ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ
И АРХИТЕКТУРЕ ПРИ ГОССТРОЕ СССР

УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ РАДИАТОРНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С НИЖНЕЙ РАЗВОДКОЙ МАГИСТРАЛЕЙ

СН 419-70

gost.e-ecolog.ru

Москва — 1972

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ГРАЖДАНСКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ
И АРХИТЕКТУРЕ ПРИ ГОССТРОЕ СССР

УКАЗАНИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ РАДИАТОРНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С НИЖНЕЙ РАЗВОДКОЙ МАГИСТРАЛЕЙ

СН 419-70

Утверждены
Государственным комитетом по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР
30 декабря 1970 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва — 1972

УДК 697 431 (083 96)

Настоящие Указания разработаны взамен «Указаний по расчету вертикальных однотрубных систем водяного отопления с нижней разводкой трубопроводов горячей и обратной воды» (СН 228 62) Всесоюзным научно-исследовательским институтом гидромеханизации, санитарно-технических и специальных строительных работ (ВНИИГС) Минмонтажспецстроя СССР и в развитие главы СНиП II-Г 1-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха Нормы проектирования»

В Указаниях приведены общие положения, расчетные материалы и требования по проектированию однотрубных вертикальных систем радиаторного отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов

Указания содержат рекомендации по конструктивным узлам этих систем, их гидравлическим характеристикам, новые данные по теплоотдаче радиаторов

Редакторы — канд. техн наук И. Л Ганес (ВНИИГС) и инж. Б А Локшин (ЦНИИЭП инженерного оборудования)

План IV кв 1971 г , № 24

Государственный комитет по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР	Строительные нормы Указания по проектированию и расчету радиаторных однотрубных систем водяного отопления с нижней разводкой магистралей	СН 419-70 Взамен СН 228-62

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие Указания распространяются на проектирование систем водяного отопления с нижней разводкой магистралей в жилых, общественных и производственных зданиях и сооружениях высотой от 2 до 12 этажей.

Указания могут использоваться также при расчете трубопроводов и определении поверхности нагрева радиаторов для других конструктивных схем систем водяного отопления.

1.2. Вертикальные однотрубные системы с нижней разводкой магистралей следует применять в первую очередь в бесчердачных зданиях с совмещенными кровлями. В зданиях с чердаками эти системы могут устраиваться при возможности их конструктивного осуществления.

Примечание. Верхний предел этажности зданий, в которых возможно устройство систем отопления по п 1.1 в одну зону, определяется условиями механической прочности нагревательных приборов под воздействием гидростатического давления

1.3. Вертикальные однотрубные системы водяного отопления с нижней разводкой магистралей следует применять, как правило, в проточно-регулируемом варианте с обходными участками, устанавливая для регулирования теплоотдачи нагревательных приборов трехходовые краны.

Внесены	Утверждены	Срок введения
Министерством монтажных и специальных строительных работ СССР	Государственным комитетом по гражданскому строительству и архитектуре при Госстрое СССР	1 марта 1972 г

1.4. При отсутствии трехходовых кранов допускается применять системы с замыкающими участками, смещенными в вертикальных радиаторных узлах, и осевыми — в горизонтальных В этих случаях регулирование теплоотдачи нагревательных приборов производится кранами двойной регулировки или пробковыми по ГОСТ 10944—64 и ГОСТ 6223—67*

Примечание Типовые проекты однотрубных радиаторных систем отопления с нижней разводкой магистралей должны разрабатываться в двух вариантах — проточно-регулируемом и с замыкающими участками

1.5. Однотрубные радиаторные системы отопления с нижней разводкой магистралей могут присоединяться к тепловым сетям от ТЭЦ, районных, центральных и местных отопительных котельных и работать по обычным температурным графикам регулирования

1.6. Максимальная температура теплоносителя на входе в стояки не должна превышать 105°С.

1.7. Общие вопросы проектирования систем водяного отопления, а также противопожарные требования, не нашедшие отражения в настоящих Указаниях, решаются в соответствии с действующими нормативными документами и техническими условиями

2. СХЕМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Рекомендуемые схемы однотрубных стояков при нижней разводке трубопроводов горячей и обратной воды для проточно-регулируемых систем указаны на рис. 1 и для систем с замыкающими участками — на рис. 2. Стояки по схемам *А, В, Г, Д, З, К, Л, М* имеют подъемные, опускные и горизонтальные участки

Стояки по схемам *Б, Е, И, Н* состоят из транзитного подъемного (холостого) и нагруженного опускного участков

Для компенсации теплового удлинения транзитного стояка на нем следует предусматривать компенсаторы.

Вертикальные участки стояка прокладываются на расстоянии 150±50 *мм* от откосов оконных проемов Горизонтальные участки, как правило, прокладываются в полу на сварке. Допускается прокладка горизонтального участка над полом

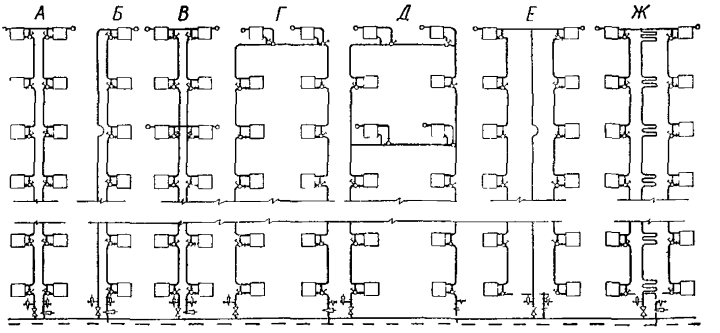


Рис 1. Однотрубные проточно регулируемые стояки в системах отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов

Нагревательный прибор

Трехходовой кран

Кран воздушный

Регистр из труб

Вентиль

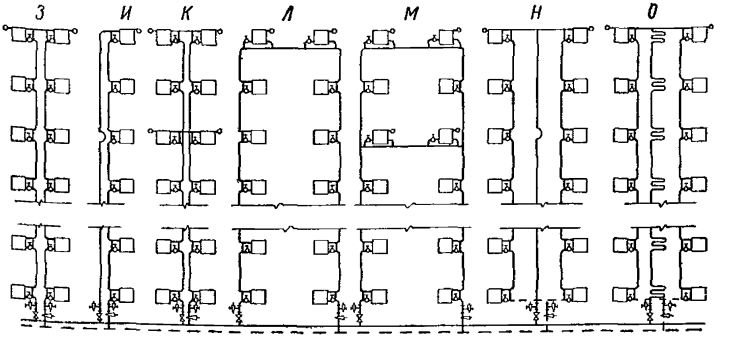
Кран пробковый

Тройник с пробкой

Компенсатор

Трубопровод горячей воды

Трубопровод обратной воды



Кран двойной регулировки

Рис 2 Однотрубные стояки со смещенными замыкающими участками в системах отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов

Условные обозначения те же, что и на рис 1 кроме крана двойной регулировки

Примечания: 1. Прокладка стояков должна предусматриваться, как правило, открытой. При соответствующем обосновании допускается также скрытая прокладка в штробах или с замоноличиванием в бетонные (железобетонные) стены и перегородки. В последнем случае конструкции радиаторных узлов должны быть соответственно изменены

2. Установку радиаторов в отапливаемых помещениях следует предусматривать, как правило, у наружных стен. Установка у внутренних перегородок допускается только при невозможности размещения у наружной стены необходимой поверхности нагрева.

2.2. Стояки по схемам *З — О* применяются при отсутствии трехходовых кранов. Стояки по схемам *А, Б, В, З, И, К* применяются при возможности сближенной прокладки подъемного и опускного участков и, как правило, рекомендуются для проектирования.

Стояки по схемам *Г, Д, Л, М* следует применять как исключение только при невозможности сближенной прокладки подъемного и опускного участков. В этом случае при наличии балконных дверей надо учитывать возможность размещения под окнами требуемой поверхности нагрева. При установке горизонтальных узлов схем *Г* и *Д* в нишах высота их для труб с $d_у = 25$ *мм* должна быть не менее 800 *мм*.

Стояки с транзитным подъемным участком (схемы *Б* и *И*) используются при больших тепловых нагрузках, а также по конструктивным условиям разбивки стояков в помещениях. Стояки по схемам *В, Д, К, М* с промежуточными параллельными перемычками могут применяться при больших тепловых нагрузках для снижения гидравлического сопротивления стояков с уменьшением их диаметров, а также использованием стандартных типоразмеров радиаторных узлов.

2.3. На каждом этаже к подъемному и опускному участкам стояка присоединяется по одному нагревательному прибору (кроме схем *Б, Е, И, Н* с транзитным подъемным участком) или два прибора на сцепке.

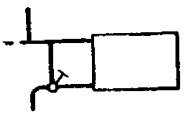
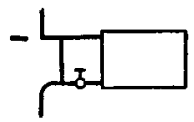
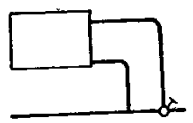
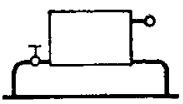
Длина подводки к нагревательным приборам, смещенным от оси окна, принимается в зависимости от конструкции и типоразмера радиаторного узла.

Примечание. Когда нагревательные приборы устанавливаются на сцепке, диаметр ее при односторонней подводке к прибору принимается по диаметру ниппельных отверстий радиаторов.

2.4. Выбор схемы радиаторного узла производится по табл. 1 в зависимости от архитектурно-строительных условий с учетом п. 2.1.

Таблица 1

Схемы радиаторных узлов

Тип узла	Наименование узла	Эскиз узла	Условные диаметры труб в *мм*			Диаметр регулирующего крана в *мм*
			стояк	обходной или замыкающий участок	подводка	
I	Вертикальный со смещенным обходным участком и трехходовым краном		15 20 25* 25	15 20 20 25	15 20 25/20 25	15 20 20 25
II	Вертикальный со смещенным замыкающим участком и краном двойной регулировки		15 20 25	15 15 20	15 20 25	15 20 25
III	Горизонтальный с осевым обходным участком и трехходовым краном		15 20 25* 25	15 20 20 25	15 20 25/20 25	15 20 20 25
IV	Горизонтальный с осевым замыкающим участком и краном двойной регулировки		15 20 25	15 20 25	15 20 20	15 20 20

Примечания 1. В узлах I и II типа пунктирными линиями показано присоединение нагревательных приборов верхнего этажа при односторонней прокладке подъемного и опускного участков стояка.

2. Узлы I* и III* типа с диаметром стояка 25 *мм*, подводок 25 и 20 *мм* и трехходовым краном Ø 20 *мм* применяются при отсутствии трехходовых кранов Ø 25 *мм*.

3. В узлах II и IV типа наряду с кранами двойной регулировки допускается установка пробковых кранов.

Диаметры труб стояка и подводки принимаются согласно данным табл. 1 в зависимости от тепловой нагрузки, располагаемого давления и условий увязки гидравлического сопротивления сети.

2.5 Для унификации монтажной заготовки и сборки элементов и узлов систем отопления стояки и подводки к нагревательным приборам следует проектировать стандартными.

Применение разных диаметров допускается только в целях увязки потерь давления в сети.

2.6. Для выключения стояков и спуска из них воды на подъемном и опускном участках в местах присоединения стояков к разводящим и сборным трубопроводам устанавливают пробковые краны и тройники с пробками. При расчетной температуре горячей воды в стояках 100°С и более на подъемных участках их вместо пробковых кранов устанавливают вентили, а вместо тройников с пробками — спускные краны. В зданиях с числом этажей 8 и более установка спускных кранов на подъемных и опускных участках (вместо тройников с пробками) является обязательной вне зависимости от температуры теплоносителя.

2.7. Для улучшения условий эксплуатационной регулировки нагревательных приборов регулирующие краны рекомендуется устанавливать на нижней подводке. Обязательным требованием к монтажу радиаторного узла является возможность замены радиаторного крана без разборки междуэтажных участков стояка.

2.8. Для удаления воздуха из системы отопления в верхних пробках нагревательных приборов верхних этажей и нагревательных приборов, устанавливаемых на промежуточных параллельных перемычках, предусматриваются воздушные краны.

В целях обеспечения бесперебойной циркуляции теплоносителя в подводках к нагревательным приборам рекомендуется поддерживать в них скорость воды не менее 0,2 *м/сек*.

2.9. Отопление лестничных клеток рекомендуется осуществлять рециркуляционными воздухонагревателями из конвекторов, ребристых труб или секций калориферов.

При подключении систем отопления к тепловым сетям с перегретой водой лестничные воздухонагреватели

следует, как правило, предвключать основной системе отопления.

Примечание. При безэлеваторном присоединении и расчетных температурах сетевой воды 95°С и ниже, а также в случае конструктивной нецелесообразности осуществления предвключенной схемы отопления лестничных клеток, отопление должно осуществляться с помощью отдельных стояков, присоединяемых к общей разводке магистральных трубопроводов системы отопления. В этом случае в качестве нагревательных приборов могут использоваться как рециркуляционные воздухонагреватели, так и обычные радиаторы, установка которых производится на опускном участке стояка по проточной схеме (без регулировочных кранов)

2.10. По конструктивным условиям допускается устройство однотрубных Т-образных стояков, состоящих из одного подъемного и двух опускных участков (схемы *Е, Ж, Н, О*), например при близком взаиморасположении кухни, ванной и жилой комнаты.

2.11. В целях уменьшения поверхности нагревательных приборов подъемные участки стояков следует, как правило, прокладывать по помещениям с меньшими тепловыми нагрузками.

2.12. Конструктивные решения стояков и обвязок радиаторных узлов (см. приложения 20—23) разрабатываются с учетом «Нормалей элементов радиаторных однотрубных систем отопления», одобренных Госгражданстроем и утвержденных Минмонтажспецстроем СССР.

3. РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления может производиться с постоянными или переменными перепадами температур теплоносителя в стояках. В последнем случае перепады температур в отдельных стояках не должны отличаться от расчетного перепада температур теплоносителя в системе более чем на ±15%.

3.2. Схему разводки магистральных трубопроводов следует предусматривать, как правило, тупиковую. Применение попутной схемы допускается только в случае невозможности увязки потерь давления между циркуляционными кольцами обычными средствами.

Во всех остальных случаях применение попутных схем должно быть технико-экономически обосновано.

3.3 Потери давления в циркуляционных кольцах системы отопления, рассчитанной с постоянными перепада-

ми температур, не должны различаться более чем на 15% при тупиковой схеме разводки магистралей и на 5% — при попутной.

Примечание. Для увязки потерь давления в циркуляционных кольцах следует в первую очередь корректировать диаметры «хвостовых» участков стояков — от магистральных трубопроводов до нижних подводок к нагревательным приборам первого этажа. Допускается также проектировать составные стояки, причем разные диаметры должны предусматриваться, как правило, на подъемном и опускном участках.

3.4. В целях повышения гидравлической устойчивости и устранения горизонтальной разрегулировки потери давления в стояках должны составлять не менее 80% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в тех участках, которые являются общими для группы стояков или ветвей.

3.5. Однотрубные системы отопления с нижней разводкой магистральных трубопроводов следует проектировать с механическим побуждением.

При определении требуемой величины располагаемого давления побудителя необходимо учитывать естественное давление от остывания воды в стояках в размере 40% его расчетной величины по формуле

$$H_e = 0{,}4\,\beta\,\frac{\Sigma q h}{G_{ст}}\ кг/м^2, \qquad (1)$$

где β — среднее приращение объемного веса воды при охлаждении ее на 1°, равное для обычно принимаемых расчетных параметров 95—70 и 105—70°С в среднем 0,65 *кг/м³·°С*;

Σqh — сумма произведений тепловых нагрузок этажестояков в *ккал/ч* на высоту их установки над обратным трубопроводом в *м*;

$G_{ст}$ — расход теплоносителя через стояк в *кг/ч*.

При гидравлической увязке смежных стояков естественное давление следует

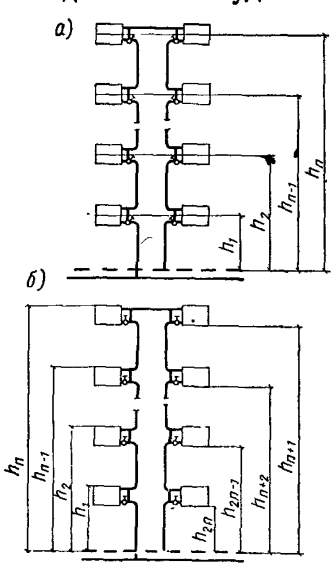


Рис. 3. Определение естественного давления в П-образных стояках однотрубных систем
а — проточно-регулируемый стояк;
б — стояк со смещенными участками

учитывать (в размере 40% расчетной величины) только в тех случаях, когда разница в их высотах составляет свыше 30%.

Схемы для определения естественного давления в стояках с проточно-регулируемыми узлами и с замыкающими участками приведены на рис. 3.

Примечания: 1. Приближенное значение H_e в системе отопления может быть определено по упрощенной формуле

$$H_e = 0{,}13\, n_{эт}\, h_{эт}\, \Delta t_{сист}\ кг/м^2, \qquad (2)$$

где $n_{эт}$ — число этажей в здании;

$h_{эт}$ — высота этажа в *м;*

$\Delta t_{сист}$ — расчетный перепад температур теплоносителя в проектируемой системе отопления в °С.

2. При устройстве стояков по схемам *В, Д, К* и *М* — с промежуточными параллельными перемычками и размещении последних на высоте не менее $^2/_3$ высоты стояка — гидравлическая увязка внутренних циркуляционных колец в стояках может производиться без учета естественного давления. При размещении перемычек ниже $^2/_3$ высоты стояка оно должно учитываться в размере 40% расчетной величины.

3.6. Фактическая расчетная теплопроизводительность системы отопления $Q^{факт}_{сист}$ находится по формуле

$$Q^{факт}_{сист} = Q^{зд}_{т.п} + Q'_{доп} + Q''_{доп}\ ккал/ч, \qquad (3)$$

где $Q^{зд}_{т.п}$ — расчетные теплопотери отапливаемого здания в *ккал/ч;*

$Q'_{доп}$ — дополнительные потери тепла, связанные с остыванием теплоносителя в подающих и обратных магистральных трубопроводах, проходящих в неотапливаемых объемах, в *ккал/ч;*

$Q''_{доп}$ — дополнительные потери тепла, связанные с размещением поверхностей нагрева у наружных ограждений, в *ккал/ч.*

Суммарная величина дополнительных потерь тепла не должна превышать 15% расчетных теплопотерь.

Примечания: 1. Изоляция подающих и обратных магистральных трубопроводов, прокладываемых в неотапливаемых объемах, обязательна. Коэффициент эффективности этой изоляции должен быть не меньше 0,75.

2. При определении требуемой мощности источников тепла и расхода топлива следует учитывать не расчетные теплопотери, а фактическую теплопроизводительность систем отопления (см. п. 3.6). Последняя наряду с расчетными теплопотерями должна отдельно указываться в проектах.

3.7. Расход теплоносителя в целом на систему отопления $G_{сист}$ определяется по формуле

$$G_{сист} = \frac{Q^{зд}_{т.п}}{c\,(t'_г - t'_о)} \text{ кг/ч}, \quad (4)$$

где $t'_г$ и $t'_о$ — расчетные температуры горячей и обратной воды в системе отопления (например, 95 и 70) в °С;

c — теплоемкость воды, равная 1 *ккал/кг* °С и из последующих формул исключаемая.

3.8. Расход воды на систему отопления из внешней тепловой сети $G_{сет}$ вычисляется по формуле

$$G_{сет} = \frac{Q^{факт}_{сист}}{T - t^{факт}_о} \text{ кг/ч}, \quad (5)$$

где T — расчетная температура в подающей линии внешней тепловой сети в °С;

$t^{факт}_о$ — фактическая температура обратной воды с учетом дополнительных потерь тепла, определяемая по формуле

$$t^{факт}_о = t'_о - \frac{Q'_{доп} + Q''_{доп}}{G_{сист}}. \quad (6)$$

Величины $Q'_{доп}$ и $Q''_{доп}$ определяются расчетом. Если исходных данных для такого расчета недостаточно, их рекомендуется принимать в следующем размере: $Q'_{доп} = 0{,}05—0{,}1\ Q^{зд}_{т.п}$ и $Q''_{доп} = 0{,}05 Q^{зд}_{т.п}$.

3.9. Величину располагаемого давления побудителя в системе отопления $H_{поб}$ следует принимать в соответствии с требованиями СНиП II-Г.7-62 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования». В случае элеваторного присоединения величина $H_{поб}$ определяется в зависимости от располагаемого давления на вводе $H_в$ и коэффициента смешения u по графику приложения 1.

Примечание. При типовом проектировании значение $H_в$ должно приниматься равным 10—12 *м вод. ст.*

3.10. Коэффициент смешения u вычисляется по формуле

$$u = \frac{T_{факт} - t'_г}{t'_г - t^{факт}_о}, \quad (7)$$

где $T_{факт}$ — фактическая температура горячей воды на входе в отопительную систему с учетом предвключенной нагрузки (например, лестничных воздухонагревателей) в °С.

Для компенсации потерь давления в элементах теплового узла и неучтенных потерь давления в самой системе отопления подбор элеваторов или насосов следует производить с запасом по коэффициенту смешения в размере 10%.

Пример определения $t_0^{факт}$, u и $H_{поб}$, а также ориентировочные значения $H_{поб}$ для различных расчетных параметров теплоносителя приведены в приложении 2.

3.11. Максимально допустимые скорости воды в трубопроводах систем отопления должны приниматься исходя из условий бесшумной работы. Эти скорости и отвечающие им расходы теплоносителя для различных диаметров труб приведены в табл. 2.

Таблица 2

Максимально допустимые скорости и расходы теплоносителя для различных диаметров труб

Условный диаметр труб в *мм*	Максимально допустимая скорость в *м/сек*	Максимально допустимый расход теплоносителя в *кг/ч*
10	0,3	130
15	0,5	350
20	0,65	810
25	0,8	1 600
32	1	3 500
40	1,5	6 970
50	1,5	11 700
70	1,5	20 100
80	1,5	27 600
100	1,5	41 400
125	1,5	64 500
150	1,5	91 500

3.12. При гидравлическом расчете трубопроводов потери давления на трение и местные сопротивления H следует определять по формуле

$$H = S G^2 \ кг/м^2, \qquad (8)$$

где G — расход теплоносителя в рассчитываемом участке трубопровода в *кг/ч;*

$S = A\xi' \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$ — характеристика сопротивления участ-

ка трубопровода, равная потере давления в нем при расходе в 1 *кг/ч;*

A — удельное скоростное давление в трубопроводе, возникающее при прохождении 1 *кг/ч* теплоносителя в *кг/м²/(кг/ч)²*;

$\zeta' = \frac{\lambda}{d_{вн}} l + \Sigma\zeta$ — приведенный коэффициент местного сопротивления рассчитываемого участка трубопровода (где λ — коэффициент трения, определяющий в долях скоростного давления линейные потери на длине трубопровода, равной его внутреннему диаметру; $d_{вн}$ — внутренний диаметр трубопровода в *м*; l — длина рассчитываемого участка трубопровода в *м*; $\Sigma\zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке).

Примечания 1. Величины $\frac{\lambda}{d_{вн}}$ и A для труб разных диаметров приведены в приложении 3. В приложении 4 даны значения коэффициентов местного сопротивления для ряда конструктивных элементов систем отопления.

2. Значения S радиаторных узлов (с радиаторами высотой 300—500 *мм*) и участков стояков приведены в приложении 5 — для проточно-регулируемых систем и в приложении 6 — для систем с замыкающими участками.

3.13. Перед детальным гидравлическим расчетом производится предварительный подбор диаметров стояков, подводок и замыкающих участков в зависимости от расхода воды в стояках, ориентировочной величины действующего в них циркуляционного давления и числа этажей в здании. Такой подбор может быть осуществлен по графикам приложения 7 — для проточно-регулируемых систем и приложения 8 — для систем с замыкающими участками.

3.14. Для восстановления циркуляции после отключения нагревательных приборов на подъемных ветвях стояков с замыкающими участками расход теплоносителя в этих подъемных ветвях должен быть не меньше минимального ($G_{мин}$), определяемого по формуле

$$G_{мин} = 0{,}0125\, d^2_{з.у.вн} \sqrt{\frac{h_{пр}(\gamma_х - \gamma_г)\gamma_г}{\zeta'_{откл}}}\ кг/ч, \qquad (9)$$

где $d_{з\,у\,вн}$ — внутренний диаметр замыкающего участка в *мм;*

$h_{пр}$ — высота нагревательного прибора по ниппелям в *м;*

$\gamma_х$ и $\gamma_г$ — объемные веса соответственно остывшей воды в нагревательном приборе и горячей в стояке в *кг/м*^{3};

Таблица 3

Значения $\zeta_{откл}$ для вертикальных радиаторных узлов со смещенными замыкающими участками

Условные диаметры труб узла в *мм*			$\zeta'_{откл}$
стояк $d_{ст}$	замыкающий участок $d_{з.у}$	подводка $d_{подв}$	
15	15	15	4
20	15	20	7
25	20	25	5

Примечание. См. примечания к табл 4.

Таблица 4

Минимальные расходы воды $G_{мин}$ и требуемые тепловые нагрузки стояков

Условный диаметр труб в *мм*			Температурный график в °С	Минимальный расход теплоносителя в *кг/ч*	Требуемая тепловая нагрузка стояка в *ккал/ч*
стояка	замыкающего участка	подводки			
15	15	15	95—70	200	5 000
			100—70	210	6 300
			105—70	220	7 700
20	15	20	95—70	150	3 750
			100—70	160	4 800
			105—70	170	5 950
25	20	25	95—70	330	8 250
			100—70	340	10 200
			105—70	360	12 600

Примечания: 1. При составлении табл. 3 и 4 приняты высота нагревательного прибора $h_{пр}$ =0,5 *м* и температура остывшей в нем воды 25°С (с учетом остаточной циркуляции).

2 Определение $G_{мин}$ для стояков с промежуточными параллельными перемычками должно производиться раздельно — для подъемных участков до и после перемычки. В первом случае величина $\gamma_г$ вычисляется исходя из расчетной температуры теплоносителя на входе в стояк, во втором — по расчетной температуре теплоносителя на входе в соответствующий нагревательный прибор (первый после перемычки).

$\zeta'_{откл}$ — приведенный коэффициент местного сопротивления замыкающего участка радиаторного узла при отключении нагревательного прибора.

Значения $\zeta'_{откл}$ при различных сочетаниях диаметров в радиаторных узлах приведены в табл. 3.

Значения $G_{мин}$, вычисленные по формуле (9) при различных расчетных температурах горячей воды и конструкциях радиаторных узлов, и отвечающие этим расходам тепловые нагрузки стояков представлены в табл. 4.

4. РАСЧЕТ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

4.1. Требуемая суммарная поверхность натревательных приборов $F_{треб}$ определяется по формуле

$$F_{треб} = \frac{Q^{пом}_{т.п}}{q_э} \beta_1 \ экм, \qquad (10)$$

где $Q^{пом}_{т.п}$ — расчетные теплопотери помещения, компенсируемые данным этажестояком (нагревательным прибором и трубопроводами), в *ккал/ч*;

$q_э$ — теплоотдача 1 *экм* в *ккал/ч·экм*;

β_1 — коэффициент, учитывающий остывание воды в стояке до входа в рассчитываемый этажестояк, принимается по приложению 9.

4.2. Теплоотдача 1 *экм* чугунных радиаторов в зависимости от схемы присоединения и относительного расхода воды через прибор определяется по следующим формулам:

а) при питании приборов по схеме «сверху—вниз»

$$\bar{G} < 7;$$

$$q_э = 1{,}66\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}36} \Delta t_{пр}^{-0{,}031} \ ккал/ч \cdot экм; \qquad (11)$$

$$\bar{G} \geqslant 7; \quad q_э = 1{,}89\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}32} \ ккал/ч \cdot экм; \qquad (12)$$

б) при питании приборов по схеме «снизу—вниз»

$$\bar{G} < 7;$$

$$q_э = 2{,}84\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}25} \Delta t_{пр}^{-0{,}087} \ ккал/ч \cdot экм; \qquad (13)$$

$$\bar{G} \geqslant 7; \quad q_э = 3{,}85\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}15} \ ккал/ч \cdot экм; \qquad (14)$$

в) при питании приборов по схеме «снизу—вверх»

$$\bar{G} < 7;$$

$$q_э = 1{,}7\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}33} \Delta t_{пр}^{-0{,}075} \text{ ккал/ч·экм}; \quad (15)$$

$$\bar{G} \geqslant 7; \quad q_э = 2{,}27\left[(t_г - t_в) - \frac{\Delta t_{пр}}{2}\right]^{1{,}24} \text{ ккал/ч·экм}. \quad (16)$$

В формулах (11)—(16) приняты следующие обозначения:

$t_г$ — температура теплоносителя на входе в нагревательный прибор в °С;

$t_в$ — температура воздуха в отапливаемом помещении в °С;

$\Delta t_{пр} = t_г - t_о$ — перепад температур теплоносителя в нагревательном приборе в °С;

$t_о$ — температура теплоносителя на выходе из нагревательного прибора в °С;

$\bar{G}$ — относительный расход теплоносителя через нагревательный прибор.

Величина $\bar{G}$ определяется по формуле

$$\bar{G} = \frac{q_э}{17{,}4\Delta t_{пр}}. \quad (17)$$

Примечание. Теплоотдача радиаторов $q_э$ в зависимости от разности $t_г - t_в$, перепада температур $\Delta t_{пр}$ и схемы присоединения приведена в приложении 10.

4.3. Перепад температур теплоносителя при проточно-регулируемых радиаторных узлах подсчитывается следующим образом:

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{т\,п}^{пом}}{G_{пр}}, \quad (18)$$

где $G_{пр}$ — расход теплоносителя через нагревательный прибор в *кг/ч*.

При радиаторных узлах с замыкающими участками (высота радиатора по ниппелям 300—500 *мм*) величина $\Delta t_{пр}$ принимается по приложению 11 в зависимости от конструкции узла, тепловой нагрузки, расхода теплоносителя в стояке и схемы присоединения нагревательного прибора.

4.4. Температура теплоносителя $t_г$ на входе в любое помещение, обслуживаемое данным стояком, находится по формуле

$$t_г = t_{г.н} - \frac{\Sigma Q_{т.п}^{пом}}{G_{ст}}, \qquad (19)$$

где $t_{г.н}$ — начальная температура теплоносителя на входе в стояк в °С;

$\Sigma Q_{т.п}^{пом}$ — суммарная тепловая нагрузка помещений, расположенных по ходу теплоносителя до рассчитываемого этажестояка, в *ккал/ч*.

Примечания: 1. При определении величины $t_{г.н}$ необходимо учитывать остывание теплоносителя в подающем магистральном трубопроводе.

2 Теплоотдачу изолированных труб следует определять по приложению 12. При этом температура воздуха в подвалах (технических подпольях) должна приниматься равной +10°С.

3 При вычислении значения $\Sigma Q_{т.п}$ для стояков с транзитной подъемной частью (схемы *Б*, *Е*, *И*, *Н* на рис. 1 и 2) должно учитываться фактическое остывание воды в стояке, определяемое в соответствии с графиками приложения 13 по полной длине транзитных участков

4.5. Необходимая для установки в помещениях расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ определяется по формуле

$$F_{рад} = (F_{треб} - F_{тр})\,\beta_2 \;\; экм, \qquad (20)$$

где $F_{тр}$ — полезная теплоотдача открыто проложенных в помещении трубопроводов, принимаемая по данным приложения 14, в *экм;*

β_2 — коэффициент, учитывающий способ установки нагревательного прибора и принимаемый по приложению 15.

Примечание. Если нагревательный прибор установлен у стен открыто или в нише глубиной не более 130 *мм,* коэффициент $\beta_2 = 1$

4.6. Минимально допустимое при данной расчетной поверхности нагрева количество секций n находится по формуле

$$n = \frac{F_{рад} - z}{f_{секц}\,\beta_3}, \qquad (21)$$

где $f_{секц}$ — номинальная поверхность нагрева одной секции радиатора в *экм;*

$\beta_3 = 0{,}92 + \frac{0{,}16}{nf_{секц}}$ — коэффициент, учитывающий количество секций в нагревательном приборе;

$z = 0{,}05nf_{\text{секц}}\beta_3$ — допустимое уменьшение устанавливаемой поверхности нагрева против расчетной в *экм*.

Примечания: 1. При определении числа секций формулу (21) следует использовать в следующем преобразованном виде:

$$n = \frac{F_{\text{рад}} - 0{,}168}{0{,}966\, f_{\text{секц}}}. \qquad (22)$$

Если значение n, подсчитанное по формуле (22), не соответствует целому числу секций, то к установке должно приниматься ближайшее большее число

2. Подбор числа секций при различных типах радиаторов может производиться также по приложению 16. При использовании таблицы приложения 16 следует по расчетной поверхности прибора $F_{\text{рад}}$ всегда принимать ближайшее большее число элементов.

4.7. Полезная теплоотдача в помещения транзитных участков стояков учитывается в физических единицах (в *ккал/ч*) на всю высоту стояка в пределах этажа и определяется по данным приложения 13 с коэффициентом 0,95 в зависимости от наружного диаметра трубы $d_{\text{н}}$ и разности температур $t_{\text{тр}} - t_{\text{в}}$ ($t_{\text{тр}}$ — температура теплоносителя в °С на входе в трубопровод рассчитываемого этажа).

Примечания: 1. Расчет транзитного участка стояка производится последовательно по этажам, начиная с первого этажа по ходу теплоносителя.

2. Тепловая нагрузка соответствующих этажестояков должна уменьшаться на величину полезной теплоотдачи проходящих в этом помещении транзитных участков.

4.8. Полезную теплоотдачу и остывание теплоносителя в трубопроводах, прокладываемых в штробах или замоноличиваемых в бетонные (железобетонные) стены и перегородки, следует определять по нормативным и справочным материалам для систем панельного отопления (см. соответственно СН 398—69 «Указания по проектированию и осуществлению систем панельного отопления со стальными нагревательными элементами в наружных стенах крупнопанельных зданий»[1] и «Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Отопление, водопровод и канализация»[2], ч. I, издание 2-е).

4.9. Заглавный лист проекта системы отопления должен содержать сводные и технико-экономические харак-

[1] ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре. М., 1970

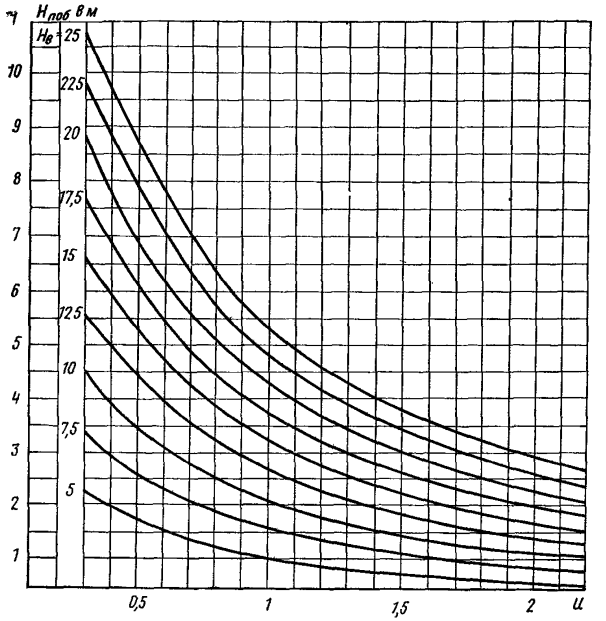
[2] Стройиздат. М., 1967.

теристики запроектированной системы. Формы для этих показателей приведены соответственно в приложениях 17 и 18.

Примеры тепловых и гидравлических расчетов П-образных стояков однотрубных систем отопления даны в приложении 19.

Приложение 1

ГРАФИК ДЛЯ ВЫБОРА РАСПОЛАГАЕМОГО ДАВЛЕНИЯ ПОБУДИТЕЛЯ $H_{поб}$ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ ПРИ ЭЛЕВАТОРНОМ ПРИСОЕДИНЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛАГАЕМОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВВОДЕ $H_в$ И КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ u



Приложение 2

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАТНОЙ ВОДЫ, КОЭФФИЦИЕНТА СМЕШЕНИЯ И РАСПОЛАГАЕМОГО ДАВЛЕНИЯ ПОБУДИТЕЛЯ

Требуется определить $t_o^{факт}$, u и возможную величину $H_{поб}$ для однотрубной системы отопления с нижней разводкой магистралей в 5-этажном жилом доме с расчетными теплопотерями $Q_{т.п}^{зд} = 200\,000$ *ккал/ч* при элеваторном присоединении к внешним тепловым сетям с расчетной температурой в подающей линии 150°С. Расчет-

ные параметры теплоносителя в системе отопления 105—70°С, отопление лестничных клеток осуществляется воздухонагревателями, предвключенными к основной системе; теплопотери лестничных клеток составляют 10% суммарных теплопотерь здания.

1. По формуле (4) подсчитываем расход теплоносителя в системе отопления (с учетом использования для обогрева лестничных клеток горячей воды после элеватора)

$$G_{\text{сист}} = \frac{200\,000 - 0{,}1 \cdot 200\,000}{105 - 70} = 5150 \text{ кг/ч}.$$

2. Подсчитываем фактическую температуру в °С обратной воды по формуле (6), принимая величину дополнительных потерь тепла в следующих размерах: $Q'_{\text{доп}} = 0{,}075\ Q^{\text{зд}}_{\text{т п}}$ и $Q''_{\text{доп}} = 0{,}05\ Q^{\text{зд}}_{\text{т п}}$;

$$t_{\text{о}}^{\text{факт}} = 70 - \frac{0{,}075\ 200\,000 + 0{,}05\ 200\,000}{5150} \approx 65{,}1.$$

3. Подсчитываем расход сетевой воды в целом на здание по формуле (5)

$$G_{\text{сет}} = \frac{200\,000 + 25000}{150 - 65{,}1} = 2650 \text{ кг/ч}.$$

4. Подсчитываем фактическую температуру в °С горячей воды после элеватора с учетом предвключенной нагрузки лестничных воздухонагревателей

$$T_{\text{факт}} = 105 + \frac{20000}{5150} = 108{,}9.$$

5. Подсчитываем требуемый коэффициент смешения элеватора по формуле (7)

$$u = \frac{150 - 108{,}9}{108{,}9 - 65} = 0{,}94.$$

6 По графикам приложения 1 определяем располагаемое давление побудителя при $H_{\text{в}} = 12$ *м вод. ст.* Коэффициент смешения при этом принимается с 10-процентным запасом, т. е. $u = 0{,}94 \cdot 1{,}1 = 1{,}04$.

В этих условиях по приложению 1 находим $H_{\text{поб}} = 2{,}4$ *м вод. ст.* (2400 *кг/м²*).

С учетом действующего в системе отопления гравитационного давления, вычисляемого по формуле (2) при $h_{\text{эт}} = 2{,}7$ *м*, получаем возможную величину суммарных гидравлических потерь в системе

$$H_{\text{сист}} = 2400 + 0{,}13 \cdot 5 \cdot 2{,}7 \cdot 35 \approx 2660 \text{ кг/м}^2.$$

Приложение 3

УДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТНЫЕ ДАВЛЕНИЯ И ПРИВЕДЕННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРЕНИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

ГОСТ	Диаметр трубы в *мм*			$\frac{G}{V_т}$, $\frac{кг/ч}{м/сек}$	$A \cdot 10^4$, $\frac{кг/м^3}{(кг/ч)^2}$	Среднее значение $\frac{\lambda}{d_{вн}}$ в $1/м$
	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
8732—58	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 $v_т$ понимается скорость теплоносителя в рассчитываемом участке трубопровода в *м/сек*

Приложение 4

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Таблица 5

Коэффициенты местных сопротивлений проходных фасонных частей, арматуры и оборудования

Сопротивление	Условный диаметр в *мм*	ζ
В проточных воздухосборниках и расширительных сосудах	—	1,5
В радиаторах двухколонных при диаметре подводки	15	1,6
	20	1,2

Продолжение табл. 5

Сопротивление		Условный диаметр в *мм*	ζ
В кранах пробковых		15 20 и более	3,5 1,5
В вентилях с вертикальным шпинделем		15 20 25 и 32 40 50 и более	16 10 9 8 7
В вентилях прямоточных с косым шпинделем «Косва»		15, 20 и 25 32 и 40 50 и более	3 2,5 2
В кранах двойной регулировки с цилиндрической пробкой		15 20	4 2
В задвижках параллельных		—	0,5
В кранах трехходовых конструкции Сантехдеталь	при прямом проходе	15 20 25	2 1,5 2
	при проходе с поворотом	15 20 25	3 3 4,5
В кранах трехходовых конструкции Главмосстроя	при прямом проходе	15 20 и более	3,2 6,6
	при проходе с поворотом	15 20 и более	5,5 10,5
В отводах гнутых 90°		15 20 25 32 и более	1,5 1 0,5 0,3
В утках гнутых		15 20 25 и более	0,8 0,7 0,6
В скобах гнутых		20 25 32	1,5 0,8 0,6
В грязевиках		—	10

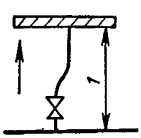
Таблица 6

Усредненные значения коэффициентов местных сопротивлений тройников при ответвлениях стояков от горячих и обратных магистральных трубопроводов

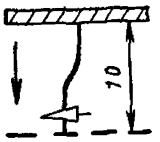
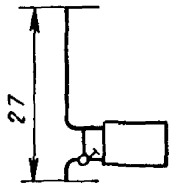
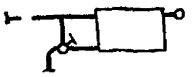
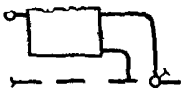
Сопротивление	Место присоединения	$G_{отв}/G_{сб}$					
		0,1	0,1—0,2	0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	>0,5
		$G_{пр}/G_{сб}$					
		0,9	0,9—0,8	0,8—0,7	0,7—0,6	0,6—0,5	<0,5
В ответвлении	Горячий трубопровод	5					
	Обратный трубопровод	0		1		1,5	
В проходе	Горячий трубопровод	0,2		0,3		0,5	
	Обратный трубопровод	0,5	0,7	1,2	1,5	3	

Приложение 5

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАДИАТОРНЫХ УЗЛОВ ПРОТОЧНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ

Узел	Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Характеристика сопротивления $S \cdot 10^4$, $\frac{кгс/м^2}{(кгс/ч)^2}$
		стояка	обходного участка	подводки	
Присоединения к горячей магистрали		15	—	—	$\frac{26,22}{12,84}$
		20	—	—	$\frac{5,69}{2,92}$
		25	—	—	$\frac{2}{1,06}$

Продолжение прилож. 5

Узел	Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Характеристика сопротивления
		стояка	обходного участка	подводки	$S\ 10^4$, $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$
Присоединение обратной магистрали		15			8,56
		20			1,62
		25			0,56
Этажестояка		15	15	15	13,38 / 15,84
		20	20	20	3,15 / 3,77
		25	20	25/20	1,51 / 1,89
		25	25	25	1,05 / 1,25
Верхнего этажа		15	15	15	5,03 / 7,49
		20	20	20	1,46 / 2,08
		25	20	25/20	1,09 / 1,41
		25	25	25	0,58 / 0,78
То же		15	15	15	11,03
		20	20	20	3,08
		25	20	25/20	2,52
		25	25	25	1,31
	Добавка на 1 м стояка				
		15	—	—	2,89
		20	—	—	0,59
		25	—	—	0,18

Примечания 1. Для узла присоединения к горячей магистрали значения S даны дробью в числителе — при установке вентиля, в знаменателе — при установке пробково о крана

2 Для вертикальных радиаторных узлов значения S даны дробью в числителе — при прямых подводках от стояка к прибору, в знаменателе — при подводках с утками

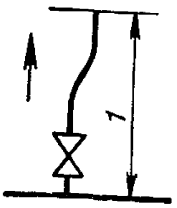
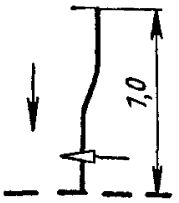
3 В эскизах пунктирными линиями показаны участки трубопроводов, сопротивление которых не включено в значение S.

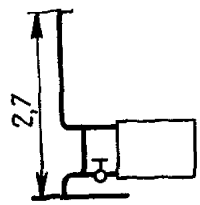
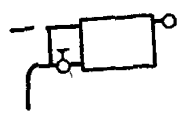
4 При длинах стояков, отличающихся от указанных в эскизах узлов, в значения S следует внести поправки в соответствии с данными о добавках на 1 *м* стояка

5 В радиаторных узлах коэффициенты местного сопротивления трехходовых кранов приняты применительно к конструкции треста Сантехдеталь При других значениях ζ кранов в значения S узлов должны быть внесены поправки

Приложение 6

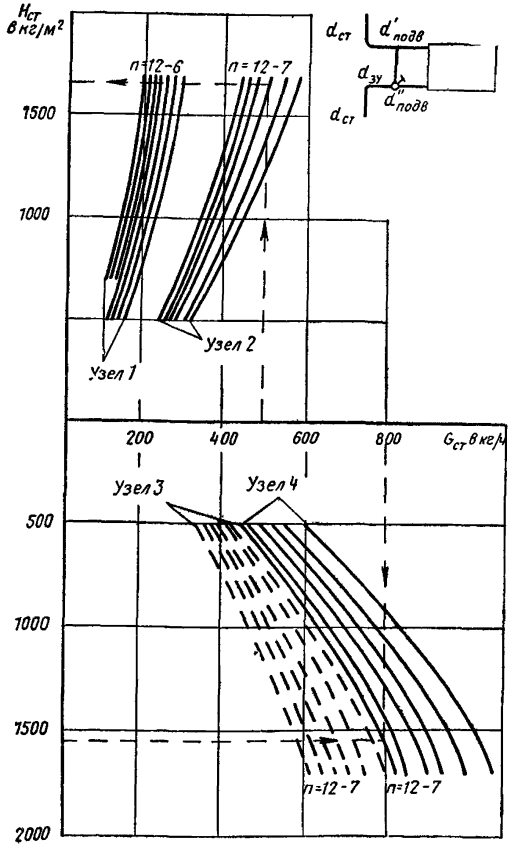
ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ РАДИАТОРНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ СО СМЕЩЕННЫМИ ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ

Узел	Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Характеристика сопротивления $S\,10^4$, $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$
		стояка	замыкающего участка	подводки	
Присоединения к горячей магистрали		15	—	—	$\frac{26,22}{12,84}$
		20	—	—	$\frac{5,69}{2,92}$
		25	—	—	$\frac{2}{1,06}$
То же, к обратной магистрали		15	—	—	8,56
		20	—	—	1,62
		25	—	—	0,56

Узел	Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Характеристика сопротивления $S \cdot 10^4$, $\frac{кг/м^3}{(кг/ч)^2}$
		стояка	замыкающего участка	подводки	
Этажестояка		15	15	15	10,38 / 12,63
		20	15	20	3,18 / 3,77
		25	20	25	0,95 / 1,14
Верхнего этажа		15	15	15	2,35 / 4,39
		20	15	20	1,53 / 2,05
		25	20	25	0,48 / 0,64
То же		15	15	15	2,78
		20	20	20	0,62
		25	25	20	0,19
Добавка на 1 м стояка					
		15	—	—	2,89
		20	—	—	0,59
		25	—	—	0,18

Примечание. См. примечания 1—4 к приложению 5

ГРАФИК ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В СТОЯКАХ ПРОТОЧНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ

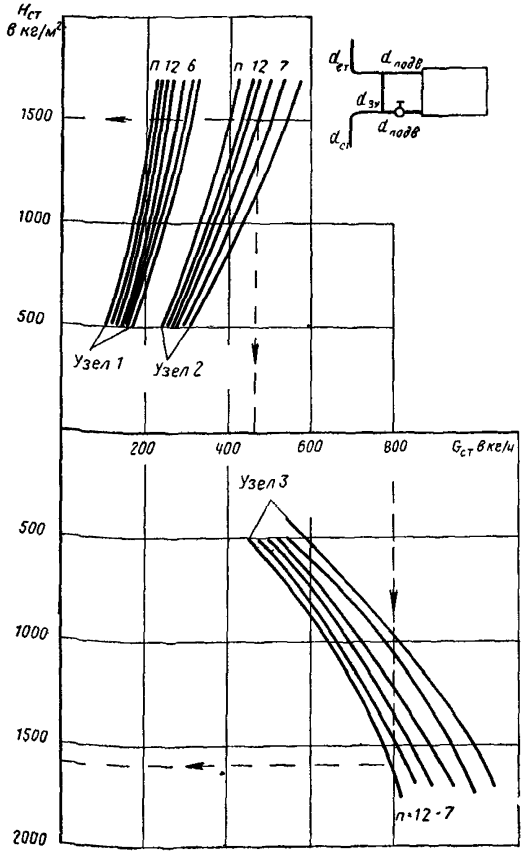


№ узла	$d_{ст}$	$d_{з.у}$	$d'_{подв}$	$d''_{подв}$	$d_{крана}$
1	15	15	15	15	15
2	20	20	20	20	20
3	25	20	25	20	20
4	25	25	25	25	25

Пример 1. Дано: $n=9$ этажей; $G_{ст}=500$ *кг/ч*; стояк проточно-регулируемый с радиаторными узлами 20×20×20 *мм*.
Решение: $H_{ст}=1670$ *кг/м²*.

Пример 2. Дано: $n=12$ этажей; $G_{ст}=800$ *кг/ч*; стояк проточно-регулируемый с радиаторными узлами 25×25×25 *мм*.
Решение: $H_{ст}=1550$ *кг/м²*.

ГРАФИК ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В СТОЯКАХ СО СМЕЩЕННЫМИ ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ



№ узла	$d_{ст}$	$d_{з.у}$	$d_{пода}$	$d_{крана}$
1	15	15	15	15
2	20	15	20	20
3	25	20	25	25

Пример 1. Дано: $n=9$ этажей; $G_{ст}=470$ *кг/ч*; стояк со смещенными замыкающими участками с радиаторным узлом 20×15×20 *мм*.
Решение: $H_{ст}=1500$ *кг/м²*.

Пример 2. Дано: $n=12$ этажей, $G_{ст}=800$ *кг/ч*, стояк со смещенными замыкающими участками с радиаторными узлами 20×20×25 *мм*.
Решение: $H_{ст}=1600$ *кг/м²*.

Приложение 9

КОЭФФИЦИЕНТ β_1 НА ОСТЫВАНИЕ ВОДЫ В СТОЯКАХ

Общее число последовательно соединенных приборов	Рассчитываемый прибор по ходу воды																					
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3	1,04																					
4	1,03	1,04																				
5	1,02	1,03	1,04																			
6	1,0	1,02	1,03	1,04																		
7	1,0	1,0	1,02	1,03	1,04																	
8	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,04																
9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,04															
10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,03	1,04														
11	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,04	1,04													
12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04												
13	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04											
14	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04										
15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04									
16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04								
17	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,04							
18	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04						
19	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04					
20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04				
21	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04			
22	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04		
23	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	
24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04

ТЕПЛООТДАЧА 1 *экм* РАДИАТОРОВ $q_э$

Таблица 7

А ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ СНИЗУ ВВЕРХ

$t_ж - t_г$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
30	35	45	46	48	50	55	151	142	135	129	124	119	115	111	107	103	100	97	93	90
31	36	46	47	49	51	56	157	149	141	135	130	125	121	116	113	109	105	102	99	95
32	37	47	48	50	52	57	164	155	147	141	136	131	126	122	118	115	111	107	104	101
33	38	48	49	51	53	58	170	162	154	147	142	137	132	128	124	120	117	113	110	106
34	39	49	50	52	54	59	177	169	161	154	148	143	138	134	130	126	122	119	115	112
35	40	50	51	53	55	60	183	176	167	160	154	149	144	140	136	132	128	124	121	117
36	41	51	52	54	56	61	190	183	174	167	161	156	151	146	142	138	134	130	126	123
37	42	52	53	55	57	62	196	190	181	173	167	162	157	152	148	144	140	136	132	128
38	43	53	54	56	58	63	203	197	187	180	174	168	163	158	154	150	146	142	138	134
39	44	54	55	57	59	64	210	204	194	187	180	175	169	165	160	156	152	148	144	140
40	45	55	56	58	60	65	217	211	201	194	187	181	176	171	166	162	158	154	150	146
41	46	56	57	59	61	66	223	218	208	200	194	188	182	177	173	168	164	160	156	152
42	47	57	58	60	62	67	230	226	215	207	200	194	189	184	179	174	170	166	162	158
43	48	58	59	61	63	68	237	233	222	214	207	201	195	190	185	181	176	172	168	164
44	49	59	60	62	64	69	244	240	230	221	214	208	202	197	192	187	182	178	174	170
45	50	60	61	63	65	70	251	248	237	228	221	214	209	203	198	194	189	184	180	176
46	51	61	62	64	66	71	258	255	244	235	228	221	215	210	205	200	195	191	186	182
47	52	62	63	65	67	72	265	262	251	242	235	228	222	217	211	206	202	197	193	189
48	53	63	64	66	68	73	272	269	259	250	242	235	229	223	218	213	208	204	199	195
49	54	64	65	67	69	74	279	276	266	257	249	242	236	230	225	220	215	210	206	201
50	55	65	66	68	70	75	287	283	274	264	256	249	243	237	231	226	221	217	212	208
51	56	66	67	69	71	76	294	290	281	272	263	256	250	244	238	233	228	223	219	214
52	57	67	68	70	72	77	301	297	289	279	271	263	257	251	245	240	235	230	225	221
53	58	68	69	71	73	78	308	305	297	286	278	271	264	258	252	247	241	237	232	227
54	59	69	70	72	74	79	316	312	304	294	285	278	271	265	259	253	248	243	238	234
55	60	70	71	73	75	80	323	319	312	302	293	285	278	272	266	260	255	250	245	240
56	61	71	72	74	76	81	330	327	320	309	300	292	285	279	273	267	262	257	252	247

Продолжение табл. 7

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С												
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
57	62	72	73	75	77	82	338	334	328	317	308	300	293	286	280	274	269	264	259	254
58	63	73	74	76	78	83	345	341	336	325	315	307	300	293	287	281	276	271	266	261
59	64	74	75	77	79	84	353	349	344	332	323	315	307	301	294	289	283	278	272	268
60	65	75	76	78	80	85	360	356	351	340	331	323	315	308	302	296	290	285	279	274
61	66	76	77	79	81	86	368	364	360	348	338	330	322	315	309	303	297	292	286	281
62	67	77	78	80	82	87	375	371	368	356	346	337	330	323	316	310	304	299	293	288
63	68	78	79	81	83	88	383	379	375	364	354	345	337	330	324	317	312	306	300	295
64	69	79	80	82	84	89	390	387	383	372	362	353	345	338	331	325	319	313	308	302
65	70	80	81	83	85	90	398	394	390	380	369	360	353	345	338	332	326	320	315	309
66	71	81	82	84	86	91	406	402	398	388	377	368	360	353	346	339	333	328	322	316
67	72	82	83	85	87	92	413	410	406	396	385	376	368	360	353	347	341	335	329	324
68	73	83	84	86	88	93	421	417	413	404	393	384	376	368	361	354	348	342	336	331
69	74	84	85	87	89	94	429	425	421	412	401	392	383	376	369	362	356	350	344	338
70	75	85	86	88	90	95	437	433	429	420	409	400	391	383	376	369	363	357	351	346
71	76	86	87	89	91	96	444	441	437	429	417	408	399	391	384	377	371	364	359	353
72	77	87	88	90	92	97	452	448	444	437	426	416	407	399	392	385	378	372	366	360
73	78	88	89	91	93	98	460	456	452	445	434	424	415	407	399	392	386	379	373	368
74	79	89	90	92	94	99	468	464	460	454	442	432	423	415	407	400	393	387	381	375
75	80	90	91	93	95	100	476	472	468	462	450	440	431	423	415	408	401	395	388	383
76	81	91	92	94	96	101	484	480	476	471	459	448	439	431	423	416	409	402	396	390
77	82	92	93	95	97	102	492	488	484	479	467	456	447	439	431	423	417	410	404	398
78	83	93	94	96	98	103	500	496	492	488	475	465	455	447	439	431	424	418	411	405
79	84	94	95	97	99	104	508	504	500	496	484	473	463	455	447	439	432	425	419	413
80	85	95	96	98	100	105	516	512	508	504	492	481	472	463	455	447	440	433	427	421
81	86	96	97	99	101	106	524	520	516	512	501	490	480	471	463	455	448	441	434	428
82	87	97	98	100	102	107	532	528	524	520	509	498	488	479	471	463	456	449	442	436
83	88	98	99	101	103	108	540	536	532	528	518	506	496	487	479	471	464	457	450	444
84	89	99	100	102	104	109	548	544	540	536	526	515	505	496	487	479	472	465	458	452
85	90	100	101	103	105	110	556	552	548	544	535	523	513	504	495	487	480	473	466	459
86	91	101	102	104	106	111	564	560	556	552	544	532	522	512	504	495	488	481	474	467
87	92	102	103	105	107	112	573	569	564	560	552	540	530	520	512	504	496	489	482	475
88	93	103	104	106	108	113	581	577	573	569	561	549	538	529	520	512	504	497	490	483
89	94	104	105	107	109	114	589	585	581	577	570	558	547	537	528	520	512	505	498	491
90	95	105	106	108	110	115	597	593	589	585	579	566	556	546	537	528	520	513	506	499

Продолжение табл. 7

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$, °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
91	96	106	107	109	111	116	606	602	597	593	587	575	564	554	545	537	529	521	514	507
92	97	107	108	110	112	117	614	610	606	602	596	584	573	563	554	545	537	529	522	515
93	98	108	109	111	113	118	622	618	614	610	605	593	581	572	562	553	545	538	530	523
94	99	109	110	112	114	119	631	627	622	618	614	601	590	580	570	562	554	546	538	531
95	100	110	111	113	115	120	639	635	631	627	622	610	599	588	579	570	562	554	547	540
96	101	111	112	114	116	121	647	643	639	635	631	619	607	597	588	579	570	562	555	548
97	102	112	113	115	117	122	656	652	647	643	639	628	616	606	596	587	579	571	563	556
98	103	113	114	116	118	123	664	660	656	652	647	637	625	614	605	596	587	579	571	564
99	104	114	115	117	119	124	673	669	664	660	656	646	634	623	613	604	596	588	580	572
100	105	115	116	118	120	125	681	677	673	669	664	655	643	632	622	613	604	596	588	581
101	106	116	117	119	121	126	690	686	681	677	673	664	652	641	631	621	613	604	597	589
102	107	117	118	120	122	127	698	694	690	685	681	673	661	650	639	630	621	613	605	597
103	108	118	119	121	123	128	707	703	698	694	690	682	670	658	648	639	630	621	613	606
104	109	119	120	122	124	129	715	711	707	703	698	691	679	667	657	647	638	630	622	614
105	110	120	121	123	125	130	724	720	715	711	707	700	688	676	666	656	647	639	631	623
106	111	121	122	124	126	131	733	728	724	720	715	709	697	685	675	665	656	647	639	631
107	112	122	123	125	127	132	741	737	733	728	724	718	706	694	684	674	665	656	648	640
108	113	123	124	126	128	133	750	746	741	737	733	728	715	703	692	683	673	665	656	648
109	114	124	125	127	129	134	759	754	750	746	741	737	724	712	701	691	682	673	665	657
110	115	125	126	128	130	135	767	763	759	754	750	746	733	721	710	700	691	682	673	665
111	116	126	127	129	131	136	776	772	767	763	759	754	742	730	719	709	700	691	682	674
112	117	127	128	130	132	137	785	780	776	772	767	763	751	739	728	718	709	700	691	683
113	118	128	129	131	133	138	793	789	785	780	776	772	761	749	737	727	717	708	700	691
114	119	129	130	132	134	139	802	798	793	789	[illegible]5	780	770	758	746	736	726	717	708	700
115	120	130	131	133	135	140	811	806	802	798	[illegible]3	789	779	767	756	745	735	726	717	709
116	121	131	132	134	136	141	820	815	811	806	802	798	789	776	765	754	744	735	726	718
117	122	132	133	135	137	142	828	824	820	815	811	806	798	785	774	763	753	744	735	726
118	123	133	134	136	138	143	837	833	828	824	820	815	807	795	783	772	762	753	744	735
119	124	134	135	137	139	144	846	842	837	833	828	824	817	804	792	781	771	762	753	744
120	125	135	136	138	140	145	855	851	846	842	837	833	826	813	802	791	780	771	762	753
121	126	136	137	139	141	146	864	859	855	851	846	842	836	823	811	800	789	780	771	762
122	127	137	138	140	142	147	873	868	864	859	855	851	845	832	820	809	799	789	780	771
123	128	138	139	141	143	148	882	877	873	868	864	859	855	841	829	818	808	798	789	780
124	129	139	140	142	144	149	891	886	882	877	873	868	864	851	839	827	817	807	798	789
125	130	140	141	143	145	150	900	895	891	886	882	877	873	860	848	837	826	816	807	798

Таблица 8

Б. ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ СНИЗУ ВНИЗ

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
30	35	45	46	48	50	55	189	180	170	162	155	149	144	139	134	130	126	121	117	113
31	36	46	47	49	51	56	196	188	177	169	162	156	151	146	141	136	132	128	124	120
32	37	47	48	50	52	57	203	195	185	177	170	163	158	153	148	143	138	134	130	126
33	38	48	49	51	53	58	211	203	192	184	177	170	165	159	154	150	145	141	136	132
34	39	49	50	52	54	59	218	211	200	191	184	178	172	166	161	156	152	147	143	139
35	40	50	51	53	55	60	226	219	208	199	191	185	179	173	168	163	158	154	149	145
36	41	51	52	54	56	61	233	227	216	206	199	192	186	180	175	170	165	160	156	152
37	42	52	53	55	57	62	241	236	223	214	206	199	193	187	182	177	172	167	163	158
38	43	53	54	56	58	63	249	245	231	222	214	207	200	194	189	184	179	174	169	165
39	44	54	55	57	59	64	256	252	239	229	221	214	208	202	196	191	186	181	176	172
40	45	55	56	58	60	65	264	260	247	237	229	222	215	209	203	198	193	188	183	178
41	46	56	57	59	61	66	272	268	255	245	237	229	222	216	210	205	200	195	190	185
42	47	57	58	60	62	67	279	276	263	253	244	237	230	223	217	212	207	202	197	192
43	48	58	59	61	63	68	287	283	272	261	252	244	237	231	225	219	214	209	204	199
44	49	59	60	62	64	69	295	291	280	269	260	252	245	238	232	226	221	216	211	206
45	50	60	61	63	65	70	303	299	288	277	268	260	252	246	239	234	228	223	218	213
46	51	61	62	64	66	71	311	307	296	285	276	267	260	253	247	241	235	230	225	220
47	52	62	63	65	67	72	318	315	305	293	283	275	268	261	254	248	243	237	232	227
48	53	63	64	66	68	73	326	322	313	301	291	283	275	268	262	256	250	244	239	234
49	54	64	65	67	69	74	334	330	322	309	299	291	283	276	269	263	257	252	247	241
50	55	65	66	68	70	75	342	338	330	318	308	299	291	284	277	271	265	259	254	248
51	56	66	67	69	71	76	350	346	339	326	316	307	299	291	285	278	272	266	261	256
52	57	67	68	70	72	77	358	354	347	334	324	315	307	299	292	286	280	274	268	263
53	58	68	69	71	73	78	366	362	356	343	332	323	315	307	300	293	287	281	276	270
54	59	69	70	72	74	79	374	370	366	351	340	331	322	315	308	301	295	289	283	278
55	60	70	71	73	75	80	382	378	374	360	349	339	330	323	315	309	302	296	291	285
56	61	71	72	74	76	81	390	386	382	368	357	347	339	331	323	316	310	304	298	292
57	62	72	73	75	77	82	398	394	390	377	365	355	347	339	331	324	318	312	306	300
58	63	73	74	76	78	83	407	402	398	385	374	364	355	347	339	332	325	319	313	307
59	64	74	75	77	79	84	415	411	407	394	382	372	363	355	347	340	333	327	321	315

Продолжение табл. 8

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
60	65	75	76	78	80	85	423	419	415	403	391	380	371	363	355	348	341	335	328	323
61	66	76	77	79	81	86	431	427	423	411	399	389	379	371	363	356	349	342	336	330
62	67	77	78	80	82	87	439	435	431	420	408	397	388	379	371	364	357	350	344	338
63	68	78	79	81	83	88	447	443	439	429	416	405	396	387	379	372	365	358	352	345
64	69	79	80	82	84	89	456	452	447	438	425	414	404	395	387	380	373	366	359	353
65	70	80	81	83	85	90	464	460	456	446	433	422	413	404	395	388	381	374	367	361
66	71	81	82	84	86	91	472	468	464	455	442	431	421	412	404	396	389	382	375	369
67	72	82	83	85	87	92	481	476	472	464	451	439	429	420	412	404	397	390	383	377
68	73	83	84	86	88	93	489	485	481	473	460	448	438	429	420	412	405	398	391	384
69	74	84	85	87	89	94	497	493	489	482	468	457	446	437	428	420	413	406	399	392
70	75	85	86	88	90	95	506	501	497	493	477	465	455	445	437	429	421	414	407	400
71	76	86	87	89	91	96	514	510	506	502	486	474	463	454	445	437	429	422	415	408
72	77	87	88	90	92	97	522	518	514	510	495	483	472	462	453	445	437	430	423	416
73	78	88	89	91	93	98	531	526	522	518	504	492	481	471	462	453	446	437	431	424
74	79	89	90	92	94	99	539	535	531	526	513	500	489	479	470	462	454	446	439	432
75	80	90	91	93	95	100	548	543	539	535	522	509	498	488	479	470	462	454	447	440
76	81	91	92	94	96	101	556	552	548	543	531	518	507	497	487	479	470	463	455	448
77	82	92	93	95	97	102	565	560	556	552	540	527	516	505	496	487	479	471	464	457
78	83	93	94	96	98	103	573	569	565	560	549	536	524	514	504	496	487	479	472	465
79	84	94	95	97	99	104	582	577	573	569	558	545	533	523	513	504	496	488	480	473
80	85	95	96	98	100	105	590	586	582	577	567	554	542	531	522	513	504	496	488	481
81	86	96	97	99	101	106	599	594	590	586	576	563	551	540	530	521	513	504	497	489
82	87	97	98	100	102	107	607	603	599	594	586	572	560	549	539	530	521	513	505	498
83	88	98	99	101	103	108	616	611	607	603	595	581	569	558	548	538	530	521	514	508
84	89	99	100	102	104	109	624	620	616	611	604	590	578	566	556	547	538	530	522	514
85	90	100	101	103	105	110	633	629	624	620	616	599	587	575	565	556	547	538	530	523
86	91	101	102	104	106	111	642	637	633	629	624	608	596	584	574	564	555	547	539	531
87	92	102	103	105	107	112	650	646	642	637	633	617	605	593	583	573	564	555	547	540
88	93	103	104	106	108	113	659	654	650	646	642	627	614	602	592	582	573	564	556	548
89	94	104	105	107	109	114	667	663	659	654	650	636	623	611	600	591	581	573	564	556
90	95	105	106	108	110	115	676	672	667	663	659	645	632	620	609	599	590	581	573	565
91	96	106	107	109	111	116	685	681	676	672	667	654	641	629	618	608	599	590	582	574
92	97	107	108	110	112	117	694	689	685	681	676	664	650	638	627	617	608	599	590	582
93	98	108	109	111	113	118	702	698	694	689	685	673	659	647	636	626	616	607	599	591

Продолжение табл. 8

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
94	99	109	110	112	114	119	711	707	702	698	694	683	669	656	645	635	625	616	607	599
95	100	110	111	113	115	120	720	715	711	707	702	692	678	665	654	644	634	625	616	608
96	101	111	112	114	116	121	729	724	720	715	711	701	687	675	663	653	643	634	625	616
97	102	112	113	115	117	122	737	733	729	724	720	711	696	684	672	662	652	642	634	625
98	103	113	114	116	118	123	746	742	737	733	729	720	706	693	681	671	661	651	642	634
99	104	114	115	117	119	124	755	751	746	742	737	733	715	702	691	680	670	660	651	643
100	105	115	116	118	120	125	764	759	755	751	746	742	724	711	700	689	679	669	660	651
101	106	116	117	119	121	126	773	768	764	759	755	751	734	721	709	698	688	678	669	660
102	107	117	118	120	122	127	781	777	773	768	764	759	743	730	718	707	697	687	678	669
103	108	118	119	121	123	128	790	786	781	777	773	768	753	739	727	116	706	696	687	678
104	109	119	120	122	124	129	799	795	790	786	781	777	762	749	736	725	715	705	695	687
105	110	120	121	123	125	130	808	804	799	795	790	786	772	758	746	734	724	714	704	695
106	111	121	122	124	126	131	817	813	808	804	799	795	782	768	755	744	733	723	713	704
107	112	122	123	125	127	132	826	821	817	813	808	804	791	777	764	753	742	732	722	713
108	113	123	124	126	128	133	835	830	826	821	817	813	800	786	774	762	751	741	731	722
109	114	124	125	127	129	134	844	839	835	830	826	821	810	796	783	771	760	750	740	731
110	115	125	126	128	130	135	853	848	844	839	835	830	820	806	792	781	769	759	749	740
111	116	126	127	129	131	136	862	857	853	848	844	839	829	815	802	790	779	768	758	749
112	117	127	128	130	132	137	871	866	862	857	853	848	839	824	811	799	788	777	767	758
113	118	128	129	131	133	138	880	875	871	866	862	857	853	834	821	809	797	787	777	767
114	119	129	130	132	134	139	889	884	880	875	871	866	862	843	830	818	806	796	786	776
115	120	130	131	133	135	140	898	893	889	884	880	875	871	853	840	827	816	805	795	785
116	121	131	132	134	136	141	907	902	898	893	889	884	880	863	849	837	825	814	804	794
117	122	132	133	135	137	142	916	911	907	902	898	893	889	872	859	846	834	824	813	803
118	123	133	134	136	138	143	925	920	916	911	907	902	898	882	868	856	844	833	822	813
119	124	134	135	137	139	144	934	929	925	920	916	911	907	892	878	865	853	842	832	822
120	125	135	136	138	140	145	943	938	934	929	925	920	916	901	887	875	863	851	841	831
121	126	136	137	139	141	146	952	947	943	938	934	929	925	911	897	884	872	861	850	840
122	127	137	138	140	142	147	961	956	952	947	943	938	934	921	907	894	881	870	859	849
123	128	138	139	141	143	148	970	966	961	956	952	947	943	931	916	903	891	880	869	859
124	129	139	140	142	144	149	979	975	970	966	961	956	952	940	926	913	900	889	878	868
125	130	140	141	143	145	150	988	984	979	975	970	966	961	950	936	922	910	898	887	877

Таблица 9

В. ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ СВЕРХУ ВНИЗ

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_{в_н}$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
30	35	45	46	48	50	55	165	160	154	149	144	140	136	132	128	124	120	117	113	110
31	36	46	47	49	51	56	172	167	161	156	152	147	143	139	135	131	127	124	120	116
32	37	47	48	50	52	57	180	175	169	164	159	154	150	146	142	138	134	130	126	123
33	38	48	49	51	53	58	187	182	176	171	166	162	157	153	149	145	141	137	133	130
34	39	49	50	52	54	59	195	190	184	179	174	169	164	160	156	152	148	144	140	136
35	40	50	51	53	55	60	202	198	192	186	181	176	172	167	163	159	155	151	147	143
36	41	51	52	54	56	61	210	206	200	194	189	184	179	175	171	166	162	158	154	150
37	42	52	53	55	57	62	218	214	208	202	197	192	187	182	178	174	169	165	161	157
38	43	53	54	56	58	63	226	222	216	210	204	199	194	190	185	181	177	173	169	165
39	44	54	55	57	59	64	234	231	224	218	212	207	202	198	193	189	184	180	176	172
40	45	55	56	58	60	65	242	239	232	226	220	215	210	205	201	196	192	188	184	179
41	46	56	57	59	61	66	250	246	240	234	228	223	218	213	208	204	199	195	191	187
42	47	57	58	60	62	67	258	254	248	242	236	231	226	221	216	212	207	203	198	194
43	48	58	59	61	63	68	267	263	257	250	244	239	234	229	224	219	215	210	206	202
44	49	59	60	62	64	69	275	271	265	259	253	247	242	237	232	227	223	218	214	209
45	50	60	61	63	65	70	283	279	274	267	261	255	250	245	240	235	231	226	222	217
46	51	61	62	64	66	71	292	288	282	276	269	264	258	253	248	243	239	234	229	225
47	52	62	63	65	67	72	300	296	291	284	278	272	267	261	256	251	247	242	237	233
48	53	63	64	66	68	73	309	305	300	293	286	281	275	270	265	260	255	250	245	241
49	54	64	65	67	69	74	317	313	308	301	295	289	283	278	273	268	263	258	253	249
50	55	65	66	68	70	75	326	322	317	310	304	298	292	286	281	276	271	266	262	257
51	56	66	67	69	71	76	335	330	326	319	312	306	301	295	290	285	279	275	270	265
52	57	67	68	70	72	77	344	339	335	328	321	315	309	304	298	293	288	283	278	273
53	58	68	69	71	73	78	352	348	344	337	330	324	318	312	307	301	296	291	286	282
54	59	69	70	72	74	79	361	357	353	346	339	333	327	321	315	310	305	300	295	290
55	60	70	71	73	75	80	370	366	363	355	348	342	335	330	324	319	313	308	303	298
56	61	71	72	74	76	81	379	375	370	364	357	350	344	338	333	327	322	317	312	307
57	62	72	73	75	77	82	388	384	379	373	366	360	353	347	342	336	331	326	320	315
58	63	73	74	76	78	83	397	393	388	383	375	369	362	356	351	345	340	334	329	324
59	64	74	75	77	79	84	407	402	397	392	385	378	371	365	360	354	348	343	338	333

Продолжение табл. 9

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
60	65	75	76	78	80	85	416	411	407	401	394	387	381	374	369	363	357	352	347	341
61	66	76	77	79	81	86	425	420	416	411	403	396	390	384	378	372	366	361	355	350
62	67	77	78	80	82	87	434	430	425	420	413	406	399	393	387	382	375	370	364	359
63	68	78	79	81	83	88	444	439	434	430	422	415	408	402	396	390	384	379	373	368
64	69	79	80	82	84	89	453	448	444	439	432	424	418	411	405	399	393	388	382	377
65	70	80	81	83	85	90	462	458	453	449	441	434	427	421	414	408	403	397	391	386
66	71	81	82	84	86	91	472	467	462	459	451	443	437	430	424	418	412	406	401	395
67	72	82	83	85	87	92	481	477	472	469	460	453	446	440	433	427	421	415	410	404
68	73	83	84	86	88	93	491	486	481	478	470	463	456	450	443	436	431	425	419	413
69	74	84	85	87	89	94	501	496	491	488	480	472	465	459	452	446	440	434	428	423
70	75	85	86	88	90	95	510	506	501	496	490	482	475	468	462	455	449	443	438	432
71	76	86	87	89	91	96	520	515	510	506	500	492	485	478	471	465	459	453	447	441
72	77	87	88	90	92	97	530	525	520	515	510	502	495	488	481	475	468	462	456	451
73	78	88	89	91	93	98	540	535	530	525	520	512	504	497	491	484	478	472	466	460
74	79	89	90	92	94	99	549	545	540	535	530	522	514	507	501	494	488	482	476	470
75	80	90	91	93	95	100	559	554	549	545	540	532	524	517	510	504	497	491	485	479
76	81	91	92	94	96	101	569	564	559	554	550	542	534	527	520	514	507	501	495	489
77	82	92	93	95	97	102	579	574	569	564	560	552	544	537	530	523	517	511	505	499
78	83	93	94	96	98	103	589	584	579	574	570	562	554	547	540	533	527	521	514	508
79	84	94	95	97	99	104	599	594	589	584	581	572	565	557	550	543	537	530	524	518
80	85	95	96	98	100	105	609	604	599	594	591	583	575	567	560	553	547	540	534	528
81	86	96	97	99	101	106	620	615	609	604	601	593	585	578	570	563	557	550	544	538
82	87	97	98	100	102	107	630	625	620	615	609	603	595	588	580	574	567	560	554	548
83	88	98	99	101	103	108	640	635	630	625	620	614	606	598	591	584	577	570	564	559
84	89	99	100	102	104	109	650	645	640	635	630	624	616	608	601	594	587	580	574	568
85	90	100	101	103	105	110	661	655	650	645	640	635	626	619	611	604	597	591	584	578
86	91	101	102	104	106	111	671	666	661	655	650	645	636	629	622	614	608	602	594	588
87	92	102	103	105	107	112	681	676	671	666	661	656	647	640	632	625	618	611	604	598
88	93	103	104	106	108	113	692	686	681	676	671	667	658	650	642	635	628	621	615	608
89	94	104	105	107	109	114	702	697	692	686	681	677	669	661	653	646	639	632	625	618
90	95	105	106	108	110	115	713	707	702	697	692	688	679	671	664	656	649	642	635	629
91	96	106	107	109	111	116	723	718	713	707	702	699	690	682	674	667	659	652	646	639
92	97	107	108	110	112	117	734	728	723	718	713	710	701	693	685	677	670	663	656	649
93	98	108	109	111	13	118	744	739	734	728	723	720	712	703	695	687	681	673	666	660

Продолжение табл. 9

$t_г - t_в$	$t_г$ при $t_в$ в °С						Перепад температур в приборе $\Delta t_{пр}$ в °С													
	5	15	16	18	20	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
							$q_э$ в *ккал/ч·экм*													
94	99	109	110	112	114	119	755	750	744	739	734	731	722	714	706	698	691	684	677	670
95	100	110	111	113	115	120	766	760	755	750	744	739	733	725	717	709	702	694	688	681
96	101	111	112	114	116	121	776	771	766	760	755	750	744	736	728	720	712	705	698	691
97	102	112	113	115	117	122	787	782	776	771	766	760	755	747	739	731	723	716	709	702
98	103	113	114	116	118	123	798	793	787	782	776	771	766	758	749	741	734	727	719	712
99	104	114	115	117	119	124	809	803	798	793	787	782	777	769	760	752	745	737	730	723
100	105	115	116	118	120	125	820	814	809	803	798	793	788	780	771	763	756	748	741	734
101	106	116	117	119	121	126	830	825	820	814	809	803	800	791	782	774	767	759	752	745
102	107	117	118	120	122	127	841	836	830	825	820	814	811	802	793	785	777	770	763	755
103	108	118	119	121	123	128	852	847	841	836	830	825	822	813	804	796	788	781	773	766
104	109	119	120	122	124	129	863	858	852	847	841	836	833	824	816	807	799	792	784	777
105	110	120	121	123	125	130	874	869	863	858	852	847	845	835	827	818	811	803	795	788
106	111	121	122	124	126	131	885	880	874	869	863	858	856	847	838	830	822	814	806	799
107	112	122	123	125	127	132	896	891	885	880	874	869	863	858	849	841	833	825	817	810
108	113	123	124	126	128	133	908	902	897	891	885	880	874	869	861	852	844	836	829	821
109	114	124	125	127	129	134	919	913	908	902	897	891	885	881	872	863	855	847	840	832
110	115	125	126	128	130	135	930	924	919	913	908	902	897	892	883	875	866	859	851	843
111	116	126	127	129	131	136	941	936	930	924	919	913	908	904	895	886	878	870	862	854
112	117	127	128	130	132	137	952	947	941	936	930	924	919	915	906	897	889	881	873	866
113	118	128	129	131	133	138	964	958	952	947	941	936	930	927	918	909	901	892	885	877
114	119	129	130	132	134	139	975	969	964	958	952	947	941	938	929	920	912	904	896	888
115	120	130	131	133	135	140	986	981	975	969	964	958	952	950	941	932	923	915	907	899
116	121	131	132	134	136	141	998	992	986	981	975	969	964	962	952	943	935	927	919	911
117	122	132	133	135	137	142	1009	1004	998	992	986	981	975	973	964	955	946	938	930	922
118	123	133	134	136	138	143	1021	1015	1009	1004	998	992	986	981	976	967	958	950	942	934
119	124	134	135	137	139	144	1033	1026	1021	1015	1009	1004	998	992	987	978	970	961	953	945
120	125	135	136	138	140	145	1044	1038	1032	1026	1021	1015	1009	1004	999	990	981	973	965	957
121	126	136	137	139	141	146	1055	1049	1044	1038	1032	1026	1021	1015	1011	1002	993	984	976	968
122	127	137	138	140	142	147	1067	1061	1055	1049	1043	1038	1032	1026	1023	1013	1005	996	988	980
123	128	138	139	141	143	148	1078	1073	1067	1061	1055	1049	1043	1038	1035	1025	1016	1008	999	991
124	129	139	140	142	144	149	1090	1084	1078	1073	1067	1061	1055	1049	1046	1037	1028	1020	1011	1003
125	130	140	141	143	145	150	1102	1096	1090	1084	1078	1073	1067	1061	1058	1049	1040	1031	1023	1015

ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУР ВОДЫ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ РАДИАТОРНЫХ УЗЛОВ С ЗАМЫКАЮЩИМИ УЧАСТКАМИ $\Delta t_{пр}$

Таблица 10

Вертикальные узлы со смещенными замыкающими участками при движении воды снизу вверх

$\Delta t_{пр}$ в °С	Тепловая нагрузка в *ккал/ч*															
	$d_{подв} = 15$ *мм* и $d_{з.у} = 15$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*							$d_{подв} = 20$ *мм* и $d_{з.у} = 15$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*					$d_{подв} = 25$ *мм* и $d_{з.у} = 20$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*			
	200	250	300	350	400	450	500	300	350	400	500	600	500	600	800	1000
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	240	285	385	480
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	470	570	765	960
3	235	290	350	410	470	522	585	445	520	600	755	915	705	850	1145	1435
4	310	390	470	545	625	700	780	570	680	790	1005	1210	930	1130	1520	1910
5	385	485	580	680	780	880	975	700	840	975	1245	1505	1155	1405	1890	2310
6	460	580	695	815	935	1050	1170	830	995	1160	1480	1800	1375	1670	2260	—
7	540	675	815	950	1090	1230	1370	925	1140	1335	1715	2100	1590	1940	2640	—
8	610	770	930	1090	1250	1400	1560	1050	1290	1520	1945	2385	1800	2210	—	—
9	685	865	1040	1225	1395	1575	1760	1170	1430	1690	2180	—	2005	2465	—	—
10	760	960	1155	1360	1550	1750	1950	1260	1560	1850	2400	—	2210	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	910	1150	1380	1630	1860	2100	2340	1465	1810	2170	—	—	2600	—	—	—

Таблица 11

Горизонтальные узлы с осевыми замыкающими участками при движении воды снизу вниз

$\Delta t_{пр}$ °С	Тепловая нагрузка в *ккал/ч*										
	$d_{ст} = 15$ *мм*, $d_{подв} = 15$ *мм* и $d_{з.у} = 15$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*			$d_{ст} = 20$ *мм*, $d_{подв} = 20$ *мм* и $d_{з.у} = 20$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*				$d_{ст} = 25$ *мм*, $d_{подв} = 25$ *мм* и $d_{з.у} = 20$ *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*			
	200	300	400	300	400	500	600	400	500	600	800
4	—	—	495	—	—	—	555	—	—	—	—
5	—	—	640	—	—	590	720	—	—	—	560
6	—	585	790	—	575	720	900	—	—	520	690
7	—	705	950	—	690	875	1090	—	525	630	840
8	560	825	1110	625	820	1030	1285	550	640	770	1020
9	650	950	1290	730	950	1180	1490	685	775	920	1210
10	740	1080	1450	840	1090	1350	1680	820	900	1070	1400
12	935	1350	1820	1060	1380	1680	2110	1100	1200	1410	1820
14	1130	1640	2210	1300	1680	2040	2640	1400	1540	1790	2240
16	1330	1920	2620	1560	2040	2450	3170	1675	1900	2180	2650

Таблица 12

Вертикальные узлы со смещенными замыкающими участками при движении воды сверху вниз

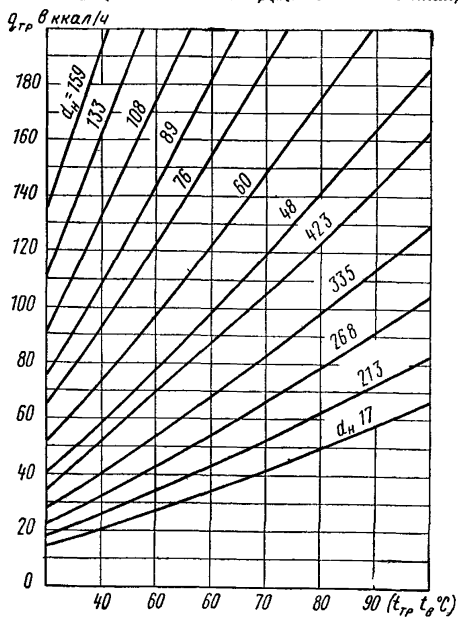
$\Delta t_{пр}$ °С	Тепловая нагрузка в *ккал/ч*																	
	$d_{подв}$ = 15 *мм* и $d_{з.у}$ = 15 *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*							$d_{подв}$ = 20 *мм* и $d_{з.у}$ = 15 *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*						$d_{подв}$ = 25 *мм* и $d_{з.у}$ = 20 *мм* при расходе теплоносителя в стояке в *кг/ч*				
	200	250	300	350	400	450	500	275	300	350	400	500	600	400	500	600	800	1000
2	—	—	—	—	—	—	—	300	325	375	425	530	635	395	490	580	770	960
3	235	295	350	410	470	530	585	460	495	570	645	800	955	605	740	875	1160	1440
4	315	395	470	550	625	700	780	620	670	770	870	1070	1280	810	990	1180	1550	1930
5	400	495	590	685	780	880	975	790	850	970	1100	1350	1600	1025	1250	1480	1950	2420
6	480	595	710	820	940	1050	1170	965	1030	1180	1310	1630	1930	1250	1520	1790	2340	2900
7	560	695	825	965	1100	1230	1360	1140	1230	1390	1560	1900	2260	1470	1780	2100	2750	—
8	650	795	950	1100	1250	1410	1570	1330	1420	1610	1800	2200	2600	1710	2060	2400	—	—
9	730	895	1070	1240	1420	1590	1760	1520	1620	1830	2040	2480	—	1950	2330	2730	—	—
10	815	1000	1190	1380	1570	1760	1950	1710	1830	2060	2290	2770	—	2180	—	—	—	—
12	985	1210	1430	1660	1900	2110	2350	2120	2240	2520	2800	—	—	2690	—	—	—	—

ПОЛНАЯ ТЕПЛООТДАЧА 1 *м* ИЗОЛИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ПОДВАЛАХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПОДПОЛЬЯХ ПРИ КОЭФФИЦИЕНТЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ 0,75

$t_{тр}$ в °С	Теплоотдача 1 *м* изолированной трубы в *ккал/м* при условном диаметре в *мм*										
	15	20	25	32	40	50	70	80	100	125	150
60	11,4	13,9	16,7	20,6	22,9	27,8	34,2	38,9	46,4	56,1	65,2
65	12,9	15,6	18,8	23,2	25,8	31,4	38,6	43,9	52,3	63,3	73,6
70	14,4	17,4	21	25,9	28,8	35	43,1	49	58,4	70,6	82,1
75	15,9	19,3	23,2	28,6	31,9	38,7	47,6	54,2	64,6	78,1	90,8
80	17,5	21,2	25,5	31,4	35	42,5	52,3	59,5	70,9	85,8	99,7
85	19,1	23,1	27,8	34,3	38,2	46,4	57	64,8	77,4	93,6	108,7
90	20,7	25,1	30,2	37,2	41,4	50,3	61,9	70,4	83,9	101,5	118
95	22,3	27,1	32,6	40,1	44,7	54,2	66,8	76	90,6	109,6	127,3
100	24	29,1	35	43,1	48,1	58,3	71,8	81,6	97,3	117,7	136,8
105	25,7	31,2	37,4	46,2	51,4	62,4	76,8	87,4	104,2	126	146,4
110	27,4	33,2	40	49,2	54,9	66,6	82	93,2	111,2	134,4	156,2
115	29,2	35,6	42,5	52,4	58,4	70,8	87,2	99,2	118,2	143	166,2
120	30,9	37,5	45,1	55,6	61,9	75,1	92,5	105,2	125,4	151,7	176,2
125	32,7	39,6	47,7	58,8	65,5	79,4	97,8	111,2	132,6	160,4	186,4
130	34,5	41,8	50,3	62	69,1	83,8	103,2	117,3	139,9	169,2	196,6
135	36,3	44	52,9	65,2	72,7	88,2	108,6	123,5	147,2	178,1	206,9
140	38,2	46,2	55,6	68,6	76,4	92,7	114,1	129,7	154,7	187,1	217,4
145	40	48,5	58,3	71,9	80,1	97,2	119,7	136	162,2	196,3	228
150	41,9	50,8	61	75,2	83,9	101,8	125,2	142,4	169,8	205,4	238,7

Приложение 13

ГРАФИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ 1 *м* ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЛАДКИХ ТРУБ в *ккал/ч*

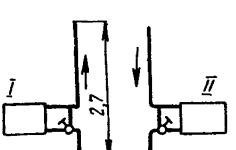


Приложение 14

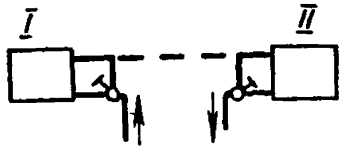
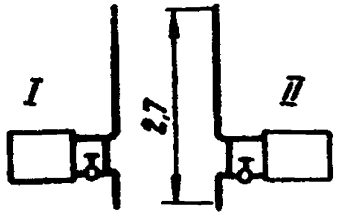
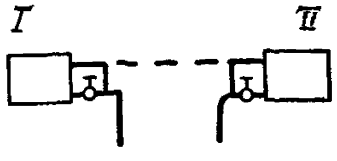
ПОЛЕЗНАЯ ТЕПЛООТДАЧА ТРУБОПРОВОДОВ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ в *экм*

Таблица 13

Вертикальные узлы

Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Теплоотдача в *экм*	
	стояка	обходного или замыкающего участка	подводки	I	II
	15	15	15	0,4 / 0,46	0,35 / 0,4
	20	20	20	0,5 / 0,57	0,43 / 0,49
	25	25	25	0,62 / 0,68	0,53 / 0,58

Продолжение табл. 13

Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Теплоотдача в *экм*	
	стояка	обходного или замыкающего участка	подводки	I	II
	15	15	15	0,14 / 0,2	0,12 / 0,11
	20	20	20	0,17 / 0,24	0,14 / 0,2
	25	25	25	0,2 / 0,26	0,18 / 0,24
	15	15	15	0,5 / 0,54	0,42 / 0,45
	20	15	20	0,58 / 0,63	0,5 / 0,54
	25	20	25	0,72 / 0,78	0,61 / 0,66
	15	15	15	0,23 / 0,25	0,18 / 0,2
	20	15	20	0,25 / 0,28	0,2 / 0,22
	25	20	25	0,31 / 0,34	0,25 / 0,27

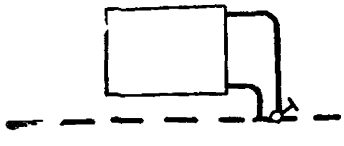
Примечания: 1. На эскизах сплошными линиями указаны трубопроводы, полезная теплоотдача которых учтена в таблице.

2. В числителе указана полезная теплоотдача радиаторных узлов с прямыми подводками, в знаменателе — при подводках с утками.

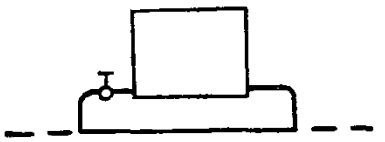
3. Полезная теплоотдача дана для узлов с радиаторами высотой 300—500 *мм*.

Таблица 14

Горизонтальные узлы

Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Теплоотдача в *экм*
	стояка	обходного или замыкающего участка	подводки	
	15	15	15	0,16 / 0,14
	20	20	20	0,2 / 0,17
	25	25	25	0,25 / 0,21

Продолжение табл. 14

Эскиз узла	Диаметр труб в *мм*			Теплоотдача в *экм*
	стояка	обходного или замыкающего участка	подводки	
	15 20 25	15 20 25	15 20 20	0,28 0,36 0,44

Примечания: 1. На эскизах сплошными линиями указаны трубопроводы, полезная теплоотдача которых учтена в таблице.

2. Полезная теплоотдача узлов с замыкающими участками принимается с учетом коэффициента на количество секций в приборе по табл. 14а.

Таблица 14а

Количество секций	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Коэффициент	0,68	0,74	0,79	0,84	0,90	0,95	1,0	1,05	1,10	1,16	1,21	1,26	1,31

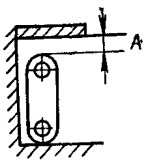
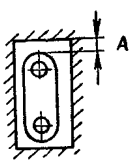
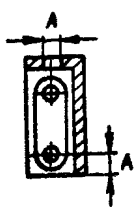
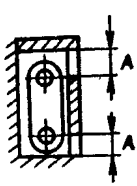
3. Для проточных узлов в числителе указана полезная теплоотдача при радиаторах высотой 500 *мм*, в знаменателе — высотой 300 *мм*.

В случае, если размеры этажестояков отличны от приведенных, полезную теплоотдачу трубопроводов необходимо скорректировать. При этом полезную теплоотдачу 1 *м* труб в *экм* следует принимать в соответствии с данными табл. 14б.

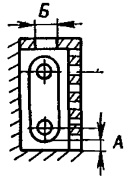
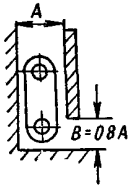
Таблица 14б

Прокладка трубопроводов	Полезная теплоотдача в *экм* при диаметре условного прохода в *мм*								
	15			20			25		
	сверху вниз	снизу вниз	снизу вверх	сверху вниз	снизу вниз	снизу вверх	сверху вниз	снизу вниз	снизу вверх
Вертикальная	0,098	0,098	0,114	0,123	0,122	0,143	0,154	0,153	0,179
Горизонтальная	0,131	0,13	0,152	0,158	0,157	0,184	0,19	0,188	0,22

КОЭФФИЦИЕНТ β_2 НА СПОСОБ УСТАНОВКИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Эскиз установки	Описание установки	Коэффициент 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, 180 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

Продолжение прилож. 15

Эскиз установки	Описание установки	Коэффициент β_2
	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт шкафом, в верхней доске шкафа прорезана щель *Б*, ширина которой не менее глубины прибора. Спереди шкаф закрыт деревянной решеткой, не доходящей до пола на расстояние *А* (не менее 100 *мм*)	При $A = 100$ *мм* $\beta_2 = 1,15$
	Прибор установлен у стены без ниши и закрыт экраном, не доходящим до пола на расстояние 0,8 *А*	$\beta_2 = 0,9$

Приложение 16

РАСЧЕТНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ НАГРЕВА РАДИАТОРОВ $F_{рад}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СЕКЦИЙ В ПРИБОРЕ

Число секций в радиаторе	Тип радиатора				
	М-140	М-140-АО	М-140	М-140-АО	РД-25, РД-90
	Поверхность нагрева одной секции в *экм*				
	0,31	0,35	0,2	0,216	0,275
	Расстояние между центрами пробок в *мм*				
	500	500	300	300	500
2	0,76	0,84	—	—	0,7
3	1,07	1,18	0,75	0,8	0,97
4	1,37	1,52	0,94	1	1,25
5	1,67	1,84	1,14	1,22	1,5
6	1,98	2,16	1,31	1,42	1,73
7	2,26	2,54	1,52	1,64	2,01
8	2,52	2,82	1,71	1,83	2,28

Число секций в радиаторе	Тип радиатора				
	М-140	М-140-АО	М-140	М-140-АО	РД-25, РД-90
	Поверхность нагрева одной секции в *экм*				
	0,31	0,35	0,2	0,216	0,275
	Расстояние между центрами пробок в *мм*				
	500	500	300	300	500
9	2,83	3,15	1,92	2,04	2,56
10	3,1	3,49	2,1	2,24	2,8
11	3,39	3,82	2,28	2,46	3,06
12	3,68	4,12	2,48	2,63	3,3
13	3,96	4,45	2,66	2,84	3,57
14	4,26	4,77	2,84	2,92	3,86
15	4,58	5,08	3	3,23	4,06
16	4,82	5,42	3,24	3,45	4,32
17	5,09	5,73	3,39	3,61	4,54
18	5,39	6,05	3,55	3,81	4,8
19	5,67	6,37	3,74	3,93	5,07
20	5,96	6,7	3,93	4,24	5,33
21	6,24	7,01	4,13	4,14	5,59
22	6,58	7,34	4,34	4,57	5,85
23	6,81	7,65	4,48	4,78	6,11
24	7,1	7,99	4,66	4,99	6,37
25	7,38	8,31	4,84	5,2	6,57

Примечание. Таблица составлена по формуле $F_{рад} = n f_{секц}\left(0{,}92 + \frac{0{,}16}{n f_{секц}}\right) + z$, где $z = 0{,}05\left[n f_{секц}\left(0{,}92 + \frac{0{,}16}{n f_{секц}}\right)\right]$, но не более 1 *экм*.

Приложение 17

(Форма)

СВОДНЫЕ ДАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Наименование	Обозначение	Размерность	Данные проекта
Объем здания по внешнему обмеру	V	$м^3$	
Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления	$t'_н$	°С	
Расчетные теплопотери здания	$Q^{зд}_{тп}$	*ккал/ч*	
Удельная тепловая характеристика здания	$q_{зд}$	$\frac{ккал}{м^3 \cdot ч \cdot °С}$	

Продолжение прилож. 17

Наименование	Обозначение	Размерность	Данные проекта
Фактическая теплопроизводительность системы отопления	$Q_{\text{сист}}^{\text{факт}}$	*ккал/ч*	
Фактическая удельная тепловая характеристика*	$q_{\text{факт}}$	$\frac{\text{ккал}}{м^3 \cdot ч \cdot °C}$	
Расчетная температура горячей воды в системе отопления	$t'_{\text{г}}$	°C	
Расчетная температура обратной воды	$t'_{\text{о}}$	°C	
Фактическая температура обратной воды	$t_0^{\text{факт}}$	°C	
Расчетная температура сетевой воды	T	°C	
Фактическая температура горячей воды на входе в отопительную систему (с учетом предвключенной тепловой нагрузки)	$T_{\text{факт}}$	°C	
Коэффициент смешения	u	—	
Расход теплоносителя в системе отопления	$G_{\text{сист}}$	*кг/ч*	
Расход воды из внешней тепловой сети	$G_{\text{сет}}$	»	
Расчетные потери давления в системе отопления	$H_{\text{сист}}$	*кг/м²*	

* Фактическая удельная тепловая характеристика $q_{\text{факт}}$ вычисляется по формуле

$$q_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{сист}}^{\text{факт}}}{V\left(t'_{\text{в}} - t'_{\text{н}}\right)} \frac{\text{ккал}}{м^3 \cdot ч \cdot °C}. \qquad (23)$$

Приложение 18

(Форма)

УДЕЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Наименование	Обозначение	Размерность	Данные проекта
Фактическая теплоотдача 1 *экм* установленной поверхности нагрева	$q_{\text{э}}^{\text{факт}}$	$\frac{\text{ккал}}{ч \cdot \text{экм}}$	
Вес нагревательных приборов на 1000 *ккал/ч* расчетных теплопотерь	$p_{\text{пр}}^{\text{уд}}$	$\frac{кг}{1000\ \text{ккал/ч}}$	
Вес труб на 1000 *ккал/ч* расчетных теплопотерь	$p_{\text{тр}}^{\text{уд}}$	$\frac{кг}{1000\ \text{ккал/ч}}$	

Величина $q_э^{факт}$ определяется по формуле

$$q_э^{факт} = \frac{Q_{сист}^{факт} - Q'_{доп}}{F_{общ}} \; ккал/ч \cdot экм, \qquad (24)$$

где $F_{общ}$ — суммарная установленная поверхность нагрева радиаторов и труб в *экм*.

Приложение 19

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СТОЯКОВ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С НИЖНЕЙ РАЗВОДКОЙ

Пример 1. Требуется рассчитать гидравлическое сопротивление и определить количество секций нагревательных приборов проточно-регулируемого стояка. Суммарная тепловая нагрузка стояка $Q_{ст} = 17\,440$ *ккал/ч*, распределение теплопотерь по отапливаемым помещениям показано на рис. 4.

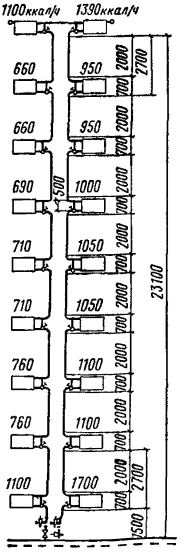


Рис. 4. Расчетная схема проточно-регулируемого стояка

Температура теплоносителя на входе в стояк условно принимается равной 105°С (без учета остывания в подающих магистралях), расчетный перепад температур 35°С.

Расход воды в стояке

$$G_{ст} = \frac{17\,440}{35} = 498 \; кг/ч.$$

Принимаем стояк по схеме *А* с радиаторными узлами типа *I* (см. табл. 1); диаметры труб радиаторных узлов и стояка 20 *мм*, подводки к приборам без уток.

Расчет гидравлического сопротивления стояка

1. Суммарная характеристика сопротивления 16 вертикальных этажестояков (приложение 5) $S_1 = 16 \cdot 3{,}15 \cdot 10^{-4} = 50{,}4 \cdot 10^{-4} \; \frac{кг/м^3}{(кг/ч)^2}$.

2. Суммарная характеристика сопротивления двух радиаторных узлов верхнего этажа (приложение 5)

$$S_2 = 2 \cdot 1{,}46 \cdot 10^{-4} = 2{,}92 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

3. Характеристики сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям (приложение 5):

а) к подающей магистрали (с установкой вентиля)

$$S_3 = 5{,}69 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2};$$

б) к обратной магистрали (с установкой пробкового крана) $S_4 = 1{,}62 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

4. Суммарная характеристика сопротивления прямых участков труб стояка общей длиной 2 *м* $S_5 = 2 \cdot 0{,}59 \cdot 10^{-4} = 1{,}18 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

Полная характеристика сопротивления стояка

$$S_{ст} = (50{,}4 + 2{,}92 + 5{,}69 + 1{,}62 + 1{,}18)\, 10^{-4} = 61{,}81 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

Гидравлическое сопротивление стояка $H_{ст} = S_{ст} G_{ст}^2 = 61{,}81 \cdot 10^{-4} \cdot 498^2 = 1520$ *кг/м²*.

Определение количества секций нагревательных приборов

1. Рассчитываем температуры теплоносителя на входе во все этажестояки $t_г$ и перепады температур $\Delta t_{пр}$ соответственно по формулам (19) и (18). Результаты расчета $t_г$ и $\Delta t_{пр}$ для помещений, обслуживаемых стояком, сведены в табл. 15. В ней приведены также значения разности $(t_г - t_в)$ при $t_в = 18°C$.

2. Определяем требуемую суммарную поверхность нагревательных приборов $F_{треб}$ по формуле (10) с ис-

Таблица 15

Расчетные данные к примеру 1

Показатели	№ этажа																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
Температура теплоносителя на входе в этажестояк $t_г$ в °С	105	102,8	101,3	99,7	98,3	96,9	95;5	94,2	92,9	90,7	87,9	86	84,1	82	79,9	77,8	75,6	73,4
Перепад температур $\Delta t_{пр}$ в °С	2,2	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	2,2	2,8	1,9	1,9	2	2,1	2,1	2,2	2,2	3,4
Разность температур $(t_г - t_в)$ в °С	87	84,8	83,3	81,7	80,3	78,9	77,5	76,2	74,9	72,7	69,9	68	66,1	64	61,9	59,8	57,6	55,4

Примечание Номер этажа без звездочки — этажестояк на подъемной ветви (по ходу воды), со звездочкой — на опускной.

Таблица 16

Расчетные данные к примеру 1

Показатели	№ этажа																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
$q_э$ в *ккал/ч·экм*	568	552	540	528	516	505	494	484	470	527	505	486	467	448	429	408	389	362
β_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04
$F_{треб}$ в *экм*	1,94	1,38	1,41	1,34	1,37	1,36	1,34	1,37	2,34	2,64	1,88	1,99	2,19	2,41	2,52	2,81	2,94	4,88

Примечание См. примечание к табл. 15.

Таблица 17

Расчетные данные к примеру 1

Показатели	№ этажа																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
Расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ в *экм*	1,44	0,88	0,91	0,84	0,87	0,86	0,84	0,87	2,17	2,5	1,45	1,56	1,76	1,98	2,09	2,38	2,51	4,45
Принимаемое к установке количество секций	5	3	3	3	3	3	3	3	7	8	5	5	6	7	7	8	8	15

Примечание См. примечание к табл. 15.

пользованием данных приложений 9 и 10 (коэффициент на остывание воды β_1 и теплоотдача радиаторов $q_э$). Результаты расчета $F_{треб}$ сведены в табл. 16.

3. Определяем расчетную поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ по формуле (20) с учетом полезной теплоотдачи открыто проложенных трубопроводов при $\beta_2=1$. Результаты расчетов сведены в табл. 17. В ней же указано принимаемое к установке количество секций радиаторов марки М-140, определенное по приложению 16.

Форма сводного бланка для подбора поверхности нагревательных приборов приведена в табл. 18.

Таблица 18

(Форма)

Сводные данные подбора поверхности нагревательных приборов

Номер рассчитываемого помещения по ходу теплоносителя	Расчетные теплопотери помещения $Q^{пом}_{т.п}$ в *ккал/ч*	Температура воздуха в рассчитываемом помещении $t_в$ в °С	Температура теплоносителя на входе в этажестояк $t_г$ в °С	Перепад температур теплоносителя $\Delta t_{пр}$ в °С	$t_г - t_в$ в °С	$q_э$, *ккал/ч·экм*
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение табл. 18

Коэффициент		Требуемая суммарная поверхность нагревательных приборов $F_{треб}$ в *экм*	Полезная теплоотдача открыто проложенных трубопроводов $F_{тр}$ в *экм*	Расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ в *экм*	Принимаемое к установке количество секций радиаторов выбранного типа
на остывание воды β_1	на способ установки прибора β_2				
8	9	10	11	12	13

Пример 2. Требуется рассчитать гидравлическое сопротивление и определить количество секций нагревательных приборов стояка со смещенными замыкающими участками (рис. 5).

Тепловая нагрузка стояка, параметры теплоносителя и его расход такие же, как в примере 1.

Принимаем стояк по схеме *Л* с радиаторными узлами типа II и IV (см табл. 1); диаметры труб подводок и стояка 20 *мм*, замыкающего участка — 15 *мм*, подводки к приборам — без уток.

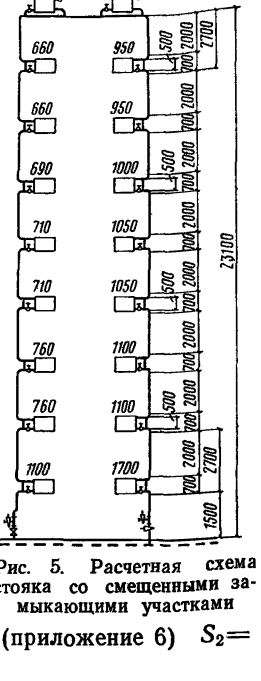


Рис. 5. Расчетная схема стояка со смещенными замыкающими участками

Расчет гидравлического сопротивления стояка

1. Суммарная характеристика сопротивления 16 вертикальных этажестояков (приложение 6) $S_1 = 16 \cdot 3{,}18 \cdot 10^{-4} = 0{,}50{,}88 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$

2. Суммарная характеристика сопротивления двух радиаторных узлов верхнего этажа (приложение 6) $S_2 = 2 \cdot 0{,}62 \cdot 10^{-4} = 1{,}24 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

3. Суммарная характеристика сопротивления двух отводов (приложения 3 и 4) $S_3 = 2 \cdot 1 \cdot 0{,}325 \cdot 10^{-4} = 0{,}65 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

4. Характеристики сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям (приложение 6):

а) к подающей магистрали (с установкой вентиля) $S_4 = 5{,}69 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$;

б) к обратной магистрали (с установкой пробкового крана) $S_5 = 1{,}62 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

5. Суммарная характеристика сопротивления прямых участков труб стояка общей длиной 4,5 *м* $S_6 = 4{,}5 \cdot 0{,}59 \cdot 10^{-4} = 2{,}66 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

Полная характеристика сопротивления стояка $S_{ст} = (50{,}88 + 1{,}24 + 0{,}65 + 5{,}69 + 1{,}62 + 2{,}66)\ 10^{-4} = 62{,}74 \times 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

Гидравлическое сопротивление стояка $H_{ст} = 62{,}74 \cdot 10^{-4} \cdot 498^2 = 1542\ кг/м^2$.

Определение количества секций нагревательных приборов

1. Рассчитываем температуры теплоносителя на входе во все этажестояки $t_г$ по формуле (19), а также находим значения $\Delta t_{пр}$ по соответствующим таблицам приложения 11. Результаты расчета $t_г$, $\Delta t_{пр}$ и разности $(t_г - t_в)$ при $t_в = 18°C$ сведены в табл. 19.

При определении $\Delta t_{пр}$ в качестве тепловой нагрузки принимаются расчетные теплопотери помещения. Например, для первого по ходу теплоносителя этажестояка при тепловой нагрузке 1100 *ккал/ч* и расходе теплоносителя в стояке 498 *кг/ч* $\Delta t_{пр} = 4{,}4°C$ (см. приложение 11).

Значения $t_г$ и $(t_г - t_в)$ в табл. 19 идентичны их значениям в табл. 15 для проточно-регулируемого стояка, поскольку в примере 2 перепад температур $\Delta t_{пр}$ не отражает остывания воды в этажестояке, а учитывается только при определении теплоотдачи 1 *экм* радиаторов $q_э$.

2. Определяем требуемую суммарную поверхность нагревательных приборов $F_{треб}$ по формуле (10) с использованием данных приложений 9 и 10. Результаты расчета $F_{треб}$ сведены в табл. 20.

3. Определяем расчетную поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ по формуле (20) с учетом полезной теплоотдачи открыто проложенных трубопроводов при $\beta_2 = 1$. Результаты расчетов сведены в табл. 21; в ней же указано принимаемое к установке количество секций радиаторов марки 140, определенное по приложению 16.

При определении расчетной поверхности нагрева радиаторов верхнего этажа учтена полезная теплоотдача горизонтальных участков стояка длиной по 1,75 *м* в каждом помещении.

Таблица 19

Расчетные данные к примеру 2

Показатели	№ этажа																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
Температура теплоносителя на входе в этажестояк $t_г$ в °С	105	102,8	101,3	99,7	98,3	96,9	95,5	94,2	92,9	90,7	87,9	86	84,1	82	79,9	77,8	75,6	73,4
Перепад температур $\Delta t_{пр}$ в °С	4,4	3	3	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	9	10,1	3,6	3,6	3,6	3,9	3,9	4,1	4,1	6,3
Разность температур $(t_г - t_в)$ в °С	87	84,8	83,3	81,7	80,3	78,9	77,5	76,2	74,9	72,7	69,9	68	66,1	64	61,9	59,8	57,6	55,4

Примечание См. примечание к табл. 15.

Таблица 20

Расчетные данные к примеру 2

Показатели	№ этажа																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
$q_э$ в *ккал/ч экм*	557	546	535	522	511	500	489	478	478	450	498	479	460	440	420	399	378	343
β_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,04
$F_{треб}$ в *экм*	1,97	1,37	1,42	1,36	1,39	1,38	1,35	1,38	2,3	3,09	1,91	2,02	2,22	2,46	2,57	2,87	3,03	5,16

Примечание. См. примечание к табл. 15.

Таблица 21

Расчетные данные к примеру 2

Показатели	№ этажа								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ в *экм*	1,39	0,79	0,84	0,78	0,81	0,8	0,77	0,8	1,76
Принимаемое к установке количество секций	5	3	3	3	3	3	2	3	6

Продолжение табл. 21

Показатели	№ этажа								
	9*	8*	7*	6*	5*	4*	3*	2*	1*
Расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ в *экм*	2,51	1,41	1,52	1,72	1,96	2,07	2,37	2,53	4,66
Принимаемое к установке количество секций	8	5	5	6	6	7	8	8	15

Форма сводного бланка для подбора поверхности нагревательных приборов полностью идентична табл. 18.

Пример 3. Требуется подобрать схему проточно-регулируемого 10-этажного стояка на располагаемое давление 1650 *кг/м*^{2} при суммарной тепловой нагрузке 19 130 *ккал/ч,* расчетном перепаде температур 35° и диаметрах труб радиаторных узлов и стояка 20 *мм* (подводки к приборам — без уток).

Расход воды в стояке

$$G_{ст} = \frac{19130}{35} = 547 \text{ кг/ч}.$$

Принимаем П-образный стояк по схеме *Д* с радиаторными узлами типов I и III (см. табл. 1). Расчетная схема такого стояка изображена на рис. 6, *а*.

Определим гидравлическое сопротивление принятой конструкции.

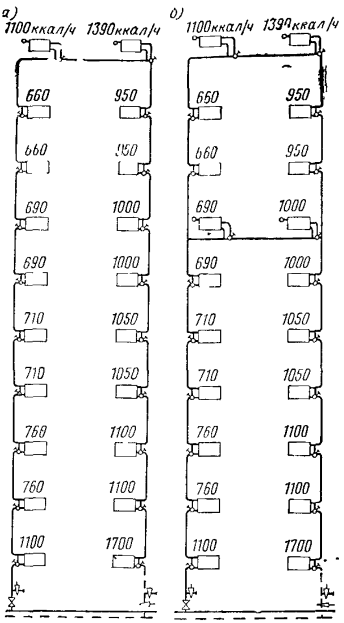


Рис. 6. Расчетная схема проточно-регулируемого стояка

а — с одинаковым расходом воды по стояку; *б* — с промежуточной параллельной перемычкой

1. Суммарная характеристика сопротивления 18 вертикальных этажестояков $S_1 = 18 \cdot 3{,}15 \times \times 10^{-4} = 56{,}7 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$

2. Суммарная характеристика сопротивления двух горизонтальных радиаторных узлов $S_2 = 2 \times \times 3{,}08 \cdot 10^{-4} = 6{,}16 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$

3. Характеристика сопротивления двух отводов на верхнем этаже $S_3 = 2 \cdot 1 \cdot 0{,}325 \cdot 10^{-4} = = 0{,}65 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

4. Характеристики сопротивления узлов присоединения стояка к подающей и обратной магистралям:

а) к подающей магистрали (с установкой вентиля) $S_4 = 5{,}69 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$;

б) к обратной магистрали (с установкой пробкового крана) $S_5 = 1{,}62 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

5. Суммарная характеристика сопротивления прямых участков труб стояка общей длиной 5,5 *м* (на верхнем этаже) $S_6 = 5{,}5 \cdot 0{,}59 \cdot 10^{-4} = 3{,}24 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

Полная характеристика сопротивления стояка

$$S_{ст} = (56{,}7 + 6{,}16 + 0{,}65 + 5{,}69 + 1{,}62 + 3{,}24) \cdot 10^{-4} = = 74{,}06 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

Гидравлическое сопротивление стояка $H_{ст} = 74{,}06 \times \times 10^{-4} \cdot 547^2 = 2216$ *кг/м²*,
что больше располагаемого давления.

Поэтому принимаем схему стояка с промежуточной параллельной перемычкой диаметром 15 *мм*, устанавливаемой на уровне 7-го этажа (см. рис. 6, *б*).

Произведем расчет гидравлического сопротивления стояка при такой конструкции.

1. Суммарная характеристика сопротивления 12 вертикальных этажестояков $S_1 = 12 \cdot 3{,}15 \cdot 10^{-4} = 37{,}8 \times \times 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

2. Характеристика сопротивления узлов присоединения стояка к магистралям $S_2 = (5{,}69 + 1{,}62)\,10^{-4} = = 7{,}31 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

3. Суммарная характеристика сопротивления четырех вертикальных этажестояков, расположенных выше перемычки $S_3 = 4 \cdot 3{,}15 \cdot 10^{-4} = 12{,}6 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

4. Суммарная характеристика сопротивления двух горизонтальных радиаторных узлов верхнего этажа

$$S_4 = 2 \cdot 3{,}08 \cdot 10^{-4} = 6{,}16 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

5. Суммарная характеристика сопротивления прямых участков труб стояка, расположенных выше перемычки:

горизонтального участка верхнего этажа длиной 5,5 *м;*

вертикальных участков стояка между 7-м и 8-м этажами длиной 5,4 *м* (2,7·2=5,4)

$$S_5 = (5{,}5 + 5{,}4)\,0{,}59 \cdot 10^{-4} = 6{,}43 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

6. Характеристики сопротивления двух отводов на стояке в верхнем этаже и тройников на проход[1] в месте присоединения перемычки $S_6 = (2 \cdot 1 + 0{,}5 + 3)0{,}325 \times \times 10^{-4} = 1{,}79 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

---

[1] Коэффициенты местного сопротивления тройников в стояках с промежуточной параллельной перемычкой следует принимать по аналогии с усредненными величинами для узлов присоединения стояков к магистралям (см. приложение 4).

7. Суммарная характеристика сопротивления двух горизонтальных радиаторных узлов, присоединенных к перемычке: $S_7 = 2 \cdot 11{,}03 \cdot 10^{-4} = 22{,}06 \cdot 10^{-4}$ $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

8. Характеристика сопротивления прямых участков труб перемычки длиной 5,5 *м* $S_8 = 5{,}5 \cdot 2{,}89 \cdot 10^{-4} = 15{,}88 \cdot 10^{-4}$ $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

9. Характеристика сопротивления тройников на ответвление в местах присоединения перемычки к стояку

$$S_9 = (5 + 1{,}5)\, 1{,}07 \cdot 10^{-4} = 6{,}96 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

Полная характеристика сопротивления участка стояка до перемычки $S_A = S_1 + S_2 = (37{,}8 + 7{,}31)\, 10^{-4} = 45{,}11\ 10^{-4}$ $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

Полная характеристика сопротивления участка стояка выше перемычки

$$S_Б = S_3 + S_4 + S_5 + S_6 = (12{,}6 + 6{,}16 + 6{,}43 + 1{,}79)\, 10^{-4} = 26{,}98 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

Полная характеристика сопротивления перемычки

$$S_B = S_7 + S_8 + S_9 = (22{,}06 + 15{,}88 + 6{,}96)\, 10^{-4} = 44{,}9 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

При расчете распределения воды внутри стояка гравитационное давление не учитывается, так как перемычка расположена на высоте, превышающей $^2/_3$ высоты стояка.

Определим расходы воды в перемычке и расположенном над нею участке стояка.

Суммарная характеристика сопротивления двух параллельных участков S' вычисляется по формуле

$$S' = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}}\right)^2} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}, \qquad (25)$$

где S_1 и S_2 — характеристики сопротивления отдельных участков в $\frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}$.

В нашем случае

$$S' = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{26{,}98 \cdot 10^{-4}}} + \frac{1}{\sqrt{44{,}9 \cdot 10^{-4}}}\right)} = 8{,}56 \cdot 10^{-4} \frac{кг/м^2}{(кг/ч)^2}.$$

Тогда гидравлическое сопротивление параллельных участков H' равно $H' = 8{,}56 \cdot 10^{-4} \cdot 547^2 = 256$ *кг/м²*.

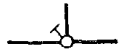
Отсюда расход теплоносителя через перемычку $G_{пер}$ равен:

$$G_{пер} = \sqrt{\frac{256}{44{,}9 \cdot 10^{-4}}} = 239 \text{ кг/ч}.$$

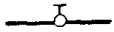
Расход теплоносителя через участок стояка, расположенный выше перемычки, равен $547 - 239 = 308$ *кг/ч*.

Общее гидравлическое сопротивление стояка $H_{ст} = 256 + 45{,}11 \cdot 10^{-4} \cdot 547^2 = 1606$ *кг/м²*, что удовлетворяет предъявленным требованиям.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К ПРИЛОЖЕНИЯМ 20—23



— кран трехходовой,



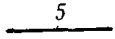
— кран двойной регулировки;



— кран типа Маевского



— номер узла,



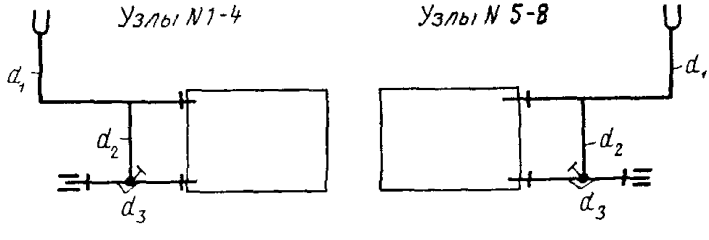
— номер детали;



— короткая резьба;

Приложение 20

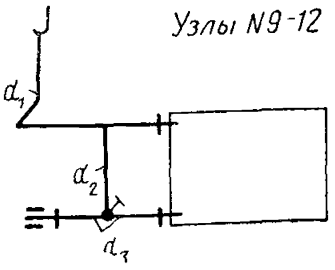
УНИФИЦИРОВАННЫЕ РАДИАТОРНЫЕ УЗЛЫ С ТРЕХХОДОВЫМИ КРАНАМИ



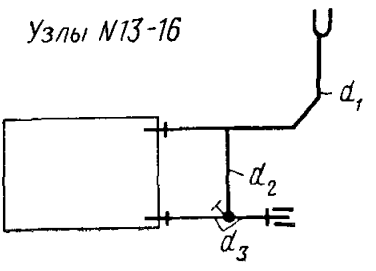
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
1	$15 \times 15 \times 15$	1
2	$20 \times 20 \times 20$	2
3	$25 \times 20 \times 20$	26
4	$25 \times 25 \times 25$	3

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
5	$15 \times 15 \times 15$	1
6	$20 \times 20 \times 20$	2
7	$25 \times 20 \times 20$	26
8	$25 \times 25 \times 25$	3

Узлы N9-12



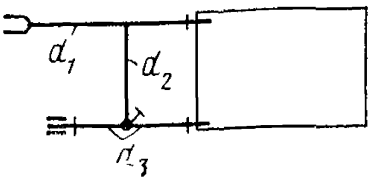
Узлы N13-16



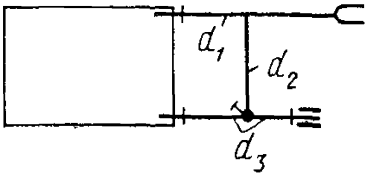
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
9	$15 \times 15 \times 15$	17
10	$20 \times 20 \times 20$	18
11	$25 \times 20 \times 20$	28
12	$25 \times 25 \times 25$	19

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
13	$15 \times 15 \times 15$	14
14	$20 \times 20 \times 20$	15
15	$25 \times 20 \times 20$	27
16	$25 \times 25 \times 25$	16

Узлы N17-20



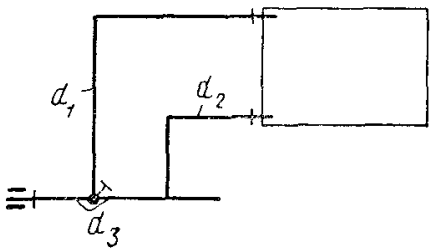
Узлы N21-24



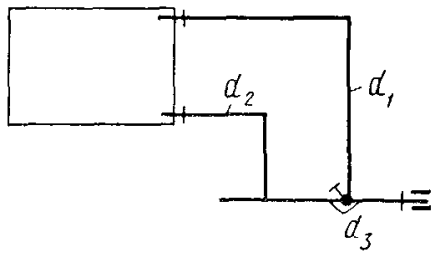
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу			
		для зданий			
		без ниш	с нишами	с горизонтальными перемычками	
				без ниш	с нишами
17	15×15×15	17	1	—	—
18	20×20×20	18	2	32	34
19	25×20×20	28	26	—	—
20	25×25×25	19	3	—	—

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу			
		для зданий			
		без ниш	с нишами	с горизонтальными перемычками	
				без ниш	с нишами
21	15×15×15	14	1	—	—
22	20×20×20	15	2	31	33
23	25×20×20	27	26	—	—
24	25×25×25	6	3	—	—

Узлы N 25-27



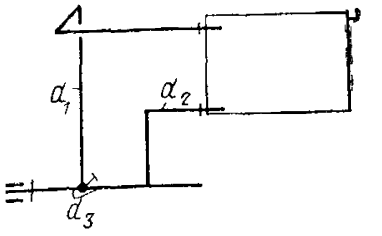
Узлы N 28-30

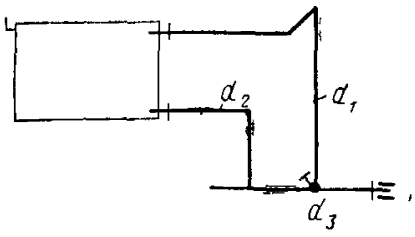


№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу	
		для зданий	
		с нишами	с нишами и с горизонтальными перемычками
25	15×15×15	4	—
26	20×20×20	5	29
27	25×25×25	6	—

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу	
		для зданий	
		с нишами	с нишами и с горизонтальными перемычками
28	15×15×15	4	—
29	20×20×20	5	29
30	25×25×25	6	—

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
Узлы N 31-33		
31	15×15×15	7
32	20×20×20	8
33	25×25×25	9
Узлы N 34-36		
34	15×15×15	7
35	20×20×20	8
36	25×25×25	9



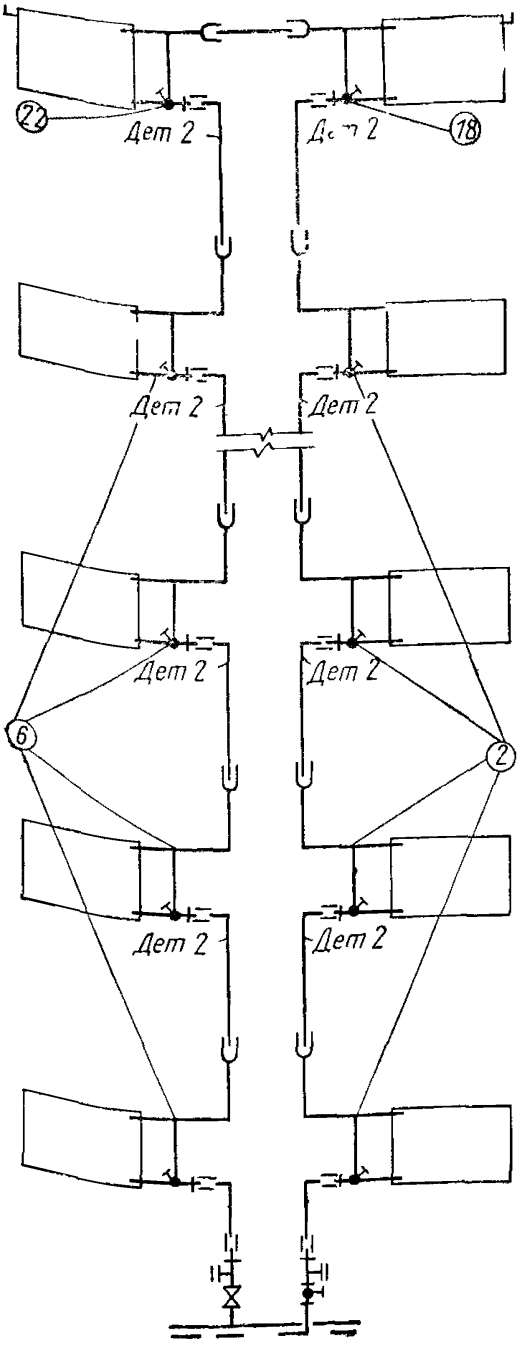


Примечания 1. Длина подводки от оси стояка до радиатора принимается в *мм*

при ∅ 15—20 — 360—400,
при ∅ 25 — 500

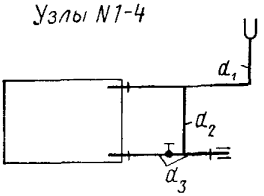
2. Высота от чистого пола до низа подоконной доски для узлов № 27, 30, 33 и 36 должна быть не менее 800 *мм*

Пример оформления схемы стояка системы отопления с трехходовыми кранами



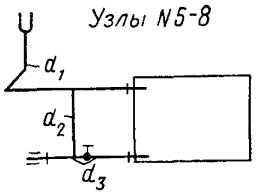
УНИФИЦИРОВАННЫЕ РАДИАТОРНЫЕ УЗЛЫ С КРАНАМИ ДВОЙНОЙ РЕГУЛИРОВКИ

Узлы N1-4



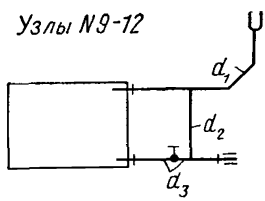
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
1	15×15×15	1
2	20×15×20	2
3	25×20×20	26
4	25×20×25	3

Узлы N5-8



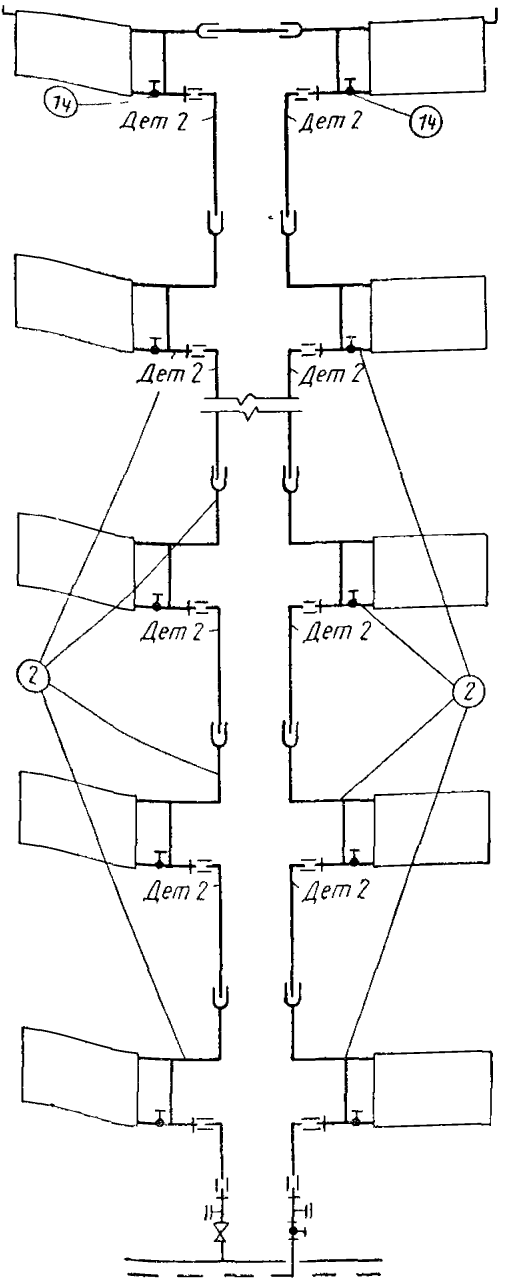
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
5	15×15×15	17
6	20×15×20	18
7	25×20×20	28
8	25×20×25	19

Узлы N9-12



№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу
9	15×15×15	14
10	20×15×20	15
11	25×20×20	27
12	25×20×25	16

Пример оформления схемы стояка системы отопления с кранами двойной регулировки

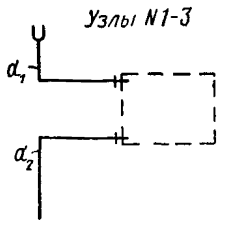


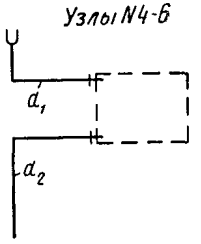
№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу			
		Для зданий			
		без ниш	с нишами	без ниш	с нишами
				с горизонтальными перемычками	
Узлы N 13-16					
13	15×15×15	14	1	—	—
14	20×15×20	15	2	31	33
15	25×20×20	27	26	—	—
16	25×20×25	16	3	—	—

№ узла	$d_1 \times d_2 \times d_3$ в *мм*	№ детали междуэтажных вставок, относящейся к данному узлу	
		Для зданий	
		без ниш	с нишами
Узлы N 17-19			
17	15×15×15	7	4
18	20×20×20	8	5
19	20×20×25	9	6

Примечание. Длина подводки от оси стояка до радиатора принимается в *мм*:
при Ø 15—20 — 360—400:
при Ø 25 — 500.

УНИФИЦИРОВАННЫЕ РАДИАТОРНЫЕ УЗЛЫ ПРОТОЧНЫЕ НЕРЕГУЛИРУЕМЫЕ



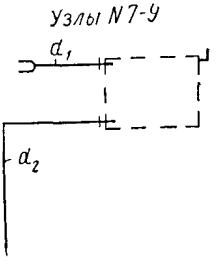


Для первых этажей

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
1	15×15
2	20×20
3	25×25

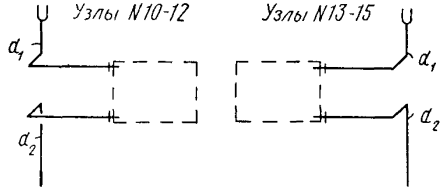
Для средних этажей

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
4	15×15
5	20×20
6	25×25



Для верхних этажей

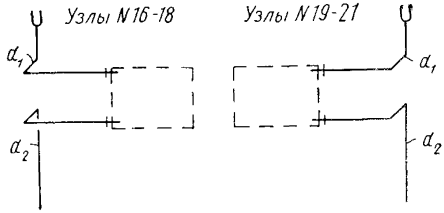
№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
7	15×15
8	20×20
9	25×25



Для первых этажей

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
10	15×15
11	20×20
12	25×25

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
13	15×15
14	20×20
15	25×25

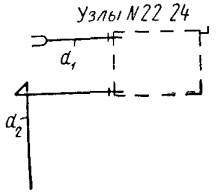
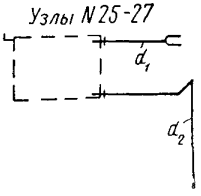


Для средних этажей

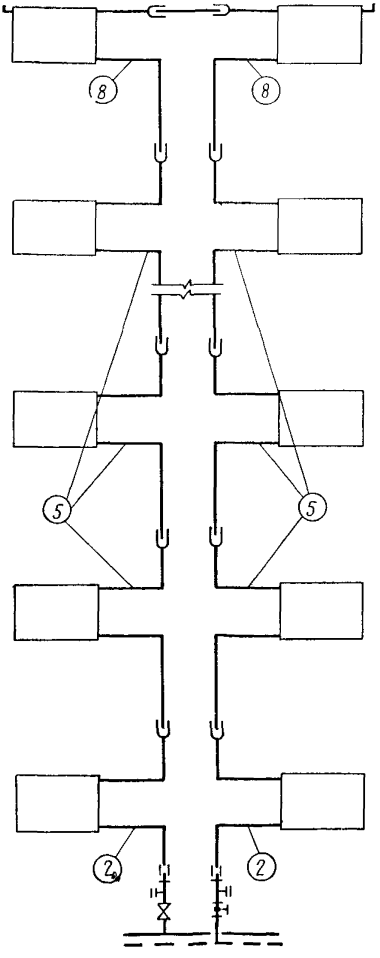
№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
16	15×15
17	20×20
18	25×25

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
19	15×15
20	20×20
21	25×25

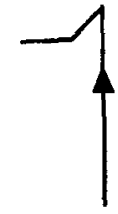
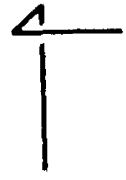
Для верхних этажей

№ узла	$d_1 \times d_2$ в *мм*
Узлы N22 24 	
22	15×15
23	20×20
24	25×25
Узлы N25-27 	
25	15×15
26	20×20
27	25×25

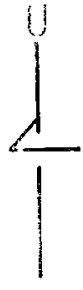
Пример оформления схемы стояка системы отопления проточного нерегулируемого



УНИФИЦИРОВАННЫЕ МЕЖДУЭТАЖНЫЕ ВСТАВКИ

№ детали междуэтажных вставок	Эскиз детали	№ детали междуэтажных вставок	Эскиз детали
1—11		24—25	
12—13		26	
14—16, 22, 23		27	
17—19, 20, 21		28	

Продолжение приложения 23

№ детали междуэтажных вставок	Эскиз детали	№ детали междуэтажных вставок	Эскиз детали
29—30		33	
31		34	
32			

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие положения 3
2. Схемы и элементы систем отопления 4
3. Расчет трубопроводов 9
4. Расчет нагревательных приборов 16

Приложения:

1. График для выбора располагаемого давления побудителя $H_{поб}$ в системе отопления при элеваторном присоединении в зависимости от располагаемого давления на вводе $H_в$ и коэффициента смешения u 21
2. Пример определения фактической температуры обратной воды, коэффициента смешения и располагаемого давления побудителя 21
3. Удельные скоростные давления и приведенные коэффициенты трения для трубопроводов систем водяного отопления 23
4. Коэффициенты местных сопротивлений конструктивных элементов систем водяного отопления 23
5. Характеристики сопротивления радиаторных узлов проточно-регулируемых систем 25
6. Характеристики сопротивления радиаторных узлов для однотрубных систем со смещенными замыкающими участками 27
7. График для предварительного определения потерь давления в стояках проточно-регулируемых систем . . . 29
8. График для предварительного определения потерь давления в стояках со смещенными замыкающими участками 30
9. Коэффициент β_1 на остывание воды в стояках . . . 31
10. Теплоотдача 1 *экм* радиаторов $q_э$ 32
11. Перепады температур воды в нагревательных приборах радиаторных узлов с замыкающими участками . . . 41
12. Полная теплоотдача 1 *м* изолированных трубопроводов в подвалах и технических подпольях при коэффициенте эффективности изоляции 0,75 44
13. График определения теплоотдачи 1 *м* вертикальных гладких труб в *ккал/ч* 45
14. Полезная теплоотдача трубопроводов однотрубных систем отопления в *экм* 45
15. Коэффициент β_2 на способ установки нагревательных приборов 48
16. Расчетная поверхность нагрева радиаторов $F_{рад}$ в зависимости от числа секций в приборе 49

Стр.
17. Сводные данные показателей системы отопления . . 50
18. Удельные технико-экономические показатели системы отопления 51
19. Примеры расчета стояков однотрубных систем отопления с нижней разводкой 52
20 Унифицированные радиаторные узлы с трехходовыми кранами 66
21. Унифицированные радиаторные узлы с кранами двойной регулировки 71
22. Унифицированные радиаторные узлы проточные нерегулируемые 73
23. Унифицированные междуэтажные вставки 76

**Государственный комитет
по гражданскому строительству
и архитектуре при Госстрое СССР**

УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ РАДИАТОРНЫХ ОДНОТРУБНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С НИЖНЕЙ РАЗВОДКОЙ МАГИСТРАЛЕЙ

СН 419-70

* * *

Стройиздат
Москва, К 31, Кузнецкий мост, д 9
* * *

Редактор издательства *Е А Мельникова*
Технический редактор *Г В Копылова*
Корректоры *Г А Кравченко, И. В Медведь*

Сдано в набор 20/III—1972 г. Подписано к печати 16/V—1972 г
Бумага 84×108$^{1}/_{32}$ — 1,25 бум л
4,2 усл печ л (уч.-изд 5,1 л)
Тираж 35 000 экз. Изд № XII—3417 Зак. № 139 Цена 26 коп

Подольская типография Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
г Подольск, ул Кирова, д 25

gost.e-ecolog.ru