | 350 | 200 | 86 | 103 | 134 | 152 |
| 300 | 279 | 270 | 305 | 314 | 325 | 325 | 3950 | 300 | 350 | 200 | 142 | 146 | 188 | 224 |

Примечания: 1. Условный проход соответствует внутреннему диаметру чугунных труб, чугунные фасонные части которых используются в асбестоцементных трубопроводах.

2. Допускаемое рабочее гидравлическое давление $P_{\text{раб}}$ для труб марок: ВТ3—3 кгс/см²; ВТ6—6 кгс/см²; ВТ9—9 кгс/см²; ВТ12—12 кгс/см².

ТАБЛИЦА IV 3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг. МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ВОДОПРОВОДНЫХ ПО ГОСТ 539-62 20



| Условный проход трубы | Наружный диаметр D_1 | | | Внутренний диаметр D_2 | | | Диаметр буртиков (выступов) рабочего конца D_3 | | | Диаметр буртиков (выступов) нерабочего конца D_4 | | | Справочная масса | | |
|-----------------------|------------------------|-----|-----|--------------------------|-------|------|--|-------|-----|--|-----|-----|------------------|-----|-----|
| | Муфты марок | | | | | | | | | | | | | | |
| | ВМ3 | ВМ6 | ВМ9 | ВМ3 | ВМ6 | ВМ9 | ВМ3 | ВМ6 | ВМ9 | ВМ3 | ВМ6 | ВМ9 | ВМ3 | ВМ6 | ВМ9 |
| 50 | 108 | 108 | 103 | 79 | 79 | 78,9 | 75,2 | 75,2 | 74 | 70 | 70 | 71 | 1,2 | 1,2 | 1,4 |
| 75 | 133 | 133 | 133 | 104 | 104 | 103 | 100,2 | 100,2 | 99 | 95 | 95 | 96 | 1,5 | 1,5 | 1,8 |
| 100 | 160 | 160 | 169 | 130,6 | 130,6 | 134 | 126,4 | 126,4 | 130 | 120 | 120 | 125 | 1,9 | 1,9 | 2,8 |
| 125 | 179 | 183 | 191 | 149,6 | 151,6 | 155 | 145,4 | 147,4 | 151 | 139 | 141 | 146 | 2,1 | 2,3 | 2,9 |
| 150 | 206 | 211 | 217 | 173,6 | 175,6 | 181 | 169,4 | 171,4 | 177 | 163 | 165 | 172 | 2,7 | 2,9 | 3,4 |
| 200 | 252 | 269 | 269 | 221,1 | 229,1 | 233 | 217,4 | 225,4 | 229 | 211 | 219 | 224 | 3,3 | 4,4 | 4,2 |
| 250 | 305 | 313 | 327 | 271,1 | 277,1 | 285 | 267,4 | 273,4 | 281 | 261 | 267 | 276 | 4,4 | 5,4 | 5,8 |
| 300 | 351 | 365 | 387 | 317,1 | 326,1 | 337 | 313,4 | 322,4 | 333 | 307 | 316 | 328 | 5 | 6,8 | 6,5 |

Примечания: 1. Для водопроводов с рабочим давлением 3 и 6 кгс/см² применяются асбестоцементные соединительные муфты, а с рабочим давлением 9 и 12 кгс/см² — чугунные или асбестоцементные.
 2. Асбестоцементные муфты изготавливаются марки ВМ3 для соединения труб марки ВТ3, марки ВМ6 для соединения труб марки ВТ6 и марки ВМ9 для соединения труб марки ВТ9.
 3. Длина муфты L для труб условным проходом до 300 мм составляет 150 мм.

ТАБЛИЦА IV 4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг. ТРУБ И МУФТ АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫХ ДЛЯ БЕЗНАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПО ГОСТ 1839-74 20

| Изделие | Обозначения | Размеры и масса (справочная) при условном проходе трубы, мм | | | | | |
|------------------|--------------------|---|------|------|------|------|------|
| | | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Трубы | D | 116 | 139 | 165 | 215 | 265 | 315 |
| | d | 100 | 123 | 147 | 195 | 243 | 291 |
| | L | 2950 | 2950 | 2950 | 3925 | 3925 | 3925 |
| | Масса | 14,7 | 18,5 | 25,9 | 51 | 69 | 90,2 |
| Муфта | D_1 | 169 | 195 | 216 | 273 | 325 | 377 |
| | D_2 | 145 | 171 | 190 | 245 | 295 | 345 |
| | Масса | 1,61 | 1,87 | 2,53 | 3 | 4,2 | 5,3 |
| Резиновое кольцо | Диаметр внутренней | 90 | 110 | 122 | 160 | 200 | 250 |

Примечание Асбестоцементные трубы и муфты предназначаются для устройства безнапорной канализации

ТАБЛИЦА IV 5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ВИНИПЛАСТА ПО ТУ № 6-05-1573-72

| Условный проход | Наружный диаметр | При условном давлении P_y , кгс/см ² | | | |
|-----------------|------------------|---|-----------|----------------|-----------|
| | | до 2,5 | | до 6 | |
| | | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м |
| 10 | 15 | 2,5 | — | 2,5, 11 | — |
| 10 | 20 | 2,5 | — | 2,5 | 0,19 |
| 18 | 22 | 4,5 | — | 4,5 | 0,34 |
| 20 | 25 | 3 | 0,3 | 3 | 0,29 |
| 25 | 32 | 3,4 | — | 4,3 | — |
| 32 | 40 | 3,5, 11 | — | 3,5, 5, 11 | — |
| | 45 | 11 | — | 11 | — |
| 40 | 50 (51) | 4,5 | 0,83 | 6 | 1,19 |
| | 55 (50) | 11 | — | 4,5 | 1,19 |
| 50 | 63 (55) | 4,5 | 1,17 | 11 | — |
| | 70 (63) | 11 | — | 4,5, 7 | — |
| 60 | 76 | 5,5 | 1,56 | 5, 8, 11 | — |
| 70 | 83 | 6 | 2,2 | 6 | — |
| 70 | 90 | 5,5 | — | 5,5 | — |
| 80 | 96 | 6,5 | 2,53 | — | — |
| 90 | 102 | 6,5 | 2,73 | — | — |
| 100 | 114 | 7 | 3,3 | 7 | — |
| 125 | 140 | 8 | 4,64 | 8 | — |
| 150 | 166 | 8 | 5,6 | — | — |
| 240 | 250 | 5,5 | 7,4 | — | — |

Примечания 1 Винипластовые трубы применяются для устройства трубопроводов, транспортирующих агрессивные жидкости
 2 Трубы из винипласта стойки к большинству кислот и щелочей при температуре от 0 до 40° С
 3 Цифры в скобках относятся к давлению в кгс/см²
 4 Трубы выпускаются длиной от 1 до 3 м
 5 Условное давление P_y соответствует рабочему давлению при температуре среды +40° С.

ТАБЛИЦА IV 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ мм И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПНП) ПО МРТУ № 6-05-918-67

| Условный проход D_y | Наружный диаметр | Трубы типа | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | Л | | СЛ | | С | | Т | |
| | | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м |
| 6 | 10 | — | — | — | — | — | — | 2 | 0,05 |
| 8 | 12 | — | — | — | — | — | — | 2 | 0,07 |
| 10 | 16 | — | — | — | — | 0,1 | 1 | 2,7 | 0,12 |
| 20 | 32 | — | — | 2,5 | 0,23 | 3,5 | 0,32 | 5,4 | 0,48 |
| 32 | 40 | 2 | 0,28 | 3 | 0,36 | 4,3 | 0,49 | 6,7 | 0,71 |
| 40 | 50 | 2,5 | 0,39 | 3,7 | 0,55 | 5,4 | 0,78 | 8,4 | 1,1 |
| 50 | 63 | 3 | 0,59 | 4,7 | 0,87 | 6,8 | 1,19 | 10,5 | 1,73 |
| 70 | 75 | 3,8 | 0,83 | 5,6 | 1,23 | 8,1 | 1,71 | 12,5 | 2,43 |
| 80 | 90 | 4,3 | 1,18 | 6,7 | 1,76 | 9,7 | 2,43 | 15 | 3,49 |
| 100 | 110 | 5,3 | 1,76 | 8,2 | 2,62 | 11,3 | 3,8 | — | — |
| 100 | 110 | — | — | — | — | — | — | 18,4 | 5,21 |
| 125 | 140 | 6,8 | 2,82 | 10,4 | 4,25 | — | — | — | — |
| 150 | 160 | 7,7 | 3,7 | 11,9 | 5,53 | — | — | — | — |

Примечания 1 Трубы из ПНП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление P_y равное соответственно 2,5, 4, 6 и 10 кгс/см²

2 Трубы из ПНП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов транспортирующих воду, воздух, кислоты и щелочи

3 Трубы из ПНП поставляются прямыми отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением -50 мм или свернутыми в бухты (для условного прохода до 40 мм включительно)

4 Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПНП от -30 до +50° С

ТАБЛИЦА IV 7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПВП) ПО МРТУ № 6-05-917-67

| Условный проход D_y | Наружный диаметр | Трубы типа | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | | Л | | СЛ | | С | | Т | |
| | | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м | толщина стенки | масса 1 м |
| 25 | 32 | — | — | — | — | 2 | 0,2 | 2,9 | 0,29 |
| 50 | 63 | 2 | 0,316 | — | — | 3,6 | 0,71 | — | — |
| 100 | 100 | 2,7 | 0,97 | — | — | 6,3 | 2,14 | — | — |

Примечания 1 Трубы из ПВП типов Л, СЛ, С и Т рассчитаны на давление P_y , равное соответственно 2,5, 4, 6 и 10 кгс/см²

2 Трубы из ПВП предназначаются для устройства наружных и внутренних напорных трубопроводов транспортирующих различные агрессивные среды

3 Трубы из ПВП диаметром до 25 мм поставляются свернуть ми в бухты, диаметром от 32 до 200 мм — прямыми отрезками длиной 6, 8, 10 и 12 м с допускаемым отклонением +50 мм

4 Допустимый эксплуатационный температурный перепад для труб из ПВП от -30 до +70° С

2. АРМАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ V

Краны

Общие сведения

ТАБЛИЦА V1

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ), кгс/см² ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ (C ≤ 0,3) МАРОК Ст 3, МСт 4 И Ст 25

| Условное давление P _у | Пробное давление P _{пр} | Рабочее давление наибольшее P _{раб} при температуре среды °С до | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|-----|-----|-----|------|
| | | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| 2,5 | 4 | 2,5 | 2,4 | 2,2 | 2,1 | 2 |
| 4 | 6 | 4 | 3,8 | 3,6 | 3,4 | 3,2 |
| 6 | 9 | 6 | 6 | 5,6 | 5,4 | 5 |
| 10 | 15 | 10 | 9,5 | 9 | 8,5 | 8 |
| 16 | 24 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12,5 |
| 25 | 38 | 25 | 24 | 22 | 21 | 20 |

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -20°С

2 Рабочее давление для промежуточных значений температуры среды определяется линейной интерполяцией

3 При определении ступени условного давления допускается превышение фактического рабочего давления в пределах до 5% сверх указанного для заданной температуры

ТАБЛИЦА V2

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ) кгс/см² ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ СЕРОГО И КОВКОГО ЧУГУНА

| Условное давление P _у | Пробное давление P _{пр} | Рабочее давление наибольшее P _{раб} при температуре среды °С | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---|-----|-----|-----|
| | | 120 | 200 | 250 | 300 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2,5 | 4 | 2,5 | 2,5 | 2 | 2 |
| 4 | 6 | 4 | 3,6 | 3,4 | 3,2 |
| 6 | 9 | 6 | 6,5 | 5 | 5 |
| 10 | 15 | 10 | 9 | 8 | 8 |
| 16 | 24 | 16 | 15 | 14 | 13 |
| 25 | 38 | 25 | 23 | 21 | 20 |

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -30°С

2 См примечания 2 и 3 к табл V1

ТАБЛИЦА V3

ДАВЛЕНИЕ (ИЗБЫТОЧНОЕ) кгс/см² ДЛЯ АРМАТУРЫ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗ БРОНЗЫ И ЛАТУНИ

| Условное давление P _у | Пробное давление P _{пр} | Рабочее давление наибольшее P _{раб} при температуре среды, °С, до | | |
|----------------------------------|----------------------------------|--|-----|-----|
| | | 120 | 200 | 250 |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 0,7 |
| 2,5 | 4 | 2,5 | 2 | 1,7 |
| 4 | 6 | 4 | 3,2 | 2,7 |
| 6 | 9 | 6 | 5 | 4 |
| 10 | 15 | 10 | 8 | 7 |
| 16 | 24 | 16 | 13 | 11 |
| 25 | 38 | 25 | 20 | 17 |

Примечания 1 Первая ступень рабочего давления распространяется также и на отрицательные температуры среды не ниже -30°С

2 См примечания 2 и 3 к табл V1

ТАБЛИЦА V4

УСЛОВНЫЕ ПРОХОДЫ И СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ИМ ГРУБАЯ РЕЗЬБА

| Условный проход D _у мм | Резьба трубная дюймов | Условный проход D _у мм | Резьба трубная дюймов |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 6 | 1/4 | 80 | 3 |
| 8 | — | 90** | — |
| 10 | 3/8 | 100 | — |
| 13* | — | 125 | — |
| 16 | 1/2 | 150 | — |
| 20 | 3/4 | 175* | — |
| 25 | 1 | 200 | — |
| 32 | 1 1/4 | 225* | — |
| 40 | 1 1/2 | 250 | — |
| 50 | 2 | 275* | — |
| 65 | — | 300 | — |

* Не применять для трубопроводной арматуры соединительных частей и трубопроводов общего назначения

** Применять только для существующих установок

ТАБЛИЦА V5

ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДОВ (ГРУПП) ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПО КЛАССИФИКАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРСКОГО БЮРО АРМАТУРОСТРОЕНИЯ (ЦКБА)

| Изделия | Обозначение |
|--|-------------|
| Краны пробно спускные | 10 |
| » для трубопроводов | 11 |
| Запорные устройства указателей уровня | 12 |
| Вентили | 14 и 15 |
| Клапаны обратные подъемные и приемные с сеткой | 16 |
| Клапаны предохранительные | 17 |
| » регулирующие | 18 |
| » обратные поворотные | 19 |
| Клапаны регулирующие давление расход уровень | 25 |
| Задвижки | 30 и 31 |
| Затворы | 32 |
| Инжекторы и элеваторы | 40 |
| Конденсатоотводчики | 45 |

ТАБЛИЦА V6

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ,
УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 3-й КАТЕГОРИИ

| Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки) | | Предельные параметры | |
|---|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| ГОСТ или ТУ на отливки | марка стали | температура стенки °С | давление P , кгс/см ² |
| ГОСТ 977-55 Группа отливок II | 15Л 20Л, 25Л, 30Л 35Л | 400 | 64 |
| » » III | 15Л 20Л, 30Л 35Л | 425 | Не ограничивается |
| ТУ МТЭ и ТМ 2 67 | 25Л | 450 | То же |

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в табл. V 8

2 Стальную арматуру к трубопроводам допускается присоединять фланцами или при помощи сварки

ТАБЛИЦА V7

МАТЕРИАЛ И ПАРАМЕТРЫ ЧУГУННОЙ АРМАТУРЫ,
УСТАНОВЛИВАЕМОЙ НА ТРУБОПРОВОДАХ 4-й КАТЕГОРИИ

| Материал основных деталей арматуры (корпуса и крышки) | | Предельные параметры | | |
|---|------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| ГОСТ | марка чугуна (не ниже) | давление среды (условное) P_y , кгс/см ² | температура среды °С (не выше) | условный проход, мм (не более) |
| 1215-59 | КЧ30-6 | 16 | 300 | 80 |
| 1412-54 | СЧ15-32 | 10 6 2 5 | 200 120 120 | 300 600 1600 |

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в табл. V 8

2 Допускаемое рабочее давление определяется по табл. V 2

3 Соединение чугунной арматуры с элементами трубопровода должно выполняться на фланцах Резьбовые соединения допускаются для присоединения чугунной арматуры на трубопроводах с условным проходом не более 100 мм

ТАБЛИЦА V9

КАТЕГОРИИ ТРУБОПРОВОДОВ

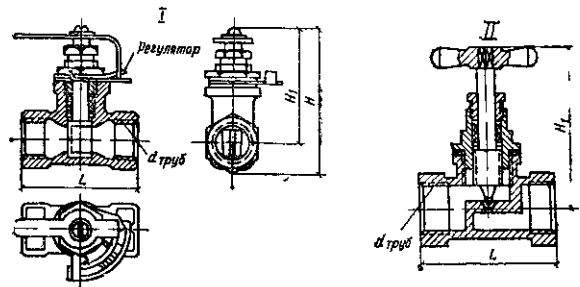
| Категория трубопровода | Среда | Рабочие параметры среды | |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | температура, °С | давление (изб.), кгс/см ² |
| 3 | а) Перегретый пар | Свыше 250 до 350 (включительно) | До 22 |
| | б) То же | До 250 | Более 16 до 22 |
| | в) Горячая вода, насыщенный пар | Свыше 115 | Более 16 до 39 |
| 4 | а) Перегретый на сыщенный пар | Свыше 115 до 250 (включительно) | Более 0,7 до 16 |
| | б) Горячая вода | Свыше 115 | До 16 |

Примечания 1 Категории трубопроводов приведены в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды» Госгортехнадзора, изданными в 1970 г

2 Для отнесения трубопровода к высшей категории достаточно чтобы один из параметров среды (давление или температура) превысил установленные пределы

Техническая характеристика кранов

ТАБЛИЦА V10

КРАНЫ ДВОЙНОЙ РЕГУЛИРОВКИ ТИПА КДР
И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ДРОСЕЛЬНЫЕ ТИПА КРД
ПО ГОСТ 10944-64

| D_y , мм | $d_{\text{труб}}$ дюймов | Размеры, мм | | | Величина сьезда, мм |
|------------|--------------------------|-------------|---|-------|---------------------|
| | | L | H | H_1 | |

Для кранов типа КДР (I)

| | | | | | |
|----|-----|----|----|----|----|
| 15 | 1/2 | 60 | 75 | 60 | 37 |
| 20 | 3/4 | 70 | 85 | 65 | 44 |

Для кранов типа КРД (II) на P_y 6 кгс/см²

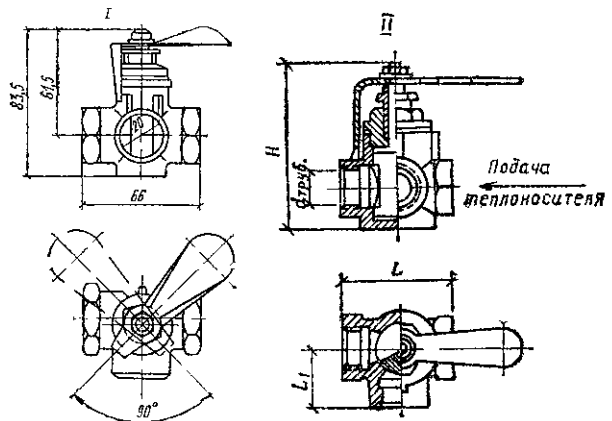
| | | | | | |
|-----|-----|----|---|-----|----|
| 15 | 1/2 | 60 | — | 90 | 37 |
| 20* | 3/4 | 60 | — | 110 | 34 |

Примечания 1 Выпуск крана D_y 20 мм ГОСТом не предусмотрен

2 Краны типа КДР предназначены для монтажной и бытовой регулировки систем водяного отопления (однотрубных и двухтрубных) с малым гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 150° С и условном давлении до 10 кгс/см² (рабочее давление P_{160} 9 кгс/см²)

3 Краны типа КРД на P_y 6 кгс/см² применяются в двухтрубных системах водяного отопления с большим гидравлическим сопротивлением нагревательных приборов при температуре теплоносителя до 130° С

ТАБЛИЦА V10

КРАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ ТРЕХХОДОВЫЕ ТИПА КРТ
ПО ГОСТ 10944-64

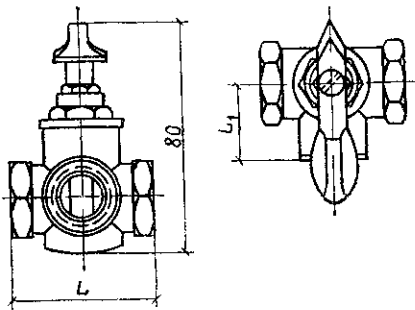
Продолжение табл V 10

| D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | Размеры, мм | | | Величина скида, мм | Масса кг |
|------------|---------------------------|-------------|-------|-----|--------------------|----------|
| | | L | L_1 | H | | |
| 15 | $1/2$ | 56 | 23 | 80 | 33 | 0,42 |
| 20 | $3/4$ | 66 | 33 | 80 | 40 | 0,484 |

Примечания: 1. Краны типа КРТ латунные I с D_y 20 мм и с корпусом из ковкого чугуна II с D_y , равными 15 и 20 мм, применяются в однотрубных системах водяного отопления при температуре теплоносителя до 150°С при условном давлении до 10 кгс/см².
2. Основные размеры и технические требования — по ГОСТ 10944—64 (кроме размера H у крана с D_y 15 мм).

ТАБЛИЦА V 11

КРАН РЕГУЛИРУЮЩИЙ ТРЕХХОДОВОЙ НА P_V 6 кгс/см²

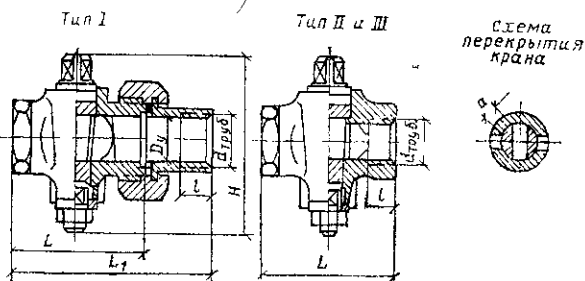


| D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | Размеры, мм | | Величина скида, мм, по проходу | | Масса кг |
|------------|---------------------------|-------------|-------|--------------------------------|----------|----------|
| | | L | L_1 | прямому | боковому | |
| 15 | $1/2$ | 55 | 26,75 | 32 | 15,25 | 0,65 |
| 20 | $3/4$ | 60 | 28 | 34 | 15 | 0,55 |

Примечание Краны применяются для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов в однотрубных системах центрального водяного отопления с осевыми и смешанными замыкающими участками при температуре теплоносителя до 100°С

ТАБЛИЦА V.12

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ ЛАТУННЫЕ т/ф 11Б106к I ПО ГОСТ 12153—66



Продолжение табл V 12

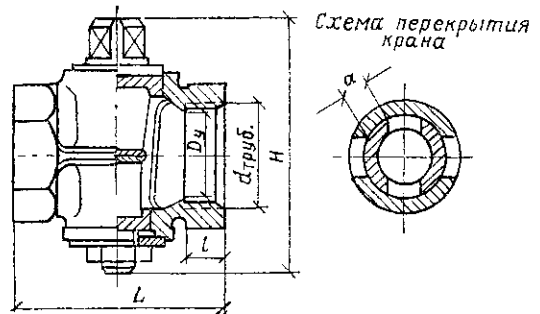
| Обозначение по ЦКБА | Тип крана по ГОСТ 12153—66 | Давле исс, кгс/см ² | Условный проход D_y , мм | Конструктивное исполнение при соединительных концах |
|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| — | I* | $P_p = 0,1$ | 15 и 20 | Муфта на одном конце, nipple с накидной гайкой на другом |
| 11Б106кI | II | | | Муфта на двух концах |
| — | III* | $P_y = 1$ | | |

Продолжение табл V 12

| D_y , мм | Тип крана | $d_{\text{труб}}$, дюймы | Размеры, мм | | | | a (не менее) | величина скида | Масса, кг (не более) | | | |
|------------|-----------|---------------------------|-------------|-------|-----|--------|----------------|----------------|----------------------|---|---|------|
| | | | L | L_1 | l | H | | | | | | |
| 15 | I | $1/2$ | 55 | 80 | 12 | 65(70) | 6 | 57 | 0,35 | | | |
| | II | | | | | | | | — | — | — | 0,21 |
| | III | | | | | | | | — | — | — | — |
| 20 | I | $3/4$ | 65 | 95 | 14 | 76(85) | 7 | 69 | 0,57 | | | |
| | II | | | | | | | | — | — | — | 0,37 |
| | III | | | | | | | | — | — | — | — |
| | | | | | | | | | 0,455 | | | |

Примечания: 1 Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50°С.
2 Размеры и масса кранов приведены по данным ЦКБА

ТАБЛИЦА V.13
КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ НА P_y 1 кгс/см² т/ф 11ч36к ПО ГОСТ 12154—66*

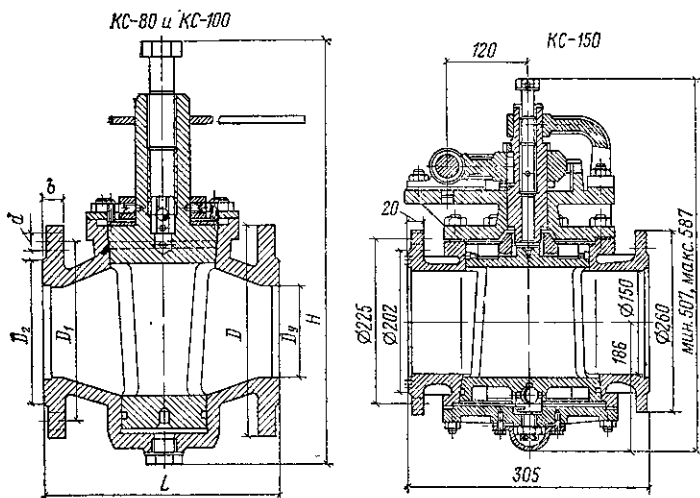


| D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | Размеры, мм | | | | a (не менее) | величина скида | Масса, кг (не более) |
|------------|---------------------------|-------------|-----|-----|----|----------------|----------------|----------------------|
| | | L | l | H | | | | |
| 25 | 1 | 80 | 18 | 104 | 10 | 51 | 0,87 | |
| 32 | $1 1/4$ | 95 | 20 | 118 | 11 | 62 | 1,36 | |
| 40 | $1 1/2$ | 110 | 22 | 136 | 12 | 73 | 2,2 | |
| 50 | 2 | 130 | 24 | 161 | 14 | 89 | 3,38 | |
| 70 | $2 1/2$ | 160 | 26 | 193 | 15 | 114 | 5,67 | |
| 80 | 3 | 180 | 30 | 227 | 17 | 129 | 8,57 | |

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа при температуре до 50°С.

ТАБЛИЦА V.14

КРАНЫ ПРОХОДНЫЕ ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ
(СО СМАЗКОЙ) КС-80, КС-100 И КС-150 НА P_y 6 кгс/см²

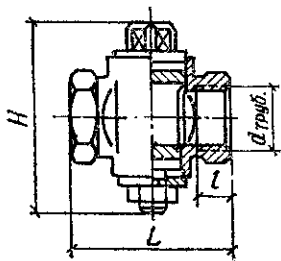


| Шкфр | Условный проход D_y , мм | Размеры, мм | | | | | | Количество отверстий | Масса, кг |
|--------|----------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|----|----|----------------------|-----------|
| | | L | D | D ₁ | D ₂ | d | b | | |
| КС-80 | 80 | 210 | 185 | 150 | 128 | 18 | 18 | 40 0 | 23 |
| КС-100 | 100 | 230 | 205 | 170 | 148 | 18 | 18 | 41 8 | 30 |

Примечание. Краны применяются на трубопроводах для топливного газа и других газообразных неагрессивных сред при температуре от -35 до $+35$ °С.

ТАБЛИЦА V.15

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ
ЛАТУННЫЕ НА P_y 6 кгс/см² т/ф 11Б16к ПО ГОСТ 6223-67*

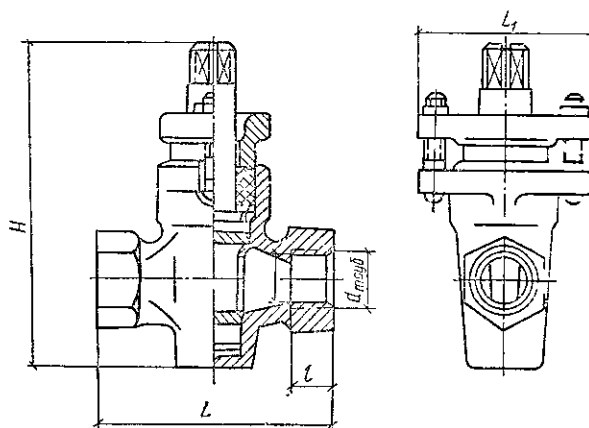


| D_y , мм | $d_{\text{труб.}}$ дюймы | Размеры, мм | | | | Масса, кг (не более) |
|------------|--------------------------|-------------|----|----------|----------------|----------------------|
| | | L | l | H | величина схода | |
| 15 | 1/2 | 55 | 12 | 55(75) | 32 | 0,24(0,35) |
| 20 | 3/4 | 65 | 14 | 76(90) | 39 | 0,36(0,5) |
| 25 | 1 | 80 | 16 | 94(110) | 51 | 0,63(1,15) |
| 32 | 1 1/4 | 95 | 18 | 108(125) | 62 | 0,92(1,62) |
| 40 | 1 1/2 | 110 | 20 | 120(145) | 73 | 1,65(2,7) |

Примечания: 1. Краны применяются для среды с температурой до 100°С.
2. Цифры в скобках приведены по данным ЦКБА.

ТАБЛИЦА V.16

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ
МУФТОВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА P_y 10 кгс/см² т/ф 11ч66к
ПО ГОСТ 2422-65*

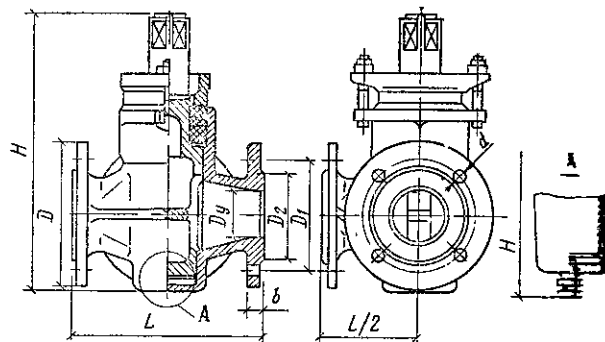


| D_y , мм | $d_{\text{труб.}}$ дюймы | Размеры, мм | | | | | Масса, кг (не более) |
|------------|--------------------------|-------------|----------------|----|-----|----------------|----------------------|
| | | L | L ₁ | l | H | величина схода | |
| 15 | 1/2 | 80 | 60 | 14 | 110 | 57 | 0,65 |
| 20 | 3/4 | 90 | 73 | 16 | 132 | 64 | 1,1 |
| 25 | 1 | 110 | 80 | 16 | 150 | 81 | 1,85 |
| 32 | 1 1/4 | 130 | 98 | 20 | 178 | 97 | 2,95 |
| 40 | 1 1/2 | 150 | 110 | 22 | 230 | 113 | 3,6 |
| 50 | 2 | 170 | 128 | 24 | 260 | 129 | 6,5 |
| 70 | 2 1/2 | 220 | 164 | 26 | 305 | 174 | 12,25 |
| 80 | 3 | 250 | 176 | 30 | 345 | 199 | 17,75 |

Примечание. Краны применяются для среды с температурой до 90°С.

ТАБЛИЦА V.17

КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ТРЕХХОДОВЫЕ САЛЬНИКОВЫЕ
ФЛАНЦЕВЫЕ ЧУГУННЫЕ НА P_y 6 кгс/см² т/ф 11ч186к
ПО ГОСТ 2998-66*



| D_y , мм | Размеры, мм | | | | | | | | Количество отверстий | Масса, кг |
|------------|-------------|-----|----------------|----------------|----|----|-----|---|----------------------|-----------|
| | L | D | D ₁ | D ₂ | d | b | H | | | |
| 25 | 145 | 100 | 75 | 60 | 12 | 14 | 185 | 4 | 4,4 | |
| 40 | 180 | 150 | 100 | 80 | 14 | 16 | 276 | 4 | 10,4(10,5) | |
| 50 | 200 | 140 | 110 | 90 | 14 | 16 | 318 | 4 | 11,3(15,5) | |
| 65 | 230 | 160 | 130 | 110 | 14 | 16 | 370 | 4 | 16(21,6) | |
| 80 | 260 | 185 | 150 | 125 | 18 | 18 | 406 | 4 | 27(31,4) | |

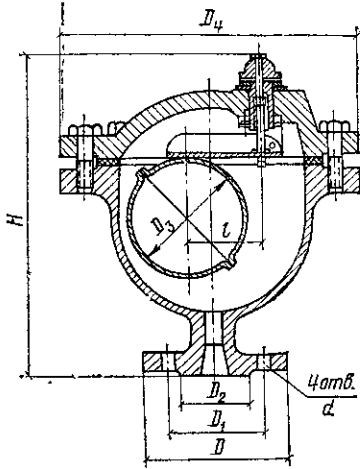
Примечания: 1. Краны применяются на трубопроводах жидких и газообразных сред при температуре от -40 до $+100$ °С.
2. Масса в скобках приведена по данным ЦКБА.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

Воздухоотводчики автоматические и краны для спуска воздуха

ТАБЛИЦА VI 1

ВОЗДУХООТВОДЧИКИ АВТОМАТИЧЕСКИЕ НА P_y 5 И 16 кгс/см²

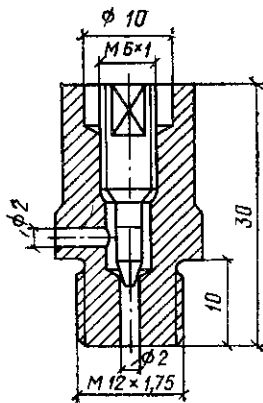


| Условное давление P_y , кгс/см ² | Размеры, мм | | | | | | | | Масса, кг |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----------|
| | D | D_1 | D_2 | D_3 | D_4 | d | H | | |
| 5 | 80 | 55 | 40 | 63 | 165 | 12 | 50 | 172 | 4,86 |
| 16 | 105 | 75 | 58 | 83 | 220 | 14 | 70 | 236 | 12,8 |

Примечания: 1. Воздухоотводчики предназначены для автоматического удаления воздуха из систем водяного отопления и горячего водоснабжения при температуре не более 130° С.
2. Устанавливаются на верхних точках горизонтального трубопровода в вертикальном положении.

ТАБЛИЦА VI 2

КРАНЫ ДЛЯ СПУСКА ВОЗДУХА КОНСТРУКЦИИ Н. Б. МАЕВСКОГО



Продолжение табл. VI 3

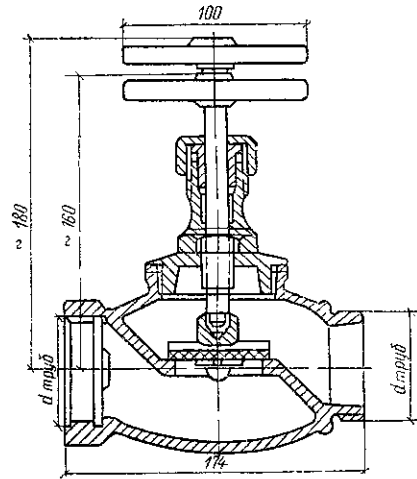
| | |
|--|------|
| Условное давление, кгс/см ² | 6 |
| Масса, кг | 0,14 |

Примечание. Воздухоотводчики применяются для удаления воздуха из отопительных приборов систем центрального водяного отопления.

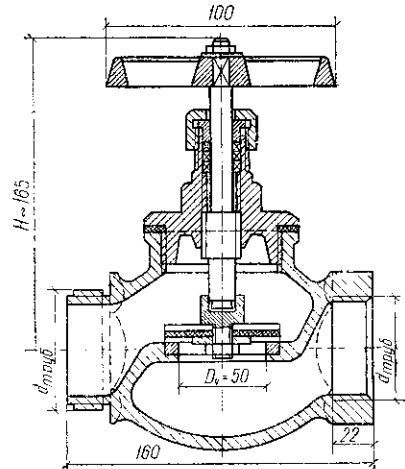
ПРИЛОЖЕНИЕ VII

Вентили запорные

Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой D_y 50 мм латунный или бронзовый на P_y 6 кгс/см² 1Б1Р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С по ГОСТ 2217—66



Вентиль запорный пожарный с муфтой и цапкой D_y 50 мм на P_y 16 кгс/см² 15кч11р, применяемый на пожарных трубопроводах при температуре воды до 50° С



Вентили запорные муфтовые из серого чугуна 15ч8к, 15ч8р, 15ч8п, 15ч8бр по ГОСТ 11570—65

ТАБЛИЦА VII:

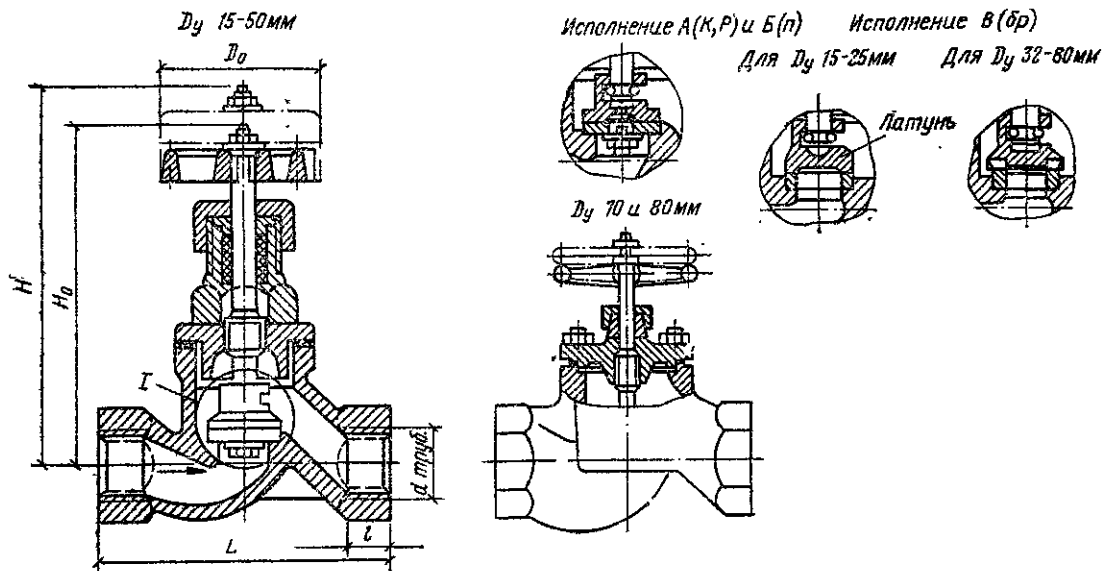
КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

| Обозначение по ЦКБА | Исполнение по ГОСТ 11570—65 | Условное давление P_y , кгс/см ² | Условные проходы D_y , мм | Материал уплотнительных поверхностей затвора | | Рабочая среда | |
|---------------------|-----------------------------|---|--------------------------------|--|------------|---------------|--------------------------|
| | | | | в корпусе | в затворе | наименование | температура °С, не более |
| 15ч8к | А | 10 | 15, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 80 | Чугун | Кожа | Вода | 50 |
| 15ч8р | | | | | Резина | | |
| 15ч8п | Б | Специальная пластмасса | | | Вода и пар | 200 | |
| 15ч8бр | В | Латунь | | 225 | | | |

ТАБЛИЦА VIII:

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ

Узел I



| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | L | l | H | H_o | D_o | | Величина сгиба | Масса, не более |
|----------------------------|---------------------------|-----|----|-----|-------|---------|---------------|----------------|-----------------|
| | | | | | | А (к.р) | Б (п), В (бр) | | |
| 15 | 1/2 | 90 | 14 | 116 | 110 | 50 | 65 | 67 | 0,75 |
| 20 | 1/4 | 100 | 16 | 120 | 112 | 50 | 80 | 74 | 1,1 |
| 25 | 1 | 120 | 18 | 148 | 137 | 80 | 100 | 91 | 1,75 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 20 | 152 | 138 | 80 | 160 | 107 | 2,7 |
| 40 | 1 1/2 | 170 | 22 | 177 | 162 | 100 | 120 | 133 | 4,15 |
| 50 | 2 | 200 | 24 | 190 | 170 | 120 | 140 | 159 | 5,8 |
| 65 | 2 1/2 | 260 | 26 | 245 | 215 | 140 | 160 | 214 | 14 |
| 80 | 3 | 290 | 30 | 265 | 230 | 140 | 200 | 239 | 17 |

Вентили запорные фланцевые из серого чугуна с крышкой на резьбе 15ч9к, 15ч9р, 15ч9бр по ГОСТ 11571—65

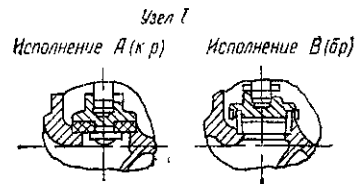
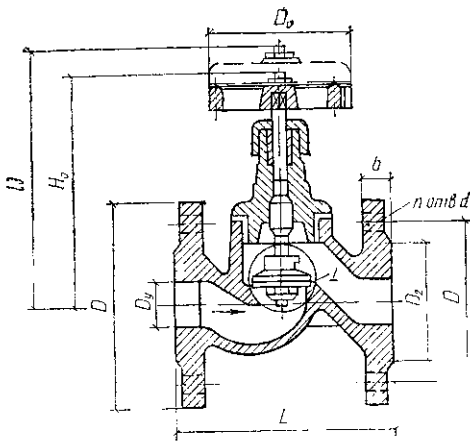
ТАБЛИЦА VII 3

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ

| Обозначение по ЦКБА | Исполнение по ГОСТ 11571—75 | Условное давление P_y , кгс/см ² | Условный проход D_y , мм | Материал уплотнительных поверхностей заговра | | Рабочая среда | |
|---------------------|-----------------------------|---|----------------------------|--|-------------|---------------|-----------------|
| | | | | в корпусе | в золотнике | наименование | температура, °С |
| 15ч9к | А | 10 | 25, 32, 40, 50 | Чугун | Кожа | Вода | 50 |
| 15ч9р | | | | | Резина | | |
| 15ч9бр | В | 16 | | Латунь | Вода, пар | 225 | |

ТАБЛИЦА VII 4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм. И МАССА, кг. ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ

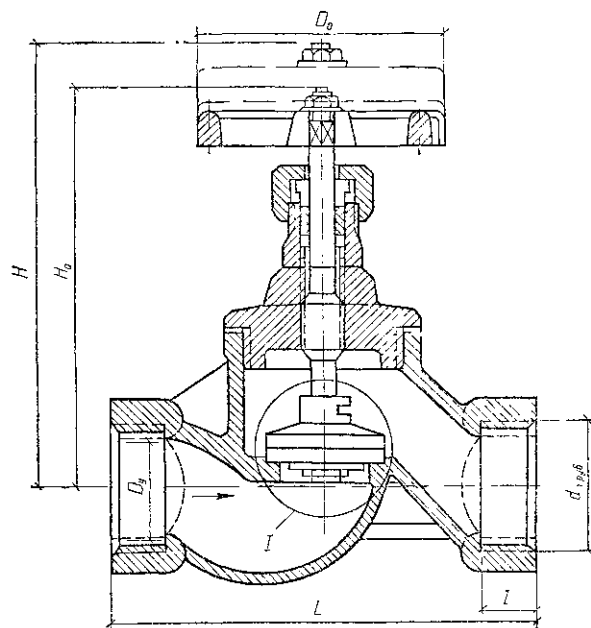


| Условный проход D_y , мм | L | D | D_1 | D_2 | d | b | H | H_0 | D_0 | | л. шт. | Масса, не более |
|----------------------------|-----|-----|-------|-------|----|----|-----|-------|--------------|--------|--------|-----------------|
| | | | | | | | | | 15ч9к, 15ч9р | 15ч9бр | | |
| 25 | 120 | 115 | 85 | 68 | 14 | 5 | 148 | 137 | 80 | 100 | 4 | 3,6 |
| 32 | 140 | 135 | 100 | 78 | 18 | 18 | 152 | 138 | 80 | 100 | 4 | 5,5 |
| 40 | 170 | 145 | 110 | 88 | 18 | 18 | 177 | 162 | 100 | 120 | 4 | 7,65 |
| 50 | 200 | 160 | 125 | 102 | 18 | 20 | 190 | 170 | 120 | 140 | 4 | 10,3 |

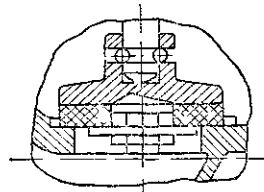
Вентили запорные муфтовые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч18к, 15кч18р, 15кч18п, 15кч18бр по ГОСТ 11465—65

ТАБЛИЦА

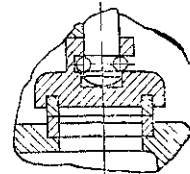
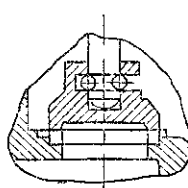
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ МУФТОВЫХ



Узел I
Исполнение А(к,р) Б(р), В(п)



Исполнение Г(бр)
для D_y 15, 20 и 25 мм для D_y 32-50 мм



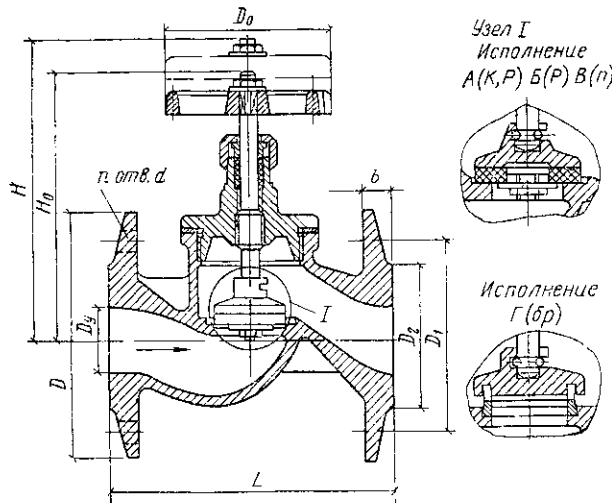
| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | L | l | H | H_b | D_0 | | Величина скида | Масса не более |
|----------------------------|---------------------------|-----|----|-----|-------|---------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | | | 15кч18к | 15кч18п, 15кч18бр | | |
| 15 | 1/2 | 90 | 14 | 115 | 110 | 50 | 65 | 67 | 0,7 |
| 20 | 3/4 | 100 | 16 | 118 | 112 | 50 | 80 | 74 | 0,9 |
| 25 | 1 | 120 | 16 | 147 | 136 | 80 | 100 | 91 | 1,4 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 18 | 150 | 137 | 80 | 100 | 107 | 2,1 |
| 40 | 1 1/2 | 170 | 20 | 176 | 162 | 100 | 120 | 133 | 3,7 |
| 50 | 2 | 200 | 22 | 190 | 170 | 120 | 140 | 159 | 5 |

Примечание. Вентили 15кч18к применяются для воды при температуре до 50 °С на P_y 10 кгс/см², вентили 15кч18р — для воды и топливного газа при температуре до 50 °С на P_y 10 кгс/см², вентили 15кч18п — для воды и пара при температуре до 200 °С на P_y 16 кгс/см², вентили 15кч18бр — для воды и пара при температуре до 225 °С на P_y 16 кгс/см².

Вентили запорные фланцевые из ковкого чугуна с крышкой на резьбе 15кч19к, 15кч19р, 15кч19л, 15кч19бр по ГОСТ 11466—65

ТАБЛИЦА VIII 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, ВЕНТИЛЕЙ ЗАПОРНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



| Условный проход, D_y , мм | L | D | D_1 | D_2 | a | H | H_0 | b | D_0 | | л, шт. | Масса |
|-----------------------------|-----|-----|-------|-------|----|-----|-------|----|------------------|-------------------|--------|-------|
| | | | | | | | | | 15кч19к, 15кч19р | 15кч19л, 15кч19бр | | |
| 25 | 120 | 115 | 85 | 68 | 14 | 147 | 136 | 14 | 80 | 100 | 4 | 2,7 |
| 32 | 140 | 135 | 100 | 78 | 18 | 150 | 137 | 15 | 80 | 100 | 4 | 4,3 |
| 40 | 170 | 145 | 110 | 88 | 18 | 176 | 162 | 15 | 100 | 120 | 4 | 5,8 |
| 50 | 200 | 160 | 125 | 102 | 18 | 190 | 170 | 17 | 120 | 140 | 4 | 8 |

Примечание. Вентили 15кч19к применяются для воды при температуре до 50°С на P_y 10 кгс/см², вентили 15кч19р — для воды и топливного газа при температуре до 50°С на P_y 10 кгс/см²; вентили 15кч19л — для воды и пара при температуре до 200°С на P_y 16 кгс/см²; вентили 15кч19бр — для воды и пара при температуре до 225°С на P_y 16 кгс/см².

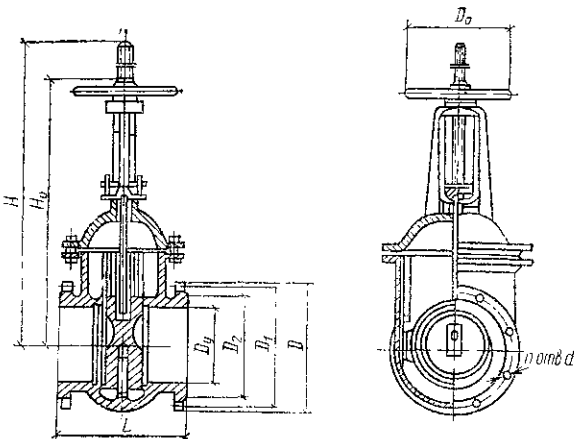
ПРИЛОЖЕНИЕ VIII

Задвижки

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на P_y 10 кгс/см² 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437—63

ТАБЛИЦА VIII 1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, и МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



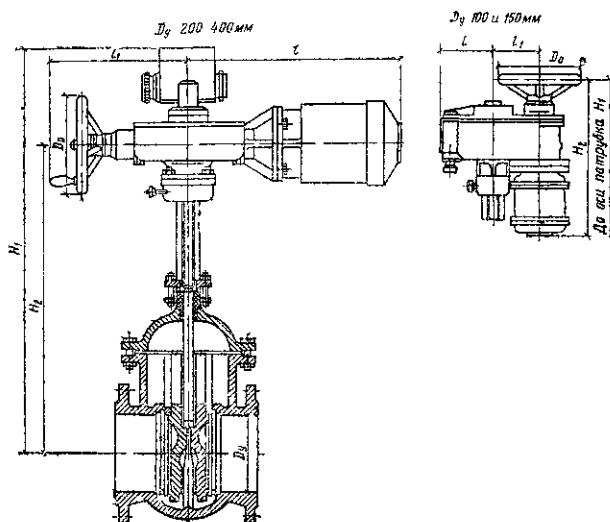
| Условный проход, D_y , мм | L | D | D_1 | D_2 | a | H | H_0 | D_0 | л, шт. | Масса, не более |
|-----------------------------|-----|-----|-------|-------|----|------|-------|-------|--------|-----------------|
| | | | | | | | | | | |
| 80 | 210 | 195 | 160 | 138 | 18 | 410 | 350 | 160 | 4 | 29 |
| 100 | 230 | 215 | 180 | 158 | 18 | 515 | 405 | 200 | 8 | 39,5 |
| 125 | 225 | 245 | 210 | 188 | 18 | 635 | 495 | 240 | 8 | 58,5 |
| 150 | 280 | 280 | 240 | 212 | 23 | 720 | 560 | 240 | 8 | 174 |
| 200 | 330 | 335 | 295 | 268 | 23 | 900 | 695 | 280 | 8 | 125 |
| 250 | 450 | 390 | 350 | 320 | 23 | 1030 | 830 | 320 | 12 | 179 |
| 300 | 500 | 440 | 400 | 370 | 23 | 1285 | 975 | 360 | 12 | 253 |

Примечание. Задвижки 30ч6бк и 30ч906бк применяются без уплотнительных колец для нефти и других маслянистых жидкостей при температуре до 90°С; задвижки 30ч6бр и 30ч906бр с латунными уплотнительными кольцами — для воды и пара при температуре до 225°С.

Задвижки параллельные с выдвижным шпинделем чугунные фланцевые на P_7 10 кгс/см² 30ч6бк, 30ч6бр, 30ч906бк, 30ч906бр по ГОСТ 8437-63

ТАБЛИЦА VIII 2

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИПЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С ВЫДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



| Условный проход D_y , мм | l | l_1 | D_0 | H_1 | H_2 | Масса | Электродвигатель | | | |
|----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|---------------|--------------------------|---------------|
| | | | | | | | тип | мощность, кВт | частота вращения, об/мин | напряжение, В |
| 100 | 405 | 150 | 200 | 685 | 405 | 75 | АОЛ 11 2Ф2 | 0,18 | 2800 | 220/380 |
| 150 | 405 | 150 | 200 | 805 | 405 | 112 | АОЛ 11 2Ф2 | 0,18 | 2800 | |
| 200 | 460 | 468 | 240 | 1050 | 780 | 190 | АОС2 11 4 | 0,6 | 1320 | 220/380 |
| 250 | 460 | 468 | 240 | 1185 | 915 | 242 | АОС2 11 4 | 0,6 | 1320 | |
| 300 | 495 | 468 | 240 | 1340 | 1070 | 312 | АОС2 21 4 | 1,3 | 1320 | |

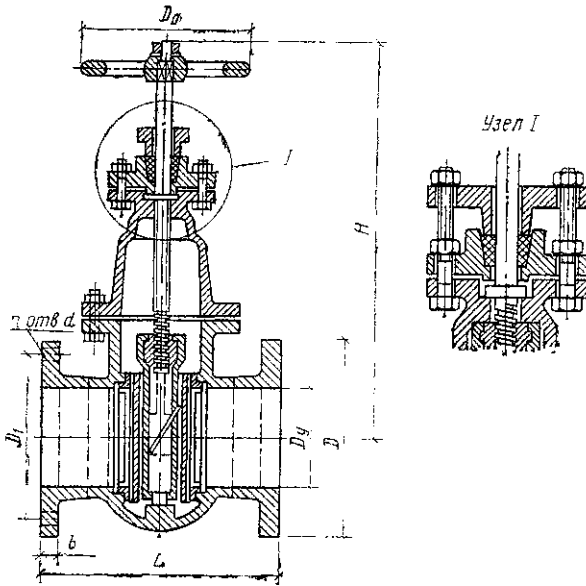
Примечания 1 Задвижки 30ч6бк и 30ч6бр могут устанавливаться в любом рабочем положении, кроме положения «на ребро».

2 Задвижки 30ч906бк и 30ч906бр устанавливаются на горизонтальном трубопроводе электроприводом вертикально вверх. Допускается установка на горизонтальном трубопроводе в положение «на ребро» и на вертикальном трубопроводе в положение «плотным» при условии смазывания червячной пары и шарикоподшипников густой смазкой и устройства дополнительной опоры под электроприводом.

Задвижки параллельные с неподвижным шпинделем
 фланцевые чугунные с маховиком на $P_y 10 \text{ кгс/см}^2$
 типа МГР

ТАБЛИЦА VIII 3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, ЗАДВИЖЕК
 ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ С НЕПОДВИЖНЫМ ШПИНДЕЛЕМ



| Условный проход, D_y , мм | L | D | D_1 | d | b | H | D_0 | n, шт | Масса |
|-----------------------------|-----|-----|-------|----|----|-----|-------|-------|-------|
| 50 | 165 | 165 | 125 | 18 | 20 | 278 | 150 | 4 | 21 |
| 80 | 275 | 200 | 160 | 18 | 22 | 416 | 200 | 4 | 41 |
| 100 | 300 | 220 | 180 | 18 | 22 | 470 | 200 | 4 | 51,4 |
| 150 | 350 | 285 | 240 | 22 | 25 | 564 | 250 | 6 | 87 |
| 200 | 400 | 340 | 295 | 22 | 28 | 700 | 280 | 8 | 146 |
| 250 | 450 | 395 | 350 | 22 | 30 | 830 | 330 | 12 | 220 |
| 300 | 500 | 445 | 400 | 22 | 32 | 925 | 380 | 12 | 280 |

Примечание Задвижки параллельные применяются на трубопроводах для холодной воды при температуре до 30°C

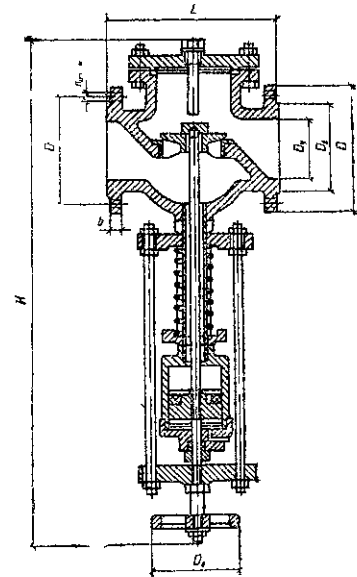
ПРИЛОЖЕНИЕ IX

Клапаны

Клапаны редукционные пружинные фланцевые
 чугунные на $P_y 16 \text{ кгс/см}^2$ 18и26р

ТАБЛИЦА IX 1

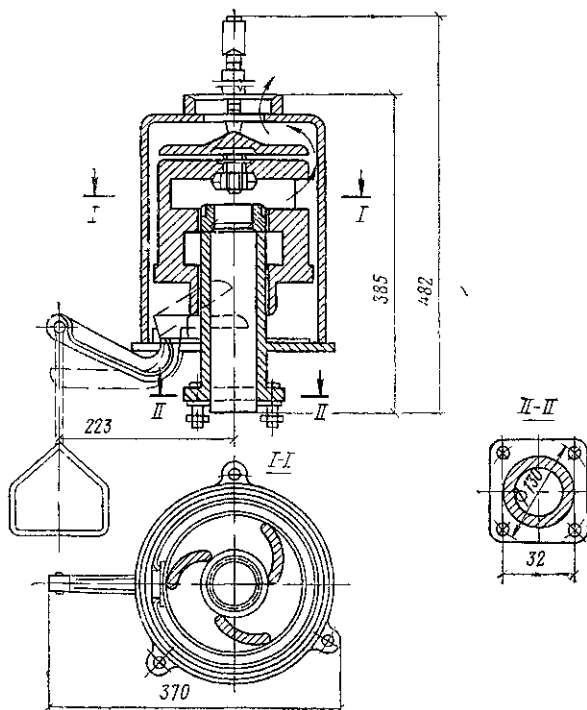
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
 РЕДУКЦИОННЫХ ПРУЖИНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



| Условный проход D_y , мм | Проходное сечение, см^2 | L | D | D_0 | D_1 | D_2 | b | d | H | n, шт | Масса, кг |
|----------------------------|----------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|----|----|------|-------|-----------|
| 25 | 2 | 135 | 115 | 65 | 85 | 68 | 14 | 14 | 352 | 4 | 7 |
| 50 | 5,3 | 200 | 160 | 100 | 125 | 102 | 17 | 18 | 508 | 4 | 18 |
| 80 | 13,2 | 260 | 195 | 120 | 160 | 138 | 19 | 18 | 745 | 4 | 45 |
| 100 | 23,5 | 300 | 215 | 140 | 180 | 158 | 21 | 18 | 820 | 8 | 70 |
| 125 | 36,8 | 350 | 245 | 200 | 210 | 188 | 23 | 18 | 946 | 8 | 94 |
| 150 | 52,2 | 400 | 280 | 200 | 240 | 212 | 23 | 23 | 1065 | 8 | 123 |

Примечание Применяются в установках и трубопроводных системах для понижения и поддержания за клапаном пониженного давления пара при температуре до 225°C

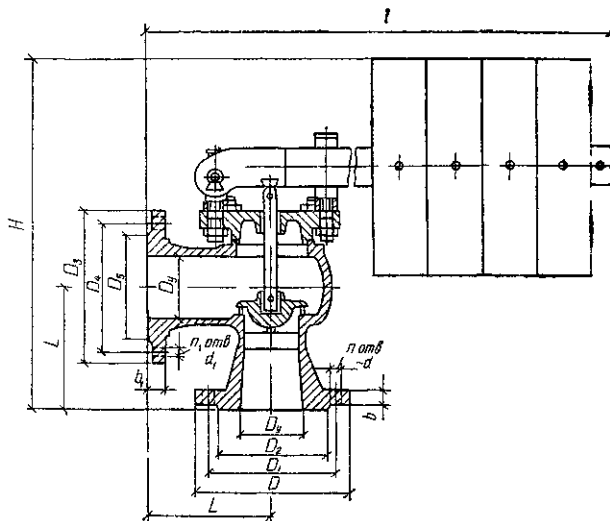
Клапан предохранительный самопритирающийся
КСШ-0,7-810 массой 40 кг на P_0 0,7 кгс/см²
с проходом в седле клапана диаметром 52 мм
и пропускной способностью (по пару) 810 кг/ч
при давлении пара в котле 0,8 кгс/см²



Клапаны предохранительные рычажно-грузовые
малоподъемные фланцевые чугунные
на P_0 16 кгс/см² 17чЗбр по ГОСТ 5335—59

ТАБЛИЦА 17.

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ РЫЧАЖНО-ГРУЗОВЫХ
МАЛОПОДЪЕМНЫХ ФЛАНЦЕВЫХ



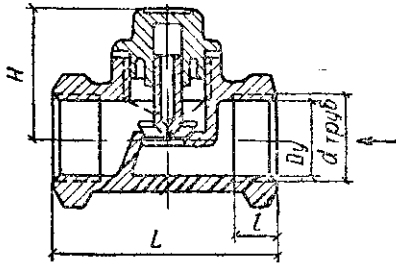
| Условный проход D_V , мм | L | l | D | D_1 | D_2 | D_3 | D_4 | D_5 | D_6 | b | b_1 | d | d_1 | H | n, шт. | n_1 , шт. | Масса (без груз- зов) в кг |
|----------------------------------|-----|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------|----|-------|---|-----------|----------------|-------------------------------------|
| 25 | 85 | 480 | 115 | 85 | 68 | 100 | 75 | 60 | 16 | 14 | 14 | 12 | 265 | 4 | 4 | 6 | |
| 40 | 115 | 635 | 145 | 110 | 88 | 130 | 100 | 80 | 18 | 16 | 18 | 14 | 360 | 4 | 4 | 12,6 | |
| 50 | 125 | 745 | 160 | 125 | 102 | 140 | 110 | 90 | 20 | 16 | 18 | 14 | 375 | 4 | 4 | 15,2 | |
| 80 | 155 | 935 | 195 | 160 | 138 | 185 | 150 | 128 | 22 | 18 | 18 | 18 | 470 | 8 | 4 | 27 | |
| 100 | 175 | 1135 | 215 | 180 | 158 | 205 | 170 | 148 | 24 | 18 | 18 | 18 | 500 | 8 | 4 | 43 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ X

Клапаны обратные

Клапан обратный подъемный муфтовый латунный на P_y 16 кгс/см² 16Б16к по ГОСТ 12677—67

ТАБЛИЦА XI
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$ дюймы | L | l | H | Величина скида | Масса, не более |
|----------------------------|-------------------------|-----|----|----|----------------|-----------------|
| 15 | 1/2 | 55 | 12 | 38 | 32 | 0,23 |
| 20 | 3/4 | 65 | 14 | 42 | 39 | 0,37 |
| 25 | 1 | 80 | 16 | 42 | 51 | 0,5 |
| 40 | 1 1/2 | 110 | 20 | 70 | 73 | 1,43 |
| 50 | 2 | 130 | 22 | 80 | 89 | 2 |

Примечание Клапан обратный подъемный муфтовый применяется для предотвращения обратного потока среды в трубопроводах для воды и пара при температуре до 225 °С

Клапаны обратные подъемные из серого чугуна на P_y 10 и 16 кгс/см² 16чЗр, 16чЗбр, 16ч6р, 16ч6бр по ГОСТ 11816—66

ТАБЛИЦА X2
ИСПОЛНЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ КЛАПАНОВ ЧУГУННЫХ

| Исполнение по ГОСТ | Условное обозначение по ЦКБА | Условное давление P_y , кгс/см ² | Материал уплотнения затвора | | Основная рабочая среда | Температура среды, °С |
|--------------------|------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|
| | | | в корпусе | в золотнике | | |
| А | 16чЗр | 10 | Чугун | Резина или кожа | Вода | 50 |
| | 16ч6р | | | | | |
| Б | 16чЗбр | 16 | Латунь | | Вода, пар | 225 |
| | 16ч6бр | | | | | |

ТАБЛИЦА X3

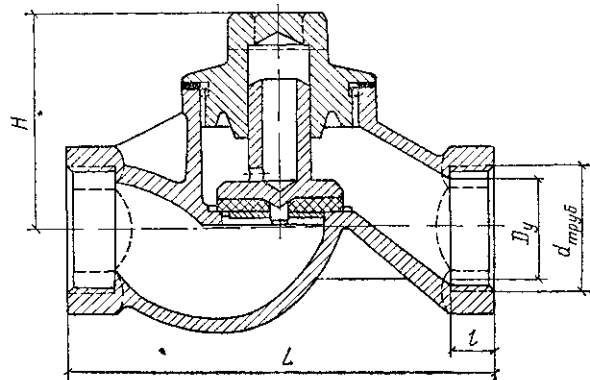
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ

| Обозначение по ЦКБА | Условный проход D_y , мм | L | D | D_1 | F_2 | d | b | H | кг, шт., при P_y , кгс/см ² | | Масса |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|-----|-------|-------|----|----|-----|--|----|-------|
| | | | | | | | | | 10 | 16 | |
| 16чЗр и 16чЗбр | | С крышкой на резьбе | | | | | | | | | |
| | 25 | 120 | 115 | 85 | 68 | 14 | 16 | 70 | 4 | 4 | 3 |
| | 32 | 140 | 135 | 100 | 78 | 18 | 18 | 75 | 4 | 4 | 5 |
| | 40 | 170 | 145 | 110 | 88 | 18 | 18 | 95 | 4 | 4 | 7 |
| | 50 | 200 | 160 | 125 | 102 | 18 | 20 | 105 | 4 | 4 | 9,1 |
| 16ч6р и 16ч6бр | | С крышкой на шпильках | | | | | | | | | |
| | 70 | 290 | 180 | 145 | 122 | 18 | 20 | 145 | 4 | 4 | 18 |
| | 80 | 310 | 195 | 160 | 138 | 18 | 22 | 155 | 4 | 8 | 23,5 |
| | 100 | 350 | 215 | 180 | 158 | 18 | 24 | 180 | 8 | 8 | 35,5 |
| | 125 | 400 | 245 | 210 | 188 | 18 | 26 | 220 | 8 | 8 | 53 |
| | 150 | 480 | 280 | 240 | 212 | 23 | 28 | 250 | 8 | 8 | 74 |

Клапаны обратные подъемные муфтовые из ковкого чугуна на P_y 10 кгс/см² 16ч41р по ГОСТ 11817—66

ТАБЛИЦА X4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
ОБРАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МУФТОВЫХ



Продолжение табл. X.4

| Условный проход D_y , мм | a труб, дюймы | L | l | H | Величина скида | Масса |
|----------------------------|-----------------|-----|-----|-----|----------------|-------|
| 15 | $1/2$ | 90 | 12 | 55 | 71 | 0,5 |
| 20 | $3/4$ | 100 | 14 | 60 | 77 | 0,8 |
| 25 | 1 | 120 | 16 | 65 | 91 | 1 |
| 32 | $1 1/4$ | 140 | 18 | 75 | 107 | 1,8 |
| 40 | $1 1/2$ | 170 | 20 | 90 | 133 | 3 |
| 50 | 2 | 200 | 22 | 100 | 159 | 4 |

Примечание. Рабочая среда с температурой 50°С.

Продолжение табл. X.5

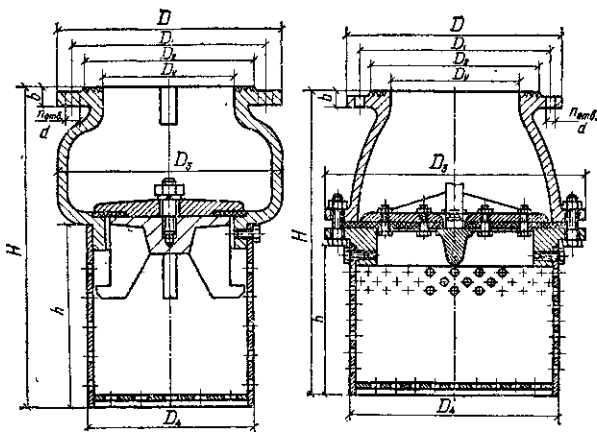
| Условный проход D_y , мм | D | D_1 | D_2 | d | b | H | h | D_3 | D_4 | l , шт. | Масса, не более |
|----------------------------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 200 | 315 | 280 | 258 | 18 | 19 | 480 | 274 | 315 | 265 | 8 | 43 |
| 250 | 370 | 385 | 312 | 18 | 20 | 570 | 290 | 470 | 370 | 12 | 100 |
| 300 | 435 | 395 | 365 | 23 | 20 | 660 | 344 | 555 | 440 | 12 | 153 |

Примечание. Применяется в насосных установках для воды, нефти и других жидких неагрессивных сред при температуре до +50°С для предотвращения обратного потока среды и предварительного заполнения всасывающей трубы.

Клапан обратный приемный с сеткой
фланцевый чугунный на P_7 2,5 кгс/см² 16ч42р
по ГОСТ 10371—63

ТАБЛИЦА X.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, КЛАПАНОВ
ОБРАТНЫХ ПРИЕМНЫХ С СЕТКОЙ ФЛАНЦЕВЫХ



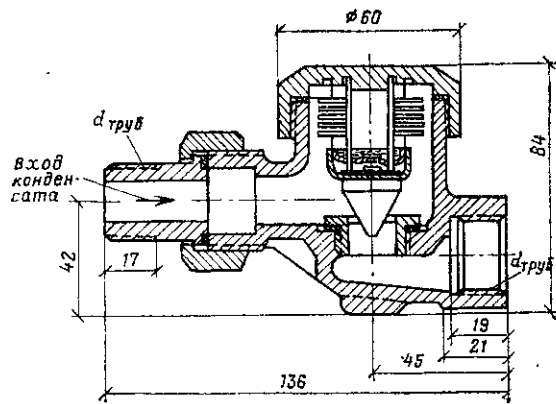
ПРИЛОЖЕНИЕ XI

Конденсатоотводчики

Конденсатоотводчики термостатические типа 45кч6бр

ТАБЛИЦА XI.1

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПА 45кч6бр



| Условный проход D_y , мм | D | D_1 | D_2 | d | b | H | h | D_3 | D_4 | l , шт. | Масса, не более |
|----------------------------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 80 | 185 | 150 | 128 | 18 | 15 | 230 | 120 | 185 | 120 | 4 | 8,5 |
| 100 | 205 | 170 | 148 | 18 | 15 | 280 | 156 | 205 | 140 | 4 | 11,5 |

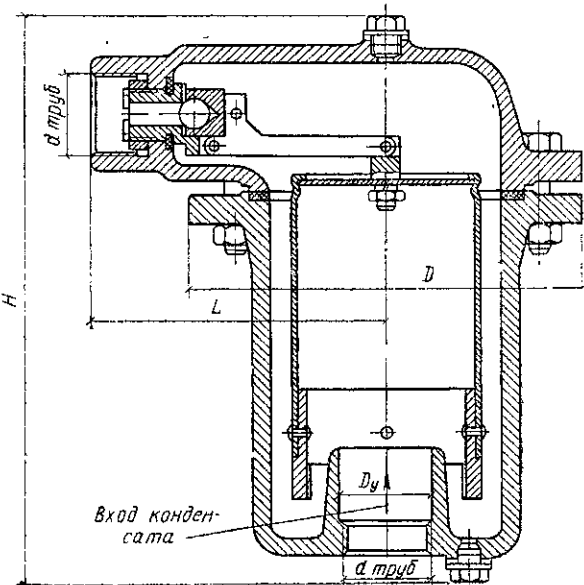
| Условный проход D_y , мм | d труб, дюймы | Давление, кгс/см ² | | | Коэффициент пропускной способности K_v макс, т/ч | Масса, кг |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|---|--|-----------|
| | | условное P_y | пробное $P_{пр}$ | рабочее P_p при $t=160^\circ\text{C}$ | | |
| 15 | $1/2$ | 6 | 24 | 6 | 0,63 | 0,81 |
| 20 | $3/4$ | 6 | 24 | 6 | 0,8 | 0,82 |

Примечание. Конденсатоотводчики изготавливают в обычном (45кч6бр) и тропическом (45кч6брт) исполнении.

Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком
муфтовые типов 45ч9нж1—45ч9нж12

Продолжение табл. XI 2

ТАБЛИЦА XI 2
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг,
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ ТИПОВ 45ч9нж1—45ч9нж12



| Условный проход, D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | L | D | H | Масса, кг |
|-----------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----------|
| 20 | 3/4 | 115 | 182 | 260 | 9,8 |
| 25 | 1 | 115 | 182 | 260 | 9,8 |
| 32 | 1 1/4 | 160 | 215 | 300 | 17,2 |
| 40 | 1 1/2 | 160 | 215 | 300 | 17,2 |
| 50 | 2 | 170 | 230 | 315 | 22,6 |

Примечания: 1. Конденсатоотводчики типа 45ч9нж следует применять только до освоения промышленностью выпуска модернизированных конденсатоотводчиков типа 45ч9нжм.
2. Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, кгс/см²:

| | |
|---|----|
| условное P_y | 16 |
| пробное $P_{пр}$ | 24 |
| рабочее P_p при $t, ^\circ\text{C}$: | |
| 120 | 16 |
| 200 | 15 |
| 250 | 14 |

ТАБЛИЦА XI.3

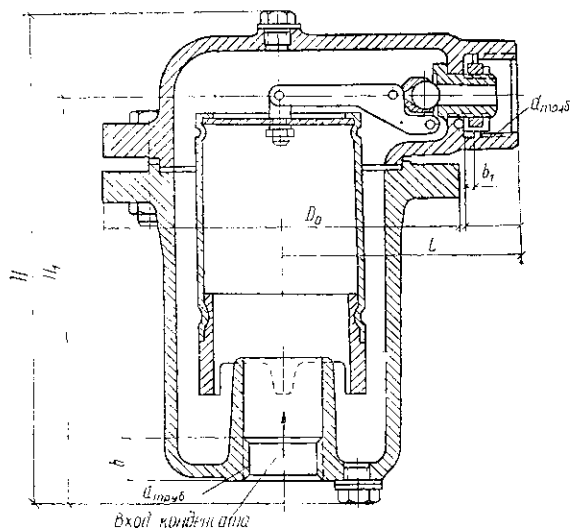
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ
45ч9нж1—45ч9нж12

| Условный проход D_y , мм | Условное обозначение | № седла | Диаметр отверстия в седле, мм | Максимальный перепад давления ΔP_1 , кгс/см ² | Максимальная пропускная способность по холодной воде Q , т/ч | Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_v \text{ макс.}$ т/ч |
|----------------------------|----------------------|---------|-------------------------------|--|--|---|
| 20 и 25 | 45ч9нж1 | 1 | 9 | 1,5 | 2,4 | 1,97 |
| | 45ч9нж2 | 2 | 6 | 4 | 2,2 | 1,1 |
| | 45ч9нж3 | 3 | 4 | 8 | 1,5 | 0,53 |
| | 45ч9нж4 | 4 | 3 | 13 | 1,2 | 0,34 |
| 32 и 40 | 45ч9нж5 | 5 | 14 | 1,5 | 6,35 | 5,2 |
| | 45ч9нж6 | 6 | 10 | 4 | 5,9 | 2,95 |
| | 45ч9нж7 | 7 | 7 | 8 | 4,1 | 1,45 |
| | 45ч9нж8 | 8 | 5,2 | 13 | 2,95 | 0,82 |
| 50 | 45ч9нж9 | 9 | 20 | 1,5 | 7,2 | 5,9 |
| | 45ч9нж10 | 10 | 14 | 4 | 8,2 | 4,1 |
| | 45ч9нж11 | 11 | 10 | 8 | 6,9 | 2,45 |
| | 45ч9нж12 | 12 | 8 | 13 | 6,3 | 1,75 |

Конденсатоотводчики с опрокинутым поплавком
муфтовые типов 45ч9нж1М — 45ч9нж4М
и 45ч9нж1МТ — 45ч9нж4МТ (модернизированные)

ТАБЛИЦА XI4

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг
КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М
И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ



| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | L | D_o | b | b_1 | H | H_1 | Масса, кг |
|----------------------------|---------------------------|-----|-------|----|-------|-----|-------|-----------|
| 20 | 3/4 | 95 | 165 | 16 | 18 | 200 | 173 | 7,5 |
| 25 | 1 | 106 | 175 | 22 | 25 | 240 | 200 | 8,6 |
| 40 | 1 1/2 | 140 | 245 | 22 | 33 | 330 | 280 | 16,5 |
| 50 | 2 | 155 | 250 | 24 | 34 | 405 | 351 | 25 |

Примечание Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл. XI.2

ТАБЛИЦА XI5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ
ТИПОВ 45ч9нж1М—45ч9нж4М И 45ч9нж1МТ—45ч9нж4МТ

| Условный проход D_y , мм | Условное обозначение | № седла | Диаметр отверстия в седле, мм | Максимальный перепад давления, ΔP , кгс/см ² | Максимальная пропускная способность по холодной воде Q , т/ч | Коэффициент пропускной способности по холодной воде, K_p макс, т/ч |
|----------------------------|-----------------------|---------|-------------------------------|---|--|--|
| 20 | 45ч9нж1М 45ч9нж1МТ | 1 | 6 | 2 | 1,2 | 0,85 |
| | 45ч9нж2М 45ч9нж2МТ | 2 | 4 | 4 | 1 | 0,5 |

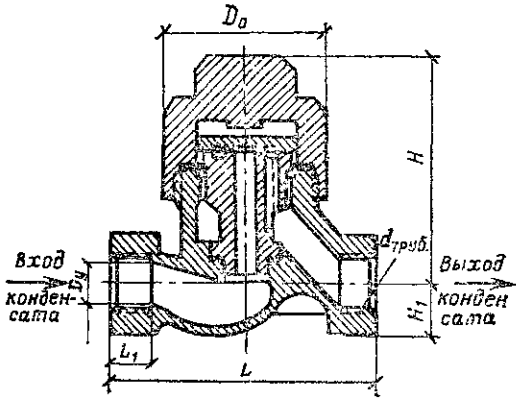
Продолжение табл. 1

| Условный проход D_y , мм | Условное обозначение | № седла | Диаметр отверстия в седле, мм | Максимальный перепад давления, ΔP , кгс/см ² | Максимальная пропускная способность по холодной воде Q , т/ч | Коэффициент пропускной способности по холодной воде, K_p макс, т/ч |
|----------------------------|-----------------------|---------|-------------------------------|---|--|--|
| 20 | 45ч9нж3М 45ч9нж3МТ | 3 | 3 | 8 | 0,8 | 0,28 |
| | 45ч9нж4М 45ч9нж4МТ | 4 | 2,3 | 13 | 0,7 | 0,2 |
| 25 | 45ч9нж1М 45ч9нж1МТ | 5 | 8 | 2 | 2,4 | 1,7 |
| | 45ч9нж2М 45ч9нж2МТ | 6 | 6 | 4 | 2,2 | 1,1 |
| | 45ч9нж3М 45ч9нж3МТ | 7 | 5 | 8 | 1,8 | 0,64 |
| | 45ч9нж4М 45ч9нж4МТ | 8 | 3,2 | 13 | 1,4 | 0,39 |
| | 45ч9нж1М 45ч9нж1МТ | 13 | 14 | 2 | 7,4 | 5,2 |
| 40 | 45ч9нж2М 45ч9нж2МТ | 14 | 10 | 4 | 5,9 | 2,95 |
| | 45ч9нж3М 45ч9нж3МТ | 15 | 7 | 8 | 4,1 | 1,45 |
| | 45ч9нж4М 45ч9нж4МТ | 16 | 5,5 | 13 | 3,3 | 0,92 |
| 50 | 45ч9нж1М 45ч9нж1МТ | 17 | 20 | 2 | 8,8 | 6,2 |
| | 45ч9нж2М 45ч9нж2МТ | 18 | 14 | 4 | 8,2 | 4,1 |
| | 45ч9нж3М 45ч9нж3МТ | 19 | 10 | 8 | 6,9 | 2,45 |
| | 45ч9нж4М 45ч9нж4МТ | 20 | 8 | 13 | 6,3 | 1,75 |

Конденсатоотводчики термодинамические чугунные муфтовые типа 45ч12нж

ТАБЛИЦА XI 6

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч12нж



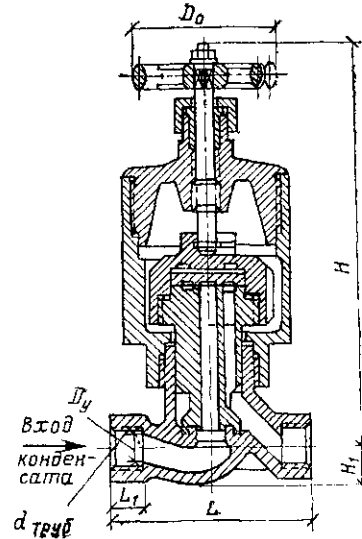
| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | L | L ₁ | H | H ₁ | D ₀ | Масса | Коэффициент пропускной способности по холодной воде $K_D^{\text{макс}}$, т/ч |
|----------------------------|---------------------------|-----|----------------|-----|----------------|----------------|-------|---|
| 15 | 1/2 | 90 | 14 | 80 | 17,5 | 55 | 1,2 | 0,8 |
| 20 | 3/4 | 100 | 16 | 80 | 22,5 | 65 | 1,5 | 1 |
| 25 | 1 | 120 | 18 | 85 | 28 | 75 | 2,1 | 1,25 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 20 | 100 | 35 | 90 | 4,1 | 1,6 |
| 40 | 1 1/2 | 170 | 22 | 115 | 42,5 | 102 | 4,8 | 2 |
| 50 | 2 | 200 | 24 | 140 | 60 | 112 | 6,6 | 2,5 |

Примечания: 1 Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл XI 2
2 Рабочее давление принимается при температуре 200 °С.

Конденсатоотводчики термодинамические муфтовые чугунные с обводом типа 45ч15нж

ТАБЛИЦА XI 7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, МАССА, кг, И КОЭФФИЦИЕНТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНДЕНСАТООТВОДЧИКОВ 45ч15нж



| Условный проход D_y , мм | $d_{\text{труб}}$, дюймы | B | L ₁ | H | H ₁ | D ₀ | Масса | Коэффициент пропускной способности $K_D^{\text{макс}}$, т/ч |
|----------------------------|---------------------------|-----|----------------|-----|----------------|----------------|-------|--|
| 15 | 1/2 | 90 | 14 | 192 | 18 | 65 | 2,45 | 0,8 |
| 20 | 3/4 | 100 | 16 | 213 | 22 | 80 | 4,05 | 1 |
| 25 | 1 | 120 | 18 | 250 | 28 | 100 | 6,55 | 1,25 |
| 32 | 1 1/4 | 140 | 20 | 300 | 35 | 100 | 8,5 | 1,6 |
| 40 | 1 1/2 | 170 | 22 | 310 | 45 | 120 | 16,7 | 2 |
| 50 | 2 | 200 | 24 | 335 | 50 | 140 | 17,3 | 2,5 |

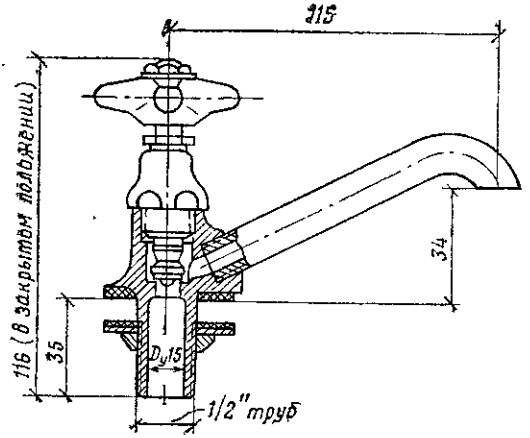
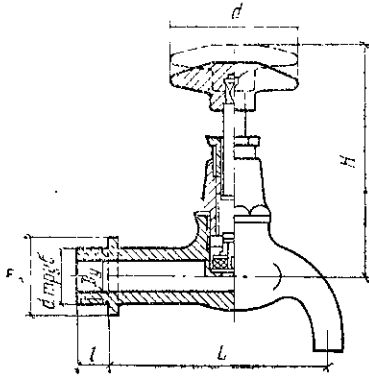
Примечание Конденсатоотводчики рассчитаны на давление, указанное в примечании 2 к табл XI 2

ПРИЛОЖЕНИЕ XII

Арматура

Кран туалетный с нижней подачей воды и жестко закрепленным изливом на $P_y \leq 6 \text{ кгс/см}^2$ (масса 0,35 кг) (по ГОСТ 7876—64) для установки на фаянсовых умывальниках для холодной воды — до 50° С)

Водоразборная туалетная и смывная арматура
Кран водоразборный цапковый латунный или бронзовый на $P_y \leq 6 \text{ кгс/см}^2$ (по ГОСТ 8906—58)



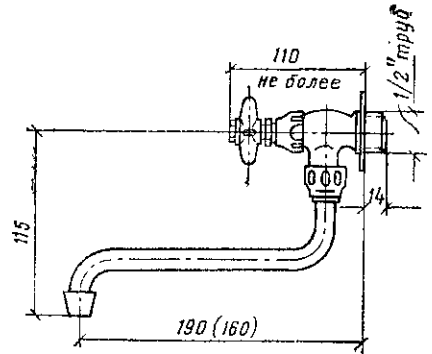
Кран туалетный настенный поворотный на $P_y 6 \text{ кгс/см}^2$ для установки над умывальником на трубопроводе холодной воды — до 50° С (по ГОСТ 9457—60 и ГОСТ 7876—64) (в скобках дан размер малой модели)

ТАБЛИЦА XIII.1

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ КРАНОВ, мм, И МАССА, кг

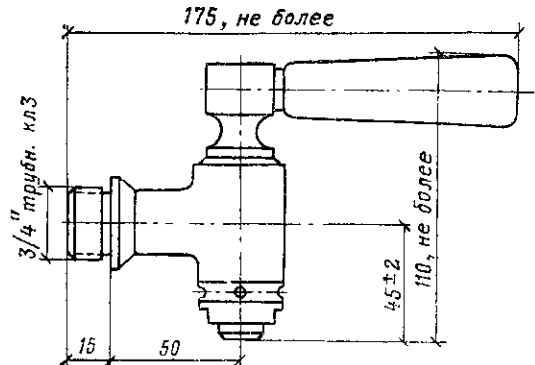
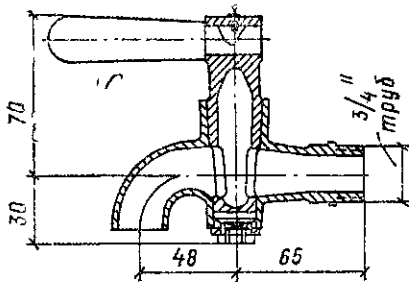
| D_y , мм | D_y труб, дюймы | L, мм | H (в открытом положении), мм | мм | | | Масса, кг |
|------------|-------------------|-------|------------------------------|----|----|----|-----------|
| | | | | D | l | d | |
| 15 | | 90 | 80 | 30 | 13 | 50 | 0,3 |
| 20 | 1/2 | 105 | 80 | 35 | 14 | 50 | 0,5 |

Примечание. Предназначены для установки на трубопроводах для воды с температурой до 50° С, для трубопроводов горячей воды с температурой до 75° С краны изготавливают по особому заказу.

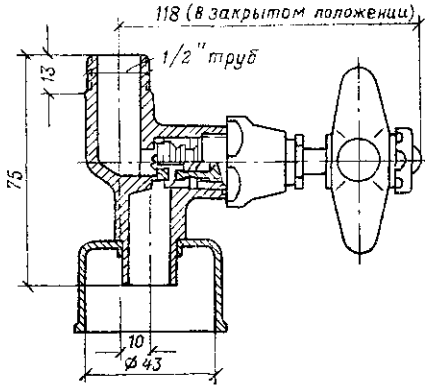


Кран ванный (по ГОСТ 6127—52)

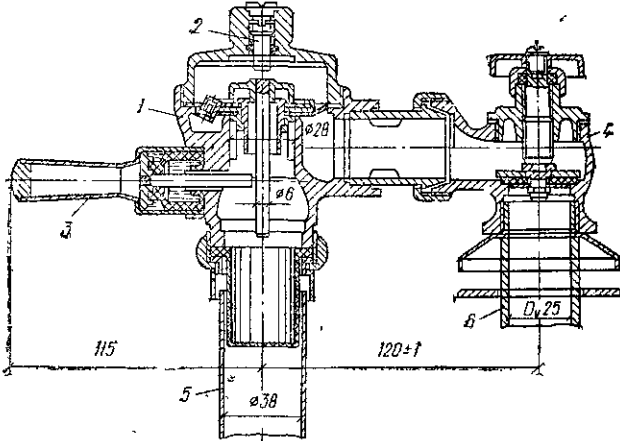
Кран ванный бронзовый цапковый



Кран пусковой типа КП-2, D, 15 мм (масса 0,33 кг)



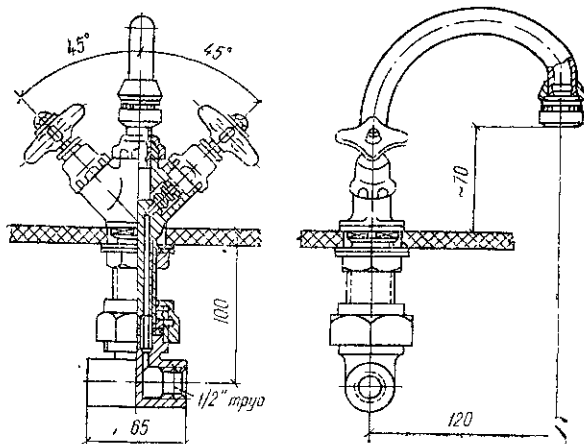
Смывной кран полуавтоматический типа Кр-141 (масса 2,5 кг)



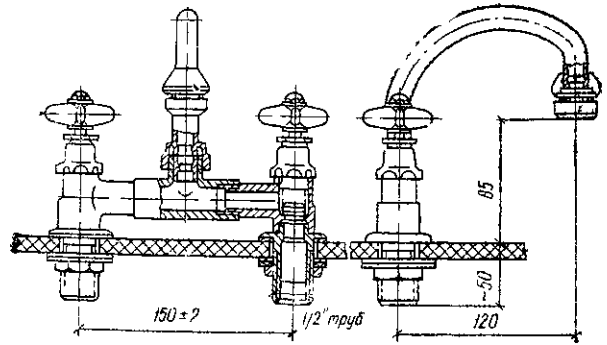
1 — корпус смывного крана; 2 — регулировочный винт; 3 — пусковой рычаг; 4 — угловой вентиль $r_y = 25$ мм; 5 — смывная латунная никелированная труба (присоединяется к унитазу обычной резиновой муфтой); 6 — труба подводки

Смесительная туалетная арматура

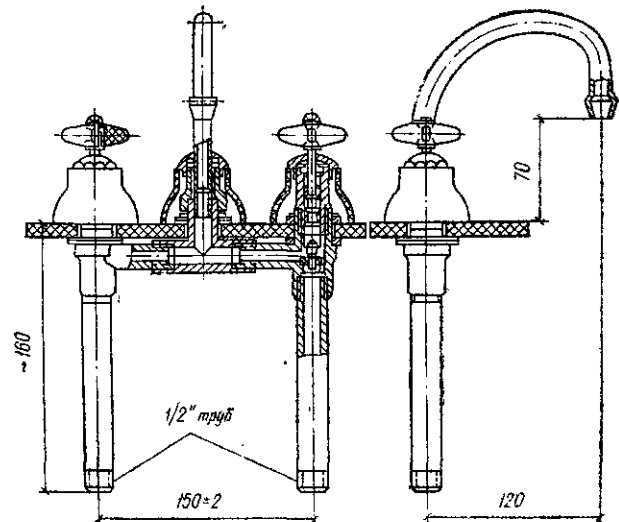
Смеситель типа См-Ум-ВКСЦ для умывальника настольный с верхней камерой смешения (масса 1,4 кг)



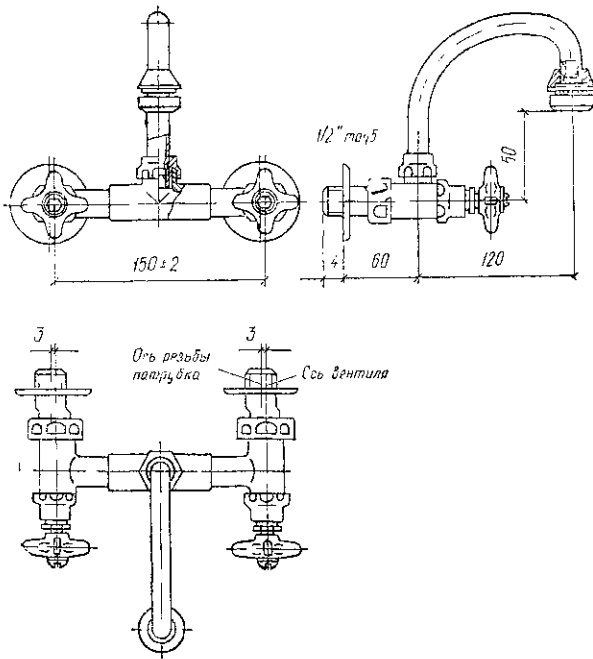
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с верхней камерой смешения (масса 1,1 кг)



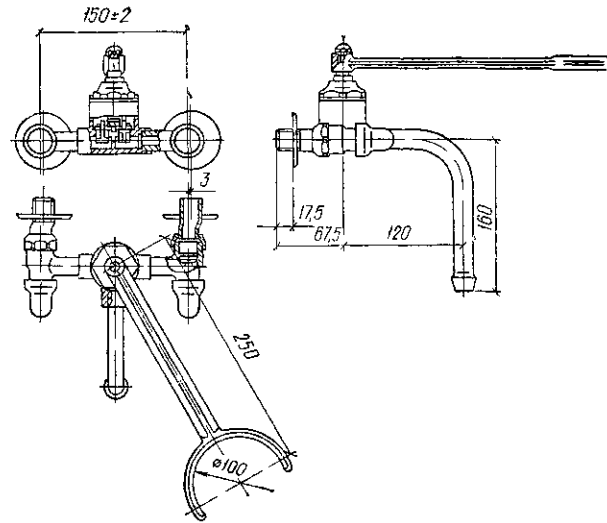
Смеситель типа См-Ум-НКС для умывальника настольный с нижней камерой смешения (масса 1,35 кг)



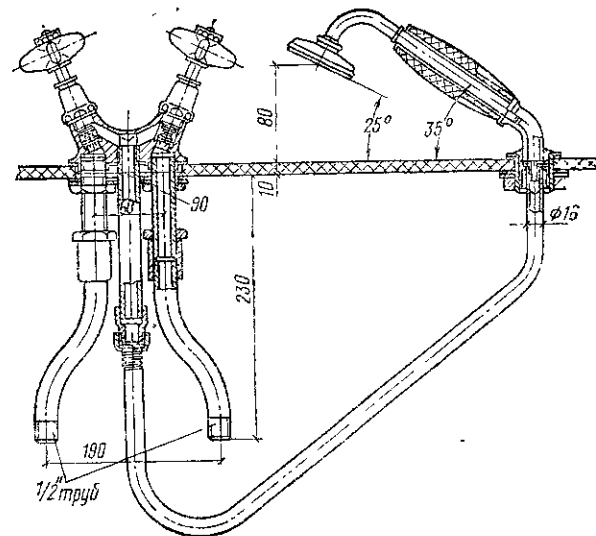
Смеситель типа См-Ум-НИС для умывальника настенный (масса 1,08 кг)



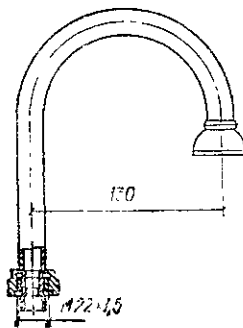
Смеситель типа См-Ум-МЛК настенный медицинский локтевой (облегченный) (масса 1,7 кг)



Смеситель типа См-Ум-ПШл (по ГОСТ 7876—64) к умывальнику для парикмахерских (масса с фарфоровым маховичком 3,03 кг)

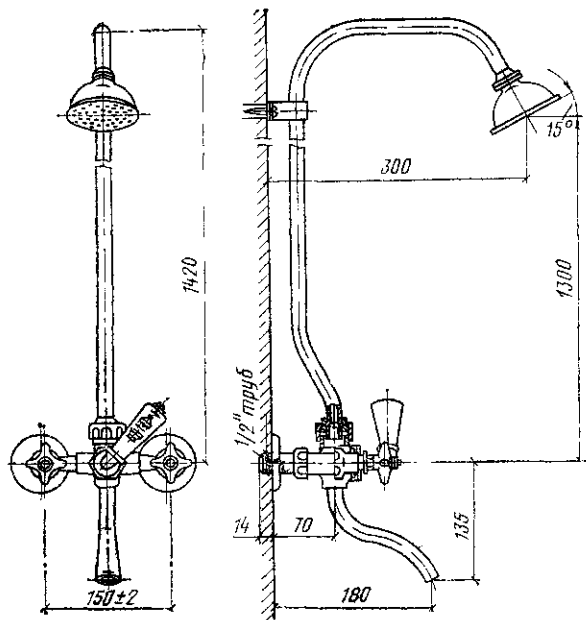


Высокий излив с сеткой

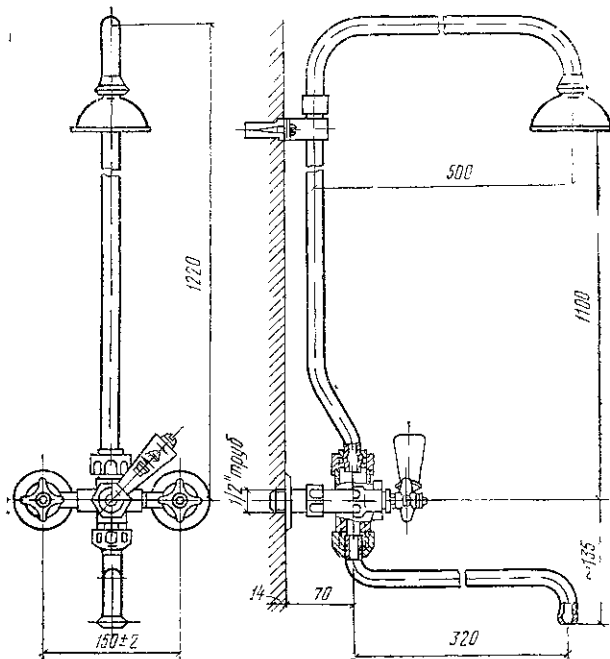


Смесители для ванны и комбинированные

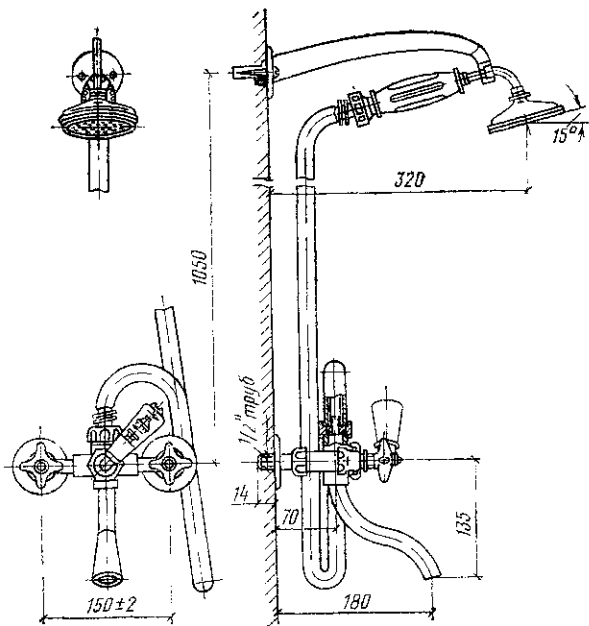
Смеситель типа См-В-Ст со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



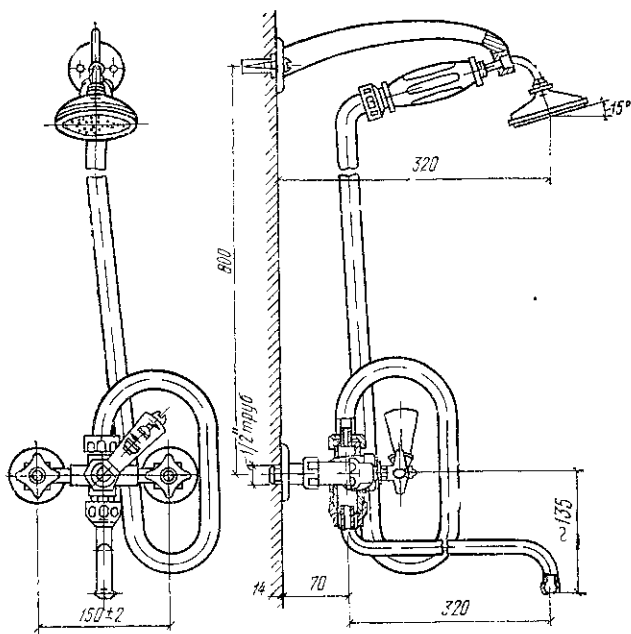
Смеситель типа См-ВУ Ст общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для скрытой подводки воды)



Смеситель типа См-В-Шл с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)

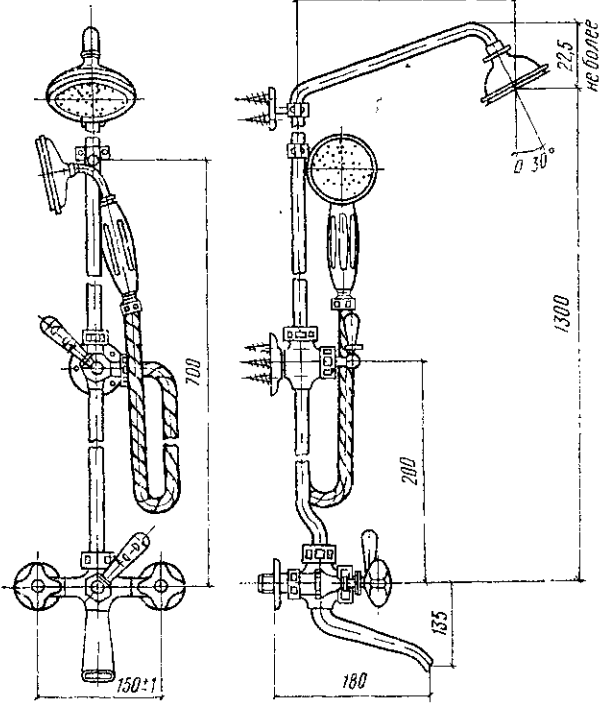


Смеситель типа См-ВУ-Шл общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для скрытой подводки воды)

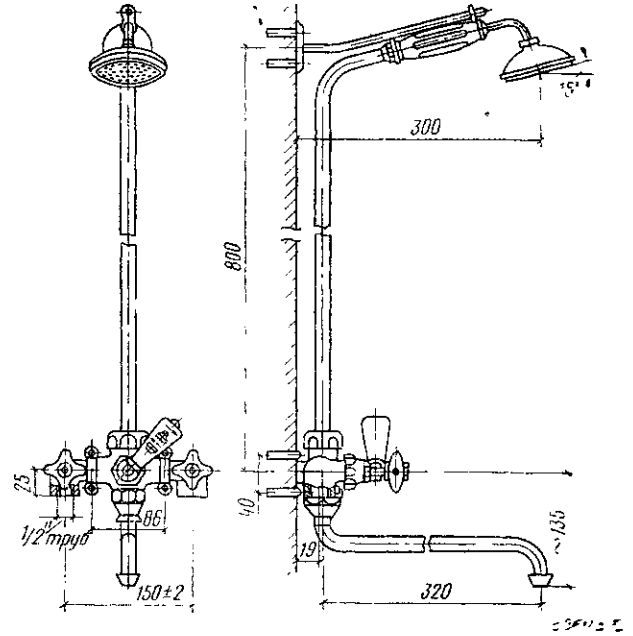


Смеситель типа См-В-К с двумя душевыми сетками на стационарной трубке и гибком шланге (комбинированный) (для скрытой подводки воды)

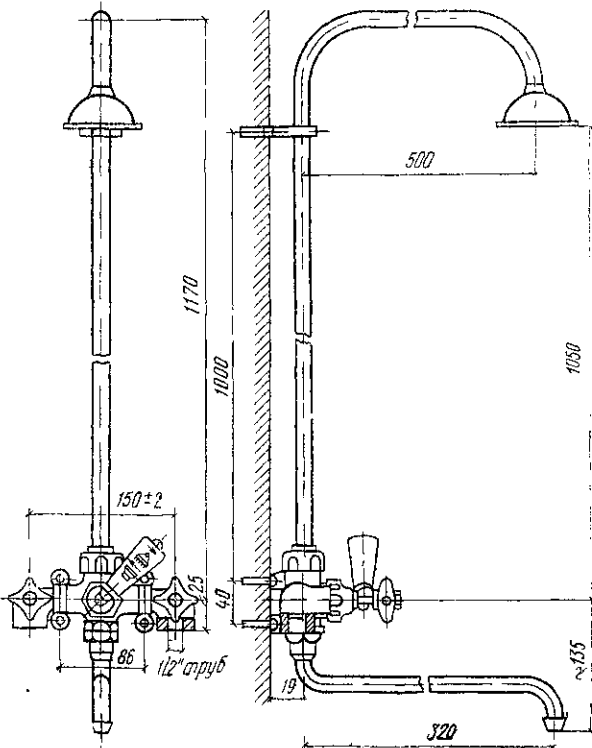
270



Смеситель типа См-ВУ-Шлоп общий для ванны и умывальника с душевой сеткой на гибком шланге (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Стоп общий для ванны и умывальника со стационарной душевой трубкой и сеткой (для нижней открытой подводки воды)



Смеситель типа См-ВУ-Шлн общий для ванны и умывальника настольный с душевой сеткой на гибком шланге

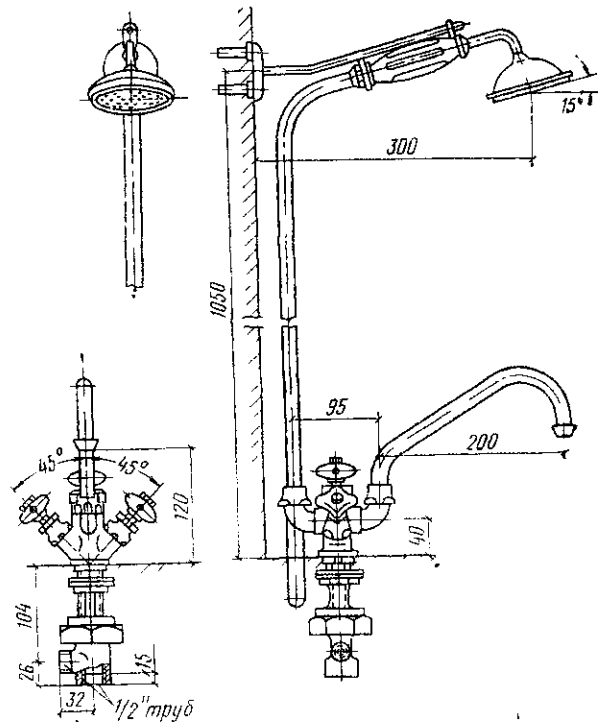


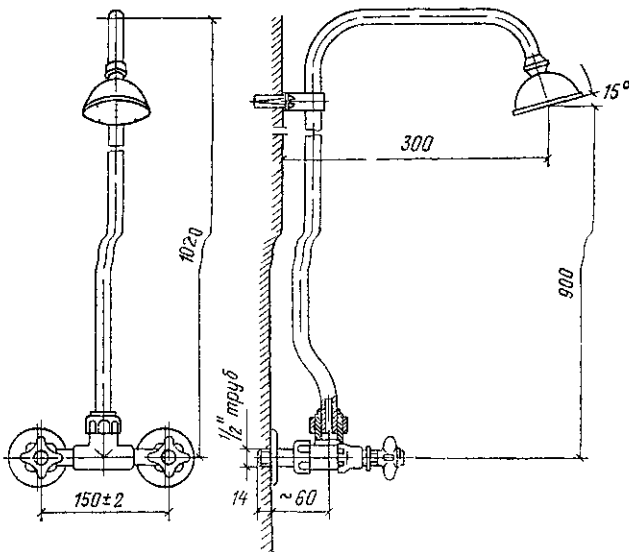
ТАБЛИЦА XII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВАНН

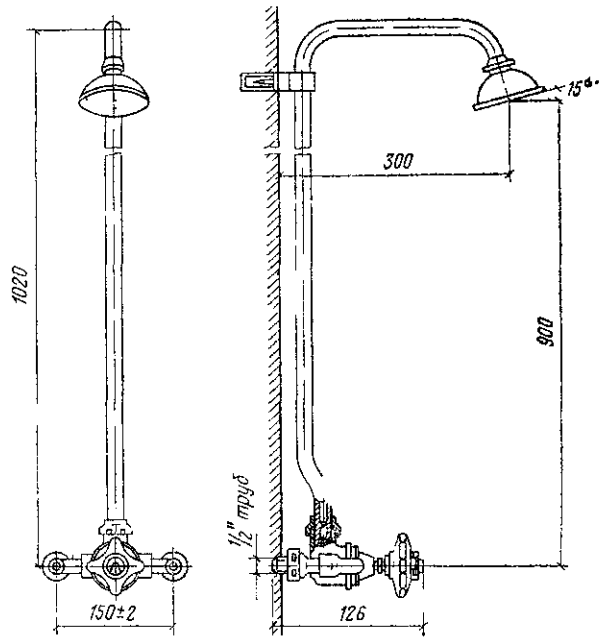
| Тип смесителя | Масса смесителя, кг | Комплектация | | | |
|---------------|---------------------|---|------------------------------------|-------------------------------|--------|
| | | кронштейны для крепления душевой трубки и сетки | скобы для крепления душевой трубки | скобы для крепления смесителя | шурупы |
| См В Ст | 2,01 | — | 1 | — | 2 |
| См В Шл | 2,36 | 1 | — | — | 2 |
| См ВУ Ст | 2,14 | — | 1 | — | 2 |
| См ВУ Шл | 2,4 | 1 | — | — | 2 |
| См ВУ Шлоп | — | 1 | — | — | 6 |
| См ВУ Стон | — | — | 1 | — | 6 |
| См ВУ Шлн | 2,65 | 1 | — | — | 6 |
| См В К | 3,65 | 1 | — | — | 6 |

Смесители для душевых установок

Смеситель типа См Д-Ст для душевой установки со стационарной душевой трубкой и сеткой



Смеситель типа См Д-ОР для душевой установки с одной рукояткой и стационарной душевой трубкой и сеткой



Термосмесители

Термостатический смеситель прямого действия типа ТСВБ-50, устанавливаемый как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях (в зависимости от схемы подводки трубопроводов горячей и холодной воды) в групповых и индивидуальных душевых кабинках, физиотерапевтических кабинках, детских ваннах и т.п. для автоматического поддержания заданной температуры воды, подаваемой в души и ванны

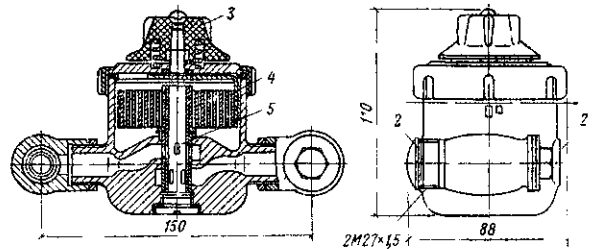
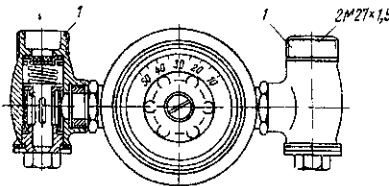


ТАБЛИЦА XII 3

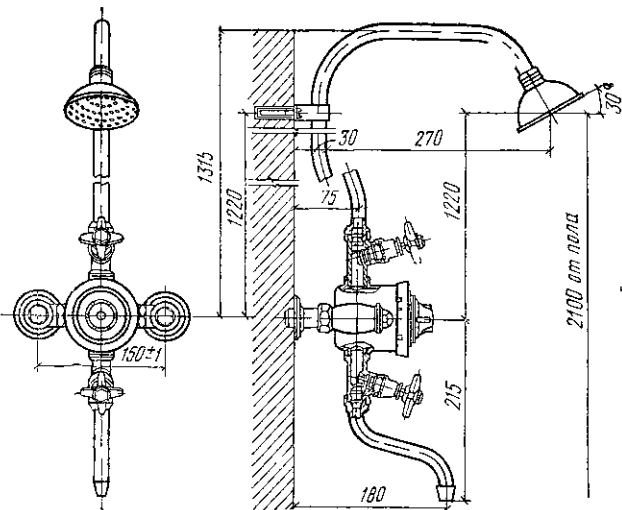
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДУШЕВЫХ УСТАНОВОК (ПО ГОСТ 10822-64 И ГОСТ 7876-64)

| Тип смесителя | Масса смеси теля кг | Комплектация | |
|---------------|---------------------|------------------------------------|--------|
| | | скобы для крепления душевой трубки | шурупы |
| См Д СТ | 1,48 | 1 | 2 |
| См Д ОР | 2,27 | 1 | 2 |



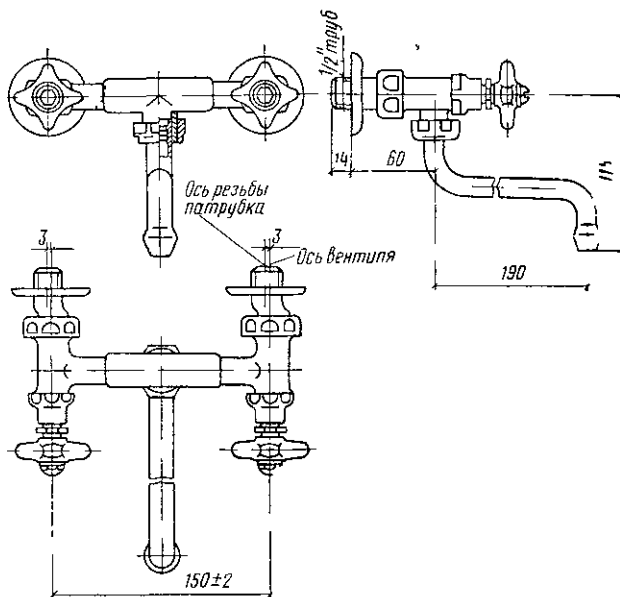
1 — штуцера для присоединения трубопроводов холодной и горячей воды $D_y = 15$ мм, 2 — штуцера с резьбой трубной $1/2$ " для присоединения трубопровода смешанной воды $D_y = 15$ мм, 3 — рукоятка настройки температуры, 4 — биметаллическая пружина, 5 — золотник

Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Ст (по ГОСТ 7876—64) (масса комплекта смесителя 4,78 кг)

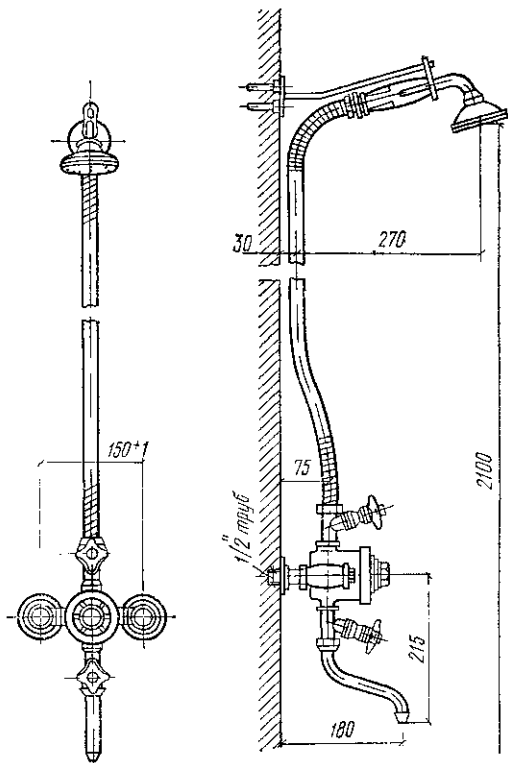


Смесители для моек (по ГОСТ 7942—66 и 7876—64)

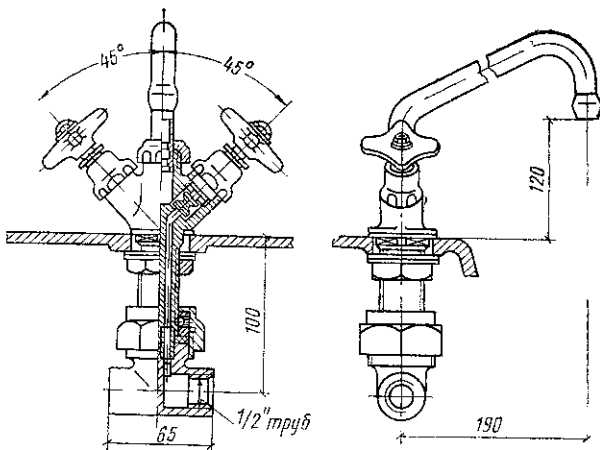
Смеситель типа См-М-НН для мойки настенной с нижним изливом (масса 1,01 кг)



Термостатический смеситель для ванн типа ТСм-В-Шл



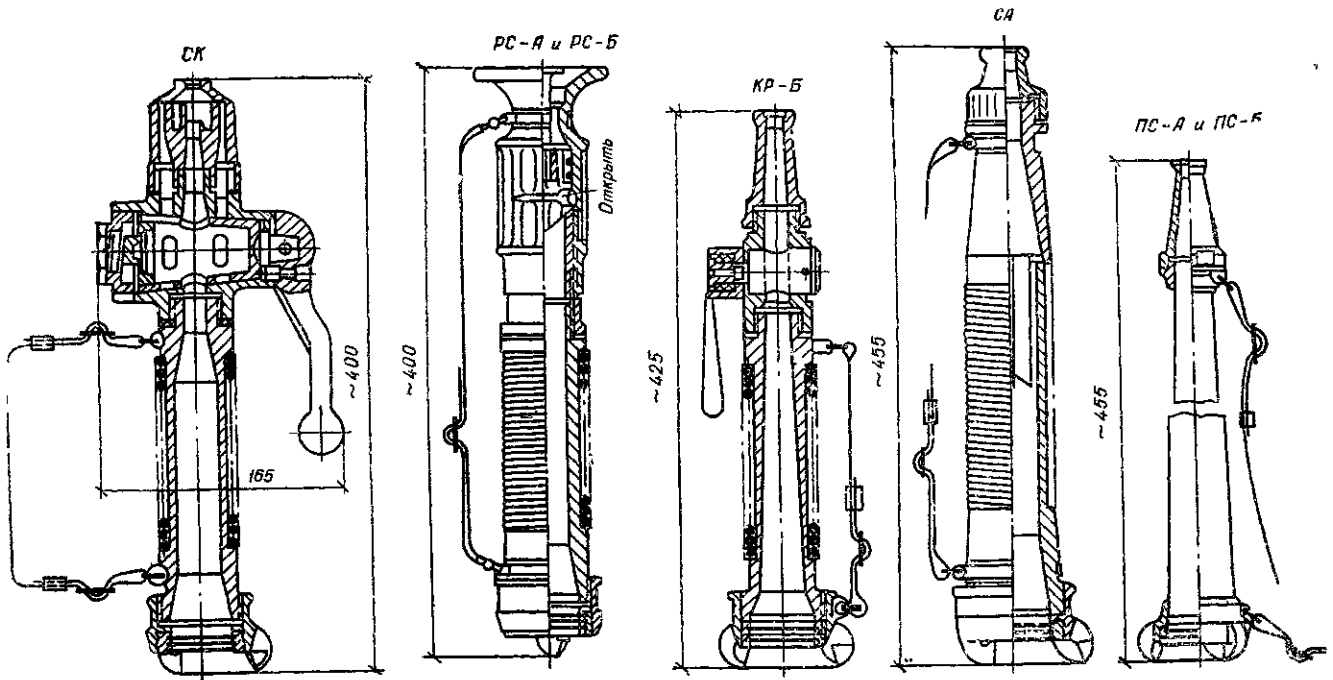
Смеситель типа См-М-ВКСЦ для мойки настольной с верхней камерой смещения центральный (масса 1,33 кг)



Пожарное оборудование

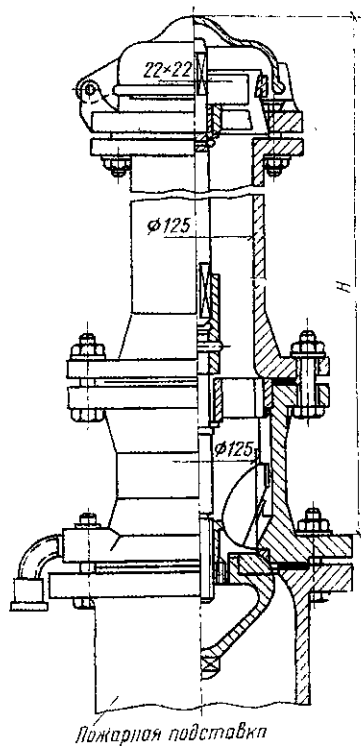
ТАБЛИЦА XII 4

ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ НА $P \sqrt{6}$ кгс/см² (ПО ГОСТ 9923--67)

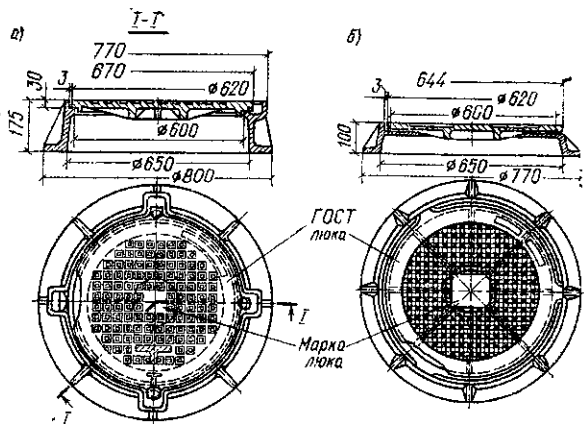


| Тип | Наименование ствола | Назначение |
|--------------|--|---|
| СК | Ручной комбинированный условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды | Для создания и направления сплошной или распыленной струи с узким или широким факелом |
| РС-А РС-Б | Ручной условным проходом 70 мм с устройством для перекрытия потока воды Ручной условным проходом 50 мм с устройством для перекрытия потока воды | Для создания и направления сплошной или распыленной струи |
| КР-Б | Ручной условным проходом 50 мм с краном для перекрытия потока воды | |
| СА, ПС-А | Ручной условным проходом 70 мм | Для создания и направления сплошной струи |
| ПС-Б | То же, 50 мм | |

Гидранты пожарные подземные на условное давление $P_y 10$ кгс/см² (по ГОСТ 8220—62) (размер H колеблется от 500 до 2500 мм с интервалом через 250 мм; при $H=750$ мм масса равна 90 кг, при увеличении на каждые 250 мм длины масса возрастает на 13 кг)



Люки чугунные для водопроводных, канализационных, водосточных и пожарных смотровых колодцев (по ГОСТ 3634—61)



а — тяжелые люки типа Т, размещаемые на проезжей части улиц; б — легкие люки типа Л, размещаемые на тротуарах, дорогах с движением автотранспорта ограниченного тоннажа (5 т) и в непроезжих местах

ТАБЛИЦА XII 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СТВОЛОВ ПОЖАРНЫХ РУЧНЫХ

| Тип ствола | Тип головки соединительной | Диаметр насадки, мм | Расход воды, л/с, не менее | | Масса ствола, кг, не более |
|------------|----------------------------|---------------------|---|---|----------------------------|
| | | | для струи при давлении у ствола 3 кгс/см ² | для распыленной струи при давлении у ствола 6 кгс/см ² | |
| СК | ГМ-50 | 11,5 | 3,3 | 3,5—3,8 | 2,5 |
| РС-А | ГМ-70 | — | 2,5 | 3,5 | 2 |
| РС-Б | ГМ-50 | — | 2,5 | 3,5 | 1,8 |
| КР-Б | ГМ-50 | 13 | 3,1 | — | 1,4 |
| СА | ГМ-70 | 19 | 6,6 | — | 2 |
| ПС-А | ГМ-70 | 19 | 6,6 | — | 1,25 |
| ПС-Б | ГМ-50 | 16 | 4,7 | — | 1,1 |

ТАБЛИЦА XII 6

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ГОЛОВЕК СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА $P_v 12 \text{ кгс/см}^2$ (СОКРАЩЕННЫЙ СОРТАМЕНТ ПО ГОСТ 2217-66)

| Тип | Головка | Обозначения | Основные данные при D_y , мм | |
|-------|-----------------|-------------|--------------------------------|------|
| | | | 50 | 70 |
| ГР | <p>Рукавная</p> | D | 85 | 103 |
| | | D_1 | 77 | 94 |
| | | D_2 | 106 | 128 |
| | | D_3 | 50,5 | 66 |
| | | d | 42 | 57 |
| | | L | 48 | 52 |
| | | L_1 | 100 | 105 |
| | | Масса | 0,38 | 0,52 |
| ГЦ | <p>Цапковая</p> | D | 85 | 103 |
| | | D_1 | 77 | 94 |
| | | D_2 | 106 | 128 |
| | | труб | 27 | 27 |
| | | d | 43 | 57 |
| | | L | 55 | 61 |
| | | L_1 | 22,5 | 27 |
| | | Масса | 0,28 | 0,23 |
| ГМ | <p>Муфтовая</p> | D | 85 | 103 |
| | | D_1 | 77 | 94 |
| | | D_2 | 106 | 128 |
| | | D_3 | 73 | 89 |
| | | труб | 27 | 27 |
| | | d | 43 | 57 |
| | | L | 50 | 56 |
| | | L_1 | 22 | 25 |
| Масса | 0,22 | 0,33 | | |

Примечание. Кроме указанных типов ГОСТ 2217-66 предусматривает головки переходные ГП и головки запорки ГЗ, на основные проходы $D_1 = 87, 110$ и 130 мм.

3. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДЯНОГО И ПАРОВОГО ОТОПЛЕНИЯ

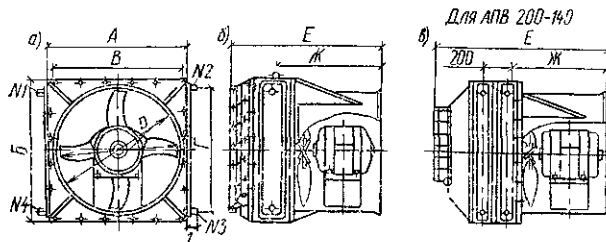
ПРИЛОЖЕНИЕ XIII

Отопительные агрегаты

Отопительные агрегаты типов АПВС и АПВ подвесные

ТАБЛИЦА XIII

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ



| Марка агрегата | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | Штуцера | | |
|----------------|------|------|------|-----|------|------|-----|---------|----|----------------------|
| | | | | | | | | № | | трубная резьба дюймы |
| АПВС 50-30 | 40 | 532 | 470 | 110 | 400 | 635 | 368 | 2 и 4 | 32 | 1 1/2 |
| АПВС 70-40 | 596 | 682 | 626 | 520 | 600 | 735 | 470 | 2 и 4 | 60 | 2 |
| АПВС 110-80 | 852 | 852 | 772 | 708 | 700 | 737 | 490 | 2 и 3 | 70 | 2 1/2 |
| АПВ 200-140 | 1080 | 1004 | 1010 | 750 | 800 | 1191 | 560 | 1 и 3 | 80 | 1 1/2 |
| АПВ 280-190 | 1230 | 1100 | 1150 | 860 | 1000 | 1430 | 620 | 2 и 3 | 90 | 3 |

Примечания 1 Цифры марки агрегата обозначают его теплопроизводительность в тыс ккал/ч первые — при теплоносителе паре с абсолютным давлением $P=3$ кгс/см², вторые — при теплоносителе воде с параметрами $t_{гор}=130$ °С, $t_{обр}=70$ °С

2 а — общий вид б — тип АПВС, в — тип АПВ

ТАБЛИЦА XIII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

| Марка агрегата | Производительность по воздуху м ³ /ч, при начальной температуре 16 °С | Теплопроизводительность Q, тыс ккал/ч, и конечная температура воздуха t _к , °С, при обогреве | | | | | | | | Масса агрегата, кг | | |
|----------------|--|---|----------------|-----|----------------|-----|----------------|---|----------------|--------------------|---|----------------|
| | | паром с избыточным давлением, кгс/см ² | | | | | | водой температурой t _{гор} =130 °С и t _{обр} =70 °С | | | | |
| | | 0,1 | | 1 | | 2 | | Q | t _к | | Q | t _к |
| | | Q | t _к | Q | t _к | Q | t _к | | | | | |
| АПВС 50-30 | 3 300 | 10 | 58,2 | 45 | 63,3 | 50 | 68,6 | 30 | 47,6 | 100 | | |
| АПВС 70-40 | 3 900 | 30 | 60,7 | 58 | 67,6 | 68 | 77 | 39 | 50,8 | 163 | | |
| АПВС 110-80 | 6 900 | — | — | 100 | 66,2 | 110 | 71,3 | 80 | 56,2 | 220 | | |
| АПВ 200-140 | 13 900 | 140 | 51 | 170 | 58,5 | 200 | 66 | 140 | 50,8 | 600 | | |
| АПВ 280-190 | 18 800 | 190 | 51 | 240 | 60,2 | 280 | 67,1 | 190 | 51 | 813 | | |

Примечание Теплоноситель должен иметь избыточное давление не более 6 кгс/см² и температуру не более 150 °С.

ТАБЛИЦА XIII 3

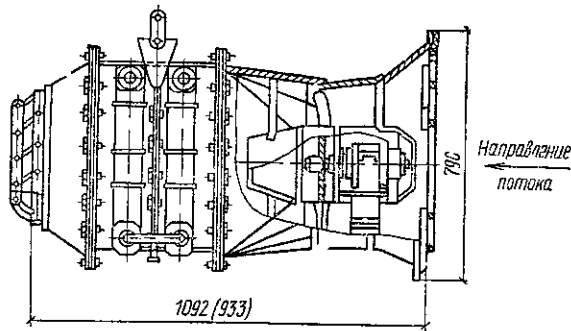
КОНСТРУКТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ОТОПИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТИПОВ АПВС И АПВ

| Марка агрегата | Электродвигатель | | | Марка вентилятора | Калорифер | | |
|----------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| | тип | мощность, кВт | частота вращения, об/мин | | число ходов при теплоносителях воде | тип | поверхность нагрева, м ² |
| АПВС 50-30 | АОЛ-31 2 АО2-12 2 | 1 1,1 | 2900 3000 | 06-320-4 | 10 | Спирально-навивной | 10,85 |
| АПВС 70-40 | А32-4 АО2 21-4 | 1 1,1 | 1400 1500 | 06-320-6 | 7 | То же | 18,3 |
| АПВС 110-80 | А41-4 АО2 31 4 | 1,7 2,2 | 1420 1500 | 06-320-7 | 6 | — | 29,4 |
| АПВ 200 140 | А42-4 АО2-32 4 АО2 41-4 | 2,8 3 4 | 1420 1500 1500 | 06-320-8 | 7 | Пластинчатый | 85,2 |
| АПВ 280-190 | А51-6 АО2-41-6 АО51-6 | 2,8 3 2,8 | 950 1000 950 | 06-320-10 | 8 | То же | 124,5 |

Отопительный подвесной агрегат типа СТД-100

ТАБЛИЦА XIII 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА СТД-100



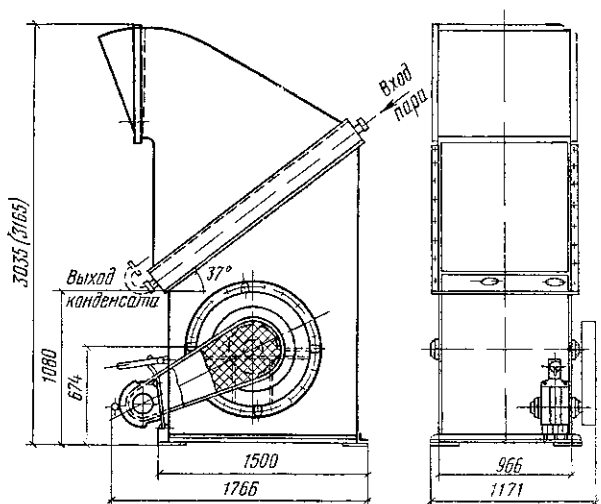
| Показатели | При обогреве паром с давлением $P = 5 \text{ кгс/см}^2$ | |
|---------------------------------------|--|--------|
| | При обогреве водой с температурой $t_{гор} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ и $t_{обр} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ | |
| Температура воздуха, $^\circ\text{C}$ | | |
| начальная | 16 | 16 |
| конечная | 55 | 55 |
| Производительность по воздуху | | |
| м ³ /ч | 8 770 | 8 490 |
| кг/ч | 10 700 | 10 360 |
| Теплопроизводительность, тыс ккал/ч | 100 | 97 |
| Скорость выхода воздуха, м/с | 7,6 | 7,3 |
| Масса агрегата, кг . . | 178 | 299 |

Примечание Размер 933 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды

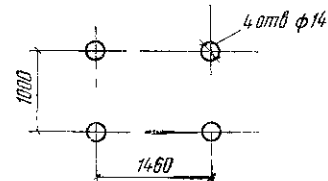
Отопительный агрегат типа СТД-300М

ТАБЛИЦА XIII 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА ТИПА СТД-300М



Расположение отверстий в корпусе для фундаментных болтов



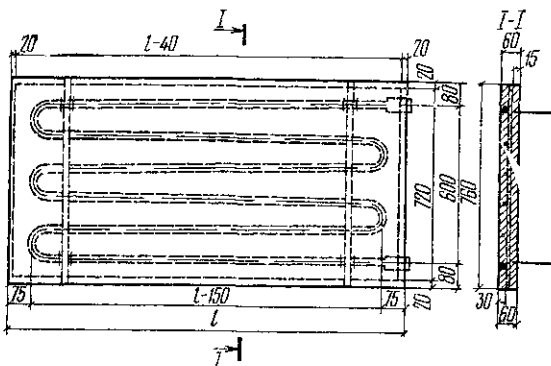
Продолжение табл XIII 5

| Показатели | При обогреве паром с избыточным давлением, кгс/см ² | | | При обогреве водой с температурой | |
|---|--|------|------|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | $t_{\text{Гор}} = 130^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{Обр}} = 70^{\circ}\text{C}$ | $t_{\text{Гор}} = 150^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{Обр}} = 70^{\circ}\text{C}$ |
| Производительность по воздуху м ³ /ч | 28 800 | | | 25 000 | |
| кг/ч | 34 500 | | | 30 000 | |
| Теплопроизводительность Q , тыс ккал/ч | 256 | 278 | 296 | 305 | 330 |
| Конечная температура воздуха $t_{\text{к}}$, °C | 47 | 49,5 | 50,6 | 60 | 61,8 |
| Скорость выхода воздуха, м/с | 11,8 | | | 10,3 | |
| Масса агрегата, кг | 846 | | | 1160 | |

Примечание Размер 3165 мм, указанный на схеме в скобках, относится к агрегату с калорифером для воды

ТАБЛИЦА XIV 2

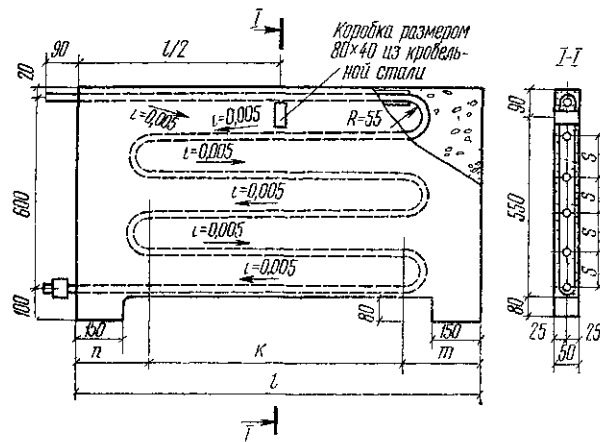
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ НИИСТ ГОССТРОЯ СССР)



| Тип панели | Длина l , мм | Поверхность нагрева м ² | Объем бетона м ³ | Масса, кг | | |
|------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------|
| | | | | арматуры | регистров | общая |
| П 1 | 1500 | 1,14 | 0,008 | 1,2 | 13,3 | 14,5 |

ТАБЛИЦА XIV 3

ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПОДОКОННЫЕ (КОНСТРУКЦИИ ИНСТИТУТА ЛЕНПРОЕКТ) С КОНВЕКТИВНЫМ КАНАЛОМ



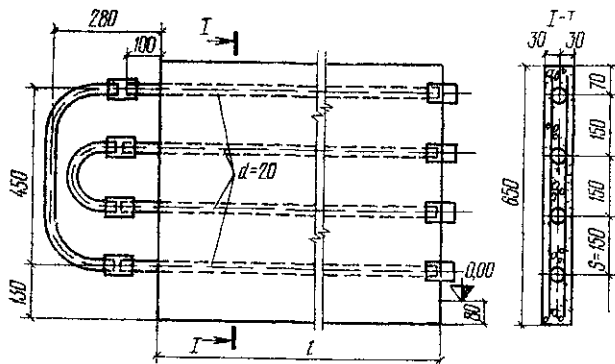
| Тип панели | Поверхность нагрева, м ² | мм | | | | Общая масса кг |
|------------|-------------------------------------|------|-----|-----------|-----|----------------|
| | | l | n | λ | m | |
| БТ-1 | 1,5 | 1400 | 210 | 900 | 290 | 114 |
| | 1,7 | 1400 | 100 | 1200 | 100 | |
| БТ-2 | 1,5 | 1500 | 210 | 900 | 390 | 122 |
| | 1,7 | 1500 | 100 | 1200 | 200 | |
| | 1,9 | 1500 | 100 | 1300 | 100 | |
| БТ-3 | 1,5 | 1600 | 210 | 900 | 490 | 130 |
| | 1,5 | 1600 | 100 | 1200 | 300 | |
| | 1,9 | 1600 | 100 | 1300 | 200 | |
| БТ-4 | 1,5 | 1800 | 210 | 900 | 690 | 141 |
| | 1,7 | 1800 | 100 | 1200 | 500 | |
| | 1,9 | 1800 | 100 | 1300 | 400 | |
| | 2,25 | 1800 | 100 | 1600 | 100 | |
| | 2,25 | 1800 | 100 | 1600 | 100 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ XIV

Панели отопительные

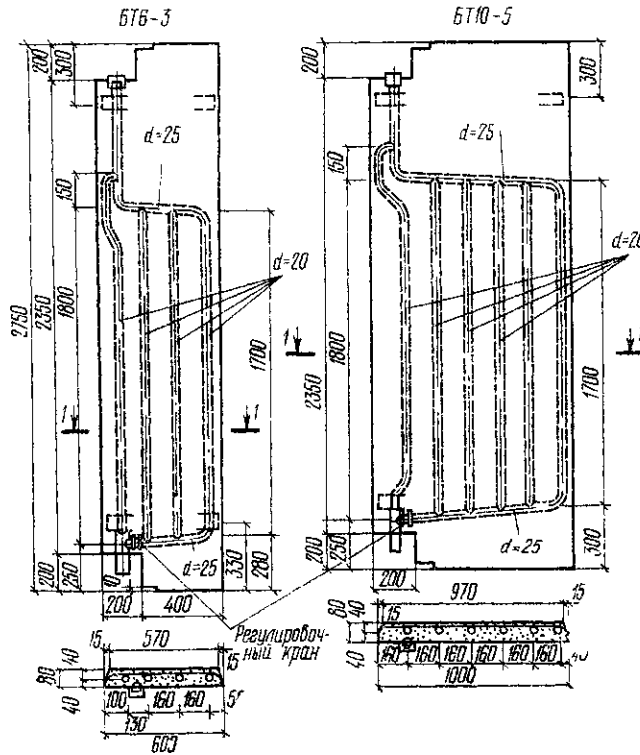
ТАБЛИЦА XIV 1

ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЛИНТУСНЫЕ (КОНСТРУКЦИИ САКБ)



| Тип панели | Длина l , мм | Поверхность нагрева м ² | Объем бетона, м ³ | Масса, кг | | |
|------------|----------------|------------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-------|
| | | | | арматуры | регистров | общая |
| БТ-24 6,5 | 2400 | 1,5 | 0,088 | 10,62 | 18,8 | 246 |
| БТ-32-6,5 | 3200 | 2 | 0,118 | 13,64 | 24 | 330 |

ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ ДЛЯ
ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 3 м)



| Тип панели | n, шт | Поверхность нагрева м ² | Объем бетона м ³ | Масса, кг | | |
|------------|-------|------------------------------------|-----------------------------|-----------|----------|-------|
| | | | | регистров | арматуры | общая |
| BT6-3 | 3 | 1,25×2 | 0,121 | 16,9 | 2,15 | 340 |
| BT6-6 | 6 | | | 25,46 | | |
| BT10-5 | 5 | 1,25 | 0,206 | 25,15 | 4,35 | 540 |
| BT10-8 | 8 | 2,1×2 | 0,203 | 33,59 | | |
| BT10-11 | 11 | | 0,2 | 42,15 | | |

* n — число трубок регистра кроме замыкающего участка

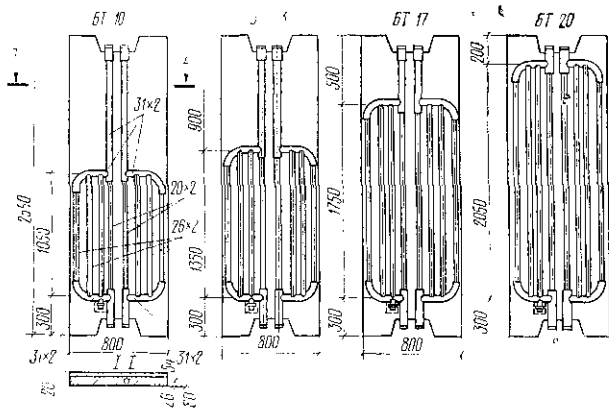


ТАБЛИЦА XVI
ПАНЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕГОРОДОЧНЫЕ
ДЛЯ ДВУХТРУБНЫХ СИСТЕМ (КОНСТРУКЦИИ САКБ
ДЛЯ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА 2,8 м)

| Тип панели | Условная поверхность нагрева м | Объем бетона, м ³ | Масса, кг | | |
|------------|--------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-------|
| | | | арматуры | регистров | общая |
| BT-10 | 1,12×2 | 0,152 | 6,18 | 8,21 | 390 |
| BT 13 | 1,36×2 | 0,151 | 6,18 | 9,21 | |
| BT 17 | 1,68×2 | 0,15 | 3,35 | 10,32 | |
| BT 20 | 1,9×2 | 0,149 | 3,35 | 11,21 | |

ПРИЛОЖЕНИЕ XV

Подогреватели пароводяные емкостные и водоводяные скоростные секционные

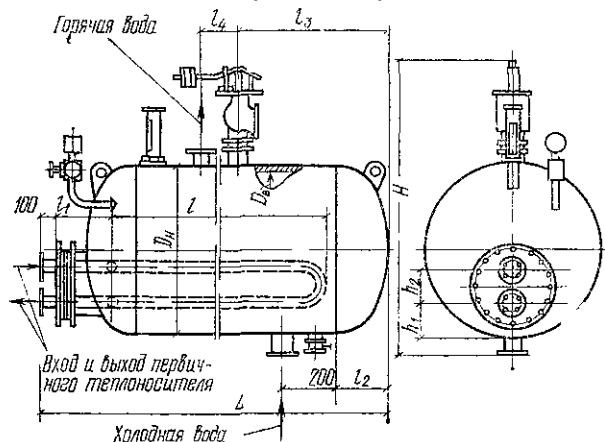


ТАБЛИЦА XVII
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ 3073—3078

| Обозначение подогревателя | Размеры, мм | | | | | | | | | | | Емкость, л | | Площадь поверхности нагрева емкостника, м ² | Число трубок емкостника | Наружный и внутренний диаметры трубок, мм | Площадь сечения стальной трубки, м ² | Масса (без воды), кг |
|---------------------------|----------------|----------------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------------|---------|--|-------------------------|---|---|----------------------|
| | D _н | D _в | L | l | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | H | h ₁ | h ₂ | общая | рабочая | | | | | |
| 3073 (№ 0,4) | 712 | 700 | 1515 | 900 | 293,5 | 206 | 406 | 440 | 1250 | 115 | 200 | 440 | 400 | 0,475 | 2 | 33,5/27 | 0,0012 | 209 |
| 3074 (№ 0,6) | 712 | 700 | 2155 | 1367 | 290,5 | 206 | 506 | 900 | 1250 | 115 | 200 | 690 | 640 | 0,76 | 2 | 33,5/27 | 0,0012 | 260 |
| 3075 (№ 1) | 916 | 900 | 2156 | 1127 | 341 | 258 | 458 | 900 | 1454 | 156 | 260 | 1125 | 1000 | 1,22 | 3 | 48/41 | 0,0019 | 408 |
| 3076 (№ 1,5) | 916 | 900 | 3157 | 1906 | 341 | 258 | 1458 | 900 | 1454 | 156 | 260 | 1766 | 1600 | 1,93 | 3 | 48/41 | 0,0039 | 529 |
| 3077 (№ 2,5) | 1216 | 1200 | 2813 | 2193 | 341 | 333 | 1033 | 900 | 1754 | 188 | 260 | 2680 | 2500 | 2,88 | 4 | 48/41 | 0,0052 | 678 |
| 3078 (№ 4) | 1216 | 1200 | 4313 | 3693 | 342 | 333 | 2533 | 900 | 1754 | 188 | 260 | 4490 | 4000 | 4,7 | 4 | 48/41 | 0,0052 | 956 |

Примечания 1 Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см²

2 Подогреватели емкостные пароводяные горизонтальные 3073—3078, предназначенные в основном для систем горячего водоснабжения с периодическим разбором воды, выпускаются по нормам, разработанной проектно-конструкторским бюро Главцентрпромпромонтаж геста Проммонтажконструкция (г. Харьков)

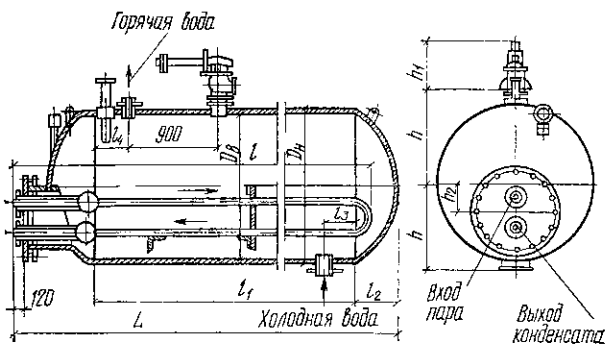


ТАБЛИЦА XV 2
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ЕМКОСТНЫХ ПАРОВОДЯНЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ СТД 3068—3071

| Обозначение подогревателя | Размеры, мм | | | | | | | | | | | Емкость л | | Площадь поверхности нагрева змеевика, м ² | Число трубок змеевика | Наружный и внутренний диаметры трубок змеевика, d _н /d _в , мм | Площадь живого сечения стальных трубок l _{тр} , м ² | Общая масса, кг |
|---------------------------|----------------|----------------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|-----------|---------|--|-----------------------|---|---|-----------------|
| | D _н | D _в | L | l | l ₁ | l ₂ | l ₃ | l ₄ | h | h ₁ | h ₂ | общая | рабочая | | | | | |
| СТД 3068 (№ 1) | 916 | 900 | 2280 | 1558 | 1500 | 260 | 200 | 300 | 565 | 361 | 120 | 1180 | 1000 | 1,3 | 3 | 48/41 | 0,0039 | 427,5 |
| СТД 3069 (№ 1, 6) | 916 | 900 | 3380 | 2386 | 2600 | 260 | 200 | 300 | 565 | 361 | 120 | 1180 | 1600 | 2,06 | 3 | 48/41 | 0,0039 | 569 |
| СТД 3070 (№ 2, 5) | 1216 | 1200 | 3032 | 2845 | 2100 | 335 | 300 | 400 | 715 | 358 | 240 | 2890 | 2500 | 3,16 | 4 | 48/41 | 0,0052 | 706 |
| СТД 3071 (№ 4) | 1216 | 1200 | 4432 | 4160 | 3400 | 335 | 300 | 400 | 715 | 358 | 240 | 4460 | 4000 | 4,78 | 4 | 48/41 | 0,0052 | 1030 |

Примечания 1. Максимальное рабочее давление пара и нагреваемой воды 5 кгс/см².

2. Конструкция подогревателей разработана проектно-конструкторским бюро треста Сантехдеталь Минмонтажспецстроя СССР

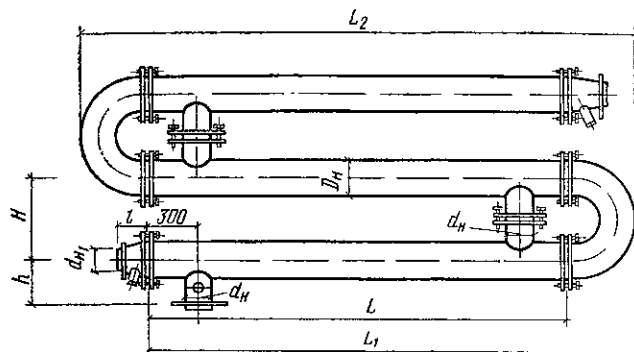


ТАБЛИЦА XV 3
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ СЕКЦИОННЫХ
ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО ОТРАСЛЕВЫМ
СТАНДАРТАМ 34588—68

| Обозначение подогревателя | Размеры, мм | | | | | | | | | Площадь поверхности нагрева одной секции, м ² | Число трубок | Площадь живого сечения, м ² | | Масса одной секции, кг |
|---------------------------|----------------|----------------|-----------------|------|----------------|----------------|-----|-----|-----|--|--------------|--|--------------------------|------------------------|
| | D _н | d _н | d _{н1} | L | L ₁ | L ₂ | l | H | h | | | трубок | межтрубного пространства | |
| 020СТ 34588—68 | 57 | 45 | 45 | 4000 | 4110 | 4220 | 70 | 150 | 75 | 0,75 | 4 | 0,00062 | 0,00116 | 45,2 |
| 040СТ 34588—68 | 76 | 57 | 57 | 4000 | 4150 | 4300 | 80 | 200 | 100 | 1,31 | 7 | 0,00108 | 0,00233 | 61,6 |
| 060СТ 34588—68 | 89 | 76 | 76 | 4000 | 4170 | 4340 | 85 | 240 | 120 | 2,24 | 12 | 0,00185 | 0,00287 | 80,4 |
| 080СТ 34588—68 | 114 | 89 | 89 | 4000 | 4212 | 4424 | 90 | 300 | 150 | 3,54 | 19 | 0,00293 | 0,005 | 114 |
| 100СТ 34588—68 | 168 | 133 | 108 | 4000 | 4310 | 4620 | 142 | 400 | 200 | 6,9 | 37 | 0,0057 | 0,0122 | 207 |
| 120СТ 34588—68 | 219 | 168 | 159 | 4000 | 4416 | 4832 | 154 | 500 | 250 | 12 | 64 | 0,00985 | 0,02079 | 322 |
| 140СТ 34588—68 | 273 | 219 | 219 | 4000 | 4516 | 5032 | 178 | 600 | 300 | 20,3 | 109 | 0,01679 | 0,03077 | 487 |
| 160СТ 34588—68 | 325 | 273 | 219 | 4000 | 4616 | 5232 | 200 | 700 | 350 | 28 | 151 | 0,02325 | 0,04464 | 663 |
| 180СТ 34588—68 | 377 | 325 | 273 | 4000 | 4715 | 5430 | 322 | 800 | 400 | 40,1 | 216 | 0,03325 | 0,05781 | 901 |
| 200СТ 34588—68 | 426 | 377 | 325 | 4000 | 4812 | 5624 | 374 | 900 | 450 | 52,5 | 283 | 0,04356 | 0,07191 | 1138 |
| 220СТ 34588—68 | 530 | 426 | 377 | 4000 | 4776 | 5552 | 342 | 900 | 450 | 83,4 | 450 | 0,06927 | 0,11544 | 1683 |

Примечания 1 В таблице приведены данные при длине секции 4 м

2 Подогреватели выполняются разборными на P_у 10 кгс/см² при предельной температуре воды 180 °С

3 Трубки латунные Ø 16×1 мм по ГОСТ 494—69

ТАБЛИЦА XV 4

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ВОДОВОДЯНЫХ СКОРОСТНЫХ
СЕКЦИОННЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ПО МВН 2052-62**

| Обозначение подогревателя | Внутренний диаметр, мм | Площадь поверхности нагрева одной секции, м ² | Число трубок | Площадь живого сечения | |
|------------------------------|---------------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| | | | | трубок | между трубного пространства |
| МВН 2052-22 | 50 | 0,77 | 4 | 0,00076 | 0,00116 |
| МВН 2052-24 | 64 | 1,35 | 7 | 0,00116 | 0,00181 |
| МВН 2052-26 | 82 | 2,32 | 12 | 0,00198 | 0,00287 |
| МВН 2052-28 | 100 | 3,66 | 19 | 0,00314 | 0,005 |
| МВН 2052-30 | 158 | 7,14 | 37 | 0,00512 | 0,0122 |
| МВН 2052-32 | 207 | 13,3 | 69 | 0,0114 | 0,0198 |
| МВН 2052-34 | 259 | 21 | 101 | 0,018 | 0,0308 |
| МВН 2052-36 | 301 | 29,1 | 151 | 0,025 | 0,0416 |

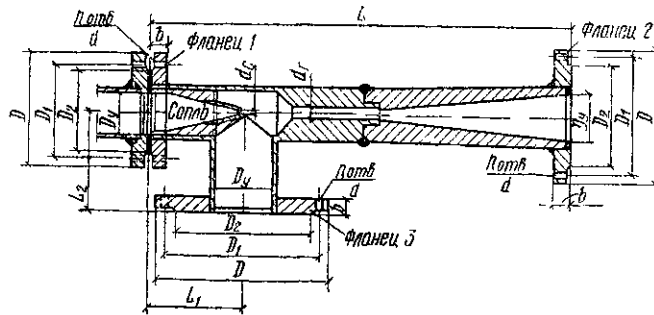
Примечание Трубки латунные $\varnothing 16 \times 1$ мм по ГОСТ 401-69

ПРИЛОЖЕНИЕ XVI

Элеваторы водоструйные

ТАБЛИЦА XVI 1

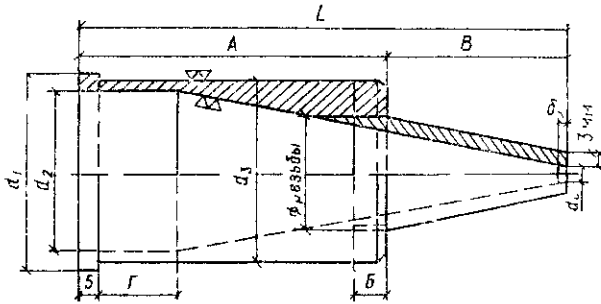
ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм СТАЛЬНЫХ ЭЛЕВАТОРОВ КОНСТРУКЦИИ ВТИ-МОСЭНЕРГО НА $P_{\text{раб}} 10$ кгс/см



| № элеватора | L | L ₁ | L ₂ | d _с | d _г | Фланец 1 | | | | | | Фланцы 2 и 3 | | | | | | | |
|-------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|----|----|--------------|----------------|-----|----------------|----------------|----|----|--------|
| | | | | | | D _у | D | D ₁ | D ₂ | d | b | n, шт. | D _у | D | D ₁ | D ₂ | d | b | n, шт. |
| 1 | 425 | 90 | 110 | * | 15 | 40 | 145 | 110 | 88 | | 18 | | 50 | 160 | 125 | 102 | | 21 | 4 |
| 2 | 425 | 90 | 110 | * | 20 | 40 | 145 | 110 | 88 | | 18 | | 50 | 160 | 125 | 102 | | 21 | 4 |
| 3 | 625 | 135 | 155 | * | 25 | 50 | 160 | 125 | 102 | | 19 | | 80 | 195 | 160 | 138 | | 25 | 4 |
| 4 | 625 | 135 | 155 | * | 30 | 50 | 160 | 125 | 102 | 18 | 19 | 4 | 80 | 195 | 160 | 138 | 18 | 25 | 4 |
| 5 | 625 | 135 | 155 | * | 35 | 50 | 160 | 125 | 102 | | 19 | | 80 | 195 | 100 | 138 | | 25 | 4 |
| 6 | 720 | 180 | 175 | * | 47 | 80 | 195 | 160 | 138 | | 20 | | 100 | 215 | 180 | 158 | | 27 | 8 |
| 7 | 720 | 180 | 175 | * | 59 | 80 | 195 | 160 | 138 | | 20 | | 100 | 215 | 180 | 158 | | 27 | 8 |

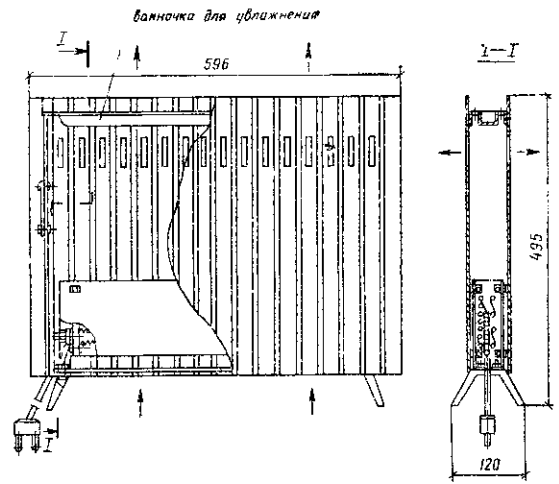
* По расчету.

ТАБЛИЦА XVI
РАЗМЕРЫ, мм, СОПЛА К ЭЛЕВАТОРАМ

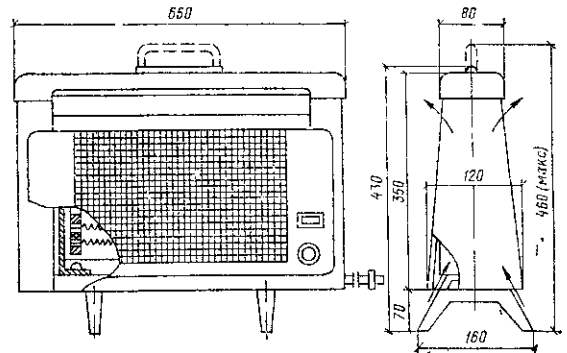


| № звена гора | L | A | Б | B | Г | б | d ₁ | d ₂ | d ₃ | Диаметр резьбы | |
|-----------------|-----|-----|----|----|----|---|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|
| | | | | | | | | | | d _H | d _B |
| 1 | 110 | 65 | 10 | 45 | 20 | 4 | 44 | 32 | 39 | 16,66 | 14,95 |
| 2 | 100 | 65 | 10 | 35 | 20 | 2 | 44 | 32 | 39 | 16,66 | 14,95 |
| 3 | 145 | 105 | 10 | 40 | 30 | 5 | 56 | 44 | 49 | 26,44 | 24,12 |
| 4 | 135 | 105 | 5 | 35 | 30 | 3 | 56 | 44 | 49 | 26,44 | 24,12 |
| 5 | 125 | 105 | 10 | 20 | 30 | 3 | 56 | 44 | 49 | 26,44 | 24,12 |
| 6 | 175 | 130 | 15 | 45 | 35 | 2 | 88 | 72 | 81 | 41,91 | 38,95 |
| 7 | 175 | 130 | 15 | 25 | 35 | 2 | 88 | 72 | 81 | 41,91 | 38,95 |

Электроконвектор ВОВ-1,25М1* массой 6,6 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт



Электроконвектор «Комфорт» массой 5 кг с напряжением 220 В и мощностью 1,25 кВт (с двумя ступенями переключения мощности — 0,625 и 1,25 кВт)



4. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТОПЛЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ XVII

Нагревательные приборы систем электрического отопления

Электроконвектор «Огонек» массой 6,5 кг (не более) с напряжением 220 В и мощностью 1,2 кВт (максимальная температура на поверхности кожуха 90° С; мощность регулируется 4-позиционным переключателем, размещенным на кожухе)

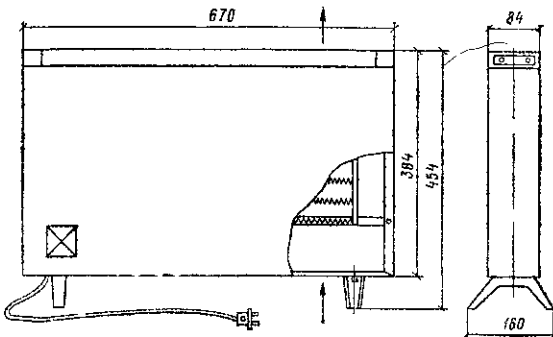
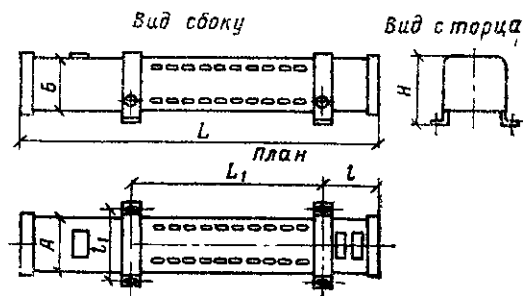


ТАБЛИЦА XVII
ПЕЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТИПА ПЭТ



Продолжение табл. XVII.1

| Тип | A | Б | L | L ₁ | l | l ₁ | H | Напряже- ние, В | Мощ- ность кВт | Масса, кг | Назначение |
|-------|-----|-----|-----|----------------|-----|----------------|-----|--------------------|-------------------|--------------|--|
| ПЭТ-9 | 105 | 100 | 625 | 345 | 100 | 127 | 120 | 220 | 0,5 | 5 | Для бытовых и про- изводственных поме- щений |
| ПЭТ-5 | 105 | 100 | 625 | 345 | 100 | 127 | 120 | 500 | 0,76 | 5 | |
| ПЭТ-7 | 105 | 100 | 625 | 345 | 100 | 127 | 120 | 220 | 0,76 | 5 | |
| ПЭТ-4 | 180 | 130 | 656 | 390 | 95 | 216 | 170 | 220 | 1,0 | 6 | |

ТАБЛИЦА XVII.2

ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРЫ СЕРИИ СФО

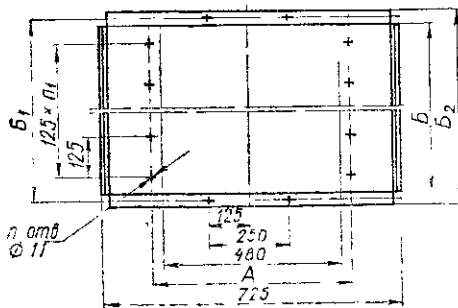
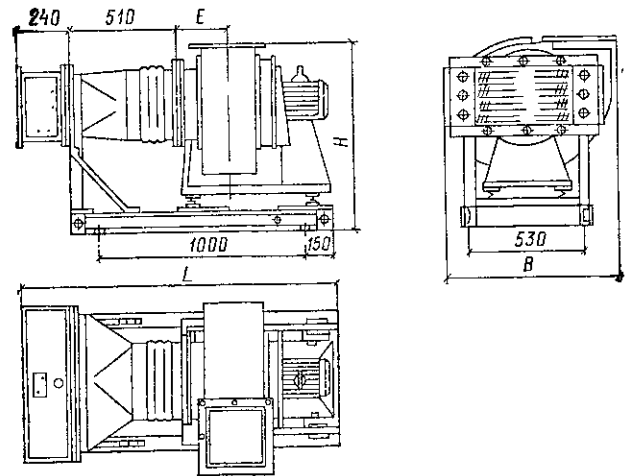
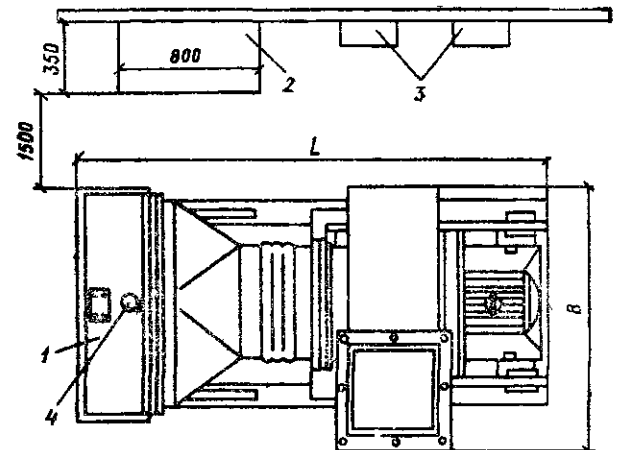


ТАБЛИЦА XVII.3

ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫЕ УСТАНОВКИ СЕРИИ СФОА



| Тип calorиферной установки | Размеры, мм | | | | Масса, кг |
|-------------------------------|-------------|---------|------|------|--------------|
| | H | E | L | B | |
| СФОА-16/0,5ТЦ-М2/1 | 1035 | 215—220 | 1540 | 790 | 195 |
| СФОА-25/0,5ТЦ-М2/1 | 1025 | 215—220 | 1540 | 790 | 200 |
| СФОА-40/0,5ТЦ-М2/1 | 1200 | 218—248 | 1540 | 900 | 230 |
| СФОА-60/0,5ТЦ-М2/1 | 1200 | 250—253 | 1540 | 900 | 245 |
| СФОА-100/0,5ТЦ-М2/1 | 1600 | 305—350 | 1540 | 1100 | 358 |

Рекомендуемая компоновка электрокалориферной
установки

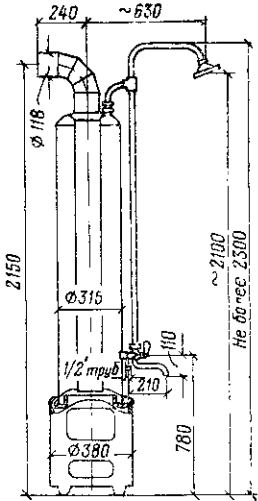
1 — электрокалориферная установка, 2 — щит управления,
3 — датчики, 4 — место установки ТР-200

| Тип calorифера | Размеры, мм | | | | n, шт. | r ₁ |
|----------------|-------------|------|----------------|----------------|-----------|----------------|
| | A | Б | B ₁ | B ₂ | | |
| СФО-25/1Т-МО1 | 524 | 190 | 235 | 270 | 20 | 1 |
| СФО-40/1Т-МО1 | 524 | 325 | 370 | 440 | 24 | 2 |
| СФО-60/1Т-МО1 | 524 | 460 | 505 | 540 | 28 | 3 |
| СФО-100/1Т-МО1 | 524 | 595 | 640 | 675 | 32 | 4 |
| СФО-160/1Т-МО1 | 524 | 1000 | 1015 | 1085 | 41 | 7 |
| СФО-250/1Т-МО1 | 524 | 1540 | 1585 | 1625 | 60 | 11 |

5. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ XVIII

Водонагреватели местные для горячего водоснабжения



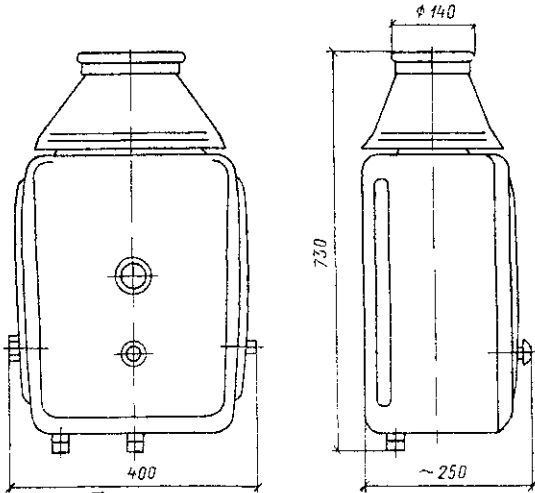
Техническая характеристика колонок водогрейных для ванн (по ГОСТ 8870-58)

| | |
|--|-------|
| Время нагрева воды до 70 °С мин | 45-60 |
| Емкость водяного бака, л | 92-2 |
| Максимальное избыточное давление в водном баке при пользовании душем, кг/см ² | 1 |
| Диаметр, мм | |
| трубопровода, подводящего холодную воду | 15 |
| дымоотводящего трубопровода | 118 |
| Масса колонки без воды, кг | 90 |

Примечание Топка колонки предназначена для сжигания твердого топлива

ТАБЛИЦА XVIII 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРОТОЧНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



| Показатели | КГИ-56 | ГВА-1 | ГВА-3 | Л-3 | ВПГ-18 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| Номинальная тепловая нагрузка, ккал/ч | 25 000 | 22 500 | 21 200 | 18 000 | 18 000 |
| Расход воды при ее нагреве на 50 °С, л/мин | 7,5 | 6 | 6 | 4,8 | 4,8 |

Продолжение табл XVIII 1

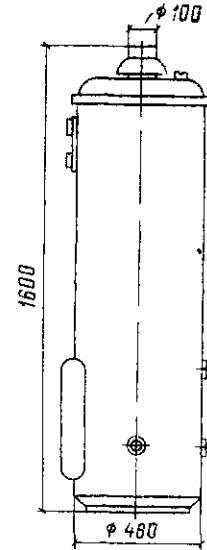
| Показатели | КГИ-56 | ГВА-1 | ГВА-3 | Л-3 | ВПГ-18 |
|---|--------|-------|-------|------|--------|
| Диаметр дымоотводящего патрубка, мм | 130 | 125 | 125 | 128 | 140 |
| Диаметр трубопровода газа, дюймы | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/2 |
| Диаметр трубопровода холодной и горячей воды, дюймы | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 |
| Масса, кг | 23 | 14 | 19,5 | 17,6 | 18 |

Примечания 1. На схеме показан водонагреватель ВПГ-18. Общий вид установки водонагревателя КГИ-56 приведен на рис 44 2.

2. Водонагреватель ГВА-1 снят с производства, его технические данные приводятся для справок.

ТАБЛИЦА XVIII 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕМКОСТНЫХ ГАЗОВЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ



| Показатели | АГВ 90М | АГВ 120 |
|---|---------|---------|
| Тепловая нагрузка основной горелки, ккал/ч | 6000 | 17 000 |
| Емкость водяного бака, л | 80 | 120 |
| Диаметр дымоотводящего патрубка, мм | 80 | 100 |
| Диаметр трубопровода газа, дюймы | 1/4 | 1/4 |
| Диаметр трубопровода холодной и горячей воды, дюймы | 1 1/2 | 1 1/2 |
| Масса, кг | 85 | 100 |

Примечание На схеме показан водонагреватель АГВ 120. Общий вид установки водонагревателя АГВ 90М приведен на рис 44 3.

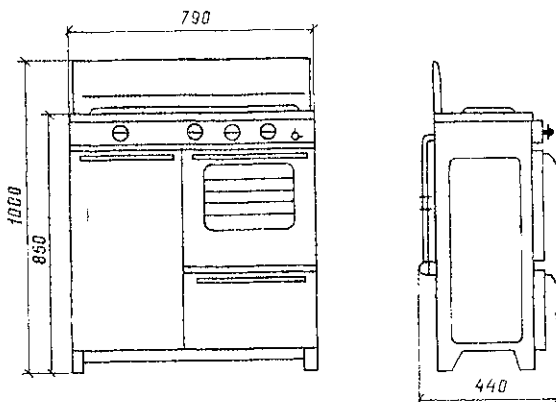
ПРИЛОЖЕНИЕ XIX

Плиты газовые

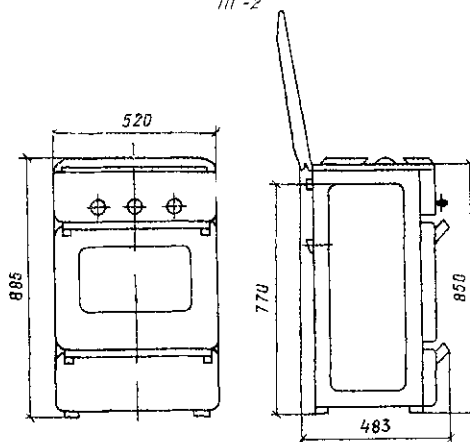
ТАБЛИЦА XIX I

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПЛИТ БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ СТАЦИОНАРНЫХ

ПГЗ-Б



ПГ-2



| Показатели | ПГ4 унифицированная | ПГЗ Б | ПГ2 унифицированная |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| Число горелок стола | 4 | 3 | 2 |
| Размеры духового шкафа, мм | | | |
| ширина | 360 | 330 | 360 |
| глубина | 472 | 320 | 332 |
| высота | 300 | 273 | 300 |
| Тепловая нагрузка горелок, ккал/ч | | | |
| стола | 6400 | 4800 | 3200 |
| духового шкафа | 3200 | 3000 | 2100 |
| Масса, кг | 49 | 52 (без баллона) | 40 |

* Плита типа ПГ4 показана на рис 44 I

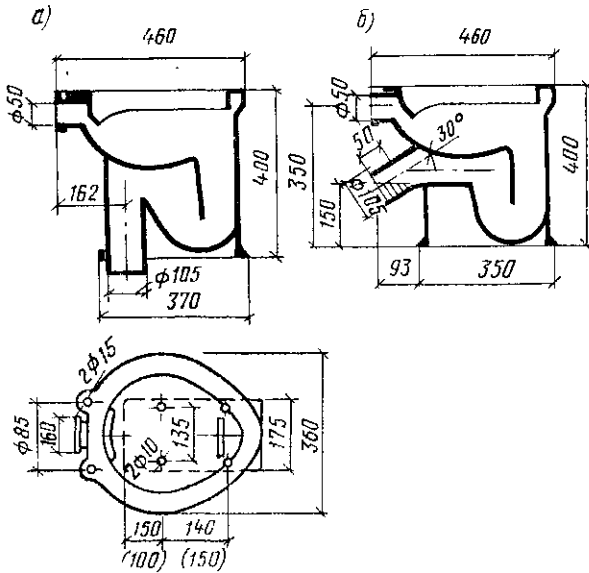
6. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ XX

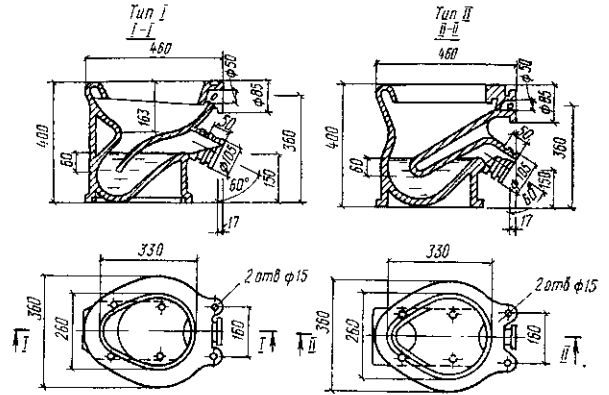
Санитарно-технические приборы

Унитазы керамические тарельчатые
(по ГОСТ 14355—69)

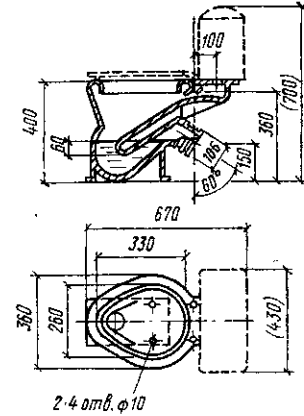
(в скобках даны размеры для унитаза с косым выпуском)



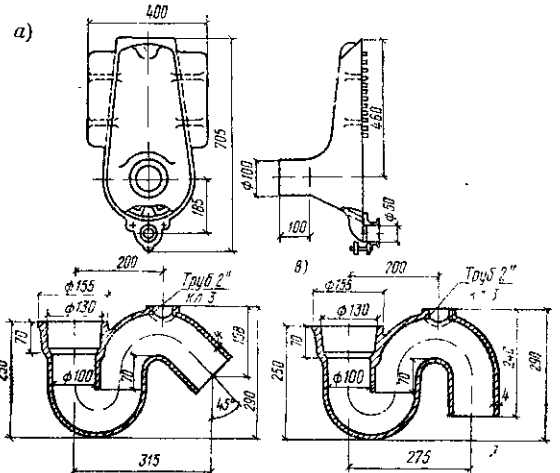
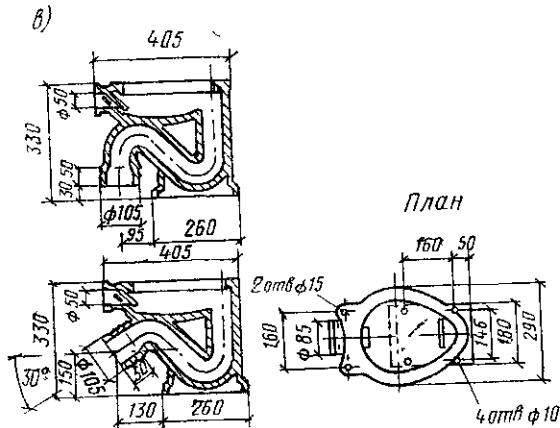
Унитазы керамические козырьковые
(по ГОСТ 14355—69)



Унитазы «Компакт» керамические козырьковые
с цельноотлитой полочкой и косым выпуском
(по ГОСТ 9156—68)



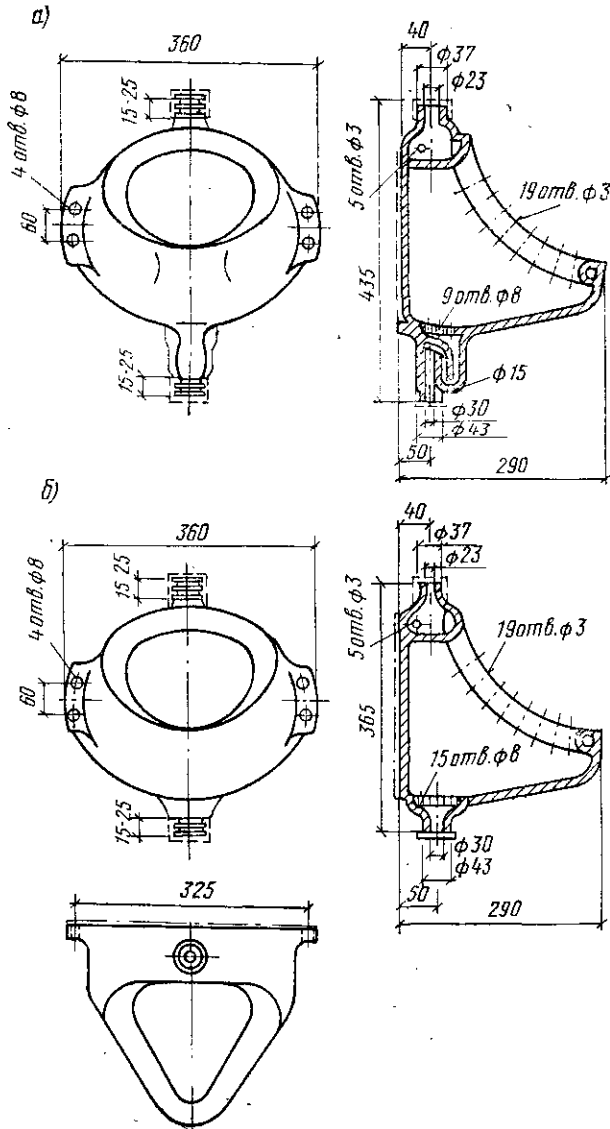
Чаши чугунные для общественных уборных и сифоны
к ним (по ГОСТ 3550—68)



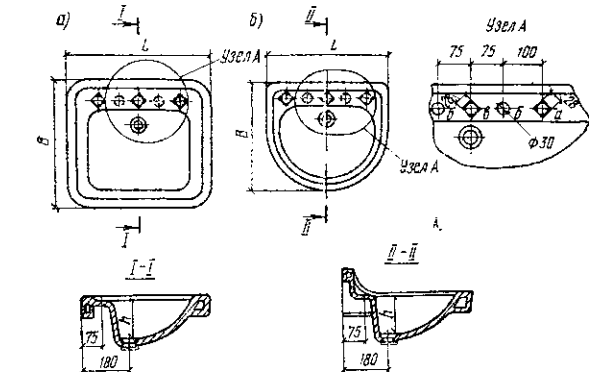
а — с прямым выпуском, б — с косым выпуском; в — детские

а — чаша чугунная (масса 20 кг); б — сифон косой (масса 6,8 кг); в — сифон прямой (масса 7,6 кг)

Писсуары настенные (по ГОСТ 755—72)

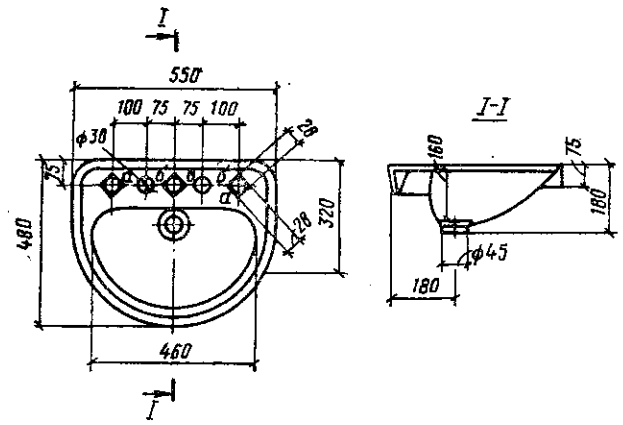


а — с цельноотлитым сифоном; б — без цельноотлитого сифона
Умывальники керамические (по ГОСТ 14360—69)



а — тип I — прямоугольные; б — тип II — полукруглые.

Умывальники керамические полукруглые «Утро» (по ГОСТ 13560—68)



Раковины стальные эмалированные (по ГОСТ 8631—57)

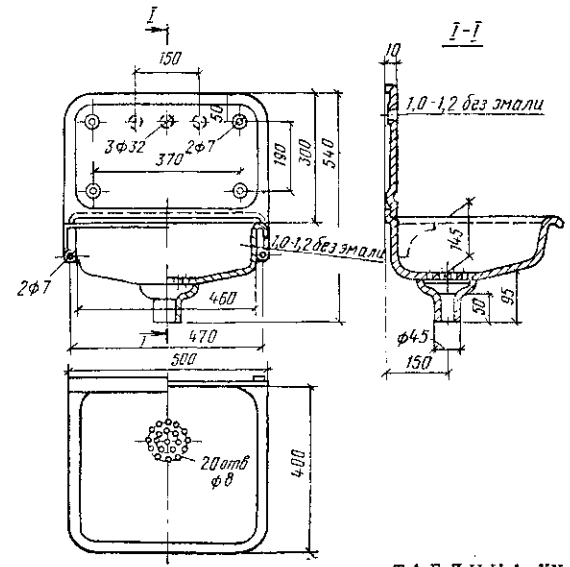


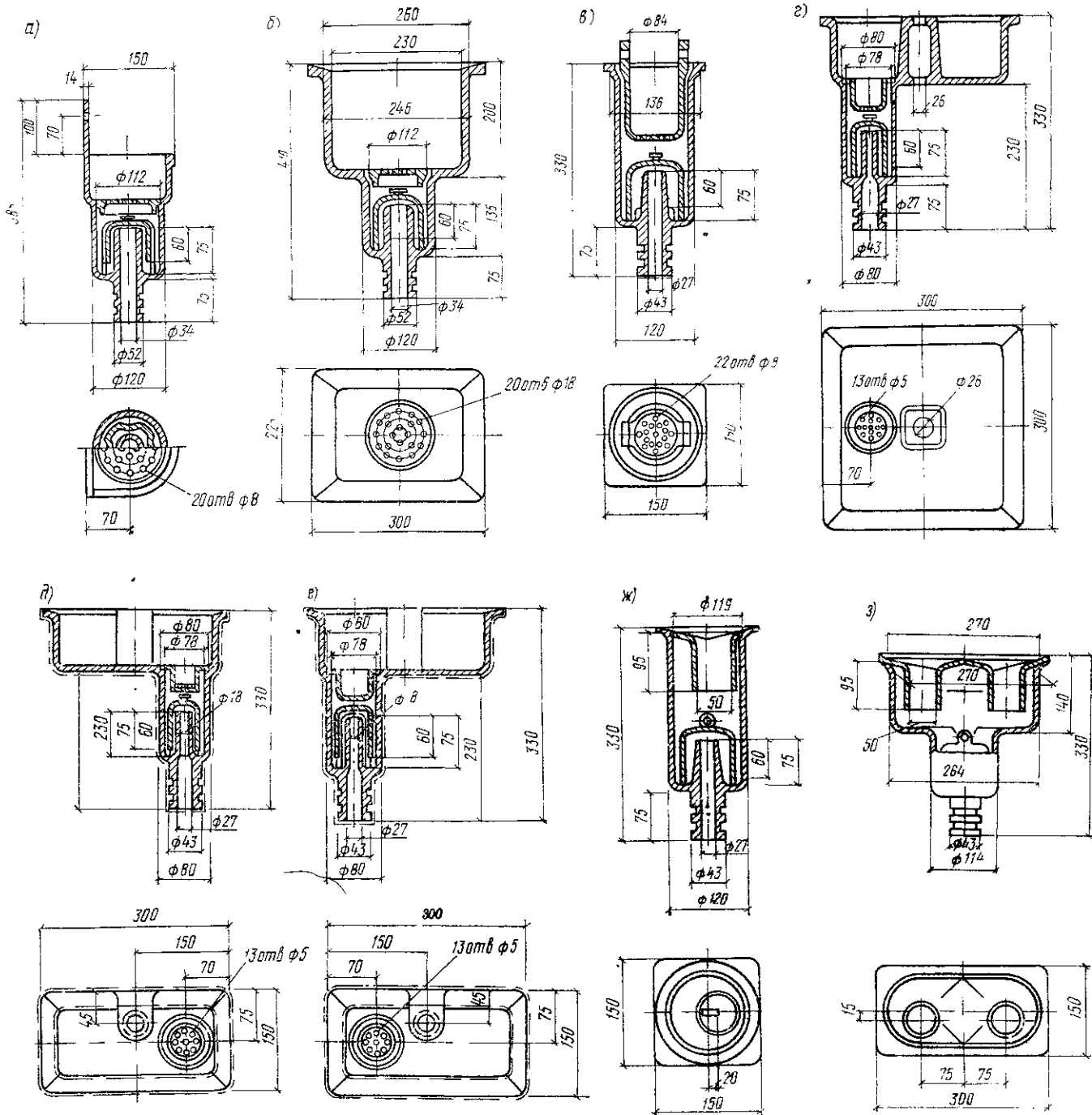
ТАБЛИЦА XX.I

РАЗМЕРЫ УМЫВАЛЬНИКОВ, мм

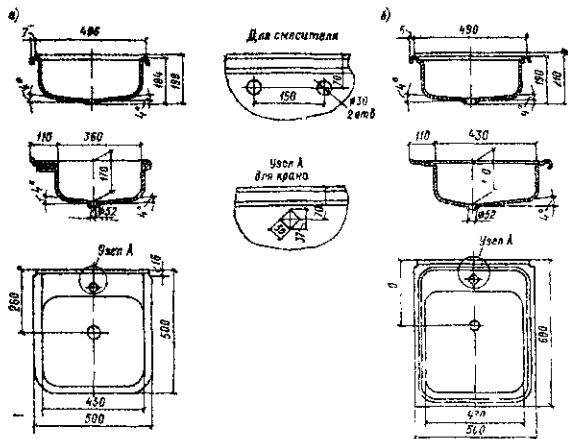
| Величина умывальников | Длина L | Ширина В | Глубина чаши |
|-----------------------|---------|----------|--------------|
| Первая | 400—500 | 300 | 135 |
| Вторая | 550 | 420 | 150 |
| Третья | 600 | 450 | 150 |
| Четвертая | 650 | 500 | 150 |
| Пятая | 700 | 600 | 150 |

Примечания: 1. Умывальники обоих типов изготавливаются со спинкой и без спинки.
2. В горизонтальной полке предусматриваются отверстия для установки смесительной или туалетной арматуры: для настольного смесителя с верхней камерой смешения — два отверстия б, для настольного смесителя с нижней камерой смешения — два отверстия б и одно отверстие в; для центрального настольного смесителя или туалетного крана — одно отверстие в; для настольного смесителя, общего для умывальника и ванны — одно отверстие а.

Раковины и бороздчатые полуфарфоровые и фарфоровые (по ГОСТ 10486—63)



а — тип I — со спинкой (P015×015Фк), б — тип II — фланцевая с решеткой (P030×022Ф), в — тип IIIа — фланцевая с корзиной и центральным расположением выпуска (P015×015Ф), г — тип IIIб — фланцевая с корзиной и со смещенным выпуском (P020×030Фк), д — тип IIIв — фланцевая с корзиной и правым расположением выпуска (P015×030ФКП), е — тип IIIг — фланцевая с корзиной и левым расположением выпуска (P015×030ФКЛ), ж — тип IVа — фланцевая с одной воронкой (P015×015Фв), з — тип IVб — фланцевая с двумя воронками (P015×030Ф2в)

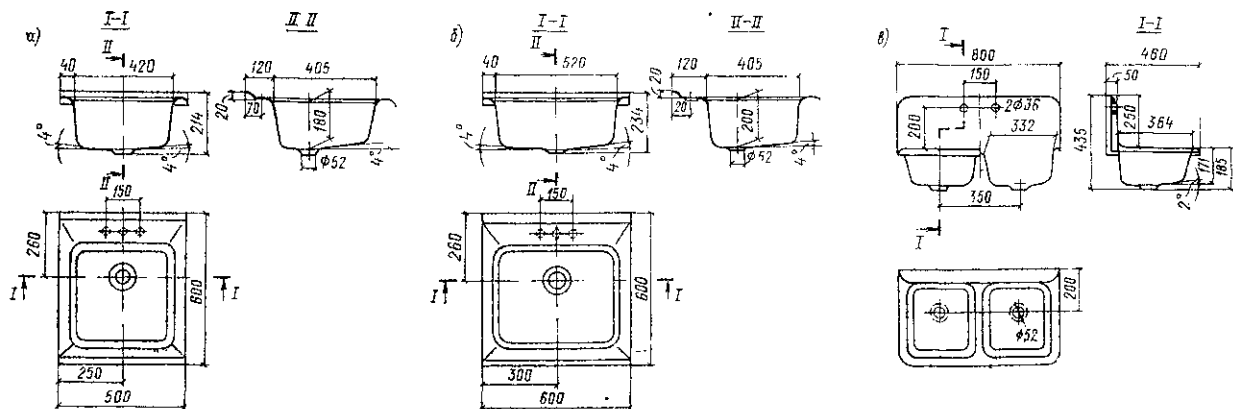


Мойки стальные эмалированные (по ГОСТ 14631—69)

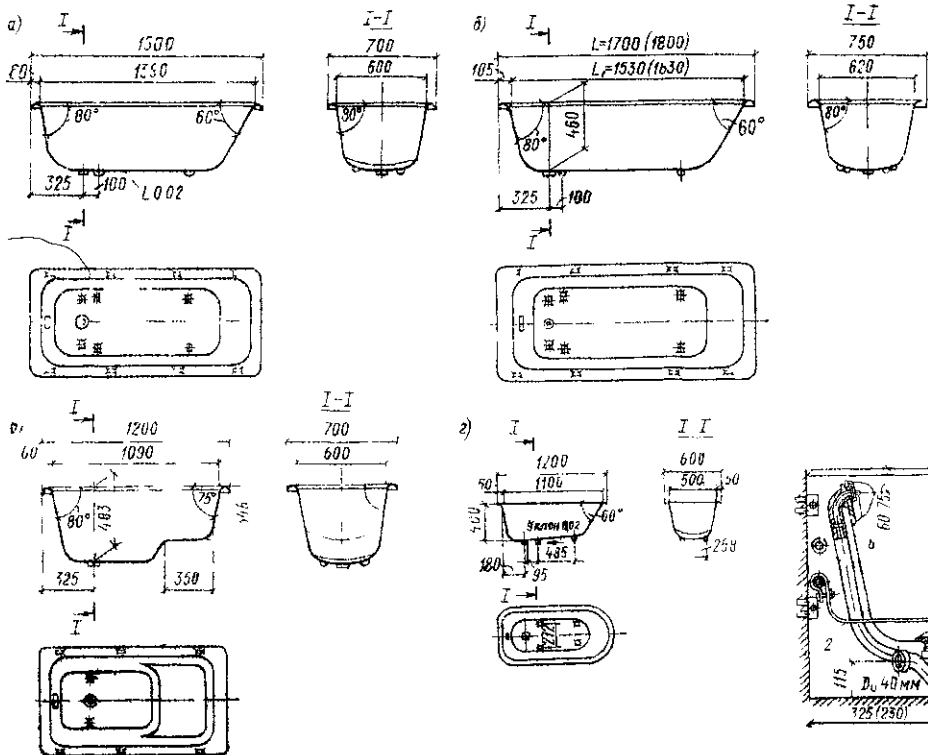
а — тип МС 1 на одно отделение для установки на шкафчике, б — тип МС 2 на одно отделение для установки на кронштейнах (комплект — сифон ревизия, выпуск с пробкой и печочкой кронштейны с шурупами и винтами)

Мойки чугунные эмалированные (по ГОСТ 7506—60)

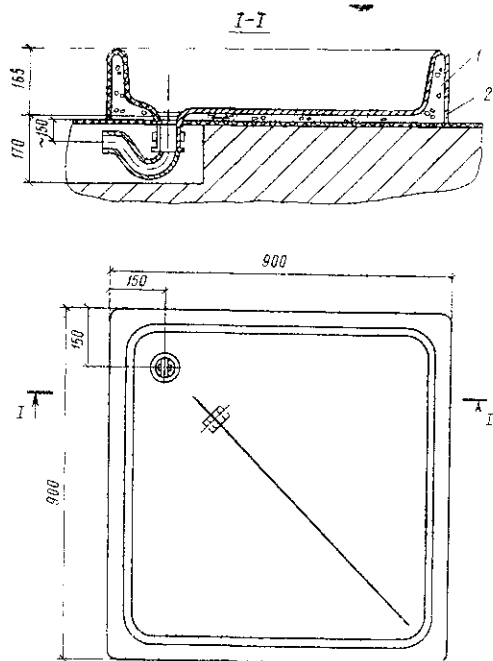
а — тип I — без спинки на одно отделение малой модели, б — тип I без спинки на одно отделение большой модели, в — тип I — с цельноотлитой спинкой на два отделения малой модели



Ванны чугунные эмалированные (по ГОСТ 1154—66)

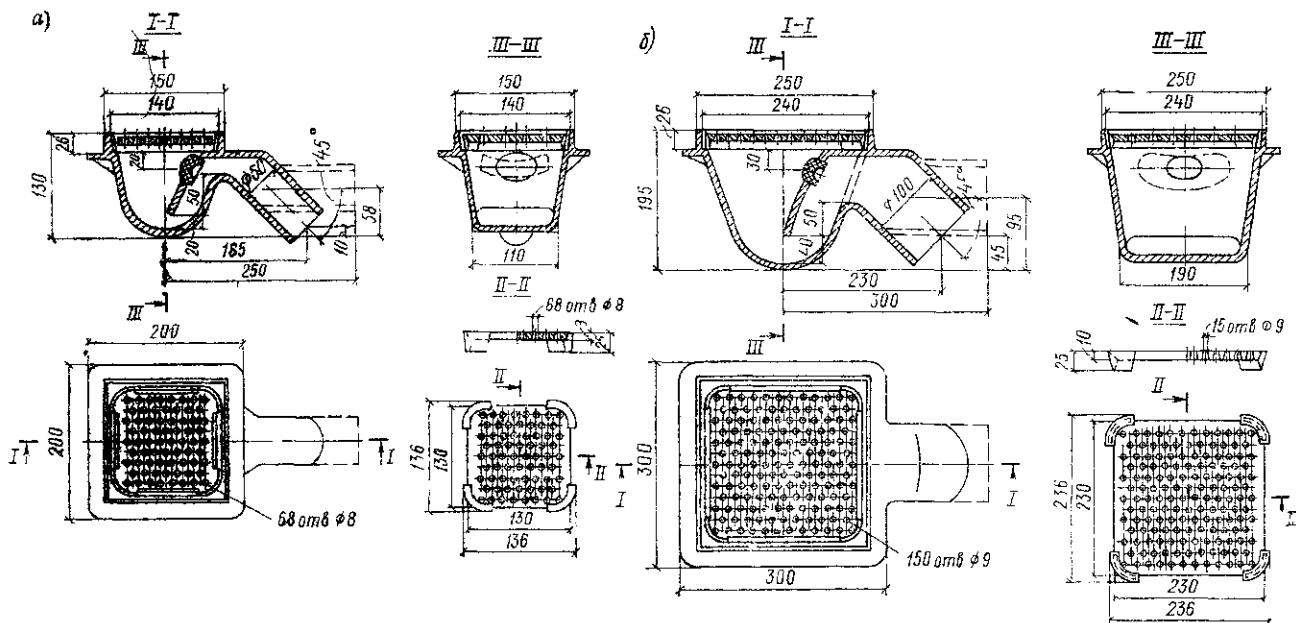


а — тип ПВ 0 — прямоугольная облегченная (масса с эмалью 98—106 кг), б — тип ПВ 1 и ПВ 2 — прямоугольная (масса соответственно 118 и 125 кг) в — тип СВ 1 — сидячая (масса с эмалью 90 кг) г — тип ДВ-1 — детские \varnothing — схема размещения переливного устройства, 1 — ванна, 2 — уравниватель электрического потенциала, 3 — выпускное устройство, 4 — ножки, 5 — панель с деталями крепления, б — переливное устройство

Поддон душевой мелкий с угловым выпуском.
(по ТУ 21-26-013-68)

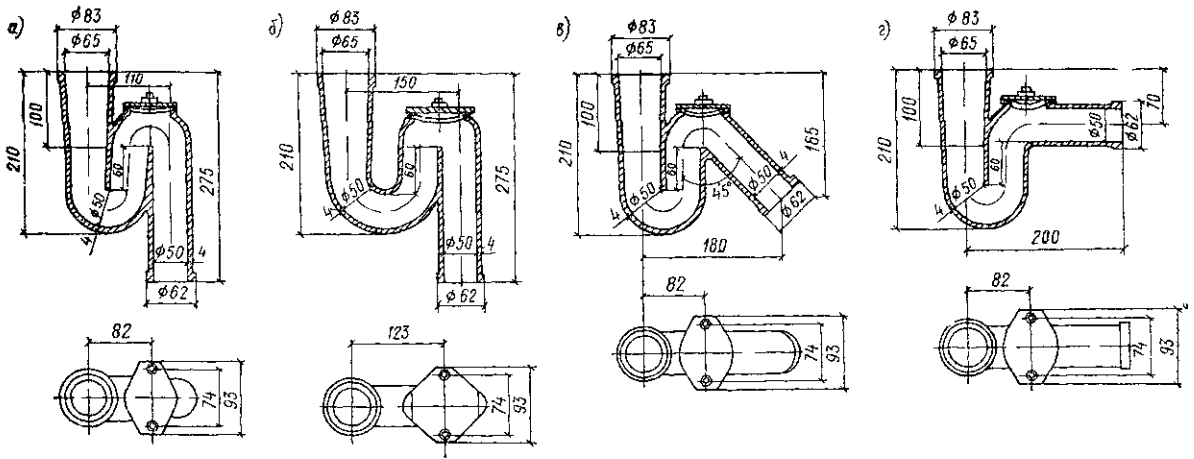
1 — бетонная подливка 2 — плитка глазурованная, 3 — плитка метлахская

Трапы чугунные (по ГОСТ 1811—62)



а — трап диаметром 50 мм (масса 7 кг) с прямым и косым отводом б — трап диаметром 100 мм (масса 17 кг) с прямым и косым отводом

Сифоны-ревизии чугунные (по ГОСТ 6924—69)

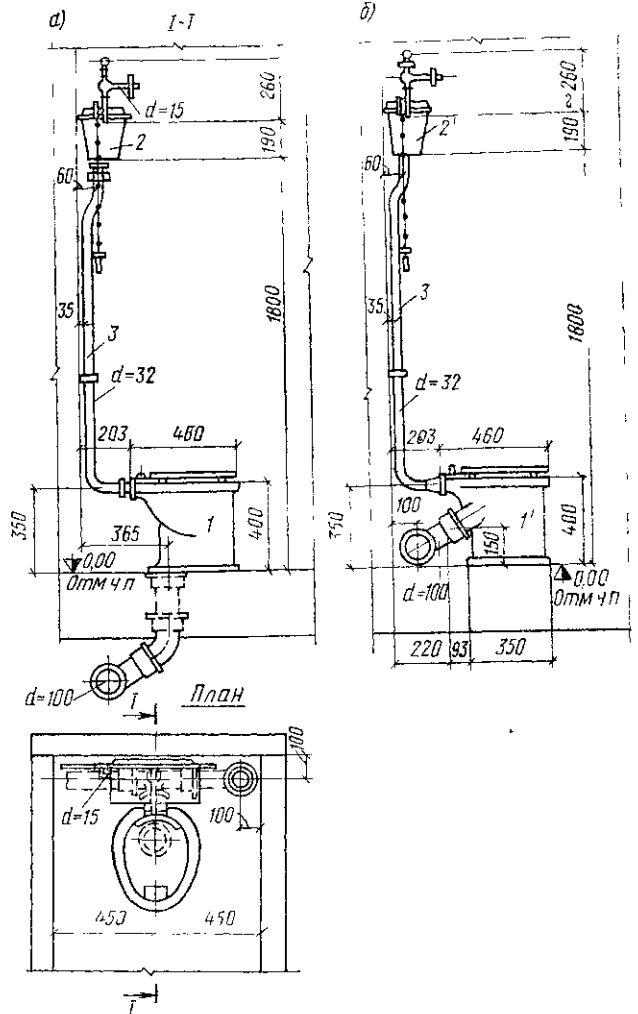


а — тип СФ110 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 110 мм (для раковин), б — тип СФ150 — сифон-ревизия двухоборотный с вылетом 150 мм (для моек), в — тип СФК — сифон-ревизия косой (для моек и раковин), г — тип СФП — сифон-ревизия прямой (для моек и раковин)

ПРИЛОЖЕНИЕ XXI

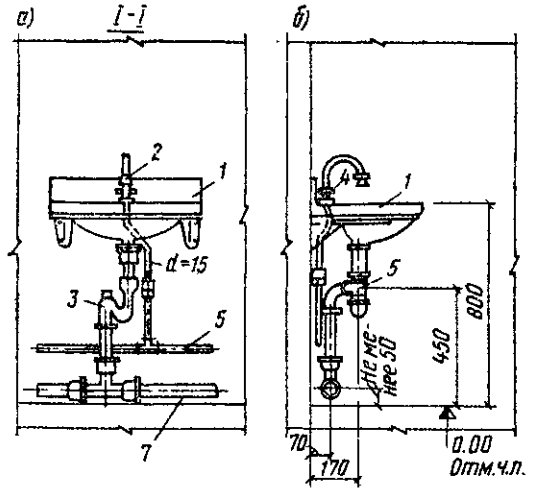
Установка санитарно-технических приборов

Установка унитазов

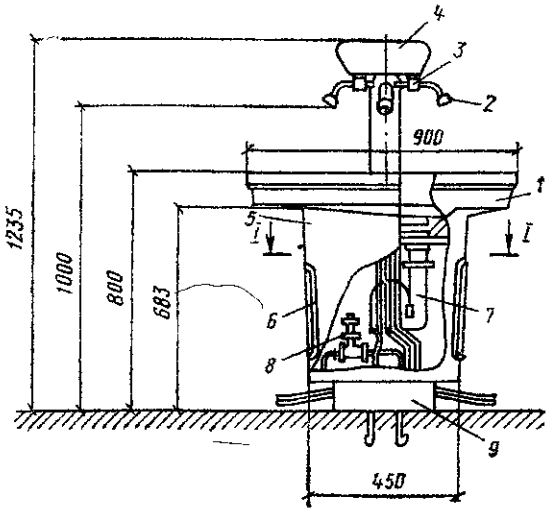
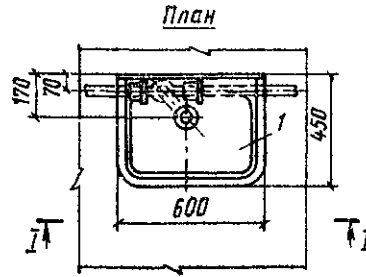


а — с прямым выпуском, б — с косым выпуском; 1 и 1' — унитаз тарельчатый соответственно с прямым и косым выпуском (ГОСТ 14355—69), 2 и 2' — бачки смывные высокорасположенные (соответственно по ГОСТ 14288—69 и ГОСТ 14285—65), 3 — труба смывная (стальная водогазопроводная), d=32 мм (ГОСТ 3262—62)

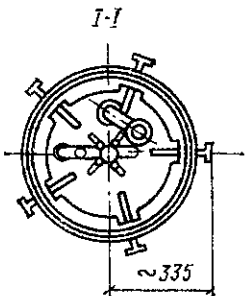
Установка умывальников



а — с сифоном-ревизией и туалетным краном; б — с бутылочным сифоном и смесителем; 1 — умывальник прямоугольный со спинкой (ГОСТ 14360—69); 2 — кран туалетный поворотный (ГОСТ 9457—69); 3 — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); 4 — смеситель для умывальника настольный с нижней камерой смешения (ГОСТ 7941—64); 5 — водопровод; 6 — сифон бутылочный (ГОСТ 8246—68); 7 — канализация

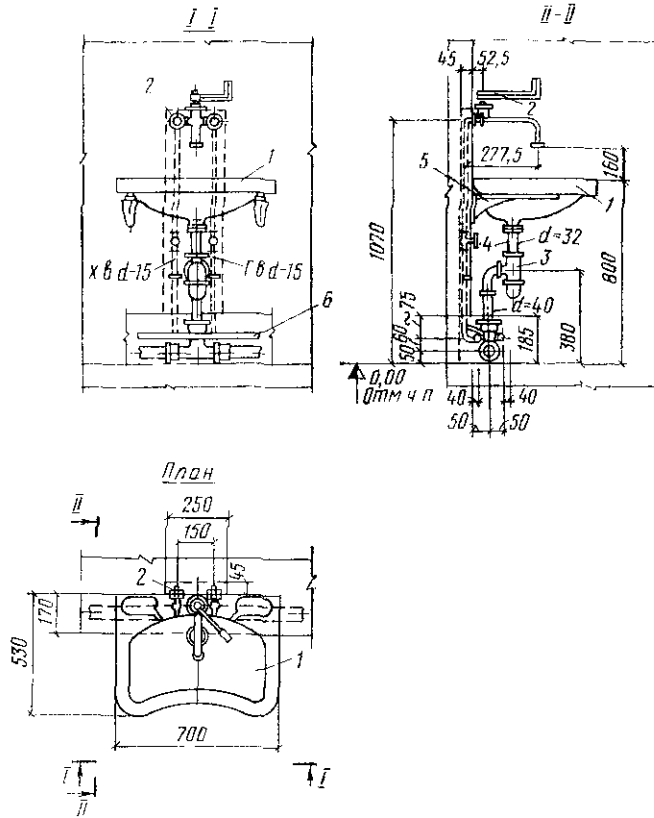


Установка умывальника круглого с индивидуальными изливками



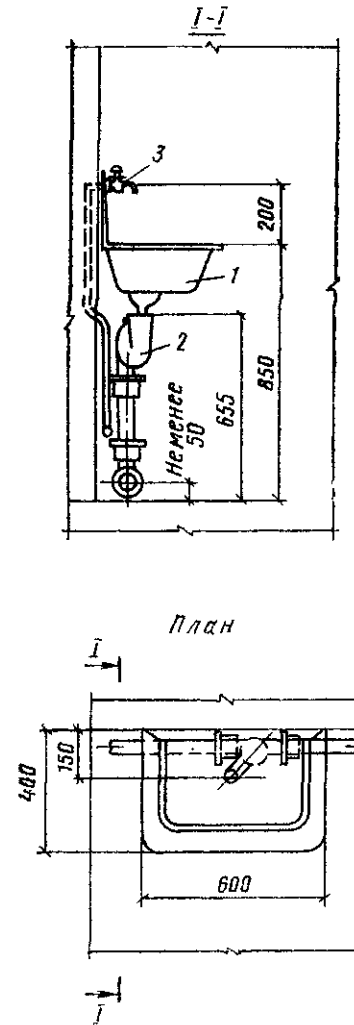
1 — чаша асбестоцементная или чугунная; 2 — излив; 3 — дозатор жидкого мыла; 4 — мыльница; 5 — постамент асбестоцементный или чугунный; 6 — крышка люка постамента; 7 — сифон двухоборотный, $d=50$ мм; 8 — вентиль запорный, $D=25$ мм; 9 — педальный пуск

Установка хирургического умывальника
с локтевым смесителем



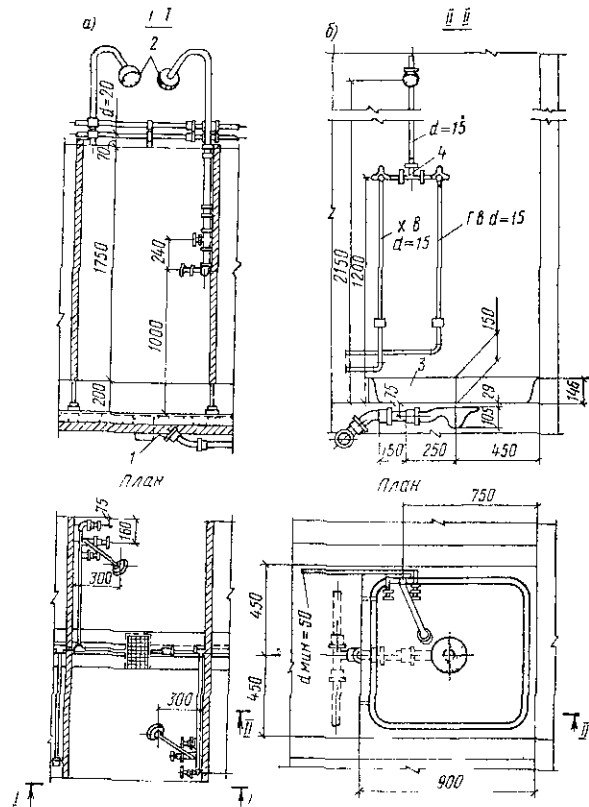
1 — умывальник хирургический с вогнутым бортом; 2 — смеситель локтевой (ГОСТ 7876—64); 3 — сифон бутылочный с вертикальным отводом (ГОСТ 8246—68); 4 — выпуск пластмассовый; 5 — кронштейны (ГОСТ 1153—58); 6 — канализация, $d_{\text{мин}} = 50$ мм

Установка раковины стальной эмалированной
с одним водоразборным краном



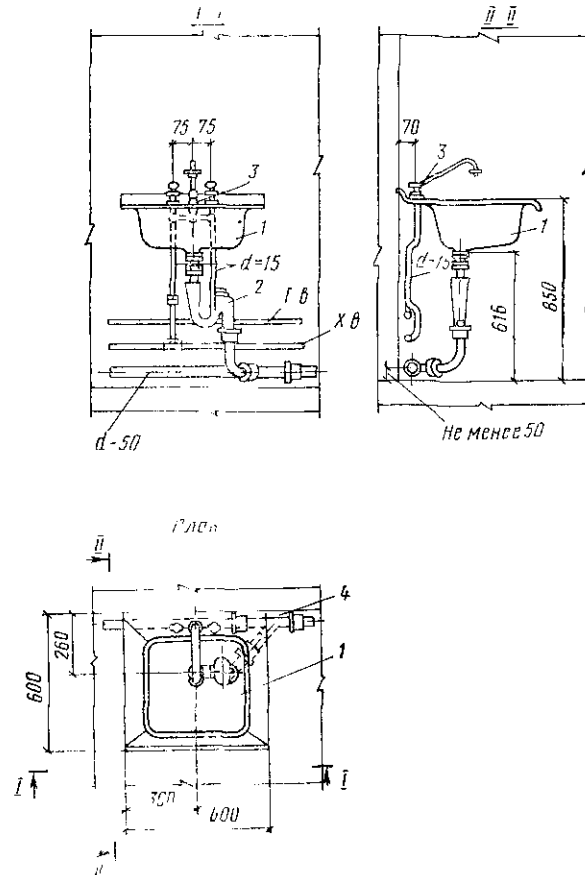
1 — Раковина стальная эмалированная (ГОСТ 8631—57); 2 — сифон-ревизия чугунный двухборотный, $d = 50$ мм (ГОСТ 6924—69); 3 — кран водоразборный, $d = 15$ мм (ГОСТ 8996—70)

Установка душевых кабин



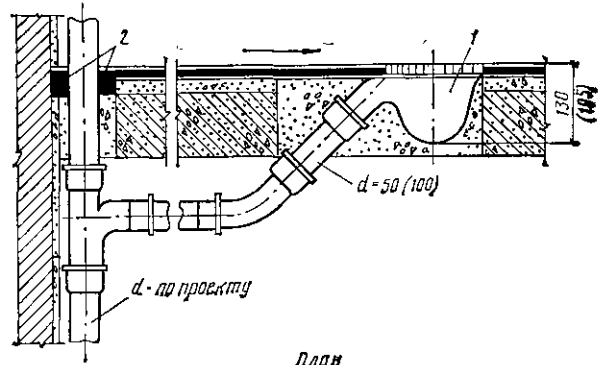
а — групповой, б — индивидуальной с мелким поддоном.
1 — гран., 2 — душевая сетка, 3 — поддон душевой чугунный эмалированный мелкий с трапом (ГОСТ 10161—62), 4 — смеситель с открытой нижней подводкой воды со стационарной душевой трубкой и сеткой (ГОСТ 10822—64)

Установка мойки без спинки с одним отделением большой модели

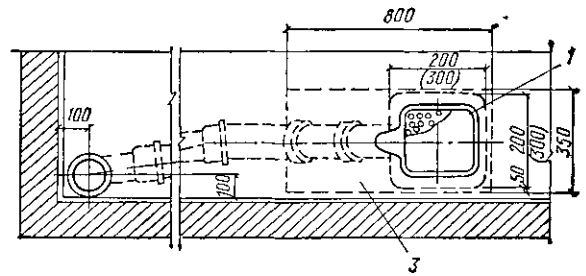


1 — мойка чугунная эмалированная (ГОСТ 7506—60), 2 — сифон-ревизия двухоборотный (ГОСТ 6924—69); 3 — смеситель для мойки с нижней камерой смещения, 4 — канализация

Установка трапов $d=50$ (100) (ГОСТ 1811-62)

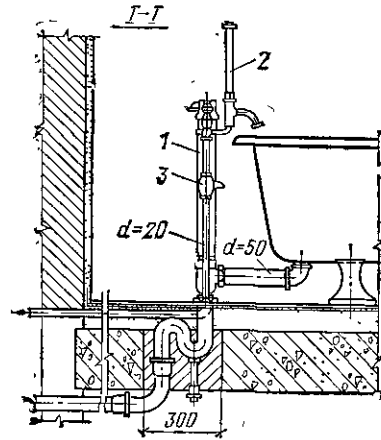


План

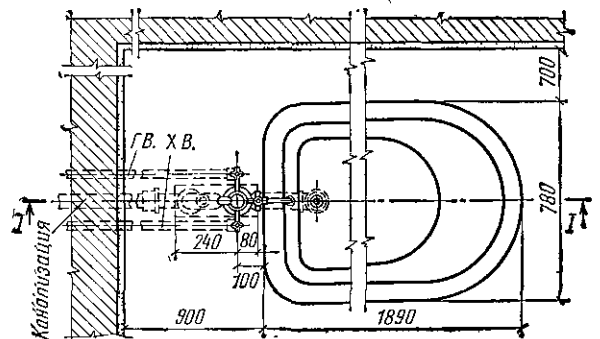


1 — трап; 2 — гидроизоляционный битумный замок; 3 — отверстие в перекрытии (размеры в скобках даны для трапа диаметром 100 мм)

Установка фаянсовых ванн в лечебных учреждениях



План



1 — смеситель на полке; 2 — термометр; 3 — запорные вентили, $d=20$ мм, К. ст — канализационный стояк, Ст х в. — водопроводный стояк; Ст. г. в. — стояк горячего водоснабжения

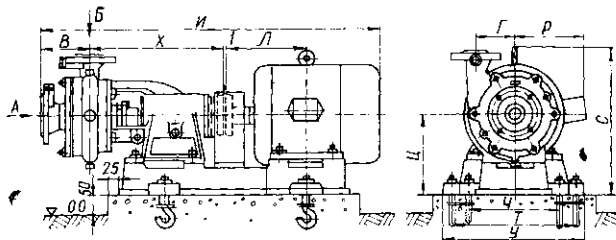
7. ОБОРУДОВАНИЕ

ПРИЛОС

Нас

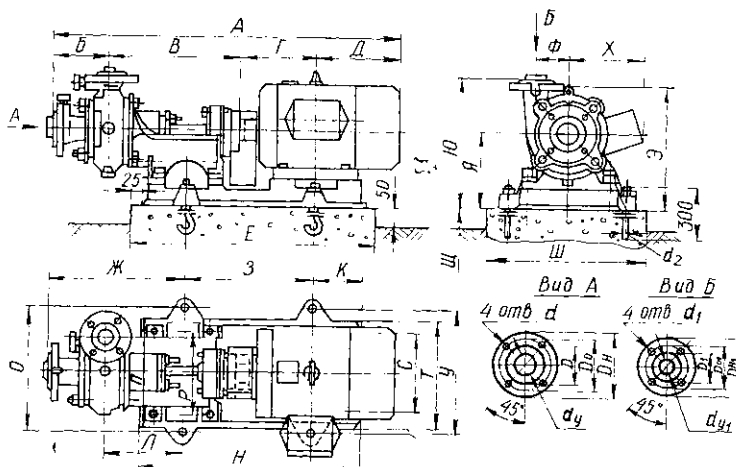
Насосы центробежные типов К и КМ Ереванского насосного завода
для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



| Марка насоса | И | В | Х | Л | Ш | М | Щ | О | Н | Г | Р | Ц | С | Ч | Т |
|--------------|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,5К-8/19 | 808 | 120 | 341 | 175 | 309 | 328 | 114,5 | 535 | 227 | 75 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |
| 1,5К-8/19а | 808 | 120 | 341 | 175 | 309 | 328 | 114,5 | 535 | 227 | 75 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |
| 1,5К-8/19б | 788 | 120 | 341 | 164,5 | 309 | 317,5 | 114,5 | 531 | 207 | 75 | 146 | 210 | 283 | 185 | 225 |
| 2К-20/18 | 831 | 120 | 341 | 189 | 309 | 342 | 114,5 | 563 | 227 | 80 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |
| 2К-20/18а | 808 | 120 | 341 | 175 | 309 | 328 | 114,5 | 535 | 227 | 80 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |
| 2К-20/18б | 808 | 120 | 341 | 175 | 309 | 328 | 114,5 | 535 | 227 | 80 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |
| 2К-20/30 | 857 | 120 | 341 | 206 | 309 | 359 | 114,5 | 587 | 270 | 98 | 174 | 210 | 339 | 225 | 290 |
| 2К-20/30а | 831 | 120 | 341 | 193 | 309 | 346 | 114,5 | 561 | 270 | 98 | 174 | 210 | 339 | 225 | 290 |
| 2К-20/30б | 836 | 120 | 341 | 189 | 309 | 342 | 114,5 | 363 | 227 | 98 | 162 | 210 | 294 | 185 | 250 |

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ



| Марка насоса | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З | К | Л | Н | О | П | Р | С | Т | У | Ф |
|--------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3К-9 | 984 | 148 | 328,5 | 259 | 248 | 690 | 335 | 401 | 130,5 | 187 | 640 | 280 | 263 | 200 | 216 | 304 | 320 | 105 |
| 3К-9а | 946 | 148 | 328,5 | 240 | 229 | 650 | 335 | 382 | 111,5 | 187 | 602 | 280 | 263 | 200 | 216 | 304 | 320 | 105 |
| 4К-18 | 990 | 158 | 331,5 | 250 | 248 | 690 | 348 | 401 | 130,5 | 190 | 640 | 280 | 263 | 200 | 216 | 304 | 320 | 108 |
| 4К-18а | 952 | 158 | 331,5 | 240 | 249 | 650 | 328 | 382 | 111,5 | 190 | 602 | 280 | 263 | 200 | 216 | 304 | 320 | 108 |

ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

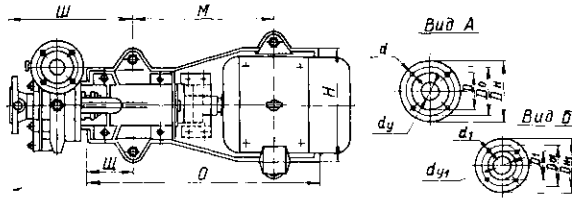
ЖЕНИЕ XXII

осы

(горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа с содержанием механических примесей до 0,05% по массе и размером до 0,1 мм)

ТАБЛИЦА XXII.1

НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 1.5К-8/19—2К-20/30Б



| У | Всасывающий патрубок | | | | | Нагнетательный патрубок | | | | | Тип электро-двигателя |
|-----|----------------------|----------------|----|----------------|----|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| | D _н | D _о | D | d _у | d | D _{н1} | D _{о1} | D ₁ | d _{у1} | d ₁ | |
| 291 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | 120 | 90 | 70 | 32 | 14 | АОЛ2-21/2 |
| 291 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | 120 | 90 | 70 | 32 | 14 | АОЛ2-21/2 |
| 266 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | 120 | 90 | 70 | 32 | 14 | АОЛ2-12/2 |
| 291 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-22/2 |
| 291 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-21/2 |
| 291 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-21/2 |
| 331 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-32/2 |
| 331 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-31/2 |
| 291 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | АОЛ2-22/2 |

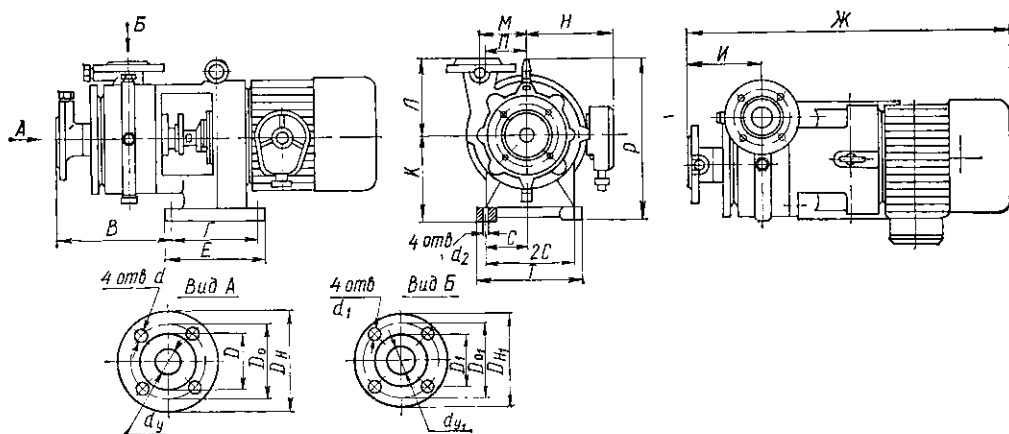
НАСОСОВ ТИПА К МАРОК 3К-9—4К-18а

ТАБЛИЦА XXII.2

| Х | Ш | Щ | Э | Ю | Я | d ₂ | Всасывающий патрубок | | | | | Нагнетательный патрубок | | | | | Тип электро-двигателя |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|----------------------|----------------|-----|----------------|----|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| | | | | | | | D _н | D _о | D | d _у | d | D _{н1} | D _{о1} | D ₁ | d _{у1} | d ₁ | |
| 222 | 410 | 600 | 413 | 365 | 215 | 25 | 185 | 150 | 128 | 80 | 18 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | АО2-42-2 |
| 222 | 410 | 600 | 413 | 365 | 215 | 25 | 185 | 150 | 128 | 80 | 18 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | АО2-41-2 |
| 222 | 410 | 600 | 413 | 365 | 215 | 25 | 205 | 170 | 148 | 100 | 18 | 185 | 150 | 128 | 80 | 18 | АОЛ2-42-2 |
| 222 | 410 | 600 | 413 | 365 | 215 | 25 | 205 | 170 | 148 | 100 | 18 | 185 | 150 | 128 | 80 | 18 | АО2-41-2 |

ТАБЛИЦА XXII.3

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, НАСОСОВ ТИПА КМ



| Марка электронасоса | B | Г | E | Ж | И | K | Л | M | H | П | P | C | T | d ₂ | Всасывающий патрубок | | | | | Нагнетательный патрубок | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|----------------|----------------------|----------------|----|----------------|----|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | D _н | D _о | D | d _у | d | D _{н1} | D _{о1} | D ₁ | d _{у1} | d ₁ |
| 1,5КМ-8/19 1,5КМ-8/19а 1,5КМ-8/19б | 205 | 140 | 170 | 532 | 120 | 140 | 125 | 75 | 150 | 74 | 257 | 75 | 190 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 | 120 | 90 | 70 | 32 | 14 |
| 2КМ-20/18 2КМ-20/18а 2КМ-20/18б | 205 | 140 | 170 | 560 | 120 | 140 | 125 | 80 | 150 | 74 | 267 | 75 | 190 | 14 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 |
| 2КМ-20/30 2КМ-20/30а | 205 | 140 | 170 | 588 | 120 | 140 | 150 | 90 | 167 | 102 | 270 | 75 | 190 | 14 | 140 | 110 | 90 | 50 | 14 | 130 | 100 | 80 | 40 | 14 |

ТАБЛИЦА XXII.4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ К И КМ

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст | Мощность, кВт | | к. п. д., % | Диаметр рабочего колеса, мм | Масса агрегата, кг |
|--------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | на втулу насоса | электродвигателя | | | |
| 1,5К-8/19 | 6—14 | 20,3—14 | 0,7—1 | 1,5 | 44—53 | 123 | 79 |
| 1,5КМ-8/19 | 6—14 | 20,3—14 | — | 1,5 | 44—53 | 123 | 50,5 |
| 1,5К-8/19а | 5—13,5 | 16—11,2 | 0,6—0,9 | 1,5 | 38—50 | 115 | 79 |
| 1,5КМ-8/19а | 5—13,5 | 16—11,2 | — | 1,5 | 38—50 | 115 | 50,5 |
| 1,5К-8/19б | 4,5—13 | 12,8—8,8 | 0,5—0,7 | 1,1 | 35—45 | 105 | 75 |
| 1,5КМ-8/19б | 4,5—13 | 12,8—8,8 | — | 1,1 | 35—45 | 105 | 50,5 |
| 2К-20/18 | 11—22 | 21—17,5 | 1,2—1,6 | 2,2 | 56—56 | 123 | 86 |
| 2КМ-20/18 | 11—22 | 21—17,5 | — | 2,2 | 56—66 | 123 | 58,4 |
| 2К-20/18а | 10—21 | 16,8—13,2 | 0,8—1,2 | 1,5 | 54—63 | 118 | 80 |
| 2КМ-20/18а | 10—21 | 16,8—13,2 | — | 1,5 | 54—63 | 118 | 58,4 |

Продолжение табл. XXII.4

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст. | Мощность, кВт | | к. п. д., % | Диаметр рабочего колеса, мм | Масса агрегата, кг |
|--------------|---------------------------|--------------------------|----------------|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|
| | | | на валу насоса | электродвигателя | | | |
| 2К-20/186 | 10-20 | 13-10,3 | 0,7-0,9 | 1,5 | 51-62 | 106 | 80 |
| 2КМ-20/186 | 10-20 | 13-10,3 | — | 1,5 | 51-62 | 106 | 58,4 |
| 2К-20/30 | 10-30 | 34,5-24 | 1,8-3,1 | 4 | 50,6-63,5 | 162 | 103 |
| 2КМ-20/30 | 10-30 | 34,5-24 | — | 4 | 50,6-63,5 | 162 | 77,3 |
| 2К-20/30а | 10-30 | 28,5-20 | 1,4-2,5 | 3 | 54,5-64,1 | 148 | 99 |
| 2КМ-20/30а | 10-30 | 28,5-20 | — | 3 | 54,5-64,1 | 148 | 77,3 |
| 2К-20/30б | 10-25 | 24-16,4 | 1,2-1,7 | 2,2 | 54,9-64 | 132 | 89 |
| 3К-9 | 30-54 | 34,8-27 | 4,6-5,8 | 7,5 | 62-71,5 | 168 | 129 |
| 3К-9а | 25-45 | 24,2-19,5 | 2,7-3,4 | 5,5 | 62,5-71 | 143 | 115 |
| 4К-18 | 60-100 | 25,7-18,9 | 5,6-6,7 | 7,5 | 76-77 | 148 | 133 |
| 4К-18а | 50-90 | 20,7-14,3 | 3,9-4,7 | 5,5 | 73-75 | 136 | 119 |

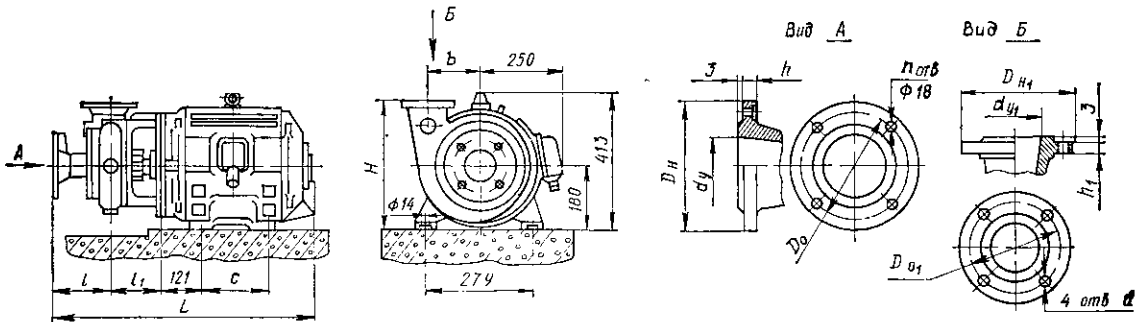
Примечания: 1. Буквы и цифры, составляющие марку насоса, например электронасоса 2КМ-20/30, обозначают: 2 — условный проход входного патрубка в мм, уменьшенный в 25 раз; КМ — консольный моноблочный; 20 — подача в м³/ч; 30 — напор в м вод. ст.

2. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания 6 м вод. ст.; максимально допустимое давление на входе 2 кгс/см²; частота вращения 2900 об/мин

*Насосы центробежные типа КМ Китайского насосного завода
(горизонтальные одноступенчатые консольные с колесом одностороннего входа
для перекачки воды питьевой и промышленно-хозяйственного назначения,
а также других жидкостей, сходных с водой по вязкости и химической активности,
температурой до 85° или до 105° С по специальному заказу, не имеющих примесей
волокнистых материалов, золы, шлака, песка, руды и других, вызывающих забивание
каналов рабочего колеса и проточной части или быстрое изнашивание деталей насоса)*

ТАБЛИЦА XXII.5

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, НАСОСОВ ТИПА КМ



| Марка насоса | b | c | L | l | l ₁ | H | Всасывающий патрубок | | | | | Нагнетательный патрубок | | | | | Электродвигатель | | Масса агрегата, кг |
|--------------|-----|-----|-----|-----|----------------|-----|----------------------|----------------|----------------|----|--------|-------------------------|-----------------|-----------------|----|----------------|------------------|---------------|--------------------|
| | | | | | | | D _н | D _о | d _у | h | n, шт. | D _{н1} | D _{о1} | d _{у1} | d | h ₁ | тип | мощность, кВт | |
| 3КМ-6 | 124 | 203 | 777 | 160 | 173 | 390 | 185 | 150 | 80 | 19 | 4 | 140 | 110 | 50 | 14 | 17 | A2-61-2 | 17 | 196 |
| 3КМ-6а | 124 | 203 | 777 | 160 | 173 | 390 | 185 | 150 | 80 | 19 | 4 | 140 | 110 | 50 | 14 | 17 | A2-61-2 | 17 | 196 |
| 4КМ-8 | 135 | 241 | 815 | 160 | 173 | 390 | 205 | 170 | 100 | 19 | 4 | 180 | 145 | 70 | 18 | 19 | A2-62-2 | 22 | 204 |
| 4КМ-8а | 135 | 203 | 777 | 160 | 173 | 390 | 205 | 170 | 100 | 19 | 4 | 180 | 145 | 70 | 18 | 19 | A2-61-2 | 17 | 197 |
| 4КМ-12 | 120 | 203 | 777 | 160 | 173 | 380 | 205 | 170 | 100 | 19 | 4 | 185 | 150 | 80 | 18 | 19 | A2-61-2 | 17 | 195 |
| 4КМ-12а | 120 | 203 | 777 | 160 | 173 | 380 | 205 | 170 | 100 | 19 | 4 | 185 | 150 | 80 | 18 | 19 | A2-61-2 | 17 | 195 |
| 6КМ-12 | 180 | 203 | 807 | 170 | 193 | 430 | 260 | 225 | 150 | 17 | 8 | 205 | 170 | 100 | 18 | 15 | A2-61-4 | 13 | 230 |
| 6КМ-12а | 180 | 203 | 807 | 170 | 193 | 430 | 260 | 225 | 150 | 17 | 8 | 205 | 170 | 100 | 18 | 15 | A2-61-4 | 13 | 230 |

Примечания: 1. Завод изготавливает насосы с нагнетательным патрубком, направленным вертикально вверх, иное направление должно оговариваться в заказе.

2. Направление вращения вала по часовой стрелке (правое), если смотреть со стороны всасывания.

3. Насосы поставляются только с указанными электродвигателями.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА КМ

| Марка насоса | Подача | | Напор, м вод. ст. (предельное отклонение $\pm 5\%$) | Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст. | Частота вращения, об/мин | К п д, % не менее | Мощность н. валу насоса, кВт |
|--------------|-------------------|------|--|--|--------------------------|-------------------|------------------------------|
| | м ³ /ч | л/с | | | | | |
| 3КМ-6 | 30,6 | 8,5 | 58 | 7 | 2900 | 52 | 8,8 |
| | 45 | 12,5 | 54 | 5 | | 63 | 10,5 |
| | 61 | 17 | 45 | 4,5 | | 67 | 12,5 |
| 3КМ-6а | 27,7 | 7,7 | 46 | 7 | 2900 | 50 | 6,7 |
| | 40 | 11,1 | 41,5 | 6 | | 56 | 7,4 |
| | 56 | 15,5 | 33,5 | 4,5 | | 59 | 9 |
| 4КМ-8 | 65 | 18 | 61 | 6 | 2900 | 62 | 16,5 |
| | 90 | 25 | 55 | 5 | | 73 | 18,5 |
| | 112 | 31 | 45 | 4 | | 65 | 20,1 |
| 4КМ-8а | 61 | 17 | 49 | 6 | 2900 | 62 | 13,9 |
| | 90 | 25 | 43 | 5 | | 57 | 16 |
| | 104 | 29 | 36,5 | 4 | | 64 | 16,5 |
| 4КМ-12 | 65 | 18 | 38 | 6,5 | 2900 | 69 | 9,8 |
| | 90 | 25 | 34 | 5 | | 77 | 10,8 |
| | 112 | 31 | 27,5 | 3,5 | | 67 | 12 |
| 4КМ-12а | 61 | 17 | 32,5 | 6,5 | 2900 | 70 | 8 |
| | 85 | 23,6 | 28,6 | 5 | | 70 | 9,2 |
| | 100 | 27,8 | 23 | 3,5 | | 69 | 9,6 |
| 6КМ-12 | 126 | 35 | 22,5 | 6,8 | 1450 | 75 | 10 |
| | 162 | 45 | 20 | 6 | | 81 | 10,9 |
| | 167 | 52 | 17,5 | 5,5 | | 76 | 11,3 |
| 6КМ-12а | 108 | 30 | 18 | 6,8 | 1450 | 70 | 6,8 |
| | 150 | 41,7 | 15 | 6 | | 73 | 8,35 |
| | 165 | 46 | 14 | 5,5 | | 74 | 8,5 |

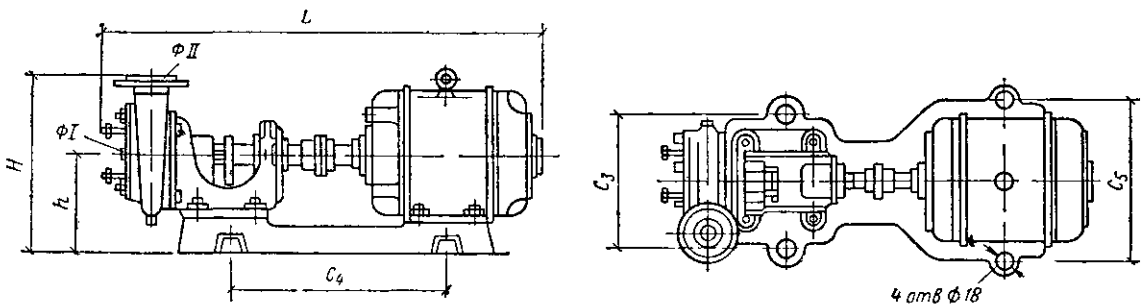
Примечания: 1. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания дана для воды температурой 20° С при атмосферном давлении 10 м ст. жидкости.

2. Максимальное допустимое давление на входе 1,5 кгс/см².

Насосы центробежные типа ЦНШ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 80° С)

ТАБЛИЦА XXII.7

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА АГРЕГАТА, кг, АГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



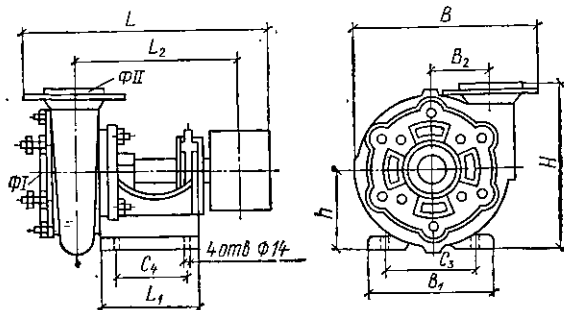
| Марка насоса | L | H | h | C ₃ | C ₄ | C ₅ | Фланец ΦI | | | | | Фланец ΦII | | | | | Электродвигатель | | | |
|--------------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|--------|----------------|----------------|----------------|----|--------|------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | | | | | D _н | D _о | d _y | шпильки | п, шт. | D _н | D _о | d _y | d | п, шт. | тип | номинальная мощность на валу, кВт | частота вращения, об/мин | Масса агрегата |
| ЦНШ-40 | 702 | 310 | 165 | 260 | 350 | 260 | 140 | 110 | 50 | M12 | 4 | 130 | 100 | 40 | 15 | 4 | АО2-12-4 | 0,8 | 1360 | 62 |
| | 820 | 322 | 177 | 260 | 392 | 310 | | | | | | | | | | | АО2-32-2 | 4 | 2880 | 84 |

Продолжение табл. XXII.7

| Марка насоса | L | H | h | C ₃ | C ₄ | C ₅ | Фланец ФI | | | | | Фланец ФII | | | | | Электродвигатель | | | Масса агрегата |
|--------------|------|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|--------|----------------|----------------|----------------|----|--------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|
| | | | | | | | D _H | D _O | d _y | шпильки | n, шт. | D _H | D _O | d _y | d | n, шт. | тип | номинальная мощность на валу, кВт | частота вращения, об/мин | |
| ЦНШ-65 | 810 | 327 | 202 | 285 | 397 | 320 | 160 | 130 | 75 | M12 | 4 | 160 | 130 | 65 | 15 | 4 | АО2-32-4 АО2-51-2 | 3 | 1430 | 96 |
| | 955 | 355 | 230 | 285 | 475 | 415 | | | | | | | | | | | | 10 | 2900 | 169 |
| ЦНШ-80 | 926 | 355 | 202 | 285 | 397 | 320 | 190 | 150 | 80 | M12 | 4 | 190 | 150 | 80 | 18 | 4 | АО2-32-4 АО2-52-2 | 3 | 1430 | 97 |
| | 1002 | 383 | 230 | 285 | 490 | 415 | | | | | | | | | | | | 13 | 2900 | 192 |

ТАБЛИЦА XXII.8

РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НЕАГРЕГИРОВАННЫХ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ



| Марка насоса | L | L ₁ | L ₂ | H | h | B | B ₁ | B ₂ | C ₃ | C ₄ | Масса насоса |
|--------------|-----|----------------|----------------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| ЦНШ-40 | 386 | 175 | 296 | 270 | 125 | 272 | 200 | 102 | 150 | 105 | 28,8 |
| ЦНШ-65 | 417 | 180 | 307 | 295 | 150 | 330 | 225 | 116 | 175 | 135 | 40,1 |
| ЦНШ-80 | 432 | 180 | 306 | 311 | 150 | 350 | 225 | 118 | 175 | 135 | 41,5 |

Примечание. Размеры фланцев ФI и ФII приведены в табл. XXII.7.

ТАБЛИЦА XXII.8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА ЦНШ

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст. | Частота вращения вала насоса, об/мин | Электродвигатель | | Вид соединения с электродвигателем | Диаметр шкива, мм | | | | | | | |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|------------------|------|----------|-----|-------------------|----|-----|
| | | | | тип | мощность, кВт | | насоса | электродвигателя | | | | | | |
| ЦНШ 40 | 11 15 18 21 23 | 26 24 22 20 18 | 2880 | АО2-32-2 | 4 | Непосредственное | — | — | | | | | | |
| | 16 19 | 12 10 | | | | | | | 2210 | АО2-22-4 | 1,5 | Ременная передача | 80 | 125 |
| | 7 10 12 | 6 5 4 | | | | | | | 1360 | АО2-12-4 | 0,8 | Непосредственное | — | — |
| ЦНШ 65 | 30 43 52 60 65 70 | 30 28 26 24 22 20 | 2900 | АО2-51-2 | 10 | То же | — | — | | | | | | |

Продолжение табл. XXII 9

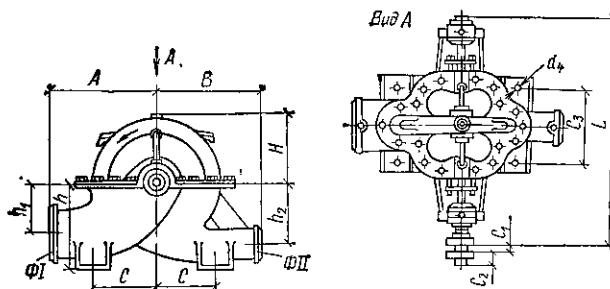
| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст. | Частота вращения вала насоса, об/мин | Электродвигатель | | Вид соединения с электродвигателем | Диаметр шкива, мм | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|------------------|------|
| | | | | тип | мощность, кВт | | насоса | электродвигателя | |
| ЦНШ-65 | 40 48 56 63 | 22 20 18 16 | 2610 | АО2-51-4 | 7,5 | Ременная передача | 140 | 250 | |
| | 36 45 52 | 12 10 8 | | | | | | | 2010 |
| | 26 32 37 | 6 5 4 | 1430 | АО2-32-4 | 3 | | — | — | |
| | 19 26 | 5 4 | 1270 | АО2-22-4 | 1,5 | | Ременная передача | 140 | 125 |
| ЦНШ-80 | 45 60 84 90 96 101 | 38 34 30 28 26 24 | 2900 | АО2-52-2 | 13 | Непосредственное | — | — | |
| | 58 65 72 79 85 94 | 28 26 24 22 20 18 | | | | | | | 2610 |
| | 48 67 | 16 12 | 2010 | АО2-41-4 | 4 | | 180 | 250 | |
| | 28 36 50 | 10 8 6 | 1430 | АО2-32-4 | 3 | | Непосредственное | — | — |
| | 32 40 47 | 6 5 4 | 1270 | АО2-22-4 | 1,5 | | Ременная передача | 140 | 125 |

Примечание. Допустимая вакуумметрическая высота всасывания для насосов марок ЦНШ-40, ЦНШ-65 и ЦНШ-80 равна соответственно 8; 7 и 6 м вод. ст. Указанная высота всасывания обеспечивается при температуре воды до 10° С; с повышением температуры высота всасывания уменьшается.

Насосы центробежные типа НДв (горизонтальные одноступенчатые с колесом двустороннего входа для перекачки воды температурой до 100° С)

ТАБЛИЦА XXII.10

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НДв



| Марка насоса | L | H | h | h ₁ | h ₂ | A | B | C | C ₁ | C ₂ | C ₃ | d ₄ | Фланец ФI | | | | | Фланец ФII | | | | | Масса насоса |
|--------------|-----|-----|-----|----------------|----------------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|-------|----------------|----------------|----------------|----|-------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | D _H | D _O | d _y | d | n, шт | D _H | D _O | d _y | d | n, шт | |
| 4НДв-60 | 778 | 220 | 300 | 145 | 181 | 340 | 300 | 165 | 4 | 85 | 260 | 23 | 260 | 225 | 150 | 18 | 8 | 215 | 180 | 100 | 18 | 8 | 184 |
| 5НДв-60 | 848 | 266 | 350 | 162 | 224 | 426 | 373 | 215 | 4 | 85 | 260 | 23 | 260 | 225 | 150 | 18 | 8 | 235 | 200 | 125 | 18 | 8 | 242,5 |
| 6НДв-60 | 873 | 303 | 400 | 188 | 260 | 492 | 474 | 255 | 4 | 112 | 320 | 23 | 315 | 280 | 200 | 18 | 8 | 260 | 225 | 150 | 18 | 8 | 342 |

ТАБЛИЦА XXII.11

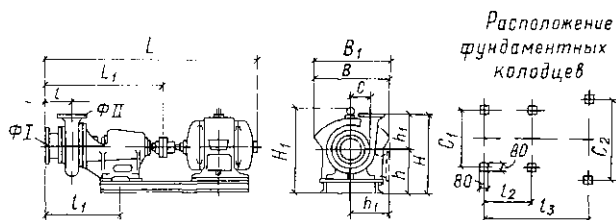
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НД_в

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст. | Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст. | Частота вращения (синхронная), об/мин | Мощность электродвигателя, кВт | Диаметр колеса, мм |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 4НД _в -60 | 180—150 | 97—104 | 2—3,3 | 3000 | 75 | 280 |
| | 150—126 | 84—94 | 2—4 | 3000 | 75—55 | 265 |
| | 103—90 | 22—24 | 6,5 | 1500 | 14 | 280 |
| 5НД _в -60 | 180—126 | 26—30 | 6,8—7,3 | 1500 | 30 | 300 |
| | 210—150 | 28—33 | 5,8—7 | | 30 | 325 |
| | 250—150 | 31—40 | 4,6—7 | | 40—30 | 350 |
| 6НД _в -60 | 360—216 | 33—42 | 4—5,5 | 1500 | 55 | 360 |
| | 360—216 | 39—48 | 4—5,5 | | 75—55 | 380 |
| | 360—250 | 46—54 | 4—5 | | 75—55 | 405 |

Насосы центробежные фекальные типа НФ Рыбницкого насосного завода (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки фекальных жидкостей и сточных вод температурой до 100°С и объемной массой $\gamma=1050 \text{ кг/м}^3$)

ТАБЛИЦА XXII.12

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА НФ



| Марка насоса | L | L ₁ | l | l ₁ | l ₂ | l ₃ | H | H ₁ | h | h ₁ | C | C ₁ | C ₂ | B | B ₁ |
|--------------|------|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|-----|----------------|----------------|-----|----------------|
| 2½НФу | 1194 | 800 | 200 | 450 | — | 600 | 545 | — | 320 | 225 | 125 | 260 | 260 | 378 | — |
| | 1390 | | | 470 | — | 600 | 535 | — | 310 | | | 270 | 270 | 500 | — |
| | 1346 | | | 500 | — | 600 | 557 | — | 332 | | | 260 | 260 | 390 | — |
| | 1346 | | | 495 | — | 600 | 505 | — | 280 | | | 300 | 300 | 400 | — |
| | 1378 | | | 473 | — | 680 | 597 | — | 372 | | | 200 | 200 | 315 | — |
| | 1447 | | | 500 | — | 680 | 505 | — | 280 | | | 300 | 300 | 456 | — |
| | 1397 | | | 510 | — | 680 | 545 | — | 320 | | | 260 | 200 | 440 | — |
| | 1458 | | | 500 | — | 680 | 505 | — | 280 | | | 300 | 300 | 450 | — |
| 1458 | 512 | — | 680 | 477 | — | 252 | 445 | 445 | 540 | — | | | | | |
| 4НФу | 1410 | 930 | 283 | 600 | — | 630 | — | 580 | 320 | 300 | 190 | 260 | 260 | — | 565 |
| | 1570 | | | 605 | — | 680 | — | 580 | 280 | | | 300 | 300 | — | |
| | 1536 | | | 700 | — | 680 | — | 580 | 320 | | | 403 | 403 | — | |
| | 1536 | | | 603 | — | 680 | — | 555 | 295 | | | 290 | 370 | — | |
| 6НФ | 2185 | 1310 | 380 | 796 | 510 | 1020 | — | 970 | 580 | 450 | 235 | 465 | 465 | — | 860 |
| | 2255 | | | 818 | 550 | 1100 | — | 970 | 576 | | | 465 | 465 | | |
| 8НФ | 2810 | 1582 | 405 | 950 | 650 | 1300 | — | 1230 | 736 | 500 | 345 | 690 | 690 | — | 1030 |

Примечание. Нагнетательный патрубок у насоса 2½НФу направлен вертикально вверх, у остальных насосов — горизонтально (на схеме показано пунктиром).

Продолжение табл. XXII 12

| Марка насоса | Фланец Ф I | | | | | Фланец Ф II | | | | | Электродвигатель | | | Вид плиты | Масса насоса (без двигателя и рамы) |
|--------------|------------|-------|-------|-----|-----------|-------------|-------|-------|-----|-----------|------------------|--------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|
| | D_H | D_O | d_y | d | n , шт. | D_H | D_O | d_y | d | n , шт. | тип | номинальная мощность кВт | частота вращения, об/мин | | |
| 2½НФу | 185 | 150 | 80 | 18 | 4 | 160 | 130 | 65 | 18 | 4 | АО2-32-4 | 3 | 1430 | Сварная » » Литая Сварная Литая Сварная Литая Сварная | 125 |
| | | | | | | | | | | | АО2-42-4 | 5,5 | 1450 | | |
| | | | | | | | | | | | АО2-51-2 | 10 | 2900 | | |
| | | | | | | | | | | | АО2-51-2 | 10 | 2900 | | |
| | | | | | | | | | | | АО2-52-2 | 13 | 2900 | | |
| | | | | | | | | | | | АО2-62-2 | 17 | 2900 | | |
| А2-62-2 | 22 | 2900 | | | | | | | | | | | | | |
| А2-62-2 | 22 | 2900 | | | | | | | | | | | | | |
| АО2-71-2 | 22 | 2900 | | | | | | | | | | | | | |
| 4НФу | 205 | 170 | 100 | 18 | 4 | 205 | 170 | 100 | 18 | 4 | АО2-52-6 | 7,5 | 970 | Сварная » » Литая | 200 |
| | | | | | | | | | | | АО2-62-6 | 13 | 970 | | |
| | | | | | | | | | | | А2-71-4 | 22 | 1455 | | |
| | | | | | | | | | | | А2-71-4 | 22 | 1455 | | |
| 6НФ | 280 | 240 | 150 | 20 | 8 | 280 | 240 | 150 | 20 | 4 | АО2-82-6 | 40 | 980 | Сварная » | 615 |
| | | | | | | | | | | | АО2-91-6 | 55 | 985 | | |
| 8НФ | 335 | 295 | 200 | 20 | 8 | 335 | 295 | 200 | 20 | 8 | А101-6м | 100 | 980 | Сварная » | 920 |
| | | | | | | | | | | | А102-6м | 125 | 980 | | |

ТАБЛИЦА XXII 13

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА НФ

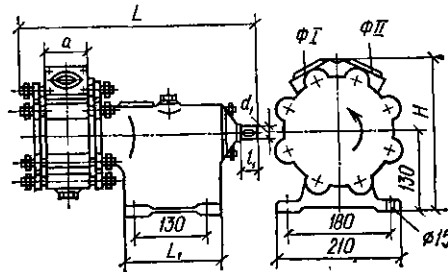
| Марка насоса | Подача, м³/ч | Полный напор, м вод. ст. | Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст. | Частота вращения (синхронная), об/мин | Мощность на валу насоса, кВт | Диаметр колеса, мм |
|--------------|--------------|--------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 2½НФу | 54 | 9,7 | 8,3 | 1500 | 2,3 | 195 |
| | 100 | 32 | 4,2 | 3000 | 13,5 | 175 |
| | 105 | 36 | 3,8 | 3000 | 16 | 185 |
| | 103 | 40 | 3,2 | 3000 | 18,5 | 195 |
| 4НФу | 115 | 10 | 6 | 1000 | 5 | 300 |
| 6НФ | 360 | 23 | 6 | 1000 | 36 | 450 |
| 8НФ | 576 | 36 | 5 | 1000 | 86 | 540 |

Примечание. Подача, напор и вакуумметрическая высота всасывания даны для оптимального режима работы насоса.

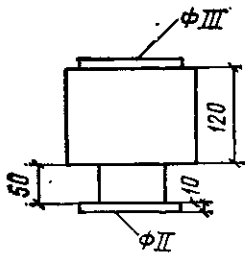
Насосы вихревые типа ВКиВ (горизонтальные одноступенчатые консольные для перекачки воды температурой до 85 °С)

ТАБЛИЦА XXII.14

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В



| Марка насоса | L | L ₁ | H | d ₁ | l ₁ | Фланец ФI | | | | | Фланец ФII | | | | | Фланец ФIII | | | | | Масса насоса без колпака |
|--------------|-----|----------------|-----|----------------|----------------|-----------|----------------|----------------|-----|--------|------------|----------------|----------------|-----|--------|----------------|----------------|----------------|-----|--------|--------------------------|
| | | | | | | a | D ₀ | d _y | d | n, шт. | a | D ₀ | d _y | d | n, шт. | D _н | D ₀ | d _y | d | n, шт. | |
| ВК-1/16 | 368 | 160 | 257 | 25 | 35 | 78 | 75 | 25 | M10 | | 78 | 75 | 25 | M10 | | 120 | 75 | 25 | M10 | | 23,5 |
| ВК-2/26 | 365 | 160 | 260 | 25 | 35 | 100 | 100 | 40 | M12 | | 100 | 100 | 40 | M12 | | 130 | 100 | 40 | M12 | | 27,6 |
| ВК-4/24 | 378 | 160 | 260 | 25 | 35 | 100 | 100 | 40 | M12 | 4 | 100 | 100 | 40 | M12 | 4 | 130 | 100 | 40 | M12 | 4 | 28 |
| ВК-5/24 | 390 | 160 | 270 | 25 | 35 | 108 | 110 | 50 | M12 | | 108 | 110 | 50 | M12 | | 140 | 110 | 50 | M12 | | 30,6 |
| ЗВ-2,7м | 470 | 180 | 285 | 28 | 45 | 120 | 130 | 70 | M12 | | 120 | 130 | 70 | M12 | | 160 | 130 | 70 | M12 | | 43 |



Примечания: 1. Насосы типов ВК и В выпускаются также в вариантах: ВКО и ВО — обогреваемые; ВКС и ВС — самовсасывающие, оборудованные чугунным воздушным колпаком (см схему), обеспечивающим самовсасывающую способность насоса.
2. Размеры фланца ФIII относятся к воздушному колпаку.

ТАБЛИЦА XXII.15

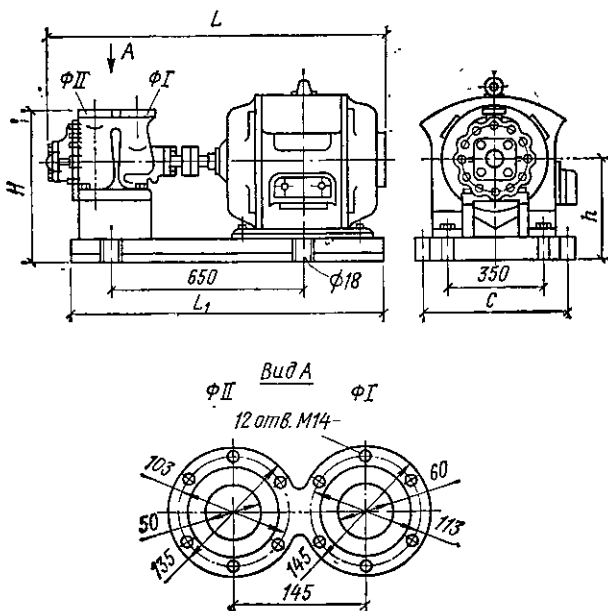
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПОВ ВК И В

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Полный напор, м вод. ст. | Допустимая вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст. | Частота вращения (синхронная), об/мин | Мощность электродвигателя, кВт |
|--------------|---------------------------|--------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------|
| ВК-1/16 | 3,6 | 16 | 6 | 1500 | 1,5 |
| ВК-2/26 | 7,2 | 26 | 5 | 1500 | 5,5 |
| ВК-4/24 | 14,4 | 24 | 4 | 1500 | 7,5 |
| ВК-5/24 | 18 | 24 | 3,5 | 1500 | 10 |
| ЗВ-2,7м | 20—35 | 80—35 | 4—3,5 | 1500 | 30 |

Насосы центробежно-вихревые типа 2,5 ЦВм (горизонтальные двухступенчатые с центробежным и вихревым колесами для перекачки воды температурой до 105 °С)

ТАБЛИЦА XXII.16

ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ, мм, ТИП ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И МАССА, кг, НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВм



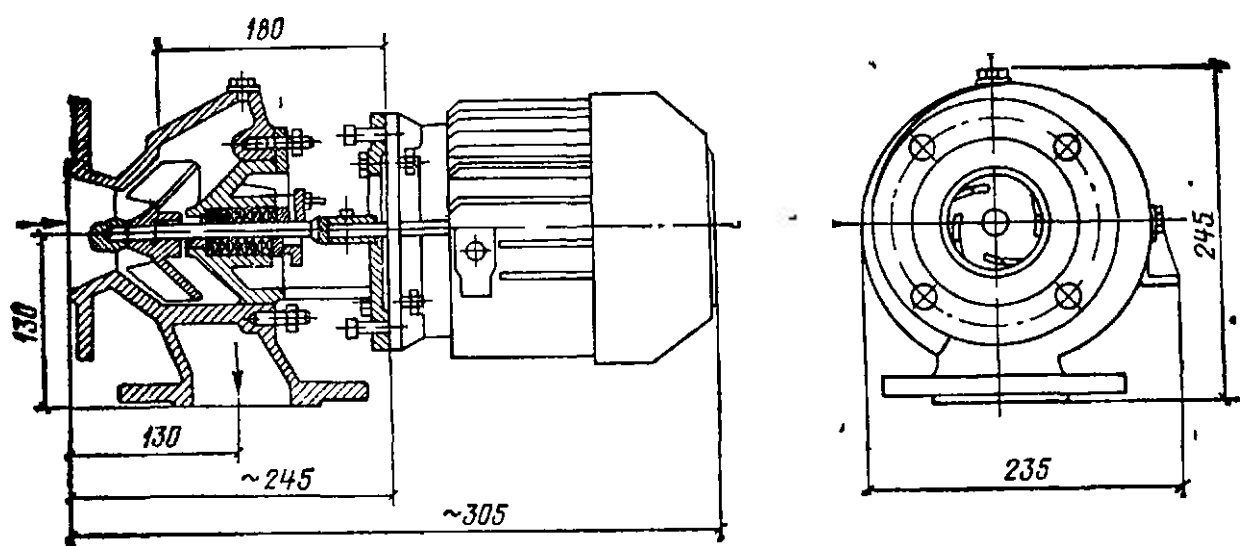
| Марка насоса | Δ | L ₁ | H | h | C | Электродвигатель | | | Масса агрегата |
|--------------|------|----------------|-----|-----|-----|------------------|---------------|--------------------------|----------------|
| | | | | | | тип | мощность, кВт | частота вращения, об/мин | |
| 2,5ЦВ-0,8м | 1240 | 1080 | 420 | 235 | 450 | A2-61-2 | 17 | 2900 | 320 |
| 2,5ЦВ-1,1м | 1375 | 1080 | 440 | 255 | 450 | АО2-71-2 | 22 | 2900 | 390 |
| 2,5ЦВ-1,3м | 1275 | 1080 | 440 | 255 | 450 | A2-71-2 | 30 | 2900 | 365 |
| 2,5ЦВ-1,5м | 1325 | 1080 | 440 | 255 | 450 | A2-72-2 | 40 | 2900 | 390 |

ТАБЛИЦА XXII.17

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НАСОСОВ ТИПА 2,5ЦВм

| Марка насоса | Подача, м ³ /ч | Гарантированный напор, м вод. ст. | Вакуумметрическая высота всасывания, м вод. ст., при температуре воды не более 10° С |
|--------------|---------------------------|-----------------------------------|--|
| 2,5ЦВ-0,8м | 5 | 190 | 7 |
| 2,5ЦВ-1,1м | 10 | 190 | 7 |
| 2,5ЦВ-1,3м | 15 | 190 | 7 |
| 2,5ЦВ-1,5м | 20 | 190 | 7 |

Насосы диагональные ЦНИПС-10 и ЦНИПС-20 (для циркуляции воды в системах отопления при давлении до 5 кгс/см²)

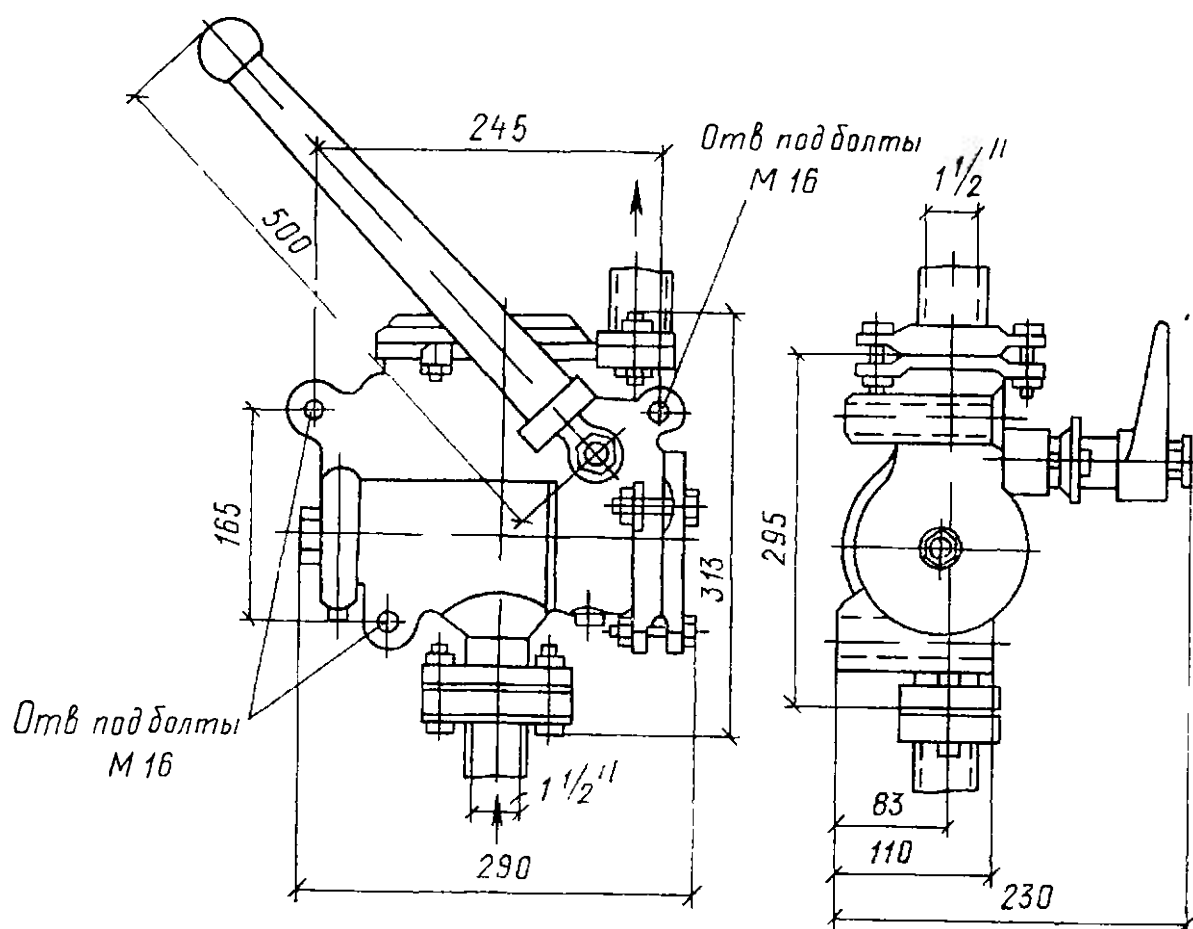
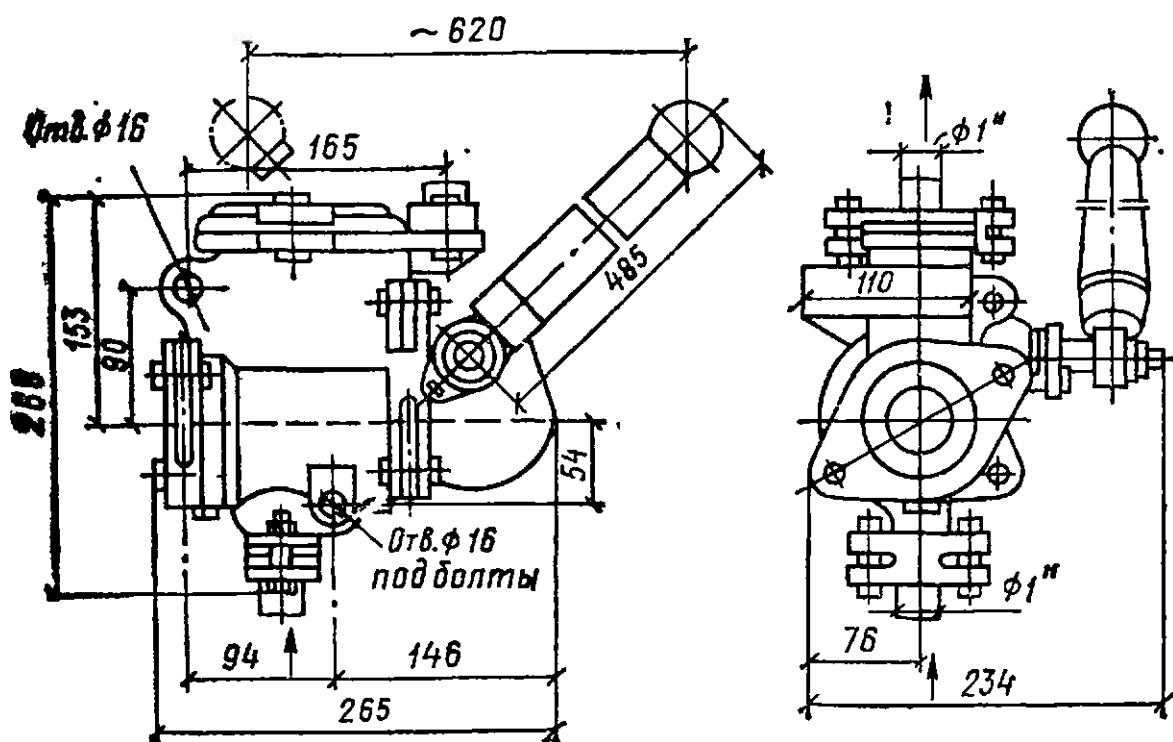


Техническая характеристика насоса ЦНИПС-20

| | |
|------------------------------------|--------------|
| Подача: | |
| м ³ /ч | ≤ 20,5 |
| л/с | ≤ 6,5 |
| Напор, м вод. ст. | 1,5—3,1 |
| Диаметр рабочего колеса, мм | 105 |
| Электродвигатель: | |
| тип | АОЛБ-31—4—Вз |
| мощность, кВт | 0,27 |
| частота вращения, об/мин | 1450 |
| напряжение, В | 220 |
| масса, кг | 13,5 |
| Масса агрегата, кг | 35 |

Примечание. Насос ЦНИПС-10 изготавливается по специальному заказу.

Насосы ручные поршневые типа БКФ (одноцилиндровые двойного действия с ручным приводом для перекачки пресной воды, бензина, керосина, нефти и масел температурой до 80—90° С и вязкостью не более 10° Э)



Техническая характеристика насоса БКФ-2

| | |
|---|-------|
| Диаметр цилиндра, мм | 75 |
| Ход поршня, мм | 70 |
| Число двойных ходов за 1 мин | 30—45 |
| Производительность (для воды) за двойной ход, л | 0,5 |
| Напор наибольший, м вод. ст. | 30 |
| Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18°С, м вод. ст. | 4,5 |
| Масса, кг | 19 |

Техническая характеристика насоса БКФ-4

| | |
|---|-------|
| Диаметр цилиндра, мм | 100 |
| Ход поршня, мм | 90 |
| Ход рукоятки, мм | 710 |
| Число двойных ходов за 1 мин | 30—45 |
| Производительность (для воды) за двойной ход, л | 1,3 |
| Напор наибольший, м вод. ст. | 30 |
| Высота всасывания наибольшая при температуре воды до 18°С, м вод. ст. | 4—5 |
| Масса, кг | 25 |

BOOKS.PROEKTANT.ORG

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ КОПИЙ КНИГ

для проектировщиков
и технических специалистов

Т а б л и ц а соотношений между некоторыми единицами физических величин, подлежащими изъятию, и единицами СИ

| Наименование величины | Единица | | | | Соотношение единиц |
|--|---|--|---------------------------------|-------------------------|---|
| | подлежащая изъятию | | СИ | | |
| | наименование | обозначение | наименование | обозначение | |
| Сила; нагрузка, вес | килограмм-сила тонна-сила грамм-сила | кгс тс гс | ньютон | Н | $1 \text{ кгс} \approx 9,8 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$ $1 \text{ тс} \approx 9,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 10 \text{ кН}$ $1 \text{ гс} \approx 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \approx 10 \text{ мН}$ |
| Линейная нагрузка | килограмм-сила на метр | кгс/м | ньютон на метр | Н/м | $1 \text{ кгс/м} \approx 10 \text{ Н/м}$ |
| Поверхностная нагрузка | килограмм-сила на квадратный метр | кгс/м ² | ньютон на квадратный метр | Н/м ² | $1 \text{ кгс/м}^2 \approx 10 \text{ Н/м}^2$ |
| Давление | килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба | кгс/см ² мм вод. ст. мм рт. ст. | паскаль | Па | $1 \text{ кгс/см}^2 \approx 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па} \approx 0,1 \text{ МПа}$ $1 \text{ мм вод. ст.} \approx 9,8 \text{ Па} \approx 10 \text{ Па}$ $1 \text{ мм рт. ст.} \approx 133,3 \text{ Па}$ |
| Механическое напряжение Модуль продольной упругости; модуль сдвига; модуль объемного сжатия | килограмм-сила на квадратный миллиметр килограмм-сила на квадратный сантиметр | кгс/мм ² кгс/см ² | паскаль | Па | $1 \text{ кгс/мм}^2 \approx 9,8 \cdot 10^6 \text{ Па} \approx 10^7 \text{ Па} \approx 10 \text{ МПа}$ $1 \text{ кгс/см}^2 \approx 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па} \approx 10^5 \text{ Па} \approx 0,1 \text{ МПа}$ |
| Момент силы; момент пары сил | килограмм-сила-метр | кгс · м | ньютон-метр | Н · м | $1 \text{ кгс} \cdot \text{м} \approx 9,8 \text{ Н} \cdot \text{м} \approx 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$ |
| Работа (энергия) | килограмм-сила-метр | кгс · м | джоуль | Дж | $1 \text{ кгс} \cdot \text{м} \approx 9,8 \text{ Дж} \approx 10 \text{ Дж}$ |
| Количество теплоты | калория килокалория | кал ккал | джоуль | Дж | $1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$ $1 \text{ ккал} \approx 4,2 \text{ кДж}$ |
| Мощность | килограмм-сила-метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час | кгс · м/с л. с. ккал/с ккал/ч | ватт | Вт | $1 \text{ кгс} \cdot \text{м/с} \approx 9,8 \text{ Вт} \approx 10 \text{ Вт}$ $1 \text{ л. с.} \approx 735,5 \text{ Вт}$ $1 \text{ кал/с} \approx 4,2 \text{ Вт}$ $1 \text{ ккал/ч} \approx 1,16 \text{ Вт}$ |
| Удельная теплоемкость | калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия | кал/(г · °С) ккал/(кг · °С) | джоуль на килограмм-кельвин | Дж/(кг · К) | $1 \text{ кал/(г} \cdot \text{°С)} \approx 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} \approx 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ $1 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°С)} \approx 4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| Теплопроводность | калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на метр-градус Цельсия | кал/(с · см · °С) ккал/(ч · м · °С) | ватт на метр-кельвин | Вт/(м · К) | $1 \text{ кал/(с} \cdot \text{см} \cdot \text{°С)} \approx 420 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ $1 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м} \cdot \text{°С)} \approx 1,16 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ |
| Коэффициент теплообмена (теплоотдачи); коэффициент теплопередачи | калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия | кал/(с · см ² · °С) ккал/(ч · м ² · °С) | ватт на квадратный метр-кельвин | Вт/(м ² · К) | $1 \text{ кал/(с} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{°С)} \approx 42 \text{ кВт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ $1 \text{ ккал/(ч} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{°С)} \approx 1,16 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ |