Приложение 3

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль: «Энергообеспечение предприятий»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Смоленск

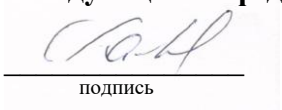
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Энергообеспечение предприятий»
Методическое обеспечение РПД Б1.В.02 «Инженерные сети зданий и сооружений»

Методические материалы составил:

_____ _ст. преподаватель_ _Фокин А.М._
подпись ФИО

«_24_» _июня_ 2020 г.

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»:



_____ _В.А. Галковский_
подпись Ф.И.О.

«_02_» _июля_ 2020 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Инженерные сети зданий и сооружений» разработаны для подготовки студентов по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Энергообеспечение предприятий» в соответствии с рабочей программой дисциплины «Инженерные сети зданий и сооружений» и включают:

Учебно-методическое обеспечение лекционных занятий

Методические рекомендации по выполнению практических занятий

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Инженерные сети зданий и сооружений».

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

Учебно-методическое обеспечение лекционных занятий
по дисциплине

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Смоленск

Тепловой баланс и тепловой режим помещений.

Тепловой баланс – соотношение между теплопотерями и теплопоступлениями в помещении.

Требования к тепловой защите зданий устанавливаются в следующем порядке:

- принимаются средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность отопительного периода, сут/год, по СП 131.13330;
- принимается расчетная температура внутреннего воздуха здания по ГОСТ 30494;
- рассчитываются градусо-сутки отопительного периода по формуле (5.2) СП 50.13330.2012;
- находятся базовые значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания $R_o^{тр}$, (м ·°С)/Вт, по таблице 3 СП 50.13330.2012;
- находятся нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания $R_o^{норм}$, (м ·°С)/Вт, по пункту 5.2 СП 50.13330.2012 назначаются коэффициенты m_p и с помощью формулы (5.1) СП 50.13330.2012;
- проводится проверка приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций здания $R_o^{пр}$, (м²·°С)/Вт;
- проводится проверка удельной теплозащитной характеристики здания $k_{об}$, Вт/(м³·°С), по пункту 5.5 СП 50.13330.2012;
- проводится проверка требований к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания по разделу 10 СП 50.13330.2012.

При реализации данных требований к тепловой защите зданий рекомендуется также учитывать положения СП 54.13330 и СП 118.13330.

Тепловая мощность отопительной установки:

Qот = Qпот – Qвыд, Вт где:

Qпот – суммарные теплопотери помещения, Вт;

Qвыд – суммарные тепловыделения в помещении, Вт.

суммарные теплопотери помещения:

Qпот=Qогр+Qн+Qмат+Qтезн+Qвент+….+Qi, Вт

суммарные тепловыделения в помещении:

Qвыд=Qл+Qоб+Qэл+Qмат+Qтехн+……+Qi, Вт

Расчетная тепловая мощность, кВт, системы отопления:

$$Q = Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 + Q_2 - Q_3$$

где Q_1 - расчетные тепловые потери здания, кВт;

b_1- коэффициент учета дополнительного теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины;

b_2 - коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами, расположенными у наружных ограждений при отсутствии теплозащитных экранов;

- потери теплоты, кВт, трубопроводами, проходящими в неотапливаемых помещениях;

Q_3 - тепловой поток, кВт, регулярно поступающий от освещения, оборудования и людей, который следует учитывать в целом на систему отопления здания. Для жылых домов величину следует учитывать из расчета 0.01 кВт на 1 м^2 общей площади.

Расчетные тепловые потери , кВт

$$Q_1 = (Q_a + Q_в)$$

где: Q_a - тепловой поток, кВт, через ограждающие конструкции;

$Q_в$ - потери теплоты, кВт, на нагревание вентиляционного воздуха.

Потери теплоты через ограждающие конструкции

Расчетные потери теплоты *Qa* через ограждающие конструкции:

$$Q_а = A\frac{1}{R_0}(t_в - t_н)(1+\sum\beta)n\cdot 10^{-3}$$

где А - площадь ограждения, м^2 ;

R_o- сопротивление теплопередаче ограждения, м² ºС/Вт;

$t_в$- расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{н5}$ - расчетная температура наружного воздуха, равная температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 , °С;

n - коэффициент, учитывающий положение ограждения по отношению к наружному воздуху;

β - коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери сверх основных через ограждения (в долях от основных теплопотерь).

Определение площадей ограждающих конструкций

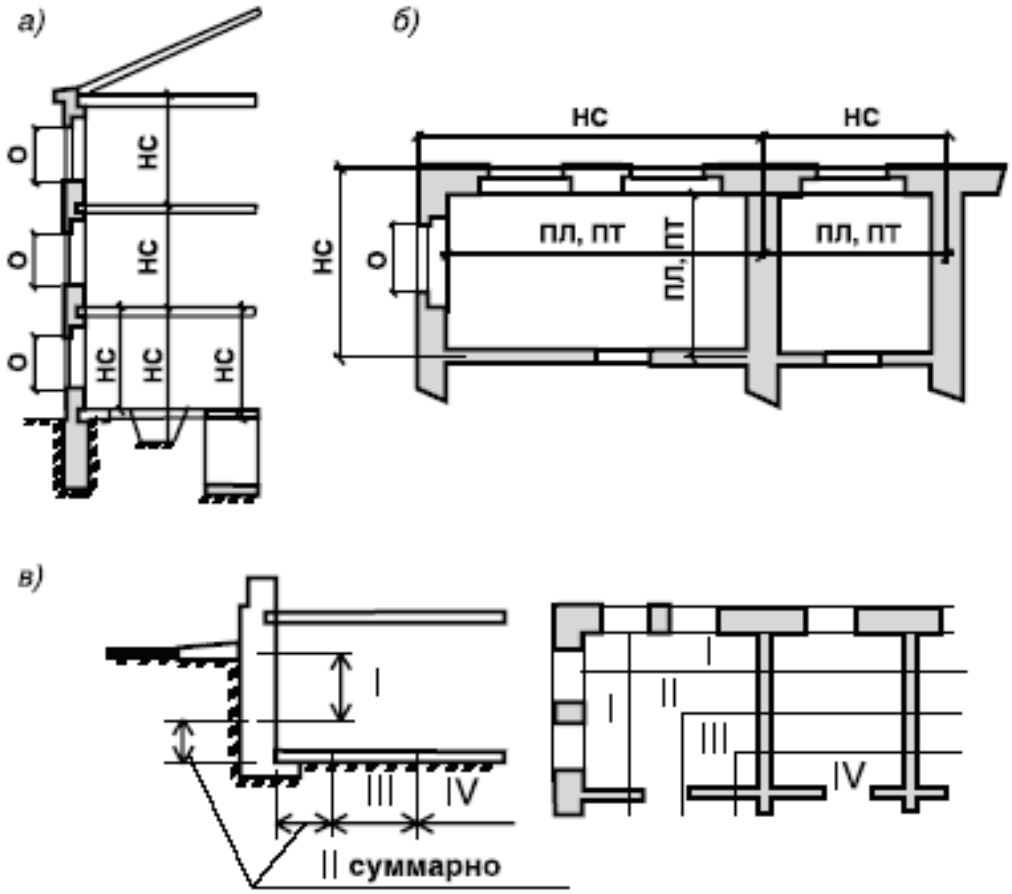


Рис. 2.1 Обмер площадей в плане и по высоте

НС – наружная стена, ПЛ – пол, ПТ – потолок, О – окно

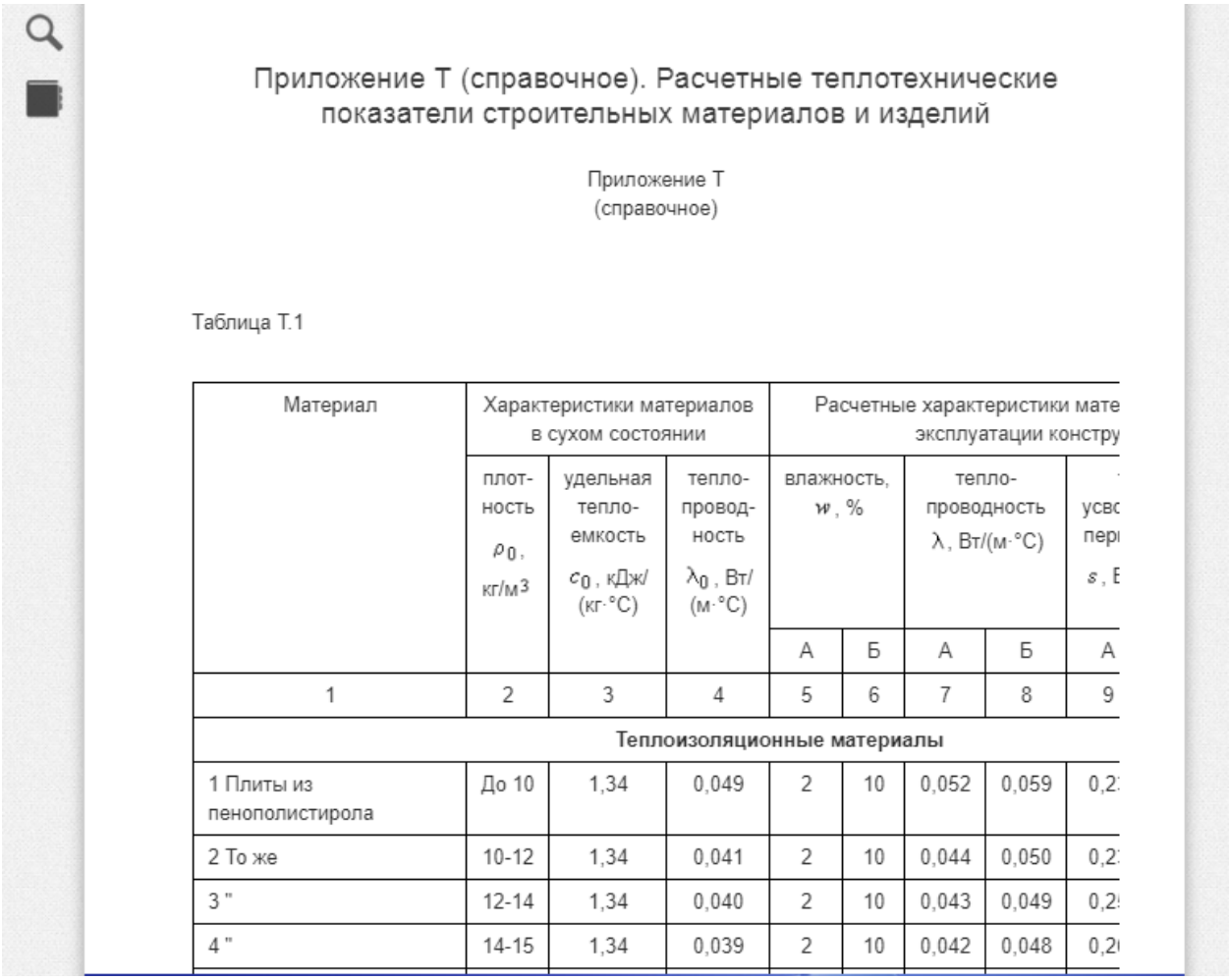
Определяется с точностью до 0,1 м^2

Сопротивление теплопередаче ограждения Ro (м² ºС/ Вт) принимают по фактическим данным исходя из условия:

$$Ro > Rн,$$

где: Rн – нормативное значение сопротивления теплопередаче ограждения (м² ºС/ Вт)

СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты http://docs.cntd.ru/document/557662914
СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей (с Изменением N 1) http://docs.cntd.ru/document/1200123088
СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением N 1) http://docs.cntd.ru/document/1200095525



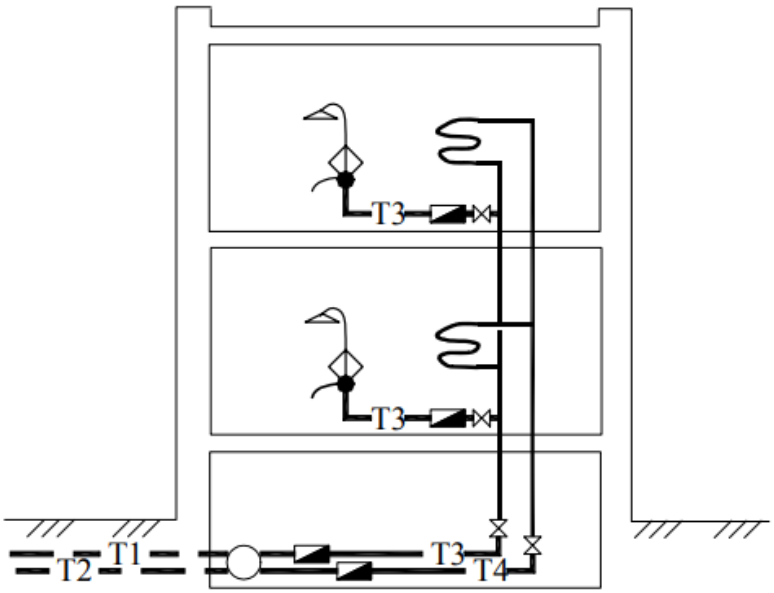
Приложение Т (справочное). Расчетные теплотехнические показатели строительных материалов и изделий

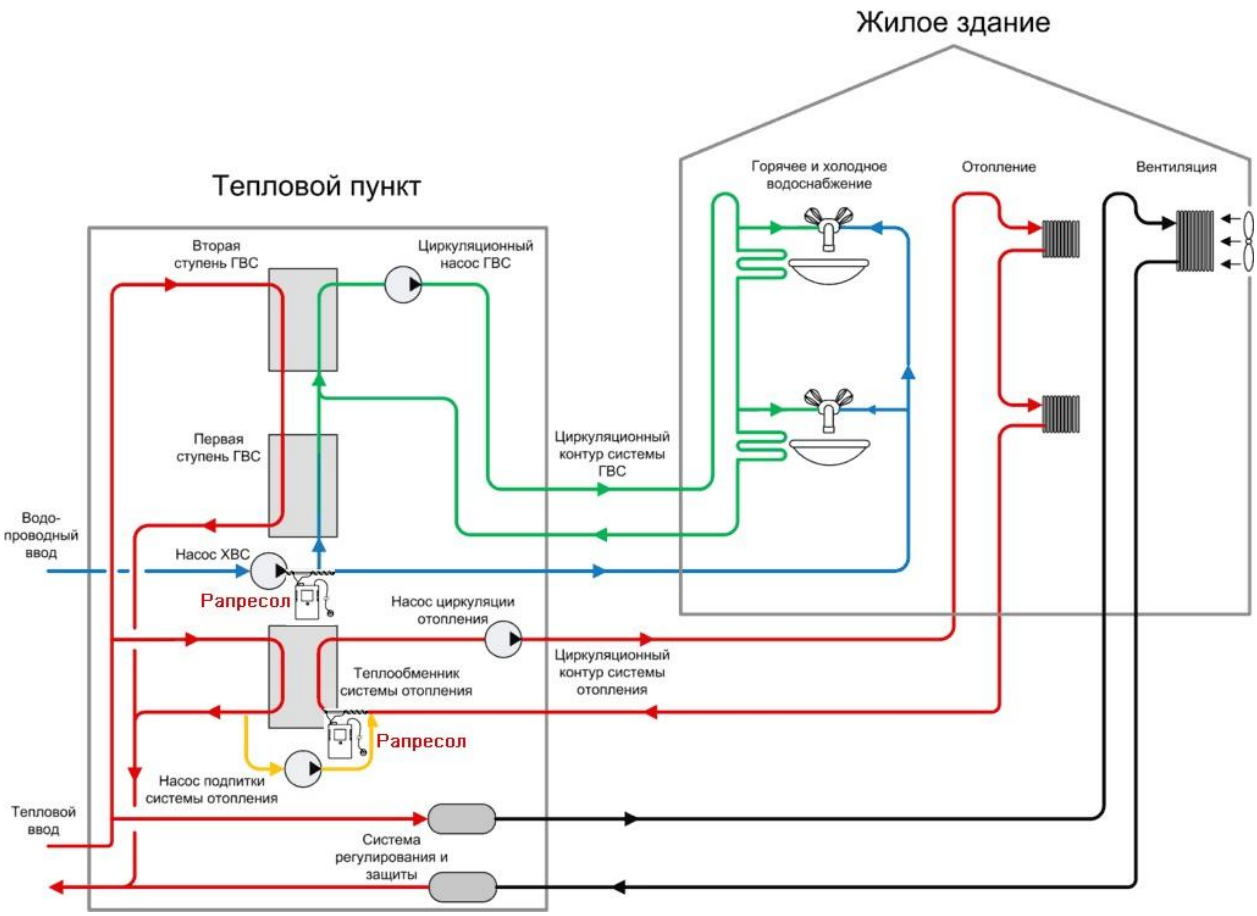
Приложение Т
(справочное)

Таблица Т.1

Материал	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные характеристики мате эксплуатации констру				
	плотность ρ_0, кг/м^3	удельная теплоемкость c_0, кДж/(кг·°С)	теплопроводность λ_0, Вт/(м·°С)	влажность, w, %		теплопроводность λ, Вт/(м·°С)		усво пери s, В
				А	Б	А	Б	А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Теплоизоляционные материалы								
1 Плиты из пенополистирола	До 10	1,34	0,049	2	10	0,052	0,059	0,2
2 То же	10-12	1,34	0,041	2	10	0,044	0,050	0,2
3 "	12-14	1,34	0,040	2	10	0,043	0,049	0,2
4 "	14-15	1,34	0,039	2	10	0,042	0,048	0,2

Системы и схемы горячего водоснабжения зданий.





Система горячего водоснабжения (ГВС) служит для подготовки и подачи горячей воды к санитарно-техническим приборам, технологическому оборудованию и включает в себя: установку

для приготовления горячей воды, внутридомовые разводящие и циркуляционные трубопроводы, водоразборные приборы.

По качеству вода, подаваемая на хозяйственно-бытовые нужды, должна соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования качества воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Местные тепловые пункты (МТП) размещаются в подвалах или на первых этажах зданий, в непосредственной близости от ввода тепловой сети в здание. Площадь помещения должна быть достаточна для размещения оборудования (водомерный узел, подогреватель ГВС, циркуляционные насосы) и обеспечения безопасного обслуживания. Секционные подогреватели ГВС в плане размещаются так, чтобы на высоте до 2 м между ними, выступающими конструкциями и трубопроводами оставался свободный проход для обслуживания и ремонта. МТП оборудуется счетчиками расхода воды (водомерами) и средствами автоматики (регуляторами расхода и температуры).

Схема и размещения трубопроводов ГВС в жилых зданиях определяется планировкой и этажностью. Циркуляция горячей воды в подающих (водоразборных) трубопроводах закрытых систем теплоснабжения, предусматривается в объеме, необходимом для поддержания температуры воды в точках водоразбора не ниже 50 ºС и не ниже 60 ºС – для систем централизованного горячего водоснабжения, присоединяемых к открытым системам теплоснабжения. В ванных и душевых комнатах жилых зданий должны устанавливаться полотенцесушители.

При нижней разводке трубопроводы системы ГВС от МТП прокладываются по подвалу с уклоном 0,002…0,005 в сторону теплового пункта и изолируются.

Для зданий до семи этажей водоразборные и циркуляционные системы выполняются из стальных оцинкованных труб постоянного диаметра соответственно 25 и 15 мм, по всей высоте. Полотенцесушители изготавливаются из труб диаметров до 32 мм, а подводки к водоразборным приборам 15 мм.

Запорная арматура общепромышленного назначения на рабочее давление до 0,5 МПа устанавливается на ответвлениях к стоякам и подводках к водоразборным кранам.

В жилых и общественных зданиях высотой свыше 4 этажей следует объединять группы водоразборных стояков кольцующими перемычками в секционные узлы с присоединением каждого секционного узла одним циркуляционным трубопроводом к сборному циркуляционному трубопроводу системы. В секционные узлы следует объединять от трех до семи водоразборных стояков. Кольцующие перемычки следует прокладывать по теплому чердаку, по холодному чердаку под слоем теплоизоляции, под потолком верхнего этажа при подаче воды в водоразборные стояки снизу или по подвалу при подаче воды в водоразборные стояки сверху.

При протяженности кольцующей перемычки, превышающей суммарную протяженность циркуляционных стояков, допускается не закольцовывать водоразборные стояки.

В зданиях высотой до 4 этажей, а также в зданиях, в которых отсутствует возможность прокладки кольцующих перемычек, допускается устанавливать полотенцесушители: - на циркуляционных стояках системы горячего водоснабжения; - на системе отопления ванных комнат круглогодичного действия, при этом водоразборные стояки и разводящие трубопроводы следует прокладывать совместно с трубопроводами отопления в общей изоляции.

Давление в системе горячего водоснабжения у санитарных приборов должно быть не более 0,45 МПа (4,5 кгс/см 2).

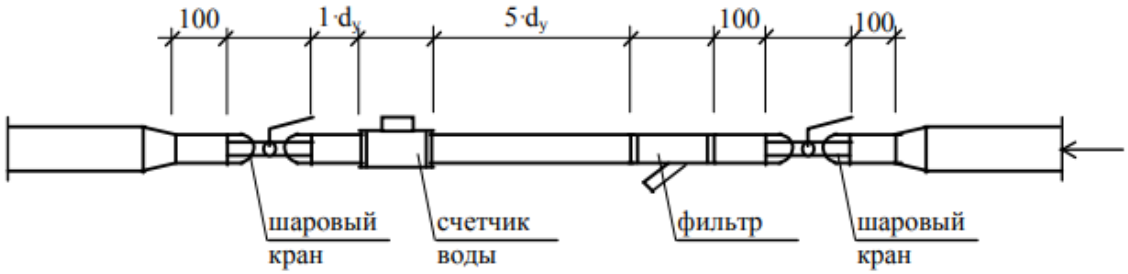


Рис.3.1. Схема водомерного узла

В зависимости от назначения системы горячего водоснабжения разделяют на хозяйственно-бытовые и производственные. Объединение этих систем допускается, если на технические нужды требуется вода питьевого качества или при контакте с технологическим оборудованием не изменяется качество воды.

Системы горячего водоснабжения могут быть местными и централизованными, **Местные системы** устраивают в небольших зданиях, где нагрев воды производится у каждого потребителя или небольшой группы потребителей Вода из системы холодного водоснабжения подается в устройство для нагрева воды (местный водонагреватель), где сгорающее топливо, электроэнергия и т. д. нагревают воду. Горячая вода поступает к потребителю по распределительной сети Схемы местных систем горячего водоснабжения включают местный водонагреватель, трубопроводы горячей воды и арматуру. В малоквартирных зданиях иногда используют систему горячего водоснабжения, объединенную с отоплением

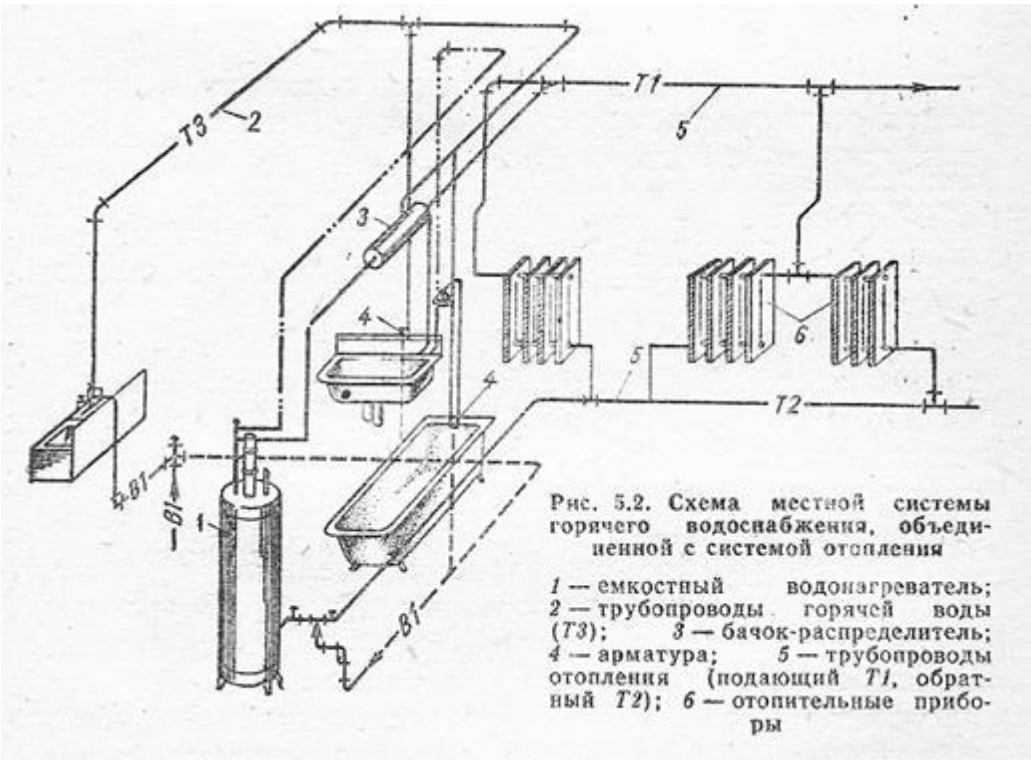


Рис. 5.2. Схема местной системы горячего водоснабжения, объединенной с системой отопления

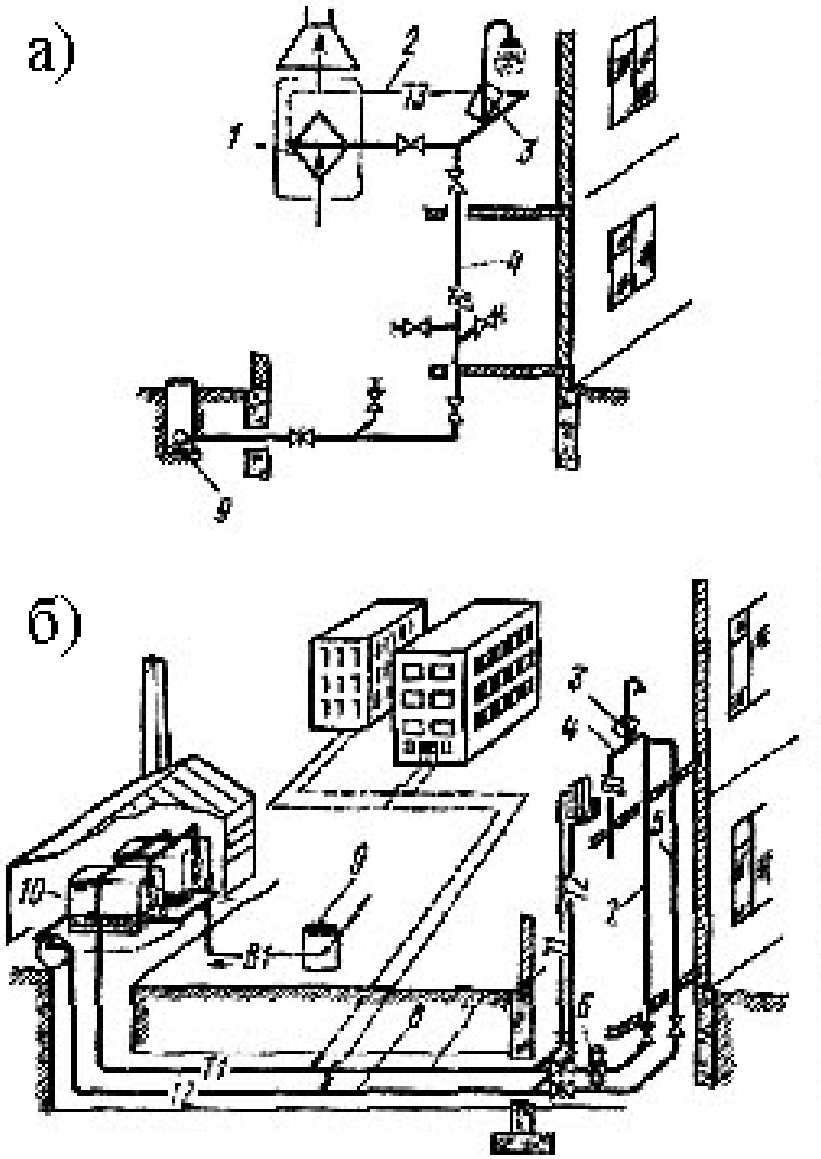
1 — емкостный водонагреватель; *2* — трубопроводы горячей воды (*T3*); *3* — бачок-распределитель; *4* — арматура; *5* — трубопроводы отопления (подающий *T1*, обратный *T2*); *6* — отопительные приборы

Минусы: Большое количество водонагревателей, требующих постоянного наблюдения, затрудняет монтаж и эксплуатацию местных систем, в небольших зданиях при отсутствии источников централизованного теплоснабжения или значительном удалении от них, когда сооружение тепловых сетей экономически нецелесообразно.

Централизованные системы горячего водоснабжения (ЦГВ) устраивают при наличии мощных источников тепла (ТЭЦ, районные котельные и т. д.). Эти системы состоят из тех же элементов, что и системы холодного водоснабжения, к которым добавляют устройство для нагрева воды, циркуляционную сеть, обратный трубопровод тепловой сети, необходимые для циркуляции воды, восполнения теплопотерь и поддержания требуемой температуры воды во всех точках системы.

Централизованные системы горячего водоснабжения нашли наиболее широкое применение во всех типах зданий благодаря экономичности, простоте эксплуатации и обслуживания.

Основные элементы централизованной системы горячего водоснабжения даны на рисунке:



- Системы горячего водоснабжения

- а) местная; б) централизованная (открытая); Т1 – подающая сеть; Т2 –обратная сеть (отопления); Т3 – распределительная сеть; Т4 –циркуляционная сеть (горячего водоснабжения); В1 – холодный водопровод; 1 – местный водонагреватель; 2 – распределительная сеть; 3 – водоразборная арматура; 4 – сеть холодного водоснабжения; 5 – циркуляционная сеть; 6 –регулятор температуры; 7 – подающий трубопровод тепловой сети; 8 –обратный трубопровод тепловой сети; 9 – колодец наружной водопроводной сети; 10 – водогрейный котёл.

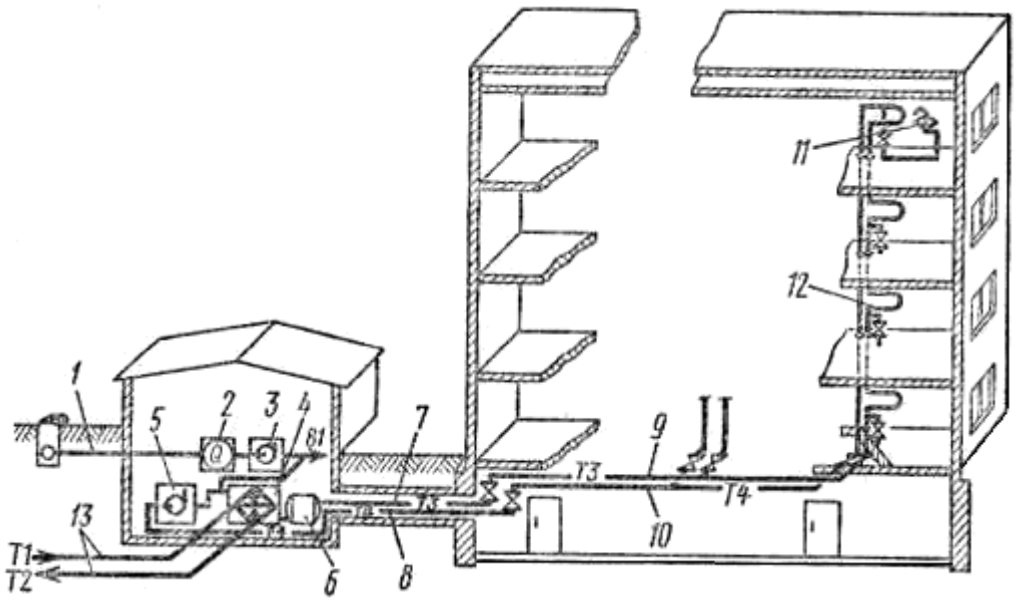
Выбор схемы системы, количество элементов в системе и их взаимное расположение зависят от режима водопотребления, типа устройства для подогрева воды, протяженности системы и т. д. Различают открытые и закрытые системы горячего водоснабжения

В **открытой схеме ЦГВ** (система с непосредственным водоразбором из тепловой сети) вода нагревается в котлах, расположенных в центральных котельных, теплообменниках ТЭЦ, и по квартальной сети подается в систему отопления отдельных зданий, а также на горячее водоснабжение по распределительной сети. Циркуляционные трубопроводы возвращают охлажденную воду для догрева в котлы.

Плюсы: простота и долговечна в работе, так как питается тщательно очищенной водой, необходимой для работы котлов без накипеобразовния

Минусы: Недостатком схемы является большая мощность установок для водоподготовки, которые должны очищать всю воду, идущую на водоразбор, поэтому ее используют при низкой карбонатной жесткости природной воды.

В закрытых схемах ЦГВ теплота от котлов {генераторов теплоты) передается теплоносителю {перегретой воде, пару и т. д.), который по теплофикационной сети (контуру теплоносителя) поступает к водонагревателю. Вода из системы холодного водоснабжения, проходя через водонагреватель, нагревается и поступает в распределительную сеть.



Элементы централизованной (закрытой) системы горячего водоснабжения 1-ввод; 2 — водомерный узел; 3 — установка для повышения давления; 4 водонагреватель; 5 — циркуляционные насосы: 5— аккумулятор теплоты; 7, 8 подающая и циркуляционная квартальные сети: 9-распределительная сеть. 10 — циркуляционная сеть; 11 — арматура; 12 — полотенцесушитель; 13 — сеть теплоносителя

Плюсы: Гидравлическая изолированность сети теплоносителя и внутреннего водопровода гидростатическое давление не передаётся от теплоносителя к внутренним системам Жесткость во-

ды может быть до 7 Уменьшение диаметра сетей теплоносителя которые транспортируют только сетевую воду

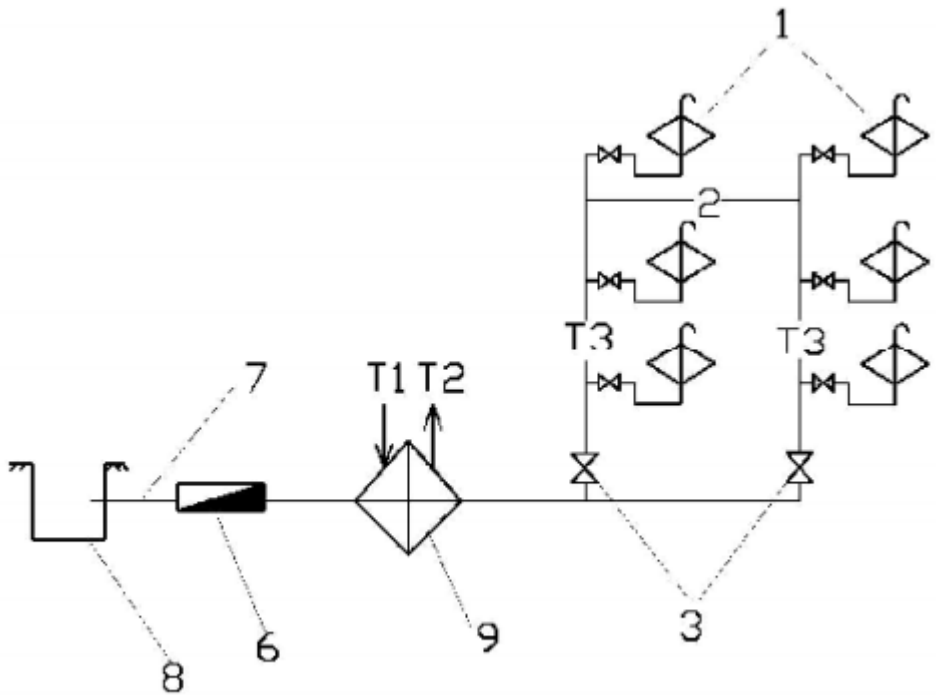
Минусы: Усложнение системы за счет дополнительного элемента водонагревателя - необходимость дополнительных затрат на периодическую очистку водонагревателя, а так же установки автоматики для поддержания постоянной температуры воды при изменении водопотребителя и необходимость прокладки внутриквартальной сети.

Однако установки для водоподготовки могут быть небольшой мощности, так как теплоноситель не расходуется, а полностью возвращается в котел, потребитель же получает горячую воду питьевого качества из городского водопровода. Кроме того, котлы находятся под постоянным давлением, которое не зависит от давления в системе ЦГВ. Эти преимущества обеспечили широкое применение закрытой системы ЦГВ.

Схемы централизованного горячего водоснабжения(Т3)

Простая, с запасной регулирующей емкостью, с установками для повышения давления как в В1

Схемы без циркуляции

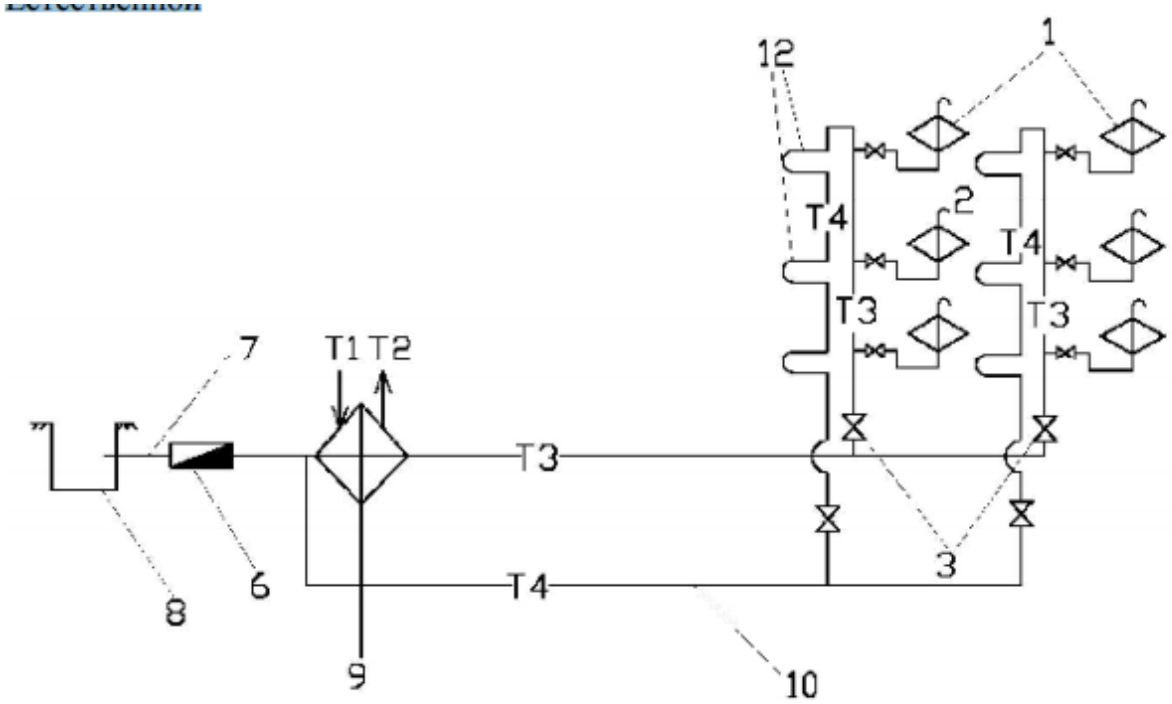


1-водоразборная арматура, 2-стояки, 3 — арматура; 6 — водомерный узел 7,8-ввод; 9- водонагреватель

Применяется, когда теплопотери незначительные или в которых происходит периодическое водоиспользование, что позволяет обходиться незначительными сливами воды по сравнению с общим водопотреблением Схемы без циркуляции, применяют в небольших зданиях при протяженности магистрали до 30 м и высоте здания 2-3 этажа

С циркуляцией

Естественной



1-водоразборная арматура, 2-стояки, *3* — арматура; *6* — водомерный узел 7,8-ввод; 9-водонагреватель *10*-циркуляционная сеть, *12*-полотенцесушители

Величина циркуляции определяется значением естественного теплового напора,величина которого в основном определяется высотой здания. Величина теплового напора незначительна, поэтому данная схема используется в зданиях небольшой протяженности (5-6 эт).

Плюсы

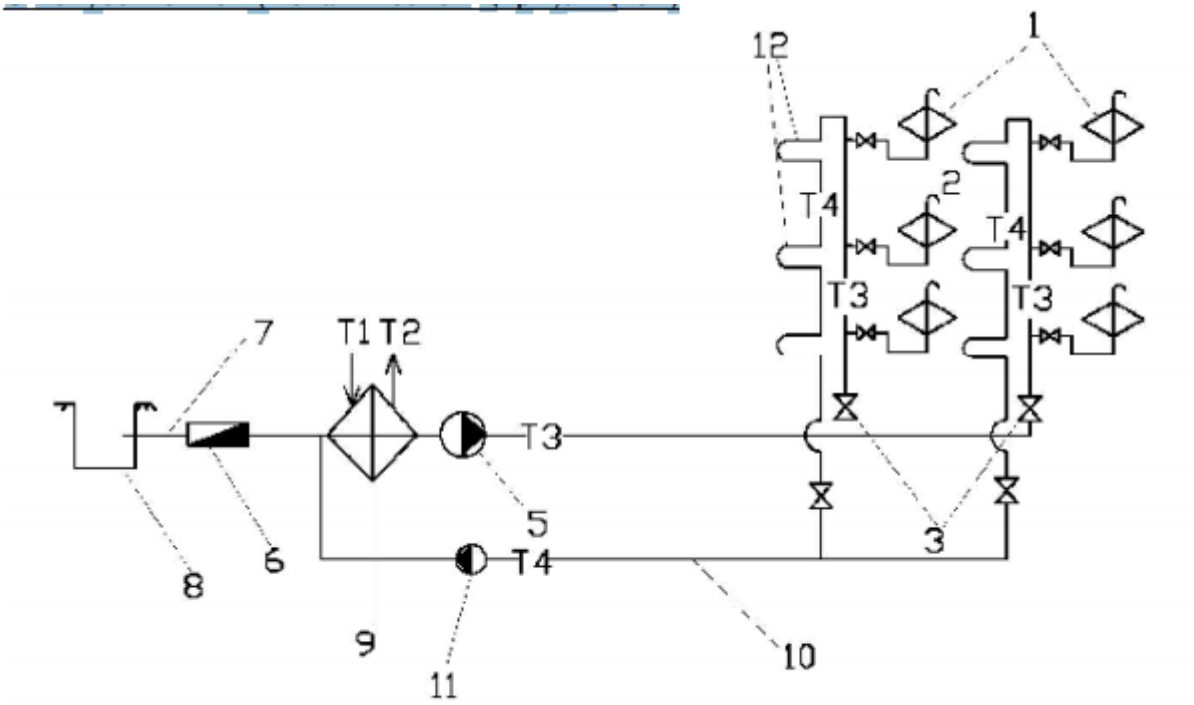
- постоянная готовность системы и стабильность работы
- отсутствие дополнительных затрат электроэнергии
- минимальные расходы на эксплуатацию

Минусы

-незначительная величина циркуляции или температура напора
-небольшая протяженность системы

-необходимость постоянной регулировки системы для обеспечения равномерного прогрева, необходимость периодической дополнительной наладки, т.к из-за зарастания системы происходит изменение гидравлического сопротивления системы

С искусственной (механической циркуляцией)



1-водоразборная арматура, 2-стояки, *3* — арматура; *6* — водомерный узел 7,8- ввод; 9-водонагреватель *10*-циркуляционная сеть, *11*-циркуляционный насос, *12*-полотенцесушители

Для обеспечения стабильной циркуляции в этой системе используют циркуляционный насос, давление и расход которого должны обеспечить постоянную циркуляцию в объёме необходимом для восполнения теплопотерь по пути движения воды от водонагревателя до диктующей водоразборной точки (теплопотеря по циркуляционному трубопроводу не учитывается)

Плюсы:

любое циркуляционное давление обеспечивается насосом, позволяющем организовать циркуляцию в системах большой протяженности с большим количеством потребителей

-возможность использования в больших централизованных системах горячего водоснабжения - наличие запаса циркуляционного давления позволяет эксплуатировать систему даже при её частичном зарастании.

Минусы

-дополнительные затраты электроэнергии, увеличение затрат на обслуживание насосов

Область применения: Большие микрорайоны и крупные здания

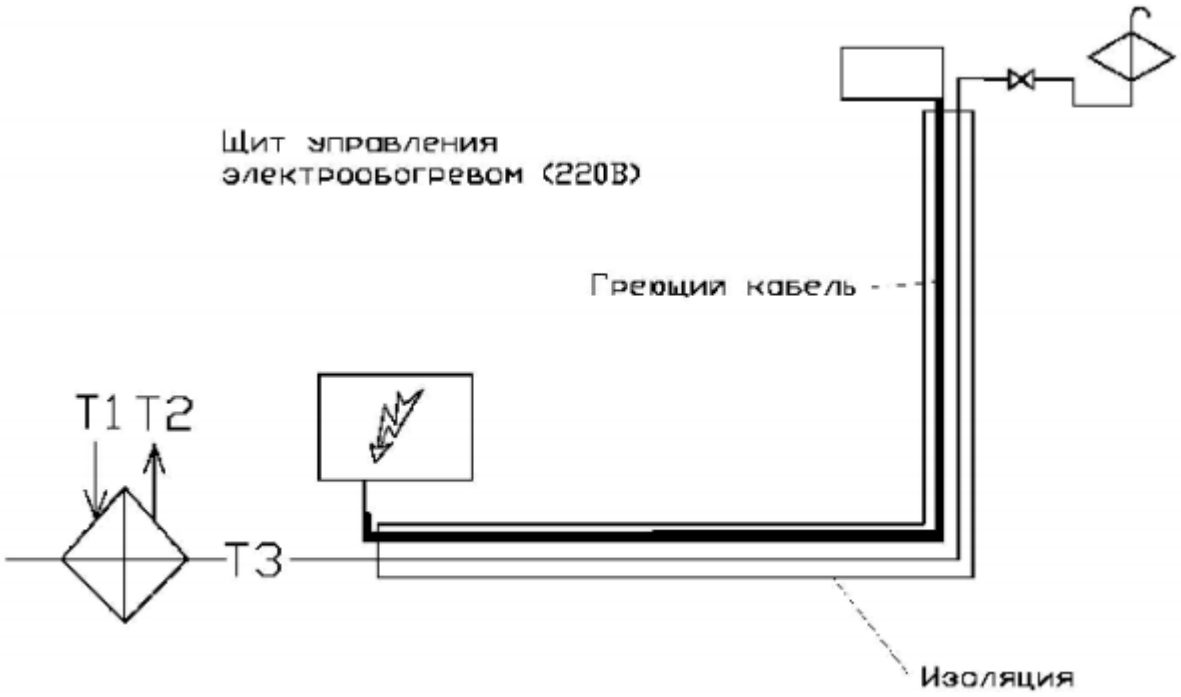
С циркуляционно-повысительными насосами

+ Уменьшение количества насосных установок

- Мощность циркуляционно- повысительных насосов должна подбираться по суммарной мощности на водоразбор и циркуляцию, что значительно увеличивает устанавливаемую мощность В часы минимального водоразбора резко возрастает циркуляционные расходы, увеличиваются потери давления в системе, в результате могут наблюдаться перебои в подаче воды на верхних этажах

О.П. Большие системы со значительным циркуляционным расходом, величина которых в часы минимума сопоставима с расходами на водоразборе.

Схема с греющим кабелем



Представляет из себя прокладку трубопроводов под изоляцией которых размещают самоэлектрические греющие кабели

+ Малая материалоемкость, резкое уменьшение протяженности трубопроводов, небольшие теплопотери в системе, возможность тонкой регулировки температуры

- Потребление электроэнергии, опасность поражения электротоком, значительная стоимость эксплуатации.

О.П. Здания с повышенными требованиями к экономии металла, здания находящиеся полностью на электрообеспечении

Зонные схемы Аналогичные В1 с установкой водонагревателей и систем циркуляции в каждой зоне.

Ресурсосберегающие схемы аналогичны В1, Для уменьшения потерь тепловой энергии все трубопроводы за исключением подводок и полотенцесушителей покрывают теплоизоляцией. Для исключения перегрева системы водонагреватели оборудуют тепловой автоматикой поддерживающей постоянную температуру при изменении расхода горячей воды.

Отопительный сезон. Системы и схемы отопления зданий.

СП 347.1325800.2017 Внутренние системы отопления, горячего и холодного водоснабжения. Правила эксплуатации http://docs.cntd.ru/document/557664066

СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением N 1)

http://docs.cntd.ru/document/456054205

СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 http://docs.cntd.ru/document/1200095545

Отопительный сезон:

О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов (с изменениями на 2 апреля 2020 года) http://docs.cntd.ru/document/902280037

Отопительный период должен начинаться не позднее и заканчиваться не ранее дня, следующего за днем окончания 5-дневного периода, в течение которого соответственно среднесуточная температура наружного воздуха ниже 8 градусов Цельсия или среднесуточная температура наружного воздуха выше 8 градусов Цельсия.
(Подпункт в редакции, введенной в действие с 7 января 2016 года постановлением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2015 года N 1434.

внутренняя система горячего водоснабжения: Инженерная система здания, обеспечивающая подачу горячей воды потребителям.

внутренняя система отопления: Инженерная система здания, обеспечивающая искусственное нагревание помещения в холодный период года для компенсации тепловых потерь и поддержания нормируемой температуры со средней необеспеченностью 50 ч/год.

внутренняя система холодного водоснабжения: Инженерная система здания, обеспечивающая подачу холодной воды потребителям.

Внутренние системы отопления должны обеспечивать в отапливаемых помещениях нормируемую температуру воздуха согласно ГОСТ 30494, СП 60.13330, СП 131.13330 и СанПиН 2.2.4.548 в течение отопительного периода в пределах расчетных параметров наружного воздуха.

Внутренние системы отопления включают: узел ввода, разводящую трубопроводную сеть, стояки, подводки к приборам отопления и технологическому оборудованию, запорно-регулирующую арматуру, теплообменное оборудование, насосы, расширительные баки и контрольно-измерительные приборы согласно СП 60.13330, СП 124.13330.

Внутренние системы отопления классифицируют по следующим признакам:

- положение трубопроводов, объединяющих отопительные приборы по вертикали или горизонтали;

- схема соединения трубопроводов с отопительными приборами;

- расположение магистральных трубопроводов относительно размещения отопительных приборов;

- направление движения воды в подающем и обратном магистральных трубопроводах.

По положению трубопроводов, объединяющих отопительные приборы по вертикали или горизонтали, системы отопления подразделяются:

- на вертикальные;

- горизонтальные.

В зависимости от схемы соединения трубопроводов с отопительными приборами системы отопления подразделяются:

- на однотрубные - с последовательным соединением, которые в свою очередь подразделяются на проточные и с замыкающим участком;

- двухтрубные - с параллельным соединением приборов, когда подающие и обратные трубопроводы подключаются к каждому прибору;

- бифилярные - с последовательным соединением отопительных приборов между собой сначала подающим, а затем обратным трубопроводом.

По расположению магистральных трубопроводов системы отопления подразделяются на следующие системы:

- с верхней разводкой подающей магистрали, когда подающий трубопровод расположен выше приборов;

- с нижней разводкой подающей магистрали, когда подающий трубопровод расположен ниже приборов;

- с "опрокинутой" циркуляцией воды, когда обратный магистральный трубопровод расположен выше отопительных приборов.

По направлению движения воды в подающем и обратном магистральных трубопроводах системы отопления подразделяются на следующие системы:

- с тупиковым (встречным) движением воды в магистральном трубопроводе, когда движение теплоносителя по направлению в подающем и обратном магистральных трубопроводах встречное;

- попутное движение воды в магистральном трубопроводе, когда движение теплоносителя в подающем и обратном магистральных трубопроводах совпадает по направлению.

Типы отопительных приборов, температуру теплоносителя или теплоотдающей поверхности следует принимать по СП 60.13330.

На каждом отопительном приборе должны быть установлены автоматические термостатические регуляторы: для двухтрубных систем - с предварительной настройкой, для однотрубных - без настройки, но в трубной обвязке отопительного прибора должен быть предусмотрен замыкающий участок.

В системах отопления допускается использовать трубопроводы из материалов, отвечающих требованиям СП 73.13330.

Трубопроводы и оборудование внутренних систем отопления, расположенные в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) и неотапливаемых помещениях, должны быть теплоизолированы согласно СП 50.13330, СП 60.13330, СП 61.13330, СП 124.13330.

Внутренние диаметры трубопроводов и арматуры системы отопления при требуемых значениях давления и расхода воды должны быть рассчитаны из условия превышения вибрацией и шумом нормируемых значений по СП 51.13330.

Температуру теплоносителя для систем внутреннего теплоснабжения следует принимать:
- в жилых и общественных зданиях - не более 95°С;
- для производственных - не более 110°С.

Для систем внутреннего теплоснабжения с температурой воды 100°С и выше следует предусматривать:
- мероприятия, предотвращающие вскипание воды в многоэтажных зданиях;
- прокладку трубопроводов в специальных шахтах.

В системах водяного отопления с трубопроводами из полимерных материалов параметры теплоносителя (температура, давление) не должны превышать 90°С и 1,0 МПа, а также допустимых значений для установленного класса эксплуатации труб и фитингов по ГОСТ 32415, или рабочего давления и температурных режимов, указанных в документации предприятий-изготовителей.

Отопление лестничных клеток допускается не предусматривать:
- в зданиях, оборудуемых поквартирными системами теплоснабжения с теплогенераторами - по заданию на проектирование;
- в зданиях с любыми системами отопления - в районах с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода года минус 5°С и выше (параметры Б);
- в незадымляемых лестничных клетках типа Н1.

В неотапливаемых лестничных клетках необходимо предусматривать мероприятия по предотвращению образования наледи на ступенях лестничных маршей и площадок.

Отопление лестничных клеток следует проектировать с учетом результатов расчета сопротивления теплопередаче внутренних стен, отделяющих лестничную клетку от жилых и других помещений, в соответствии с СП 50.13330.

Основные характеристики теплоносителей

При выборе теплоносителя необходимо учитывать санитарно-гигиенические, технико-экономические и эксплуатационные показатели.

Газы образуются при сгорании топлива, они имеют высокие температуры и энтальпию. Однако транспортировка газов усложняет систему отопления и приводит к значительным тепловым потерям. С санитарно-гигиенической точки зрения газы малоприемлемы, хотя знаменитые «термы» древней Греции и Рима отапливались именно так, вследствие трудности обеспечения до-

пустимых температур нагревательных приборов. Впуск газов непосредственно в помещение ухудшает состояние воздушной среды.

Вода обладает большой теплоемкостью и плотностью, что позволяет передавать большие количества теплоты при малом объеме теплоносителя. Это обеспечивает малые размеры трубопроводов и относительно невысокие потери тепла. Допускаемая по санитарно-гигиеническим нормам температура нагревательных приборов легко достигается, однако на перемещение воды требуется затрата энергии.

Пар при конденсации в нагревательных приборах отдает значительное количество теплоты за счет скрытой теплоты парообразования. Вследствие этого масса пара при данной тепловой нагрузке уменьшается по сравнению с другими теплоносителями. Однако пар как теплоноситель в системах отопления уступает воде, так как температура приборов будет выше 100 °С, что приводит к возгонке органической пыли, оседающей на приборах, и к выделению в помещение вредных веществ и неприятных запахов, кроме того следует также учесть, что паровые системы могут быть источниками шума, пар при низких давлениях (применяемых в системах отопления) имеет значительный удельный объём, что ведет к увеличению сечений трубопроводов.

Воздух - легко подвижный теплоноситель - безопасен в пожарном отношении, в воздушных системах возможно простое регулирование постоянства температуры в помещении. Однако вследствие малой теплоемкости воздуха для удовлетворения заданной тепловой нагрузки масса воздуха должна быть значительной, что приводит к наличию каналов с большим сечением для его перемещения и дополнительному расходу энергии. К тому же воздушное отопление в некоторых случаях может спровоцировать развитие вредоносных бактерий, легионел. Поэтому воздушное отопление применяют только на промышленных предприятиях и совмещая его с системами принудительной вентиляции или путем установки в цехах отопительных агрегатов.

Водяное отопление получило в настоящее время наибольшее распространение в силу своих преимуществ перед другими системами отопления. Опыт эксплуатации водяных систем показал их наилучшие гигиенические и эксплуатационные показатели. Системы водяного отопления обладают наибольшей надежностью, бесшумны, просты и удобны в эксплуатации, могут иметь значительный радиус действия по горизонтали. По вертикали радиус действия системы определяется гидростатическим давлением.

В дальнейшем будут рассматриваться только водяные системы отопления.

Радиаторные системы отопления.

Основные схемы радиаторных систем отопления.

Водяное радиаторное отопление получило в настоящее время наибольшее распространение. Опыт эксплуатации водяных радиаторных систем показал их высокие гигиенические и эксплуатационные показатели. Радиаторные системы водяного отопления обладают высокой надежностью, бесшумны, просты и удобны в эксплуатации, могут иметь значительный радиус действия по горизонтали. По вертикали радиус действия системы определяется гидростатическим давлением. Особое значение получило водяное отопление с развитием централизованного теплоснабжения и теплофикации.

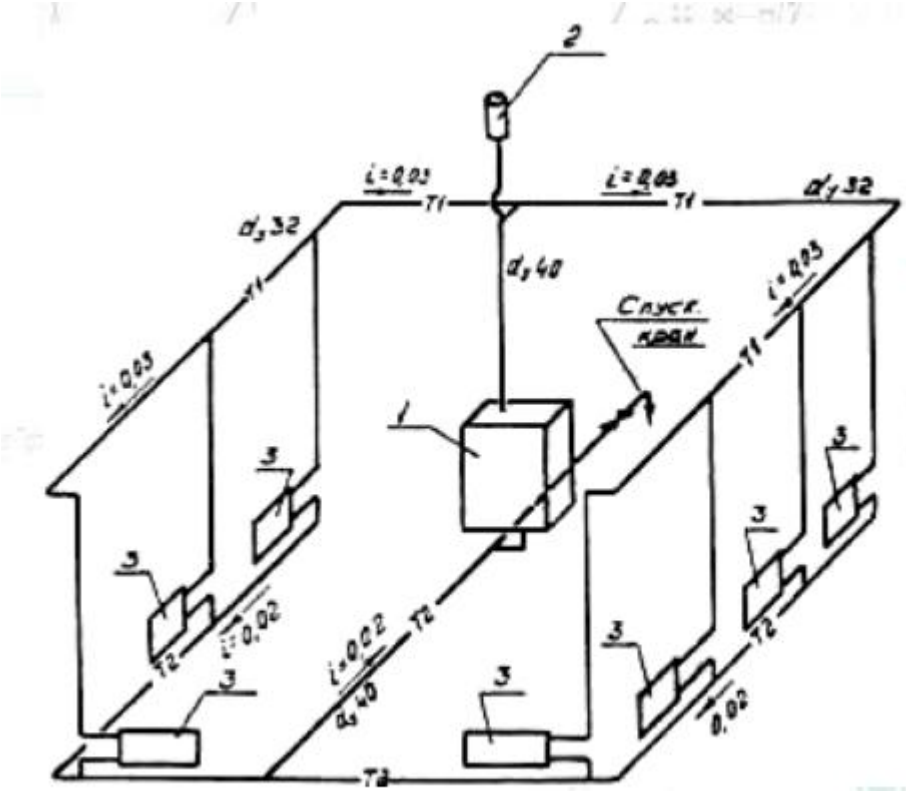


Рис. 1. Система водяного отопления с естественной циркуляцией

В системах с искусственной циркуляцией движение воды происходит за счет перепада давления создаваемого насосом.

В зависимости от схемы соединения труб с нагревательными приборами системы водяного отопления делятся на двухтрубные и однотрубные. В двухтрубной системе (рис. 1, 2) каждый нагревательный прибор присоединяется к двум трубам: по одной подводится горячая вода, а по другой уходит охлажденная вода, при этом все отопительные приборы оказываются принципиально параллельны и равноправны по отношению друг другу. В однотрубных системах отопления (рис. 3, 4) нагревательные приборы одной ветви соединяются одной трубой так, что вода последовательно перетекает из одного прибора в другой.

В зависимости от места прокладки магистральных трубопроводов системы подразделяются на системы с верхней разводкой (см. рис. 1, 2.), если горячая (подающая), магистраль проходит выше всех отопительных приборов, и с нижней разводкой (см. рис.3), когда и подающая и обратная магистрали проходят ниже всех нагревательных приборов.

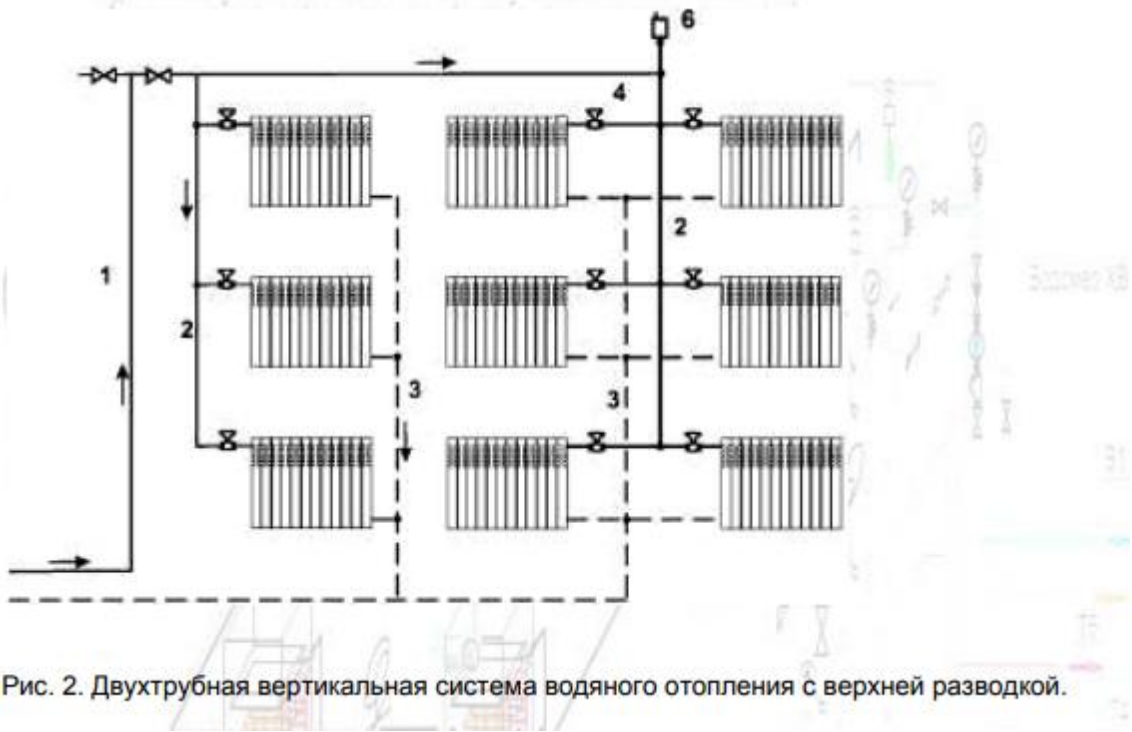


Рис. 2. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с верхней разводкой.

На рисунке 2 приведена схема вертикальной двухтрубной системы отопления с верхней разводкой с односторонним и двухсторонним присоединением нагревательных приборов. Горячая вода из теплового пункта подается в главный стояк, затем по горизонтальной магистрали разводится к стоякам и от них к нагревательным приборам. Охлажденная вода из нагревательных приборов собирается в общий обратный стояк и далее через обратную магистраль поступает в тепловой пункт. Горизонтальные магистрали прокладываются с уклоном 0,002. Уклоны горизонтальных труб должны обеспечить выход воздуха из системы к верхним точкам, где он будет удален через воздухоотводчики.

По расположению труб, соединяющих нагревательные приборы, системы делятся на вертикальные, когда приборы присоединяются к вертикальному стояку, и горизонтальные (рис. 6), когда приборы присоединяются к горизонтально расположенным трубопроводам.

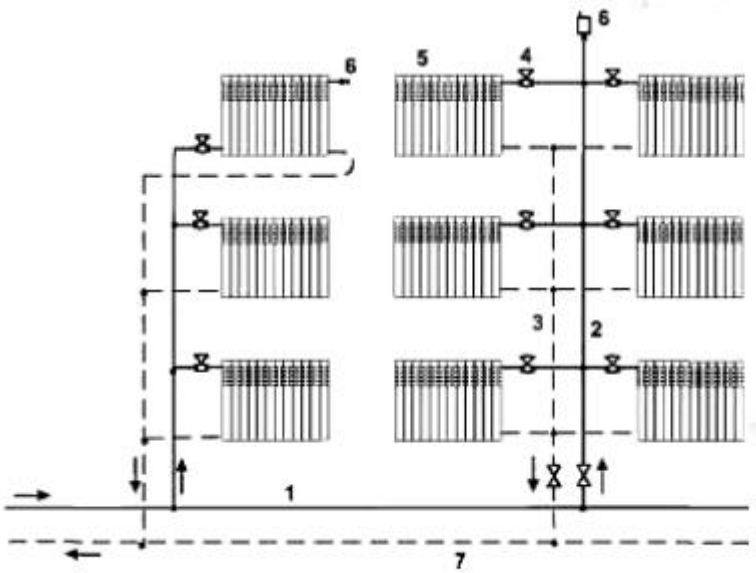


Рис. 3. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с нижней разводкой.

1 - магистраль горячей воды; 2 - стояки горячей воды; 3 - стояки обратной воды; 4 - краны у приборов; 5 - нагревательные приборы; 6 - выпуск воздуха; 7 - обратная магистраль.

В системе с нижней разводкой магистральная пиния располагается в нижней части системы. Движение воды по стоякам происходит снизу верх. Удаление воздуха из системы осуществляется через воздушные краны, устанавливаемые на верхних нагревательных приборах, или с помощью автоматических воздухоотводчиках, устанавливаемых на стояках или специальных воздушных линиях.

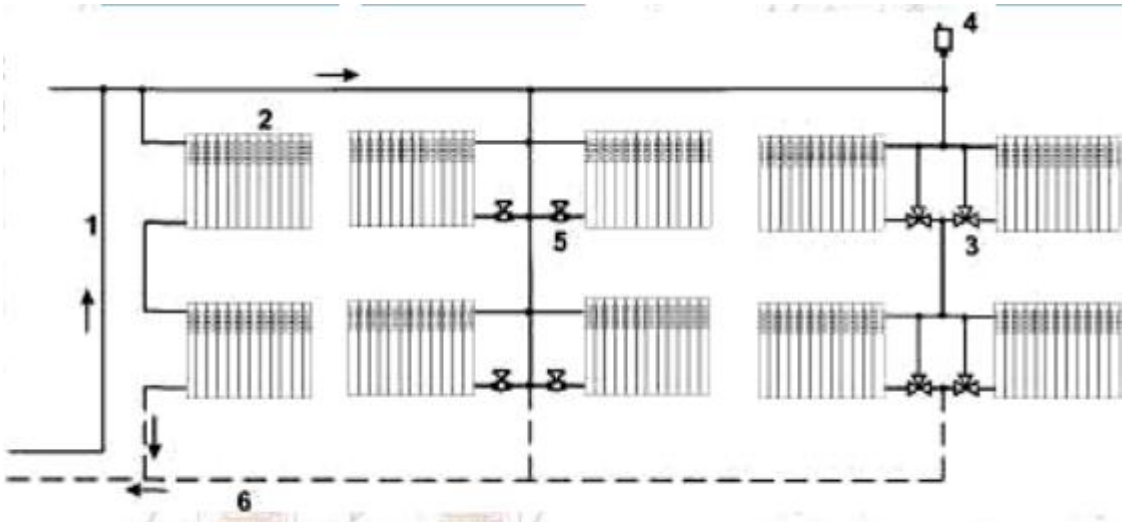


Рис.4. Схема однотрубной системы отопления с верхней разводкой.

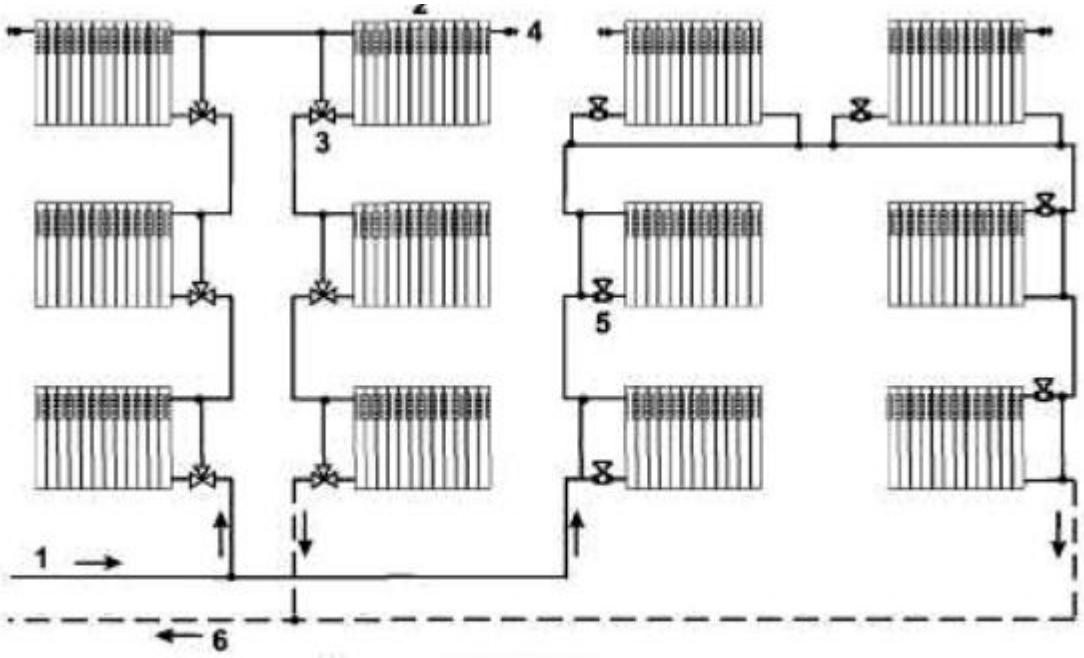


Рис. 5. Схема однотрубной системы отопления с нижней разводкой и П-образными стояками.

1 - магистраль горячей воды; 2 - нагревательный прибор; 3 - трехходовой кран; 4 - выпуск воздуха; 5 - регулирующий кран; 6 - магистраль обратной воды.

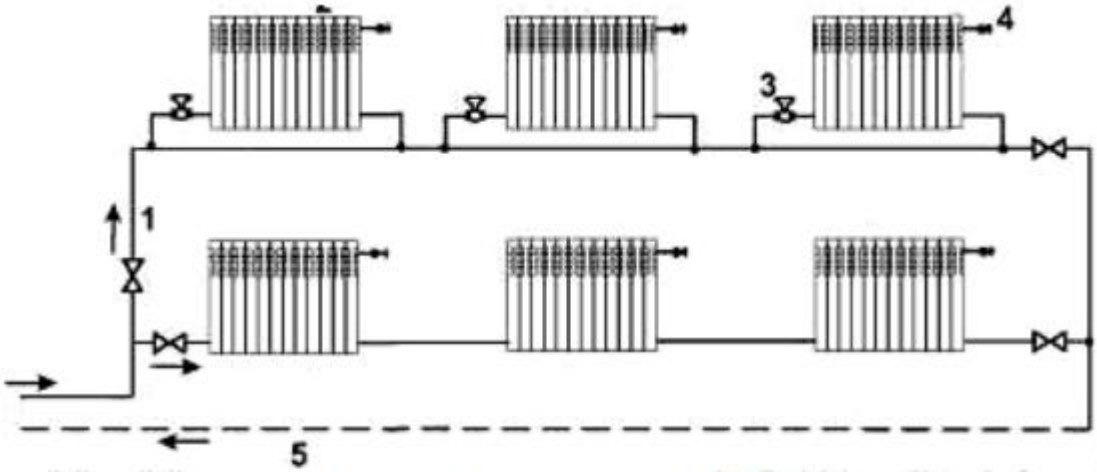


Рис. 6. Схема горизонтальной однотрубной системы отопления.

1 - стояк;
2 - нагревательные приборы;
3 - регулирующий кран;
4 - выпуск воздуха.
5 - магистраль обратной воды.

Однотрубные системы в настоящее время применяются очень широко, особенно в зданиях повышенной этажности. По сравнению с двухтрубными системами длинна труб однотрубной системы составляет 70-75 %. Однотрубные системы выполняются с верхней и с нижней разводкой.

Кроме того, они подразделяются на три типа в зависимости от способа подключения приборов: проточные, проточные с нерегулируемым байпасом и проточные с регулируемым байпасом. Выпуск воздуха производится в верхних точках системы через автоматические воздухоотводчики или ручные краны.

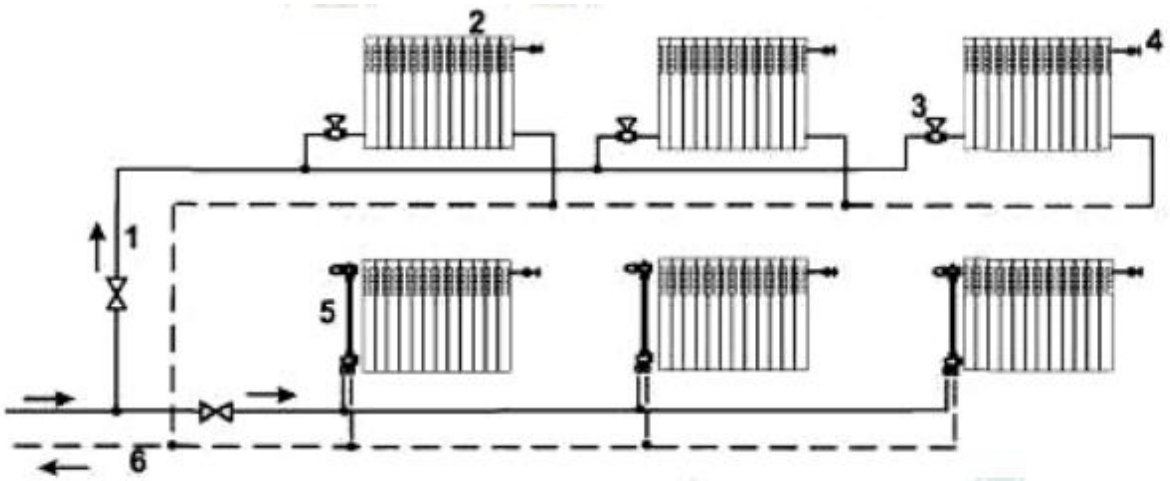


Рис. 7. Схема горизонтальной двухтрубной системы отопления.

1 - стояк;
2 - нагревательные приборы;
3 - регулирующий кран;
4 - выпуск воздуха.
5 -регулирующая арматура
6 - магистраль обратной воды.

Горизонтальные схемы применяются в зданиях большой протяженности. Магистрали горизонтальных схем прокладываются в удобных местах, обычно во вспомогательных помещениях. Горизонтальные системы бывают однотрубными и двухтрубными.

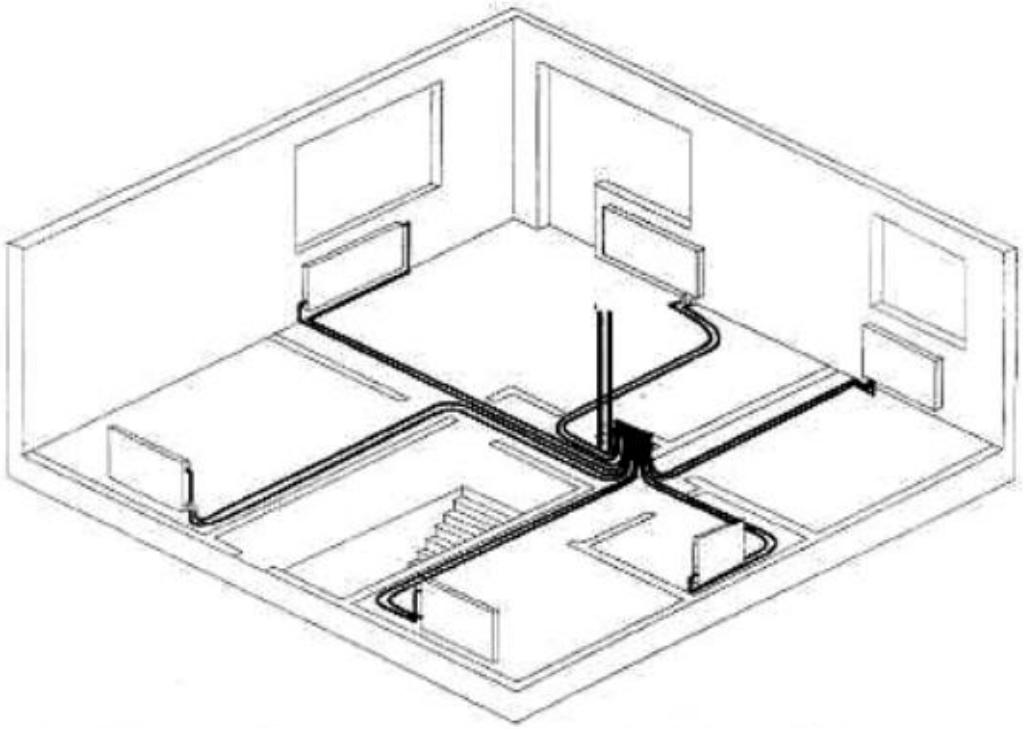


Рис. 8. Схема горизонтальной двухтрубной коллекторной системы отопления.

1 - коллектор;
2 - нагревательные приборы;
3 - регулирующий кран;
4 - выпуск воздуха.

Системы с искусственной циркуляцией могут выполняться по нескольким схемам в зависимости от источника теплоснабжения.

зависимости от источника теплоснабжения система может быть с индивидуальной котельной или от общего источника теплоснабжения. При теплоснабжении от общей котельной или ТЭЦ применяются три схемы: независимая с тепловым узлом, со смешением воды, зависимая прямоточная.

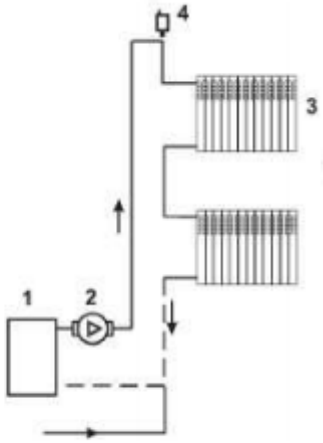


Рис. 9. Схема системы отопления

с индивидуальной котельной.

1 - котел;
2 - циркуляционный насос;
3 - отопительный прибор;
4 - выпуск воздуха.

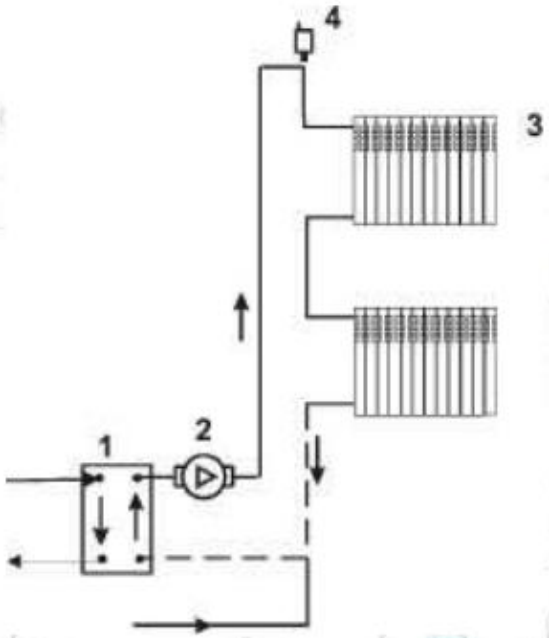


Рис. 10. Схема независимой системы отопления с тепловым узлом.

1 -тепловой узел;
2 - циркуляционный насос
3 - нагревательные приборы;
4 - выпуск воздуха.

независимой схеме вместо водогрейного котла устанавливается теплообменник, обогреваемый первичной водой из тепловой сети.

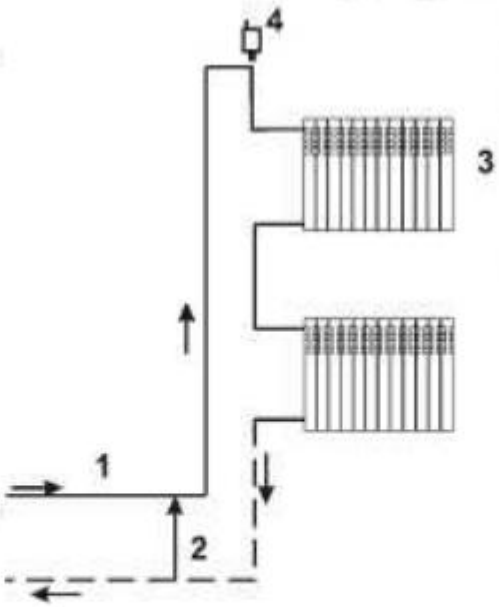


Рис. 11. Схема зависимой системы отопления со смешением воды.

1 - подающая и обратная магистрали;
2 - подмес из обратной линии;
3 - нагревательные приборы;
4 - выпуск воздуха.

Зависимая схема со смешением воды применяется, когда необходимо ограничить температуру в системе отопления но нет необходимости ограничивать давление.

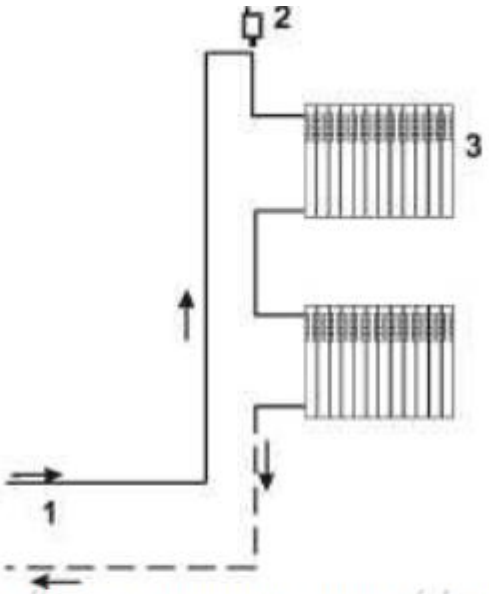


Рис. 12. Схема зависимой прямоточной системы отопления.

1 - стояк;
2 - нагревательные приборы;
3 - регулирующий кран;
4 - выпуск воздуха.

Зависимая схема применяется, когда нет необходимости ограничивать ни температуру, ни давление.

Зависимые схемы проще, однако, регулирование системы отопления определяется регулированием тепловых сетей. Поэтому предпочтительнее системы с индивидуальной котельной или с индивидуальным тепловым пунктом.

Использование в системах отопления медных, металлопластиковых труб позволяет реализовать более широкий спектр технических решений, добиться несравнимо большей компактности, поднять эстетический уровень и комфортность отопления на несколько порядков. При этом длительность срока безаварийной эксплуатации систем возрастает в несколько раз.

В случае применения радиаторного отопления варианты подключения отопительных приборов - радиаторов, конвекторов и т.д. (ОП) могут быть самыми разнообразными (см. Рис.): нижнее, верхнее, диагональное, боковое, с внутренней циркуляцией (например, с четырехходовым клапаном). При расчете отопительных приборов необходимо помнить, что применение декоративных щитов снижает эффективную теплоотдачу в среднем на 10%. Наиболее распространена и в большинстве случаев предпочтительна нижняя подводка к ОП нового поколения это радиатор-конвектор с нижним подключением. Преимущества медных и металлопластиковых трубопроводов наиболее полно реализуются при нижней разводке, при этом трубы, как правило, скрываются в конструкции пола или плинтуса, которые в этом случае выполняют защитную и декоративную

функции. При выборе схемы системы предпочтение следует отдавать той схеме, которая наиболее эргономично впишется в дизайн помещения и будет экономически целесообразной. Практически обязательным является создание принудительной циркуляции в системе, что достигается установкой одного или нескольких циркуляционных насосов. Это позволяет уменьшить разность температур теплоносителя на входе и выходе сети системы и тем самым повысить эффективность и регулируемость нагрева, а также избежать лишнего расхода материалов, упростить систему, сделать ее более компактной.

При монтаже оборудования систем отопления, водоснабжения и канализации в помещениях необходимо соблюдать правильность расположения элементов в пространстве. Существуют общепринятые нормы, регламентирующие соответствующие размеры. Предпочтительно следование им во всех случаях, когда заранее не оговорены особые условия, связанные, как правило, с оригинальными дизайнерскими решениями или настойчивым желанием заказчика.

Распределительные шкафы при лучевых системах отопления, как правило, располагаются на уровне пола соответствующего этажа (нижняя грань) - за исключением шкафа, устанавливаемого в котельной, который чаще всего поднимается выше уровня котла.

Устройство канализационных выпусков из здания. Мусороудаление из зданий.

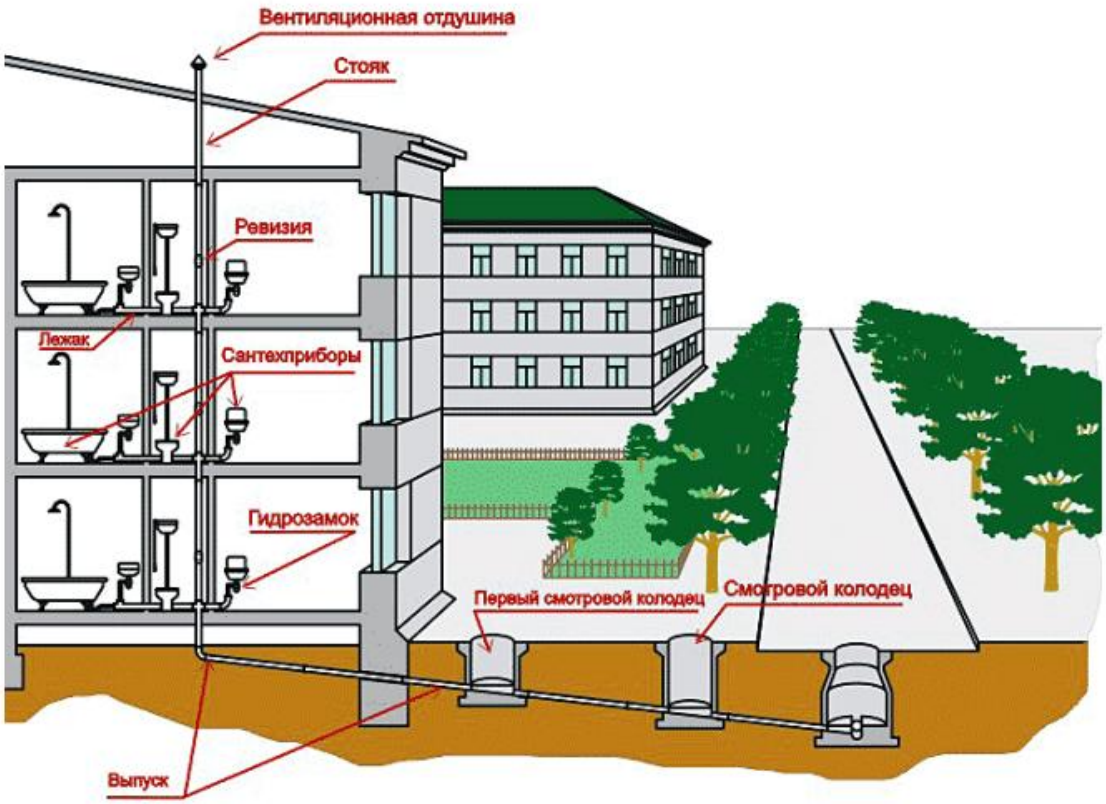


Рис. *Схема внутренней канализации*

Выпуски из здания делают из чугунных труб и фасонных частей. Диаметр выпуска должен быть не менее диаметра наибольшего стояка, присоединяемого к данному выпуску. Наименьшая длина выпуска от наружной стены до колодца — 3 м, а наибольшая — 8 м. Направление труб при проходе через стену изменяют с помощью пологого колена в 90° или двух отводов 10 в 135°. Для прокладки выпуска в фундаменте здания или стене подвала устраивают проем высотой не менее 400 мм. При этом расстояние от верха трубы до верха проема должно быть не менее 150 мм. Пространство между выпуском и футляром заделывают жирной мятой глиной, смешанной с паклей. С наружной сетью выпуск соединяют лотком в смотровом колодце. Если часть выпуска или стояка проходит по неотапливаемому помещению, то ее утепляют. Для прочистки выпуска в нижнем этаже на стояке устанавливают ревизию.

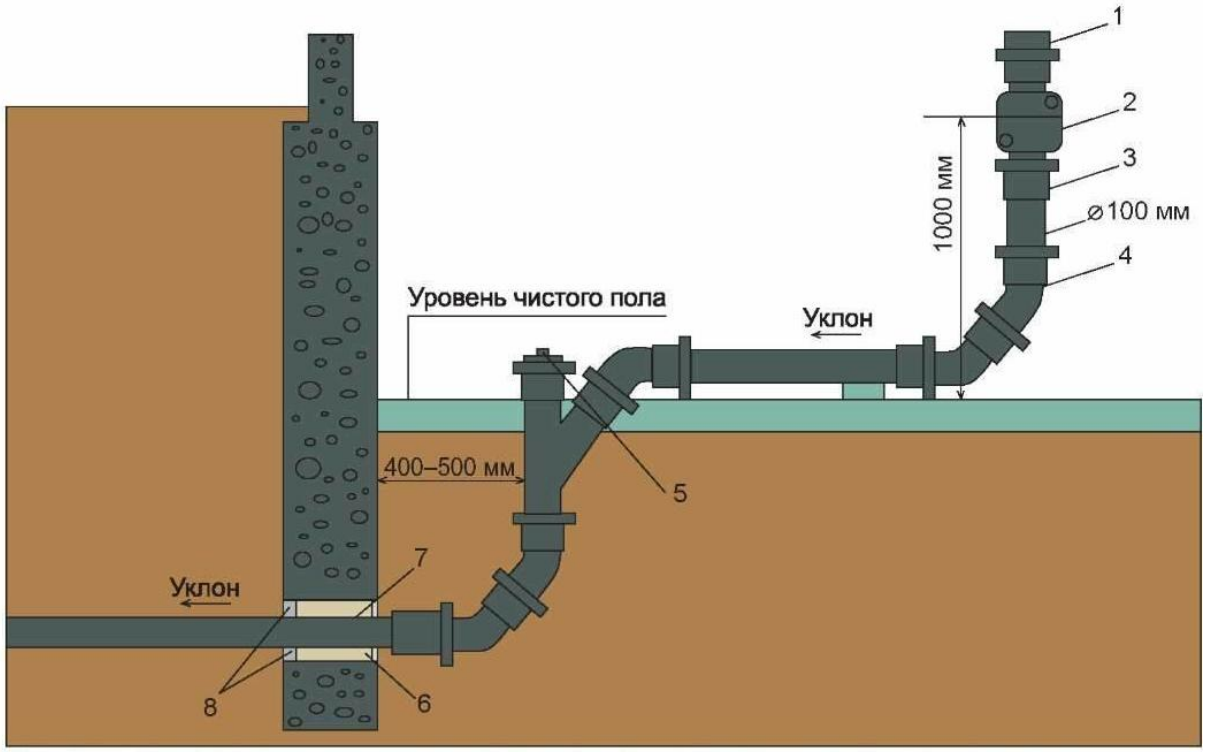


Рис. Схема выпуска канализационного стояка: *1* — стояк; *2* — ревизия; *3* — крепление стальным крючком под раструб; *4* — отвод под углом 135°; *5* — пробка прочистки; *6* — стальная гильза; *7* — забивка из смоляного каната; *8* — цементный раствор

Закрепляющее видео по канализации: https://youtu.be/QumvbVwW03g ***Прокладка труб канализации - Уклоны, соединения, диаметр и многое другое.***

Мусороудаление

- Мусоропроводы следует предусматривать:
- а) в жилых зданиях и общежитиях с отметкой пола верхнего этажа 11,2 м (пять этажей) и более;
- б) в жилых домах для лиц преклонного возраста и семей с инвалидами соответственно 8 м (четыре этажа) и более и 3 м (два этажа) и более.
- Мусоропроводом могут быть оборудованы здания меньшей этажности и высоты, строящиеся за счет средств индивидуальных заказчиков.
- Расстояние от двери квартиры или комнаты общежития до ближайшего загрузочного клапана мусоропровода не должно превышать 25 м.
- Допускается сохранять имеющуюся систему мусороудаления при надстройке здания мансардным этажом.
- Ствол мусоропровода должен быть из негорючих материалов, воздухонепроницаемым, звукоизолированным от строительных конструкций
- Крышки загрузочных клапанов мусоропроводов на площадках лестничных клеток должны быть выполнены из негорючих материалов и иметь плотный притвор, снабженный герметизирующими и амортизирующими прокладками. Мусоропровод должен быть оборудован устройствами, обеспечивающими возможность его очистки, дезинфекции и дезинсекции, а также допускающими использование средств малой механизации.

- Мусоросборную камеру следует размещать непосредственно под стволом мусоропровода с подводкой к ней горячей и холодной воды и водоотводов (устройство трапов в полу). Мусоросборную камеру не допускается располагать смежно и под жилыми комнатами. Высота камеры в свету должна быть не менее 1,95 м.
- Мусоросборная камера должна иметь самостоятельный вход с открывающейся наружу дверью, изолированной от входа в здание и окон, летних помещений соседних квартир глухой стенкой (экраном), и отделяться противопожарными перегородками и перекрытиями
- Основной частью системы мусороудаления современных многоэтажных жилых и общественных зданий является мусоропровод. При проектировании мусоропроводов должны учитываться требования нормативных документов - санитарно-гигиенические, требования пожарной безопасности, а также правила устройства электроустановок и грузоподъемных устройств. В составе мусоропровода можно выделить следующие конструктивные элементы:
- * ствол, предназначенный для периодического порционного гравитационного транспортирования ТБО в контейнер, установленный в мусоросборной камере;
- * загрузочный клапан, предназначенный для порционного приема, калибровки и перегрузки ТБО в ствол мусоропровода;
- * гаситель, предназначенный для снижения гравитационной скорости падения компонентов ТБО в стволе;
- * шибер, предназначенный для периодического перекрытия нижней оконечности ствола при вывозе заполненных ТБО контейнеров, безопасного проведения в мусоросборной камере профилактических, санитарных и ремонтных работ;
- * противопожарный клапан, предназначенный для автоматического перекрытия ствола мусоропровода от му-соросборной камеры в случае возникновения в ней пожара;
- * вентиляционный узел, предназначенный для вытяжной вентиляции мусоросборной камеры и ствола;
- * очистное моюще-дезинфицирующее устройство, предназначенное для периодической очистки, промывки и дезинфекции внутренней поверхности ствола, а также автоматического тушения возможного возгорания ТБО внутри ствола.

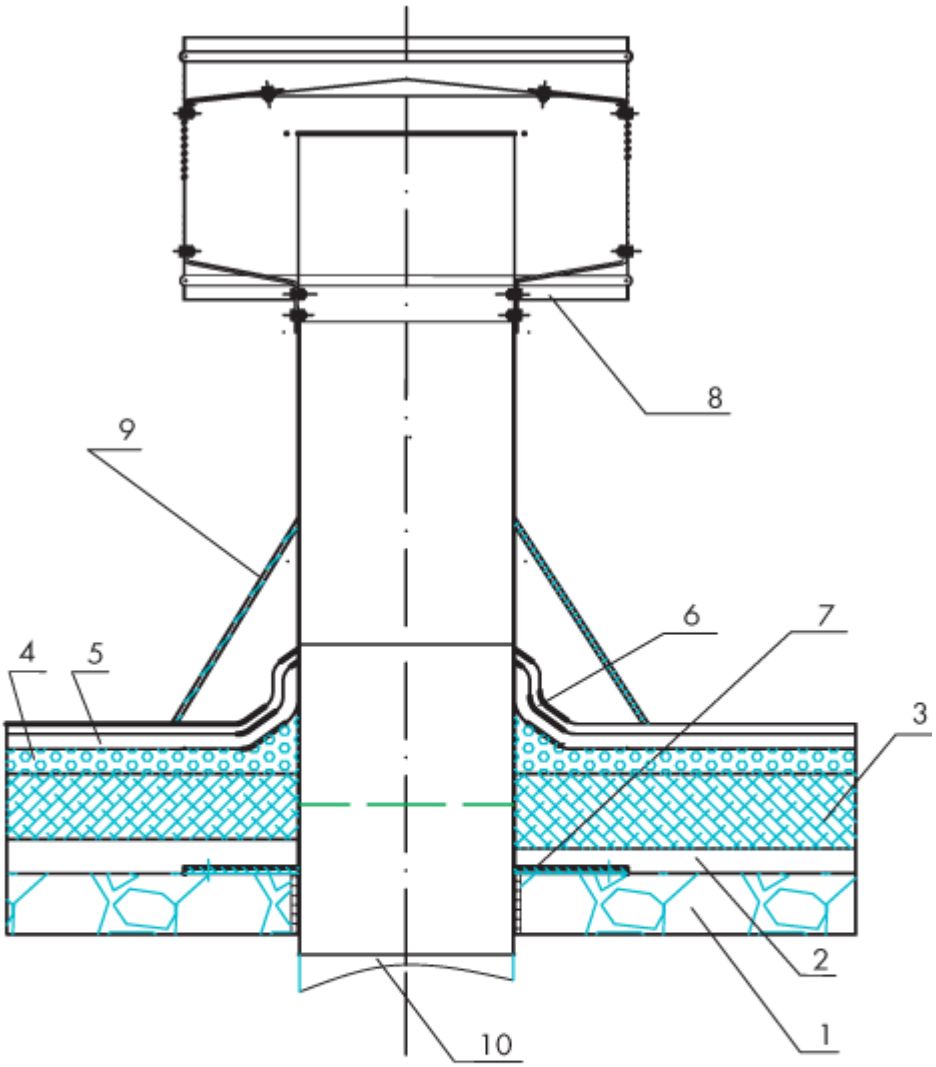


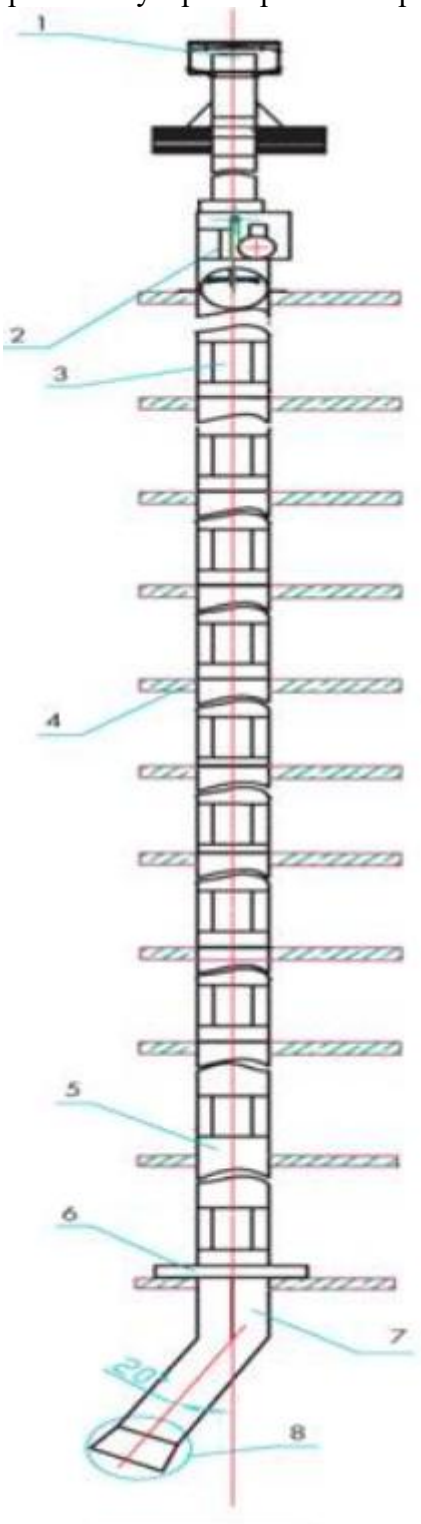
Рис. Схема вентиляционного узла мусоропровода:
1) плита перекрытия; 2) пароизоляция; 3) теплоизоляция;
4) выравнивающая стяжка с бортиком из цементно-песчаного раствора; 5) основной водоизоляционный слой;
6) дополнительные слои водоизоляционного кровельного материала; 7) гильза; 8) дефлектор; 9) фартук; 10) труба вентиляционная

Ствол мусоропровода со сварным швом и болтовым соединением секций

Загрузочный клапан из углеродистой стали с покраской порошковыми эмалями и с резиновым магнитным уплотнителем ковша

- В нижней части здания располагается помещение для временного хранения ТБО в контейнерах - мусоросборная камера. Рассмотрим подробно особенности конструкции указанных элементов.
- Ствол мусоропровода выполняется открытым с облицовкой либо без нее, а также может быть размещен в стене. При этом ствол должен иметь звуковую и огнетеплозащитную изоляцию, обеспечивающую нормативный уровень шума и пожарной безопасности в жилых или служебных помещениях здания.
- На рассматриваемых объектах стволы мусоропроводов выполнены из нержавеющей стали и проварены сплошным сварочным швом. Толщина металла составляет 1,5 мм. Внутренняя поверхность ствола в этом случае достаточно гладкая, не гигроскопичная, не имеет уступов на стыках элементов ствола, что предотвращает адгезию и загрязнение указанной поверхности.
- Стволы мусоропроводов, выполненные из нержавеющей стали, отвечают всем требованиям противопожарной безопасности и санитарно-гигиеническим требованиям, и, кроме того, обладают рядом дополнительных технологических преимуществ в части удобства монтажа. Конструкция обеспечивает высокую герметичность стыков элементов ствола, а высокая точность изготовления комплектующих обеспечивает вертикальность ствола (отклонения в пределах одного этажа до 5 мм, на всю высоту ствола не более 45 мм). У мусоропровода из нержавеющей стали более высокая стоимость по сравнению с мусоропроводами из асбоцемента, однако и срок службы гораздо выше, при этом с санитарногигиенической точки зрения нержавеющая сталь для мусоропровода является одним из наилучших материалов.
- Как правило, секции мусоропровода соединяются между собой хомутовыми соединениями. В данном случае от хомутовых соединений было решено отказаться, и секции соединялись на силиконовом герметике болтовыми соединениями особой конструкции. Это соединение отличается очень высокой механической прочностью и обеспечивает целостность ствола при любых механических воздействиях (например, в случае возможной усадки здания), что было подтверждено опытом эксплуатации. Кроме того, болтовое соединение обеспечивает соосность и позволяет сохранить малые отклонения от вертикали по всей высоте ствола мусоропровода.
- Масса 1 погонного метра ствола, выполненного из нержавеющей стали толщиной 1,5 мм, составляет 23 кг (с учетом массы загрузочного патрубка), и, таким образом, общая масса ствола мусоропровода длиной 130 м составляет около 3 т. Во избежание чрезмерной нагрузки на перекрытие первого этажа по всей длине ствола через каждые два этажа устанавливаются опорно-разгрузочные хомуты, которые обжимают ствол мусоропровода и распределяют часть нагрузки на перекрытие данного этажа. Нижняя часть ствола мусоропровода устанавливается на опору с амортизационной прокладкой с резиновым демпфирующим элементом.
- Ствол мусоропровода обкладывается кирпичом или блоками из легкого бетона, а пространство между стволом и обкладкой заполняется, как правило, керамзитобетонной смесью (для стволов с толщиной стенки от 0,8 до 1 мм). На рассматриваемых объектах, однако, вместо керамзитобетонной смеси используется сухой керамзитовый гравий, поскольку его применение обеспечивает лучшую защиту от шума.
- Загрузочные клапаны обеспечивают прием, калибровку ТБО и беспрепятственное их сбрасывание в ствол мусоропровода. Загрузочные патрубки и клапаны также выполнены из нержавеющей стали и проварены сплошными швами, либо из углеродистой стали с покраской порошковыми эмалями. Ковшы загрузочных клапанов мусоропровода устанавливаются на резиновых магнитных уплотнителях (подобные уплотнители применяются, в частности, в бытовых холодильниках). Комплекс данных мероприятий позволяет обеспечить очень высокую герметичность мусоропроводов и предупредить распространение неприятных запахов по жилым этажам. Кроме того, ковш загрузочного клапана имеет запорное устройство, в закрытом положении обес-

печивающее безопасное выполнение операций по промывке ствола, а также ремонтнопрофилактических работ в мусоросборной камере.



- Схема мусоропровода: 1) вентиляционный узел; 2) очистное моюще-дезинфицирующее устройство; 3) загрузочный клапан; 4) хомут опорно-разгрузочный; 5) ствол; 6) опора ствола; 7) патрубок шибера; 8) шибер
- Мусоропроводы высотных (более 75 м) зданий выполняются по индивидуальным проектам с учетом требований указанного СП. В частности, мусоропроводы высотных зданий могут иметь

раздельные (по высоте) зоны обслуживания, нижняя из которых обслуживается одним мусоропроводом, верхняя - вторым, проходящим через нижнюю зону транзитом.

- Для снижения гравитационной скорости падения ТБО на промежуточных технических этажах зданий могут предусматриваться гасители - специальные устройства, предназначенные для снижения гравитационной скорости падения компонентов ТБО в стволе мусоропровода. Конструкция гасителей не должна препятствовать как сбросу отходов, так и работе очистного устройства.
- Существующие конструкции гасителей представляют собой, как правило, круглую заслонку с противовесом, перекрывающую ствол мусоропровода на уровне половины длины ствола. Когда на эту заслонку попадают ТБО, заслонка под действием массы мусора опускается, в результате чего мусор попадает в мусоросборную камеру. Здесь возникает следующая проблема: если, например, с предыдущего этажа выбросили небольшое количество мусора (особенно легкого бумажного), его массы может быть недостаточно для открывания заслонки. Мусор накапливается на заслонке, что может в итоге привести к возникновению засоров в этом месте. В связи с этим обстоятельством при проектировании систем мусороудаления рассматриваемых объектов было принято решение отказаться от использования каких-либо гасителей в стволах мусоропроводов.
- Здесь надо отметить, что гасители в стволах мусоропроводов устанавливаются из тех соображений, что мусор, падающий с большой высоты (от 100 м), в нижней части ствола удаляется о патрубок шибера, что может привести к пробою, отрыву шибера и т. д. Проведенные расчеты показали, что запас прочности патрубка при использовании в качестве материала патрубка стального листа толщиной 5 мм вполне достаточен для предупреждения повреждения частей мусоропровода при падении любого бытового мусора. В связи с этим обстоятельством на рассматриваемых объектах никакие гасители не применяются. Правильность выбора данного проектного решения подтверждена уже достаточно длительным опытом эксплуатации объектов.
- В высотных зданиях может быть использовано следующее решение, позволяющее полностью отказаться от применения гасителей: ствол мусоропровода делится по вертикали на две (или более) секции. Одна из секций располагается от нулевой отметки до средней (по высоте) части здания - промежуточного технического этажа, а вторая секция - от данного технического этажа до верхней отметки здания. На техническом этаже устанавливается перегрузочная камера. Перегрузка мусора из одного ствола мусоропровода в другой может осуществляться либо вручную, переворачиванием бункера по мере заполнения, либо данная операция может быть автоматизирована.
- В высотном здании «Триумф-Палас» смонтировано 14 мусоропроводов. Два мусоропровода смонтированы в высотной секции. Один мусоропровод обслуживает этажи с 1 по 26, а второй - с 27 по 37. В настоящее время это самый высокий мусоропровод в Москве. Тем не менее и в этом случае было принято решение об отказе от использования каких-либо гасителей. Для предупреждения повреждений нижней части мусоропровода проектом было предусмотрено использование усиленного патрубка на амортизационной резиновой прокладке. Опора ствола, на которую устанавливается нижняя ее оконечность с направляющим патрубком и шибером, выполнена таким образом, что позволяет гасить ударные нагрузки на ствол и не передавать их на конструкции здания, а также обеспечивать звуковую изоляцию.
- Усиленная конструкция направляющего патрубка и опоры ствола позволяет выдерживать большие удары без нарушения целостности конструктивных элементов системы мусороудаления. Например, стенки мусоропровода запроектированы с двухкратным, а патрубок - с восьмикратным запасом прочности. При этих условиях нет необходимости устанавливать какие-либо гасители, из-за которых возникает риск засора в стволе мусоропровода.
- В нижней части направляющего патрубка установлен шибер, а который в рабочем положении постоянно открыт. При проведении в мусоросборной камере каких-либо работ в целях безопасности для защиты от сброшенного в этот момент мусора шибер закрывается вручную. Кроме

того, шибер выполняет функцию противопожарного клапана, обеспечивающего автоматическое перекрытие ствола мусоропровода от мусоросборной камеры в случае возникновения в ней пожара. В общем случае противопожарный клапан может быть встроенным в шибер, отдельной конструкцией либо совмещенной для выполнения функций шибера и противопожарного клапана. На рассматриваемых объектах применяется последний вариант - совмещенная конструкция. Для этого шибер обеспечен механизмом на основе термозамка, позволяющим автоматически перекрывать разгрузочное отверстие при достижении в мусоросборной камере температуры 72 °С.

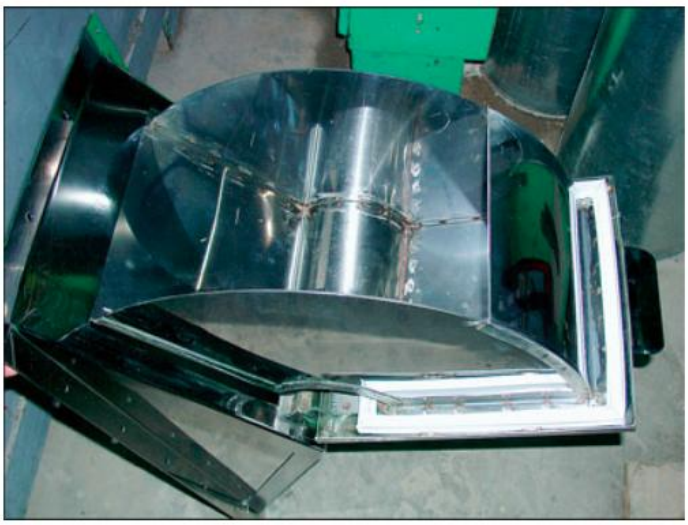


Рис. Загрузочный клапан из нержавеющей стали

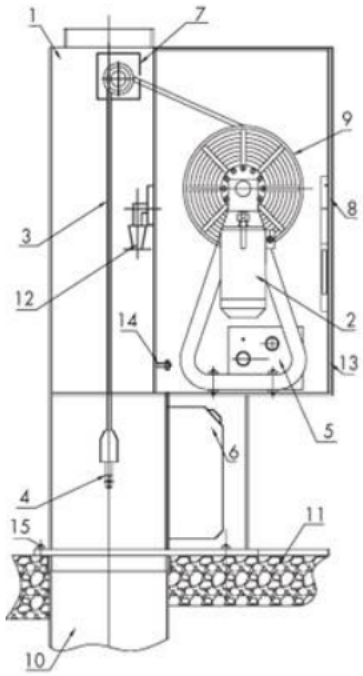
Направляющий патрубок с шибером

Узел автоматического закрывания крышки шибера

-

Устройство очистки, промывки и дезинфекции внутренней поверхности ствола мусоропровода

-



1) корпус; 2) электропривод; 3) шланг; 4) моющая головка;

5) устройство подачи воды; 6) емкость для дезраствора; 7) опорный ролик;

8) панель управления; 9) барабан; 10) ствол мусоропровода;

11) перекрытие; 12) спринклер; 13) дверь очистного устройства;

14) болт заземления; 15) анкерный болт

Схема очистного моюще-дезинфицирующего устройства:

- Согласно требованиям нормативных документов, мусоропроводы жилых зданий должны оснащаться устройствами для периодической очистки, промывки и дезинфекции внутренней поверхности ствола (очистное устройство). Кроме периодической очистки, промывки и дезинфекции внутренней поверхности ствола мусоропровода, очистное устройство выполняет функцию устройства автоматического тушения возможного возгорания ТБО внутри ствола. Как правило, в современных зданиях используются устройства мойки и очистки в виде простой щетки с кольцевым душем, которое опускается по стволу мусоропровода посредством лебедки. Устройства такого типа не позволяют произвести эффективную очистку внутренней поверхности, поэтому на рассматриваемых объектах для очистки ствола мусоропровода применено устройство очистки, промывки и дезинфекции (используется также термин «устройство очистное моюще-дезинфицирующее», УОМД) оригинальной конструкции, защищенной авторским свидетельством.
- Применяемое на рассматриваемых объектах устройство предназначено для периодической очистки, промывки и дезинфекции внутренней поверхности ствола, а также автоматического тушения возможного возгорания бытовых отходов внутри ствола мусоропровода. Это устройство имеет принципиальное конструктивное отличие от существующих в настоящее время устройств механической очистки - вместо щетки традиционной конструкции для очистки внутренней поверхности ствола
- мусоропровода используется моечный узел на основе водораспыляющей головки высокого давления. Моечный узел присоединен к шлангу, который опускается в ствол мусоропровода по всей высоте, разматываясь с барабана лебедки. При достижении верхнего и нижнего положения происходит автоматическое отключение привода моечного узла. При перегрузке электродвигателя также происходит такое автоматическое отключение привода.
- Привод моечного узла, устройство для подачи воды, емкость для моюще-дезинфицирующего раствора и узел управления располагаются на верхнем техническом этаже здания. Смешивание и приготовление моюще-дезинфицирующего раствора с водой до требуемой концентрации производится заранее в отдельной емкости, согласно инструкции к каждому дезинфицирующему препарату, и заливается в специальный бак, из которого посредством насосной станции забирается раствор и подается на стенки мусоропровода через распылительную головку.

Подача воды и моюще-дезинфицирующего раствора под высоким давлением в шланг и на внутреннюю поверхность ствола через распыляющую головку осуществляется посредством насосной станции. В состав данной насосной станции входит насос высокого давления, обеспечивающий распыление воды и моюще-дезинфицирующего раствора на стенки мусоропровода под давлением от 70 до 200 атм. (выбор рабочего давления зависит от высоты здания). При подаче давления в шланг водораспыляющая головка раскручивается вокруг своей оси, обеспечивая круговое распыление, что обеспечивает чистку, мойку и дезинфекцию ствола без использования механической чистки щетками традиционной конструкции. Существующие устройства автоматического смешивания не могут смешивать воду и дезинфицирующий состав в нужной пропорции, поскольку это доли миллилитра, и дозирующие устройства просто не имеют таких настроек.

- Защита от попадания дезинфицирующего раствора в систему водоснабжения в случае аварийного отключения воды в доме во время процесса санитарной обработки обеспечивается за счет того, что подача моюще-дезинфицирующего раствора производится из отдельной емкости, содержащей рабочий раствор в объеме на один ствол, изолированной от магистрального водопровода. Утечка моюще-дезинфицирующего раствора и воды через совокупную поверхность одного стыка патрубка ствола или ствола и клапана не допускается, что обеспечивается высокой герметичностью указанных стыков. Перекрытие вентиляционного канала при санобработке осуществляется посредством специальной заслонки.
- Очистка ствола мусоропровода проводится в три этапа. Первоначально осуществляется обычная водяная очистка (промывка) ствола. Затем на внутреннюю поверхность ствола наносится моюще-дезинфицирующий раствор, этот раствор выдерживается на стенках в течение 1-3 ч. Затем удаление раствора и окончательная очистка ствола производится также посредством обычной промывки.
- Подобную очистку рекомендуется производить 1-2 раза в месяц, хотя, по усмотрению службы эксплуатации, частота очистки может быть увеличена.
- Вентиляционный узел (верхняя часть мусоропровода) является составной частью системы вентиляции СУБО и предназначен для вентиляции мусоросборной камеры и ствола.
-
- В состав вентиляционного узла входят:
- * дефлектор с расчетным выходным отверстием, проходное сечение которого берется в зависимости от высоты здания (см. ниже);
- * гильза, как элемент уплотнения прохода вентиляционного канала через крышу;
- * фартук, обеспечивающий защиту стыков между гильзой и кровлей от попадания атмосферных осадков.
- При проектировании мусоропроводов высотных зданий следует иметь в виду, что в стволе мусоропровода с большой протяженностью по высоте под действием гравитационных сил могут возникать сильные восходящие воздушные потоки, которые могут привести к нарушениям нормальной работы системы мусороудаления. Для предупреждения такого явления скорость воздушного потока ограничивается до уровня 2,2 м/с. Для этой цели в верхней части мусоропровода, в вентиляционном узле, устанавливается диафрагма в форме пластины с отверстием. Края отверстия скошены. Диаметр отверстия (диаметр проходного сечения диафрагмы) рассчитывается в зависимости от высоты ствола мусоропровода. Данные расчеты были выполнены специалистами Российского государственного технологического университета им. К. Э. Циолковского (МАТИ им. К. Э. Циолковского).
- Кроме того, сильные восходящие воздушные потоки в стволе мусоропровода могут возникнуть в случае, если мусоропровод разгерметизируется при открывании загрузочных клапанов одновременно на одном из верхних и на одном из нижних этажей. В этом случае возможен даже вылет мусора из ковша мусоропровода на верхнем этаже. Для предупреждения этого явления кон-

струкция загрузочного клапана выполняется таким образом, чтобы обеспечить герметичность ствола не только в закрытом, но и в открытом положении клапана.

- В теплый период года вытяжка через ствол мусоропровода практически отсутствует. В то же время именно в теплый период года, в летнее время в жаркие дни, особенно велик риск возникновения неприятных запахов и распространения их по зданию. Допускается применение механической вентиляции: «для выполнения санитарно-гигиенических требований должна быть обеспечена естественная, а в необходимых случаях принудительная вентиляция мусоросборной камеры и ствола мусоропровода». В связи с этим обстоятельством на рассматриваемых объектах обеспечивается дополнительная механическая приточно-вытяжная вентиляция мусоросборных камер и помещений, в которых расположены мусороприемные клапаны.
- Помещение мусоросборной камеры должно находится в здании непосредственно под стволом мусоропровода и иметь размеры в плане не менее 2Ч1,5 м, при этом высота от чистого пола до потолка должна составлять не менее 2,2 м. Транспортный коридор, ведущий к мусоросборной камере, должен иметь ширину не менее 1,5 м. Планировка мусоросборной камеры для каждого объекта выполняется на стадии проектирования. При этом следует иметь в виду, что, мусоросборные камеры в жилых зданиях не допускается располагать под жилыми комнатами или смежно с ними, а в общественных зданиях - под служебными помещениями с постоянным пребыванием людей.
- Мусоросборная камера должна быть обеспечена подводкой горячей и холодной воды от систем водоснабжения здания и оснащена водоразборным смесителем для санитарной обработки камеры и оборудования. Для стока моюще-дезинфицирующих растворов в полу камеры размещается трап, присоединенный к канализации здания.
- Для дополнительной противопожарной защиты в мусоросборной камере устанавливаются спринклерные системы пожаротушения. В случае возникновения возгорания в мусоросборной камере срабатывание данной системы позволяет предупредить распространения задымления по этажам здания по стволу мусоропровода. Кроме того, один спринклер устанавливается в стволе мусоропровода на уровне верхнего технического этажа.

Учебно-методическое обеспечение практических занятий по дисциплине

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Методические рекомендации для практических работ включают:

1. примеры решения задач;
2. комплект задач для самостоятельного решения;

Цель практических занятий по дисциплине «Инженерные сети зданий и сооружений» – закрепление лекционного материала дисциплины, обучение студентов практической стороне компетенций, закрепленных за дисциплиной.

Для достижения поставленной цели на практических занятиях решаются следующие задачи:

- составление теплового баланса помещений, расчет тепловыделений от внутренних источников;
- гидравлический расчет водопроводов и систем отопления.

Практическое занятие №1

Тема занятия: Температурные графики систем теплоснабжения.

Цели и задачи занятия: изучить методы регулирования систем отопления, рассмотреть существующие температурные графики.

Числовые данные и необходимые пояснения: исходными данными являются температурный график системы теплоснабжения и источник тепла.

Тема занятия: Разработка принципиальной схемы ЦТП.

Цели и задачи занятия: изучить принципиальную схему ЦТП, освоить методику выбора оборудования для ЦТП.

Числовые данные и необходимые пояснения: вид теплоносителя, температурный график системы теплоснабжения, схема присоединения, тепловая нагрузка потребителя. Необходимо рассчитать ЦТП по заданным данным и подобрать циркуляционный насос или теплообменный аппарат.

Тема занятия: Определение коэффициентов теплопередачи.

Цели и задачи занятия: закрепить знания основ теплообмена и теплопередачи.

Числовые данные и необходимые пояснения: тепловая нагрузка системы отопления, температурный график, геометрические параметры здания.

Практическое занятие №2

Тема занятия: Расчет теплопотерь ограждающих конструкций зданий.

Цели и задачи занятия: ознакомиться с методикой расчета тепловых потерь здания через ограждающие конструкции.

Числовые данные и необходимые пояснения: геометрические характеристики здания, ограждающие конструкции и их параметры, тепловая мощность системы отопления, температурный график.

Тема занятия: Расчет мощности внутренних источников тепла здания.

Цели и задачи занятия: изучить основные внутренние источники теплоты, оценить их влияние на нагрузку системы отопления.

Числовые данные и необходимые пояснения: тип здания, внутренние источники теплоты в здании. Составить тепловой баланс здания и определить влияние внутренних источников на мощность системы отопления в целом.

Тема занятия: Гидравлический расчет систем отопления зданий.

Цели и задачи занятия: изучить основные виды систем отопления, провести гидравлический расчет системы отопления и определить диаметры трубопроводов при заданной тепловой нагрузке.

Числовые данные и необходимые пояснения: температурный график системы отопления, теплоноситель, источник теплоснабжения, тип разводки, тип присоединения к потребителю (элеватор/насос). Необходимо изобразить аксонометрическую схему системы отопления, рассчитать гидравлические потери системы и подобрать дроссельные шайбы.

Пример задания: освоить расчетные зависимости для проведения гидравлического расчета систем отопления.

Гидравлический расчет производится в следующей последовательности:

1.Выбирается основное циркуляционное кольцо, которое разбивается на расчетные участки. Участком является часть горячей и обратной магистралей, стояков и подводок, имеющих постоянный расход и скорость теплоносителя.

2.Определяется расход воды на участке $G_{уч}$ при расчетной разности температуры воды в системе $t_г - t_о$ определяется по формуле

$$G_в = \frac{Q_{уч-ка} \cdot 3.6}{c \cdot (t_п - t_о)}, \text{ кг/ч,}$$

где $Q_{уч-ка}$ – тепловая нагрузка соответствующего участка, Вт;

c – теплоёмкость воды, кДж/(кг·°С);

$t_п$ – температура воды в системе отопления в подающем трубопроводе, °С;

$t_о$ – температура воды в системе отопления в обратном трубопроводе, °С.

Значения $t_п$ и $t_о$ определяются температурным графиком системы отопления.

3.Подбирается элеватор и рассчитывается циркуляционное давление $\Delta P_н$ после элеватора для системы отопления.

Коэффициент смешения элеватора:

$$U = \frac{T_1 - t_г}{t_г - t_о},$$

где t_1 – температура теплоносителя на вводе в здание, °С.

Насосное циркуляционное давление, создаваемое элеватором, для системы,:

$$\Delta P_н = \frac{\Delta P_{тс}}{1.4 \cdot (1+U)^2}, \text{ Па,}$$

где $\Delta P_{тс}$ – перепад давления на вводе в здание, Па.

Диаметр горловины элеватора:

$$d_г = 87.4 \cdot \sqrt{\frac{G_{с.о}}{1000 \cdot \sqrt{\Delta P_н}}}, \text{ мм,}$$

где $G_{с.о}$ – расход сетевой воды в системе отопления, т/ч.

$$G_{с.о} = 0.86 \cdot \frac{Q_{от}}{T_1 - T_2},$$

$Q_{от}$ – тепловая мощность системы отопления всего здания, Вт;

T_1, T_2 – температура воды в теплосети в подающем и обратном трубопроводах, соответственно.

Диаметр сопла:

$$d_c = \frac{d_г}{1+U}, \text{ мм.}$$

4.Определяется расчетное циркуляционное давление (для расчетного кольца через наиболее нагруженный стояк).

$$\Delta P_р^{ст} = \Delta P_н + Б\cdot(\Delta P_{е.пр} + \Delta P_{е.тр}), \text{ Па,}$$

где $\Delta P_{е.пр}$ =0 (для систем с нижней разводкой магистралей горячей воды);

$$\Delta P_{е.тр} = g\cdot h_1\cdot(\rho_0-\rho_1) = g\cdot h_1\cdot\beta\cdot(t_г-t_о), \text{ Па,}$$

где β – коэффициент, учитывающий изменение плотности воды на 1°С (при $t_п$ =95°С и $t_о$ =70°С β=0,64);

h_1 – расстояние от центра расчетного прибора до центра элеватора, м;

Б – коэффициент для двухтрубных систем отопления, Б=0.4.

5.Определяются ориентировочные удельные потери давления на 1 погонный метр длины основного кольца

$$R_{ор} = \frac{0.65\cdot\Delta P_р^{ст}}{\sum l}, \text{ Па/м,}$$

где 0.65 – предполагаемая доля потерь давления по длине;

$\sum l$ – длина участков основного циркуляционного кольца, м.

6.Подбираются возможные диаметры труб (по справочной литературе) и соответствующая скорость воды по заданным расходам теплоносителя на участках и величине $R_{ор}$. Чтобы обеспечить бесшумность работы системы отопления, рекомендуется принимать скорость движения воды не более 0.4–0.5 м/с. Затем определяются фактические удельные потери на трение R на 1 пог.м длины и находим общие потери давления на трение $R_л$.

$$R_л = R\cdot l, \text{ Па.}$$

7.Определяются потери давления в местных сопротивлениях каждого участка по формуле:

$$Z = \sum\zeta\cdot P_д, \text{ Па,}$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления, определяется по справочной литературе;

$P_д$ – динамическое давление на участке, Па.

$$P_д = \frac{w^2}{2}\cdot\rho, \text{ Па,}$$

где w – скорость движения теплоносителя на участке, м/с;

ρ – плотность воды при 95÷70°С, кг/м^3 (принимаем ρ=1000 кг/м^3).

8.После заполнения таблицы гидравлического расчета, сравниваются полученные значения $\sum(R_л + Z)$ – основного циркуляционного кольца с расчетным давлением в этом кольце $\Delta P_р^{ст}$.

Запас: $\frac{\Delta P_р^{ст} - \sum(R_л + Z)}{\Delta P_р^{ст}}\cdot 100\%$.

Запас должен составлять около 10%, в противном случае должны быть изменены сечения некоторых участков до достижения данного условия.

9.После расчета основного кольца, производится расчет второстепенного циркуляционного кольца.

Расчетное циркуляционное давление второстепенного участка рассчитывается путем сложения известных потерь давления на участках до отопительного прибора расчетного кольца.

$$\Delta P_р^{№ст} = \sum(R_л + Z)_{n.....}, \text{ Па,}$$

где n…… – участки, входящие во второстепенное кольцо.

Затем рассчитываются ориентировочные удельные потери давления на 1 м второстепенного кольца:

$$R_{ор} = \frac{0.65\cdot\Delta P_р^{№ст}}{\sum l}, \text{ Па/м,}$$

где $\sum l$ – длина от стояка до расчетного отопительного прибора второстепенного циркуляционного кольца.

Аналогично расчету основного циркуляционного кольца подбираются возможные диаметры труб и соответствующая скорость воды по заданным расходам теплоносителя на участках и величине R_{op} и повторяются расчеты.

Невязка $\frac{\Delta P_p^{№ст} - \sum (Rл + Z)_{n,\ldots\ldots}}{\Delta P_p^{№ст}} \cdot 100\%$.

Невязка допускается в пределах ±15%, в других пределах меняются диаметры участков n,…… или при невозможности изменить диаметры устанавливают дроссель-шайбы.

Диаметр дроссель-шайбы:

$$d_ш = 3.16 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_{ст}^2}{\Delta P_ш}}, \text{ мм},$$

где $G_{ст}$ – расход воды по стояку, где устанавливается шайба, т/ч;
$\Delta P_ш$ – давление, которое должно быть погашено шайбой. МПа.

Практическое занятие №3

Тема занятия: Расчет отопительных приборов.

Цели и задачи занятия: изучить типы и основные характеристики радиаторов, освоить методику подбора местных отопительных приборов.

Числовые данные и необходимые пояснения: тепловая мощность системы отопления, температурный график, аксонометрическая схема системы отопления, тип радиатора. Необходимо произвести расстановку радиаторов на аксонометрической схеме, рассчитать необходимую площадь поверхности нагрева.

Практическое занятие №4

Тема занятия: Расчет индивидуального теплового пункта.

Цели и задачи занятия: изучить схемы ИТП, освоить методику выбора основного и вспомогательного оборудования тепловых пунктов.

Числовые данные и необходимые пояснения: тепловая мощность системы отопления, температурный график системы отопления, гидравлическое сопротивление системы отопления, максимальное допустимое давление на выходе из ИТП, тип отопительных приборов.

Пример задания: рассчитать элеватор для двухтрубной системы отопления мощностью 50 кВт. Расчетная температура воды в теплосети: $t_1 = 150$ °С, $t_2 = 70$ °С.

Температура воды в системе отопления – $t_п = 95$°С, $t_0 = 70$ °С. Перепад давления на вводе в здание принять 100 кПа.

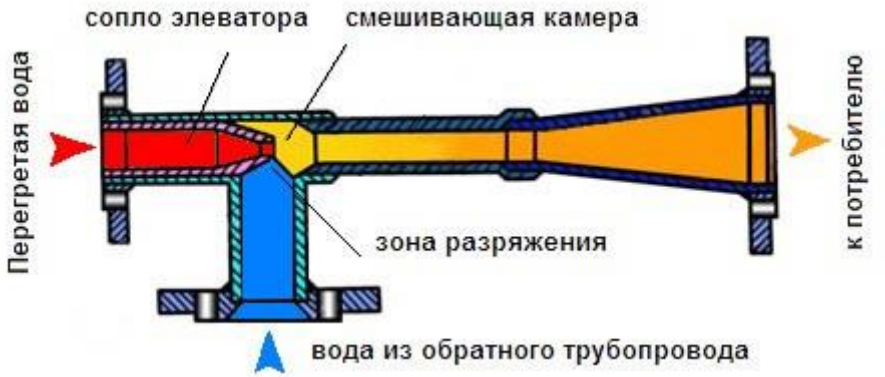


Рис.1– Схема элеваторного узла

Коэффициент смешения элеватора:

$$U = \frac{t_1 - t_п}{t_п - t_о} = \frac{150-95}{95-70} = 2.2\,.$$

Диаметр горловины элеватора:

$$d_г = 87.4 \cdot \sqrt{\frac{G_{с.о}}{1000 \cdot \sqrt{\Delta P_н}}},\ \text{мм},$$

где $G_{с.о}$ – расход сетевой воды в системе отопления:

$$G_{с.о} = 0.86 \cdot \frac{Q_{от}}{t_1 - t_2} = 0.86 \cdot \frac{50000}{150-70} = 537.5\ \frac{т}{ч},$$

$\Delta P_н$– насосное циркуляционное давление, создаваемое элеватором, для системы,

$$\Delta P_н = \frac{\Delta P_{тс}}{1.4 \cdot (1+U)^2} = \frac{100000}{1.4 \cdot (1+2.2)^2} = 6\,975\ \text{Па},$$

где $\Delta P_{тс}$ – перепад давления на вводе в здание, Па.

Тогда:

$$d_г = 87.4 \cdot \sqrt{\frac{537{,}5}{1000 \cdot \sqrt{6975}}} = 7\ \text{мм}.$$

Диаметр сопла:

$$d_с = \frac{d_г}{1+U} = \frac{7}{1+2.2} = 3\ \text{мм}.$$

По таблице 1 выбираем элеватор №1 $d_г$ = 15мм.

Основные размеры элеваторов конструкции ВТИ-теплосети Мосэнерго, мм

Таблица 1

Номер элеватора	h	A	l	$d_г$	D	D_1
I	2	3	4	5	6	7
I	425	90	II0	I5	I45	I60
2	425	90	I00	20	I45	I60
3	625	I35	I45	25	I60	I95
4	625	I35	I35	30	I60	I95
5	625	I35	I25	35	I60	I95
6	720	I80	I75	47	I95	2I5
7	720	I80	I55	59	I95	2I5

Практическое занятие №5

Тема занятия: Определение количества вредных выделений в помещении.

Цели и задачи занятия: Изучить методику расчета параметров воздухообмена вентиляции.

Числовые данные и необходимые пояснения: виды и количества вредных выделений, тип помещения и его объем.

Тема занятия: Расчет требуемой кратности теплообмена.

Цели и задачи занятия: научиться рассчитывать требуемую кратность теплообмена с учетом параметров, влияющих на микроклимат помещения.

Числовые данные и необходимые пояснения: высота и тип помещения, температура и влажность в помещении, источники тепловыделений и их количество.

Тема занятия: Расчет системы вентиляции здания.

Цели и задачи занятия: изучить методики расчета естественной и вытяжной систем вентиляции.

Числовые данные и необходимые пояснения: высота и тип здания, требуемая производительность вентиляции, климатические параметры воздуха в помещении.

Тема занятия: Гидравлический расчет водопровода.

Цели и задачи занятия: определить наиболее экономичные диаметры труб, скорости движения воды и потери напора в трубах при пропуске расчетных расходов воды.

Числовые данные и необходимые пояснения: схема водоснабжения, длина участка, материал трубопровода, расход воды, количество приборов.

Тема занятия: Расчет системы водоочистки.

Цели и задачи занятия: ознакомиться с основными типами приборов для водоочистки, освоить методику расчета системы водоочистки.

Числовые данные и необходимые пояснения: источник воды, цели использования, режим потребления.

Тема занятия: Расчет газопроводов.

Цели и задачи занятия: составить расчетную схему с указанием нагрузок по отдельным потребителям, произвести гидравлический расчет газопровода.

Числовые данные и необходимые пояснения: температура газа, избыточное давление газа, расход газа, допустимая скорость газа в трубопроводе. После проведения гидравлического расчета необходимо выбрать диаметры газопровода.

Тема занятия: Расчет пожарного водопровода.

Цели и задачи занятия: изучить виды пожарных водопроводов, освоить методику расчета простого противопожарного водопровода.

Числовые данные и необходимые пояснения: план здания, высота компактной части струи, необходимое количество струй в любую точку здания, длина рукава, диаметр пожарного крана, диаметр спрыска. Произвести размещение пожарных кранов на плане здания, определить требуемый напор у пожарного крана. Выполнить гидравлический расчет системы водоснабжения в режиме пожаротушения и затем рассчитанная система проверяется на пропуск суммарных расходов – хозяйственно-питьевых и пожарных.

Пример задания: выполнить расчет в режиме пожаротушения внутренней системы водоснабжения здания, определить места установки пожарных кранов, необходимость пожарного насоса.

Исходные данные: одноэтажное здание спортивного корпуса размерами 90,0×46,0×6,0 м, план здания и трассировка внутреннего водопровода показаны на рис.1. Расчетный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды здания 2,0 л/с. Ввод водопровода осуществляется от магистральной наружной сети, длина ввода 10,0 м. Гарантийный напор в точке присоединения к наружной сети 35,0 м. Водомер подобран калибром 50 мм. Калибр водомера и диаметры труб назначены по условиям работы в режиме максимального водопотребления. Разница отметок пола первого этажа и земли в точке присоединения к наружной сети 1,0 м.

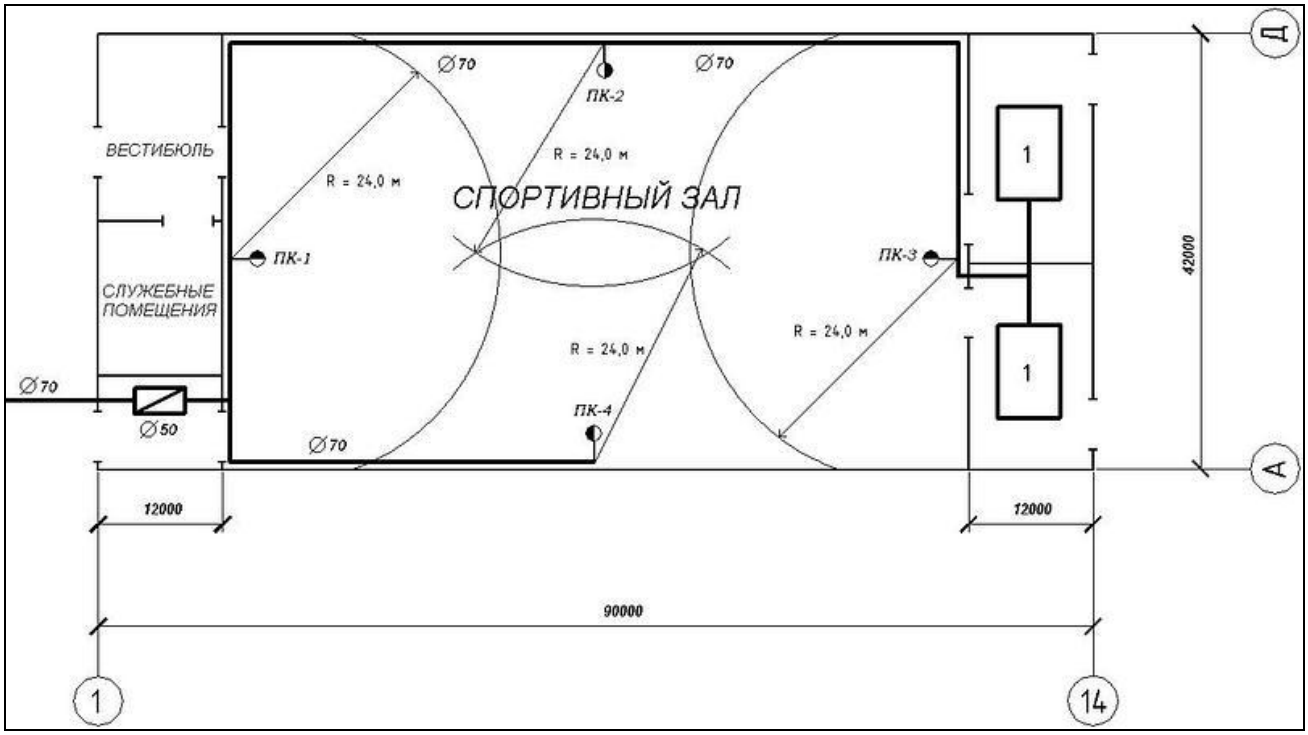


Рис.1– План системы водоснабжения спортивного корпуса: *1* – блоки санитарно-технических устройств хозяйственно-питьевого водоснабжения

Строительный объем здания составляет 24840,0 м^3. Для общественного здания при числе этажей до 10 и объеме от 5000 до 25000 м^3 устанавливается необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, число струй – 1, минимальный расход на одну струю – 2,5 л/с. Свободный напор у пожарных кранов в соответствии с п. 6.8. прил. 2 назначен 8 м. Диаметр пожарных кранов назначен 50 мм, длина пожарных рукавов принята 20 м. Радиус действия пожарного крана составляет 20 + 8/2 = 24 м. На плане здания произведена расстановка пожарных кранов с таким расчетом, чтобы любая точка здания находилась в зоне действия одного гидранта. Принято 4 гидранта, расстановка которых показана на рис.2. Так как число гидрантов менее 12, в соответствии с п. 9.1 прил. 2 принята тупиковая схема водоснабжения с одним вводом. Магистральный трубопровод прокладывается по наружным стенам на высоте 2,30 от пола, гидранты размещаются на высоте 1,35 м.

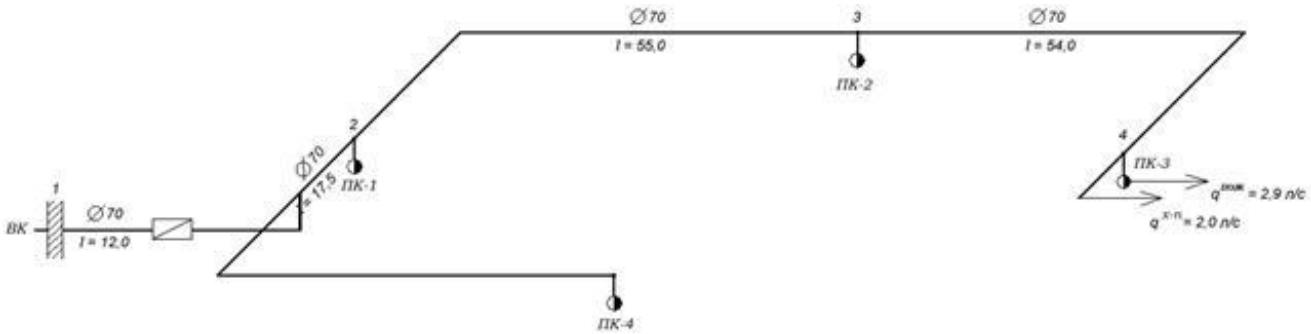


Рис.2–Расчетная схема системы водоснабжения

При гидравлическом расчете рассматривается работа самого невыгодно расположенного пожарного гидранта ПК-3. Расход назначен 2,9 л/с, необходимый напор у пожарного крана 13,0 м. Одновременно учитывается расход на хозяйственно-питьевые нужды 2,0 л/с. Рассчитывается ветвь от

точки присоединения к наружной водопроводной сети до работающего невыгодно расположенного гидранта, состоящая из двух участков: участок «ВК – 1 – 2 – 3 – 4», диаметр 70 мм, длина 148,5 м, расход 4,9 л/с, гидравлический уклон принимаем 72,3 мм/м; участок «4-ПК-3», диаметр 50 мм, длина 0,95 м, расход 2,9 л/с, гидравлический уклон 93,5 мм/м.

Потери напора в ветви:

H_l, = (1 + 0,15)(72,3 × 148,5 + 93,5 × 0,95) = 12449,2 мм = 12,45 м.

Затем проверяются потери напора на водомере, гидравлическое сопротивление счетчика по принято 0,143 м/(л/с)^2.

$H_{вод}$ = 0,143 × 4,9^2 = 3,43 м.

Потери не превышают 10 м, что приемлемо.

Геометрическая высота подачи воды по исходным данным составляет 1,0 + 1,35 = 2,35 м.

Напор у пожарных кранов принят 13,0 м.

Требуемый напор в точке присоединения ввода к наружной водопроводной сети определяется следующим образом:

$H_{тр}^{пож}$ =2,35 + 12,45 + 3,43 + 13,0 = 31,23 м.

Таким образом, установлено, что требуемый в режиме пожаротушения напор 31,23 м не превышает гарантийный напор 35,0 м, т. е. система работоспособна.

Примеры вопросов к практическим занятиям.

1. В чем заключается цель гидравлического расчета теплопроводов систем водяного отопления и каков порядок расчета?
2. Порядок определения расхода теплоносителя по расчетным участкам.
3. Определение числа секций отопительного прибора.
4. Расчет толщины теплоизоляционного слоя.
5. Определение ГСОП.
6. Для чего необходима установка конденсатоотводчиков.
7. Преимущества и недостатки систем воздушного отопления.
8. В чем преимущество рециркуляционных воздухонагревателей и в каких случаях их применяют?
9. В каких случаях необходимо устройство тепловых завес у наружных входов в здания и каково их назначение.
10. Определение основных потерь через ограждающие конструкции.
11. Определение дополнительных теплопотерь через ограждающие конструкции.
12. Расчет инфильтрации воздуха.
13. Гидравлическая увязка стояков системы отопления.
14. Определение требуемого воздухообмена помещения.
15. Расчет процесса нагрева, увлажнения и осушки воздуха.
16. Подбор насосного оборудования для системы отопления.
17. Определение требуемой мощности вентилятора в системах вентиляции и кондиционирования.
18. Определение мощности калорифера в системе вентиляции.
19. Определение расхода теплоносителя в системе отопления.
20. Определение годового расхода топлива на отопление здания.

Учебно-методическое обеспечение лабораторных занятий по дисциплине

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПО ПОДРОБНОЙ МЕТОДИКЕ

Назначение системы отопления состоит в обеспечении требуемого теплового режима во всех помещениях здания в холодный период года. Эта цель достигается установкой отопительных приборов, суммарная теплоотдача которых в каждом помещении компенсирует тепловые потери через наружные ограждения. Систему отопления проектируют на расчетную температуру наружного воздуха наиболее холодного периода года (средняя температура $t_н^р$ наиболее холодной пятидневки в данном населенном пункте из восьми зим за 50-летний период).

Расчет тепловых потерь через наружные ограждения помещений здания

1. Максимально допустимая плотность теплового потока через наружное ограждение:

$$q_{max} = \alpha_в \cdot \Delta t^н, \text{ Вт/м}^2,$$

где $\alpha_в$ ~ 8,7 Вт/ (м^2·К) – средний коэффициент теплоотдачи от воздуха к внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$\Delta t^н = t_в - t'_{ст}$ – нормируемая (по санитарно-гигиеническим требованиям) разность температур воздуха внутри помещения $t_в$ и внутренней поверхности ограждения $t'_{ст}$ (табл.1).

Таблица 1

Назначение здания	Наружные стены	Покрытия и чердачные перекрытия	Покрытия над подвалами и подпольями
Общественные здания, помещения промышленных предприятий и вспомогательные помещения	$\Delta t_{ст}^н = 7°C$	$\Delta t_{пт}^н = 5.5°C$	$\Delta t_{пл}^н = 2.5°C$

2. Максимально допустимый коэффициент теплопередачи для ограждающей конструкции:

$$k_{max} = \frac{q_{max}}{t_в - t_н^р} \cdot \psi, \text{ Вт/(м}^2\text{·К)},$$

где ψ – поправочный коэффициент на расчетную разность температур $(t_в - t_н^р)$, учитывает положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

Значение коэффициента ψ принимаются:

а) для наружных стен $\psi_{нс}$=1;

б) для чердачных перекрытий $\psi_{пт}$=0.9;

в) для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов, расположенных выше уровня земли, $\psi_{пл}$=0.6.

3. Требуемое минимальное по санитарно-гигиеническим условиям термическое сопротивление в процессе теплопередачи для каждой ограждающей конструкции:

$$R_{min} = \frac{1}{k_{max}}, \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

4. Необходимая минимальная толщина наружных стен определяется из выражения для термического сопротивления в процессе передачи теплоты через плоскую стенку:

$$R_{min} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{кл}^{min}}{\lambda_{кл}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_н^{нс}}, \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

$\alpha_н^{нс}$=23.2 Вт/(м^2·К) – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стен к наружному воздуху.

Найденное значение $\delta_{кл}^{min}$ округляют до стандартной толщины кладки (полтора, два, два с половиной, три кирпича).

5. Расчетный коэффициент теплопередачи для ограждающей конструкции:

$$k_{расч}^{нс} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_в}+\frac{\delta_{кл}}{\lambda_{кл}}+\frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}}+\frac{1}{\alpha_н^{нс}}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

6. Расчетное термическое сопротивление теплопередаче:

$$R_{расч}^{нс} = \frac{1}{k_{расч}^{нс}}, \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}.$$

Предпочтительнее, когда $k_{расч}^{нс} < k_{max}^{нс}$, то есть $R_{расч}^{нс} > R_{min}^{нс}$.

Однако запас не должен превышать 15%. Допускается $k_{расч}^{нс} > k_{max}^{нс}$, но не более, чем на 5%.

Аналогичные расчеты следует проводить и для прочих ограждающих конструкций (ПТ, ПЛ и др.). Для окон и наружной двери принять:

$k^{до}$=2.9 Вт/(м^2·К); $k^{дд}$=2.33 Вт/(м^2·К).

7. Основные теплопотери через наружные ограждения.

Основные теплопотери через каждое наружное ограждение находят по уравнению теплопередачи:

$$Q_{осн} = k_{расч}\cdot F\cdot(t_в - t_н^р)\cdot\psi, \text{Вт},$$

где F – площадь поверхности соответствующего наружного ограждения, м^2.

Величину F для потолков и полов определяют по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен; для окон и двери – по наименьшим размерам строительных проемов в свету.

8. Полные теплопотери через наружные ограждения:

$$Q_{полн} = Q_{осн} + Q_{доб}, \text{ Вт},$$

где $Q_{доб}$ – добавочные теплопотери, Вт.

$Q_{доб}$ определяют в процентах к основным теплопотерям в зависимости от ориентации ограждения по странам света (рис.2), от скорости обдувания их ветром (на ветер), на угловые помещения, на поступление холодного воздуха (для наружных дверей с кратковременным открыванием), на высоту.

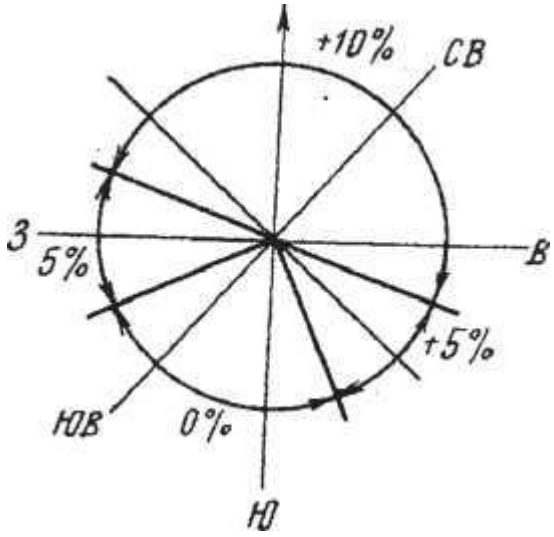


Рис.2

Добавку на высоту вводят для помещений общественных зданий высотой более 4 м: она составляет 2% на каждый метр высоты свыше 4 м, но не более 15%. Добавка на высоту не распределяется на лестничные клетки.

При определении основных и добавочных теплопотерь через наружные ограждения пользуются бланком, имеющим форму табл.7.

Теплопотери подсчитывают отдельно для каждого помещения и для здания в целом.

Основные и добавочные теплопотери суммируют для здания в целом.

Полные теплопотери суммируют для здания в целом и для каждого отдельного помещения.

При определении теплопотерь через наружные стены площадь последних записываю в графу 6 полностью, без вычета оконных и дверных проемов. Поэтому в графу 9 вместо $k^{до}$ и $k^{дд}$ вписывают разности $k^{до} - k^{дд}_{расч}$ и $k^{дд} - k^{нс}_{расч}$.

В самом деле, при включении оконных проемов в площадь наружных стен, теплопотери от последних завышают на величину:

$$k^{нс}_{расч} \cdot F_{до} \cdot (t_в - t^р_н) \cdot \psi .$$

Поэтому ее надо вычесть при расчете теплопотерь через окна, т.е. вычислять $Q_{до}$ по формуле:

$$k^{нс}_{расч} \cdot F_{до} \cdot (t_в - t^р_н) \cdot \psi - k^{нс}_{расч} \cdot F_{до} \cdot (t_в - t^р_н) \cdot \psi = (k^{до} - k^{нс}_{расч}) \cdot F_{до} \cdot (t_в - t^р_н) \cdot \psi.$$

9. Удельная тепловая характеристика здания:

$$q_{от} = \frac{Q_{полн}}{V_{зд} \cdot (t_в - t_н^р)}, \text{ Вт/(м}^3\text{·К)},$$

где $Q_{полн}$ –полные теплопотери через наружные ограждения для здания в целом, Вт;

$V_{зд}$ – объем здания по наружному обмеру, м^3; определяют умножением площади здания по внешнему очертанию стен на его высоту от уровня земли до карниза.

Полученное значение $q_{от}$ рекомендуется сопоставить с нормативной величиной для здания аналогичного характера и для соответствующего климатического пояса.

Этой характеристикой пользуются для ориентировочных подсчетов потерь тепла и требуемой тепловой мощности источников теплоснабжения в проектных зданиях.

10. Расчетная тепловая мощность системы отопления здания:

$$Q_{от} = Q_{инф} + Q_{полн}, \text{ Вт},$$

где $Q_{инф}$ – расход тепла на нагревание воздуха, поступающего в помещения при инфильтрации, Вт.

В целях упрощения расчета в лабораторной работе можно условно принять $Q_{инф} = 0$, т.е. $Q_{от} = Q_{полн}$.

11. Годовой расход тепла на отопление:

$$Q_{от}^{год} = \varphi_{от} \cdot Q_{от} \cdot \tau_{от}, \text{ кВт·ч/год},$$

где $\varphi_{от} = \frac{t_в - t_{от}^{ср}}{t_в - t_н^р}$ – относительная отопительная нагрузка, средняя за отопительный период;

$t_{от}^{ср}$ – средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С;

$Q_{от}$ – расчетная тепловая мощность системы отопления здания, кВт;

$\tau_{от} = 24 \cdot n$, продолжительность отопительного периода, ч/год.

Рекомендуется выразить расход тепла на отопление в МДж/год.

Поскольку 1 кВт =1 кДж/с, то 1 кВт·ч =3600 кДж =3.6 МДж.

12. Годовой расход топлива на отопление, т/год (для твердого топлива), тыс.м^3/год (для газообразного топлива):

$$B_{от}^{год} = \frac{Q_{от}^{год}}{Q_н^р \cdot \eta_{ку} \cdot \eta_{тс}},$$

где $Q_{от}^{год}$ – расход тепла на отопление, МДж/год;

$Q_{нр}$ – низшая теплота сгорания топлива;

кДж/кг (МДж/т) – для твердого и жидкого топлива;

кДж/м^3 (МДж/тыс.м^3) – для газообразного топлива;

$\eta_{ку}$ – КПД теплогенерирующей установки;

$\eta_{тс}$ – коэффициент, учитывающий потери тепла в тепловых сетях.

В лабораторной работе можно принять:

$\eta_{ку} \cdot \eta_{тс}$=0.75 – для центральных котельных, работающих на жидком и газообразном топливах;

$\eta_{ку} \cdot \eta_{тс}$=0.65 – для центральных котельных, работающих на твердом топливе.

Более точные данные могут быть получены из местных источников (энергоснабжающих предприятий).

Для удобства учета расхода и нормирования топлива введена условная теплоэнергетическая единица – 1 кг условного топлива. Расход 1 кг условного топлива эквивалентен 7000 ккал, что составляет 29330 кДж, т.е «теплота сгорания» условного топлива $Q_{усл}$ =29330 кДж/кг.(у.т.) или МДж/т (у.т.).

Расход условного топлива определяют по той же формуле, что и натурального:

$$B_{усл}^{год} = \frac{Q_{от}^{год}}{Q_{усл} \cdot \eta_{ку} \cdot \eta_{тс}}.$$

Для пересчета расхода условного топлива в натуральное используют тепловой эквивалент:

$$Э_т = \frac{Q_н^р}{Q_{усл}}.$$

Следовательно:

$$B_н = \frac{B_{усл}}{Э_т}.$$

№ помещения	Наименование помещения	Внутренняя температура помещения tв, °С	Поверхность охлаждения			Площадь, м2	Разность температур tв - tн, °С	Поправочный коэффициент n к tв-tн	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м2·К)	Основные потери тепла, Qосн, Вт	Добавка к основным потерям тепла, %			Всего добавочных потерь, Qдоб, Вт	Полные потери тепла, Qполн, Вт
			обозначение	ориентация по сторонам света	расчетные размеры a·b, м, их количество						на ориентацию	на обдувание ветром	другие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

5. Требования к отчету

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом и должен содержать:

5.1. Краткое описание целей работы и основные расчетные зависимости.

5.2. Исходные данные и результаты расчета.

5.3. Выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Системы водяного и парового отопления. Преимущества и недостатки.

2.За счет чего возникает естественное циркуляционное давление в системах водяного отопления?
3. Что такое точка постоянного давления или «нейтральная» точка системы отопления?
4. Что понимают под расчетным циркуляционным давлением насосной системы водяного отопления?
5. Что выражают тепловые нагрузки участков подающего и обратного трубопроводов?
6. От каких факторов зависит коэффициент местного сопротивления?
7. Какие существуют способы гидравлического расчета систем водяного отопления и в чем они заключаются?
8. Каким образом выбираются главное и второстепенное циркуляционные кольца при гидравлическом расчете системы водяного отопления по удельной линейной потере давления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ВЫБОР И РАСЧЕТ МЕСТНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

1.Цель работы

Ознакомиться с назначением и устройством местных отопительных приборов, используемых в системах отопления, изучить технические характеристики чугунных и стальных радиаторов, освоить методику расчета отопительных приборов и рассчитать поверхность нагрева чугунного радиатора (по заданию преподавателя) и количество секций в приборе.

2. Указания к выполнению работы

Радиатором принято называть конвективно-радиационный отопительный прибор, состоящий либо из отдельных колодчатых элементов - секций с каналами круглой или элипсообразной формы, либо из плоских блоков с каналами колончатой или змеевиковой формы.

Радиаторы отопительные чугунные

Радиаторы отопительные чугунные предназначены для применения в системах отопления жилых, общественных и производственных зданий.

Радиаторы М-140А (прил. рис. 1) и М-140-АО (прил. рис. 2) рассчитаны на рабочее избыточное давление 0,6 МПа, а радиаторы МС-140-108 (прил. рис. 3) , МС-140-98, МС-90-108 на 0,9 МПа.

Секции радиаторов отливаются из серого чугуна. Головки секций имеют ниппельные отверстия с правой и левой внутренней трубной резьбой G $1^{1/4}$.

Отдельные секции собираются в радиаторы с различным номинальным тепловым потоком.

При сборке радиаторов между головками секций устанавливаются прокладки из теплостойкой резины, обеспечивающие герметичность соединений при температуре теплоносителя до 130^0 С.

Чугунные секционные радиаторы отличаются значительной тепловой мощностью на единицу длины прибора (компактностью) и стойкостью против коррозии (долговечностью). Однако, чугунные радиаторы металлоемки, производство их трудоемко, монтаж затруднителен, очистка от пыли – неудобна, внешний вид не привлекателен.

Радиаторы отопительные стальные панельные типа РСГ 2 и РСВ 1

Радиаторы отопительные стальные панельные типа РСГ2 и РСВ1 предназначены для применения в системах водяного отопления жилых, общественных и производственных зданий с температурой теплоносителя до 150°С и рабочим избыточным давлением до 0,6 МПа.

Область применения стальных панельных радиаторов ограничена системами отопления зданий с гарантированным качеством теплоносителя.

Радиаторы РСГ2 и РСВ1 не допускается применять:

а) в системах, присоединенных к открытым системам теплоснабжения (при непосредственном водоразборе из тепловых сетей).

б) в помещениях с агрессивной средой.

Радиаторы РСВ1 изготавливаются в одно и двухрядном исполнении проходном и концевом вариантах.

Радиаторы РСГ2 изготавливаются четырех ходовыми в одно- и двухрядном исполнении.

Однорядная панель радиатора состоит из двух штампованных стальных листов толщиной 1,4-1,5 мм, соединенных сваркой и образующих ряды вертикальных (РСВ1) и горизонтальных (РСГ2) каналов для прохода теплоносителя.

К одному из торцов панели приварены присоединительные штуцеры из труб с условным проходом d_y 20 мм, имеющие наружную резьбу G 3/4. У проходных радиаторов РСВ1 имеется 4 штуцера /по 2 с каждой стороны/.

Двухрядные приборы состоят из одинаковых однорядных панелей, соединенных параллельно между собой, посредством сварных соединительных элементов из труб с d_y 20 мм.

Условное обозначение радиатора РСВ1 включает буквенный индекс типа радиатора с номером конструктивной разработки, номера типоразмера радиатора. Перед буквенным индексом, типа для радиатора в 2-х рядном исполнении, добавляется цифра 2, а после номера типоразмера для радиатора проходного варианта буква "П".

Условное обозначение радиатора РСГ2 включает буквенный индекс, типа радиатора с номером конструктивной разработки, код исполнения (I-однорядный, 2-двухрядный), номер типоразмера.

Стальные панельные радиаторы отличаются от чугунных меньшей массой, увеличенной излучательной способностью (35-40%, вместо 30% общего теплового потока).

Они соответствуют интерьеру помещений в полносборных зданиях, легко очищаются от пыли, их монтаж облегчен, производство – механизировано.

Однако область их применения ограничена системами со специально обработанной водой. Стальные панельные радиаторы имеют относительно небольшую площадь нагревательной поверхности, из-за чего часто приходится прибегать к установке их в 2 ряда. При этом снижается теплоотдача и затрудняется очистка от пыли.

Технические характеристики радиаторов РСВ1 и РСГ2 приведены в приложении (табл. 5, 6).

Гладкотрубные отопительные приборы

Гладкотрубными называют конвективно – радиационный отопительный прибор, состоящий из нескольких соединенных вместе стальных труб, образующих каналы для теплоносителя змеевиковой или регистровой формы (рис.1).

Отопительный прибор сваривают из труб d_y 32-100 мм, располагаемых одна от другой на расстоянии, на 50 мм превышающем их наружный диаметр.

Гладкотрубные приборы характеризуются высоким значением коэффициента теплопередачи, легко очищаются от пыли.

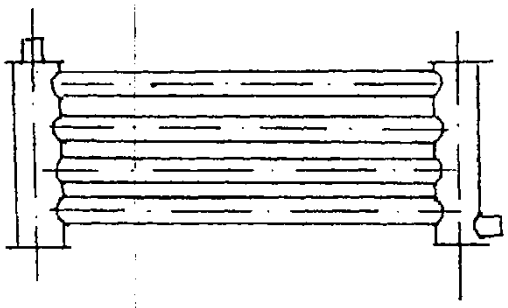


Рис. 1. Гладкотрубный отопительный прибор

Вместе с тем, эти приборы тяжелы, громоздки, занимают много места, их внешний вид не соответствует современным требованиям. Их применяют в помещениях при значительных выделениях пыли. Гладкотрубные приборы рассчитаны на рабочее давление 1,0 МПа и температуру теплоносителя до 150°С.

Конвекторы

Конвекторы состоят из 2-х элементов – трубчато-ребристого нагревателя и кожуха (рис. 2).

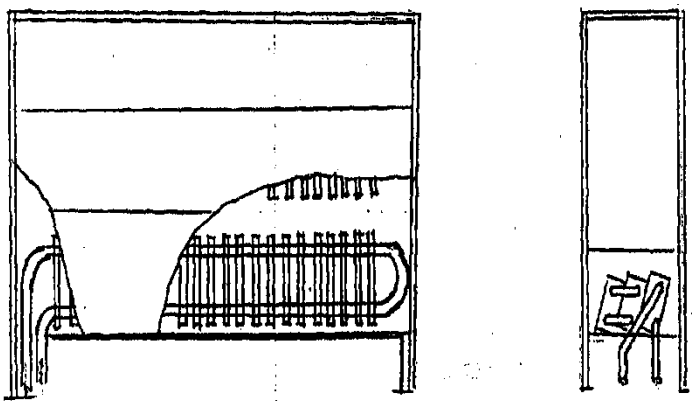


Рис. 2. Конвектор

Конвекторы обладают сравнительно низкими теплотехническими показателями, тем не менее производство конвекторов расширяется. Это объясняется простотой изготовления, возможностью механизировать и автоматизировать их производство, сокращением трудозатрат при монтаже.

Конвекторы-приборы малой тепловой инерции. Применяют конвекторы в жилых, общественных зданиях, в крупных помещениях общественных зданий, устанавливают их также в лестничных клетках, бытовых и вспомогательных помещениях производственных зданий.

Ребристые трубы

Ребристой трубой называют конвективный прибор, представляющий собой фланцевую чугунную трубу, наружная поверхность которой покрыта совместно отлитыми тонкими ребрами, (рис. 3).

Площадь внешней поверхности ребристой трубы во много раз больше, чем площадь поверхности гладкой трубы таких же диаметра и длины. Это придает прибору компактность. Кроме того, при использовании высокотемпературного теплоносителя – сохраняется пониженная темпе-

ратура поверхности ребер прибора. Простота изготовления и невысокая стоимость способствуют применению этого малоэффективного в теплотехническом отношении и металлоемкого прибора.

К недостаткам ребристых труб относятся также неэстетичный вид, малая механическая прочность ребер и трудность очистки от пыли.

Применяют эти отопительные приборы в производственных зданиях.

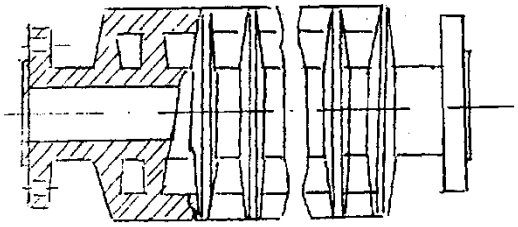


Рис. 3. Ребристая труба

4. Порядок выполнения работы

После выбора вида нагревательных приборов, определения мест их установки и способа присоединения к трубопроводам системы отопления, выполняют теплотехнический расчет приборов, который сводится к определению требуемой поверхности нагрева, количества секций или типоразмера прибора.

Для поддержания в отапливаемом помещения нужной температуры необходимо, чтобы количество тепла, отдаваемого нагревательными приборами, равнялось теплопотерям помещения. Температура поверхности приборов при этом не должна превышать установленного предела 95°С.

Расчет отопительных приборов в двухтрубной системе отопления

Требуемая поверхность нагрева отопительного прибора рассчитывается по формуле:

$$F_{пр} = \frac{Q_{пр}}{q_э} \beta_1 \beta_2, \text{ м}^2$$

где $Q_{пр}$ - расчетная тепловая нагрузка прибора, Вт;

$q_э$ – теплоотдача 1 м прибора, Вт/м принимается по таблице 2.2 или рассчитывается по формуле;

β_1 - коэффициент, учитывающий изменение теплоотдача в зависимости от принятого способа установки прибора (при установке прибора у стены без ниши перекрытий доской в виде полки β_1=1,05);

β_2 - коэффициент, учитывающий снижение температуры воды относительно расчетного значения вследствие остывания в трубопроводах. При числе этажей в здании 2 и открытой прокладке трубопроводов:

в системах с верхней разводкой: для 1 этажа β_2=1,47, 2-го этажа β_2 =1

в системах с нижней разводкой: для 1 этажа β_2 =1, для 2-го этажа β_2 =1,47.

Температурный напор вычисляется:

$$\Delta t_T = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} - t_в, \text{ °C}$$

где $t_{вх}$ – температура теплоносителя на входе в прибор, °С;

$t_{вых}$ – температура теплоносителя на выходе из прибора, °С;

$$\frac{t_{вх}+t_{вых}}{2}=\Delta t_{тср}.$$

Теплоотдача 1 м прибора:

$$q_э=9{,}28\left(\Delta t_T-10\right)\beta_3 Z\text{, Вт/м}$$

где Δt_T – температурный напор, °С;

β_3 – поправочный коэффициент, зависящий от относительного расхода G, табл.2.1

Z – коэффициент, зависящий от схемы подачи воды в прибор: «сверху – вниз» Z=1, «снизу – вверх» Z =0,78, «снизу – вниз» Z=0,9.

Относительный расход воды:

$$G=\frac{7{,}98\cdot\left(\Delta t_T-10\right)}{\Delta t_{пр}\cdot 17{,}4}\text{, кг/ч·м}$$

где Δt_T – температурный напор, °С;

$\Delta t_{пр}$ – перепад температуры теплоносителя в приборе.

$$\Delta t_{пр}=t_2-t_0.$$

Таблица 2.1

Коэффициент на изменение относительного расхода воды, протекающего через радиатор

G, кг/ч·м	0.3	0.4	0. 5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	3	4	5	6	7	>7
β3	0.8	0.9	0.91	0.93	0.95	0.97	0.99	1	1.03	1.03	1.05	1.055	1.06	1.07

Таблица 2.2

Теплоотдача 1 м чугунных радиаторов в системе водяного отопления

Δt_T	qэ	Δt_T	qэ	Δt_T	qэ	ΔtT	qэ	ΔtT	qэ	ΔtT	qэ
46	325	54	395	62	483	70	558	78	645	86	739
48	343	56	419	64,5	506	72	582	80	669	88	756
50	360	58	436	66	523	74	605	82	692		
52	378	60	459	68	541	76	622	84	715		

Расчетное количество секций чугунных радиаторов:

$$П_{расч}=\frac{F_{пр}}{f_{секц}}\cdot\beta_4\text{, шт}$$

где β_4 – коэффициент, учитывающий неравномерность теплоотдачи различных секций прибора.

При n > 5 β_4 =0,95

5<=n<11 β_4=1,0

11<=n<20 β_4=1,05

n>20 β_4≠1,1

$f_{секц}$ – площадь поверхности нагрева 1 секции прибора, м^2.

Величину *n* следует округлять до целого значения, при этом уменьшение поверхности нагрева $F_{ПР}$ не должно превышать 0,1 м^2.

Результаты расчета сводятся в таблицу.

Таблица 2.3

№ помещения	$t_в$,°С	$Q_{ПР}$, Вт	$\Delta t_{тср}$,°С	$\Delta t_Т$, °С	Поправочные коэффициенты			qэ, Вт/м	$F_{пр}$, м^2	β_4	n
					1	2	3				

Расчет нагревательных приборов однотрубных систем водяного отопления с верхней разводкой

В однотрубной системе водяного отопления температура на входе в прибор и температурные перепады $\Delta t_{пр}$ для различных приборов - неодинаковы. Горячая вода последовательно проходит через приборы, присоединенные к стояку. Частично охладившись в одном приборе, вода поступает в следующий.

Температура воды $t_{вх}$ в любой точке однотрубного стояка определяется по формуле

$$t = t_2 - \frac{\sum Q_{пр}}{G_{ст}},\ ^0\text{C}$$

где t_2 – температура горячей воды, поступающей в стояк, °С, для 1-го прибора по ходу теплоносителя t_2=105°С;

$\Sigma\ Q_{пр}$ - суммарная теплоотдача нагревательных приборов, расположенных до расчетной точки стояка (по ход движения воды), Вт;

$G_{ст}$ - количество воды, проходящей через стояк и вычисляемой по формуле

$$G_{ст} = \frac{Q_{ст}}{t_2 - t_0},\ \text{кг/ч}$$

где $Q_{ст}$ - тепловая нагрузка стояка, равная теплоотдаче всех приборов, присоединенных к нему, Вт;

t_0 - температура охлажденной воды, выходящей из стояка, °С (t_0=70°С).

Средняя температура воды в нагревательном приборе:

$$t_{српр} = t_{вх} - \frac{\Delta t_{пр}}{2},\ ^\circ\text{C}$$

где $\Delta t_{пр}$ - температурный перепад воды в приборе, °С.

Температурный перепад вычисляется по формуле

$$\Delta t_{пр} = \frac{Q_{пр}}{G_{пр}} = \frac{Q_{пр}}{\alpha \cdot G_{ст}},\ ^\circ\text{C}$$

где $Q_{пр}$ – теплоотдача прибора, Вт;

$G_{пр}$ – количество воды, протекающей через прибор, кг/ч;

α – коэффициент затекания воды в прибор. Этот коэффициент показывает, какая часть воды, протекающей по стояку $G_{ст}$, попадает в нагревательный прибор.

$$\alpha = G_{пр}/G_{ст};\quad G_{пр} = \alpha G_{ст}.$$

Чем больше коэффициент затекания, тем больше воды пройдет через приборы и следовательно тем меньшая поверхность нагрева приборов будет нужна.

Величина α зависит от сочетания диаметров труб радиаторного узла ($d_{ст}$, $d_{зу}$, $d_{подв}$), а также от скорости воды в стояке.

В проточных системах при одностороннем присоединении приборов α=1, а при двустороннем α=0,5.

Для однотрубных систем с осевыми замыкающими участками α выбирается по приложению (табл.7), для систем со смещенными замыкающими участками по приложению (табл.8).

Для определения α предварительно определяются диаметры стояков (по прил. табл. 9) в зависимости от нагрузки стояка, диаметры подводок, замыкающих участков и скорости движения теплоносителя (по прил. табл. 10),в зависимости от *Qcm*, *dcm* и параметров теплоносителя.

В проточных системах при одностороннем присоединении приборов $d_{подв}=d_{ст}$, при двустороннем $d_{подв}$ на I сортамент меньше $d_{ст}$.

В системах с замыкающими участками $d_{зу}$ на I сортамент меньше $d_{ст}$, $d_{подв}$ может быть принят равным или на сортамент меньше.

Определив α, находят $\Delta t_{пр}$, затем вычисляет $t_{српр}$. Затем вычисляют Δt_m.

Поверхность нагрева отопительного прибора вычисляется по формуле:

$$F_{пр} = \frac{Q_{пр}}{\beta_3 \cdot q_э} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \text{, м}^2$$

где $Q_{пр}$ – расчетная тепловая нагрузка прибора, Вт;

$q_э$ – теплоотдача I м прибора ,Вт/м, принимается по табл. 2,2 или вычисляется по формуле;

$\beta_1\beta_2$ – тоже, что и формуле 2.1;

β_3 – коэффициент на изменение относительного расхода воды протекающей через радиатор, определяют по табл. 2.1, в зависимости от *G*.

Количество секций чугунных радиаторов находят по формуле 2.6.

Результаты расчета сводят в таблицу.

Таблица 2.4

№ прибора	$Q_{пр}$, Вт	$T_{вх}$, ^{0}C	$\Delta t_{пр}$, ^{0}C	$t_{српр}$, ^{0}C	Δt_T, ^{0}C	$q_э$, Вт/м	*G*	β_3	β_1	β_2	$F_{пр}$, м^2	β_4	*n*, шт

5. Требования к отчету

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом и должен содержать:

5.1. Краткое описание целей работы и основные расчетные зависимости.

5.2. Исходные данные и результаты расчета.

5.3. Выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Виды отопительных приборов и их характеристики.
2. Современные требования, предъявляемые к отопительным приборам.

3. Какой фактор оказывает преобладающее влияние на теплоотдачу отопительных приборов при равных температурных условиях?
4. В чем причина повышения теплоотдачи радиатора, который перемещен от наружной к внутренней стене помещения?
5. Почему состав и цвет красителя влияют на теплоотдачу радиаторов, а не конвекторов?
6. Почему желательно расположение отопительных приборов под световыми проемами?

7. Литература

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / 9-е издание, стереотипное: учебник для вузов.- М.: Издательский дом МЭИ, 2009 - 472 с
2. Сканави, А.Н. Отопление: учебник для вузов/ А.Н. Сканави, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2008. – 562 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

РАСЧЕТ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

1.Цель работы

Произвести тепловой и конструкторский расчеты кожухотрубного и пластинчатого теплообменных аппаратов системы ГВС, определить какой из аппаратов является наиболее выгодным по гидравлическим потерям.

2. Задание

2.1. Изучить принцип работы кожухотрубного и пластинчатого теплообменных аппаратов, схемы их подключения.
2.2. Найти значение коэффициентов теплопередачи для теплообменников.
2.3. Определить конструктивные характеристики теплообменных аппаратов.
2.4. Проанализировать полученные данные.
2.4 Оформить отчет.

3. Указания к выполнению работы

Кожухотрубные теплообменники представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, собранных при помощи трубных решеток, и ограниченные кожухами и крышками со штуцерами. Трубное и межтрубное пространства в аппарате разобщены, а каждое из этих пространств может быть разделено при помощи перегородок на несколько ходов. Перегородки устанавливаются с целью увеличения скорости, следовательно, и интенсивности теплообмена теплоносителей. Горизонтальные секционные скоростные водоподогреватели по ГОСТ 27590 с трубной системой из прямых гладких или профилированных труб отличаются тем, что для устранения прогиба трубок устанавливаются двухсекторные опорные перегородки, представляющие собой часть трубной решетки.

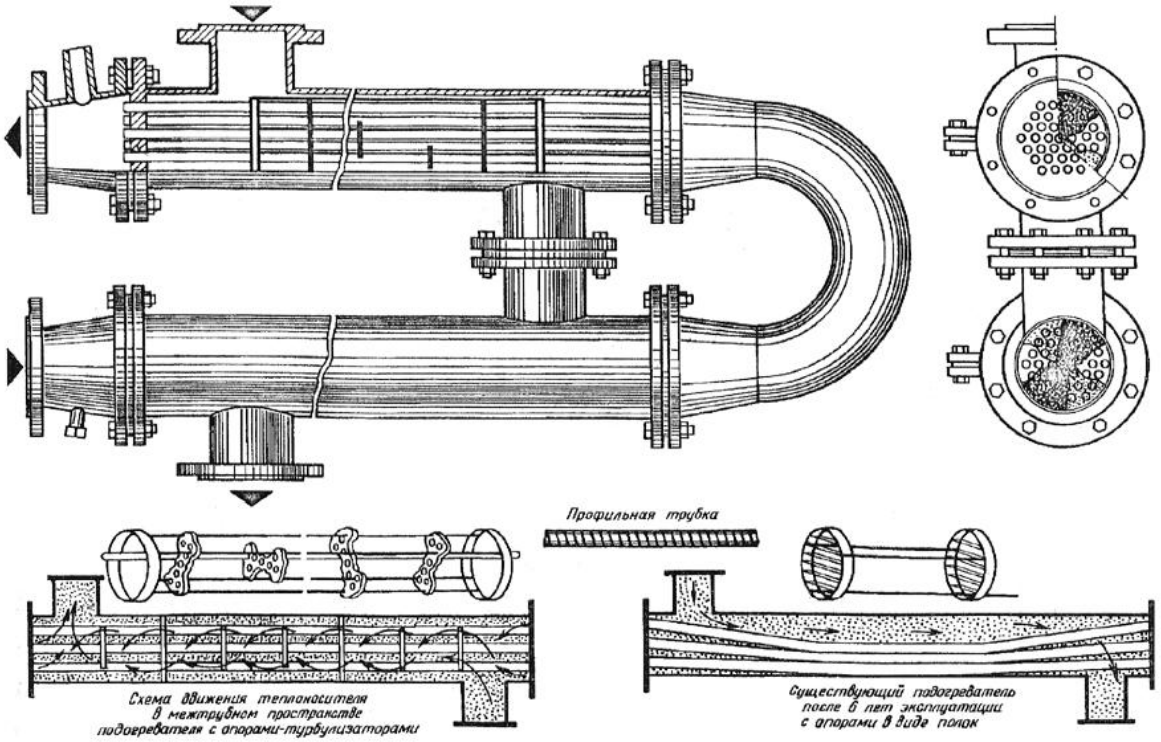


Рис. 1. Общий вид горизонтального секционного кожухотрубного водоподогревателя с опорами-турбулизаторами

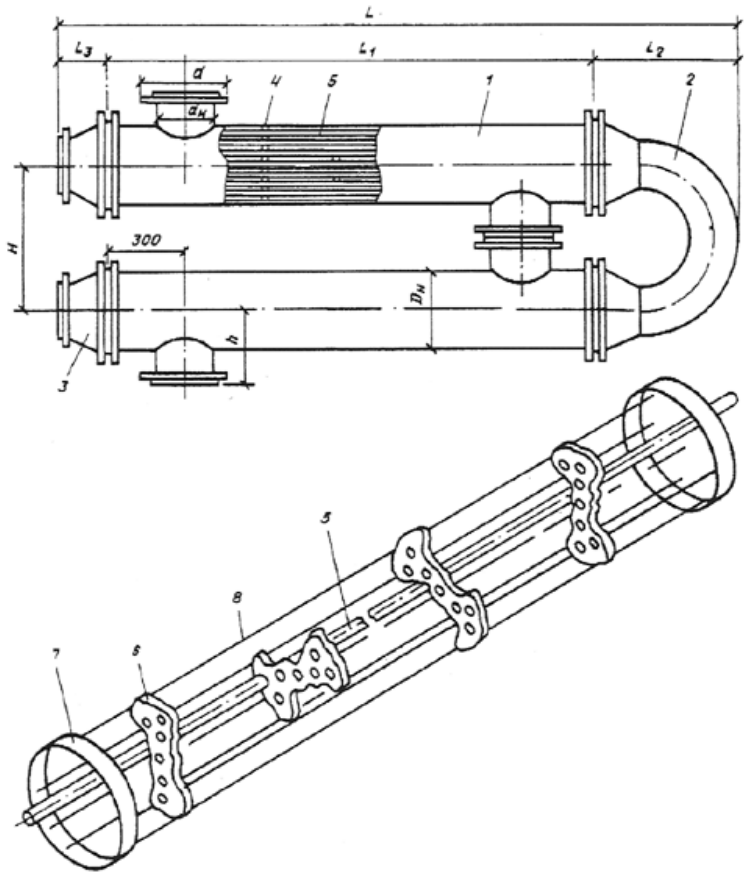


Рис. 3. Конструктивные размеры водоподогревателя:1 - секция; 2 - калач; 3 - переход; 4 - блок опорных перегородок;5 - трубки; 6 - перегородка опорная; 7 - кольцо; 8 – пруток.

Такая конструкция опорных перегородок облегчает установку трубок и их замену в условиях эксплуатации, так как отверстия опорных перегородок расположены соосно с отверстиями трубных решеток.

Водоподогреватели состоят из секций, которые соединяются между собой калачами по трубному пространству и патрубками - по межтрубному. Патрубки могут быть разъемными на фланцах или неразъемными сварными. В зависимости от конструкции водоподогреватели для систем горячего водоснабжения имеют следующие условные обозначения: для разъемной конструкции с гладкими трубками - РГ, с профилированными - РП; для сварной конструкции - соответственно СГ, СП.

4. Порядок выполнения работы

Расчет кожухотрубного водоподогревателя системы горячего водоснабжения

1. Максимальный расход греющей воды, проходящей по межтрубному пространству теплообменника, можно определить из уравнения:

$$Q = G_1 c_1 (t_1^{'} - t_1^{''})\eta = G_2 c_2 (t_2^{''} - t_2^{'})$$

Тогда расход греющей воды:

$$G_1 = \frac{Q}{c_1 \cdot \eta \cdot (t_{вх}^{гр} - t_{вых}^{гр})}, \text{ кг/с.}$$

Тепловые потери из-за несовершенства теплоизоляции для водоподогревателей по ГОСТ 27590 принимаются от 5 до 9%. При расчете примем потери 7%, тогда $\eta = 1 - 0{,}07 = 0{,}93$. Теплоемкость греющей воды и плотность определяются при средней температуре $t_{ср}^{гр} = \frac{t_{вх}^{гр} + t_{вых}^{гр}}{2}$.

2. Для определения расхода нагреваемой воды задаемся конечной температурой, теплоемкость воды и плотность определяем при средней температуре $t_{ср}^{н} = \frac{t_{вх}^{н} + t_{вых}^{н}}{2}$, °С.

$$G_2 = \frac{Q}{c_2 \cdot (t_{вых}^{н} - t_{вх}^{н})}, \text{ кг/с.}$$

3. Для выбора необходимого типоразмера водоподогревателя предварительно задаемся оптимальной скоростью нагреваемой воды в трубках, равной $w_{тр}$= 1 м/с, и исходя из двухпоточной компоновки каждой ступени определяем необходимое сечение трубок водоподогревателя $f_{тр}^{усл}$ по формуле:

$$f_{тр}^{усл} = \frac{G_2}{2 \cdot 3600 \cdot w_{тр} \cdot \rho_2}, \text{ м}^2.$$

В соответствии с полученной величиной $f_{тр}^{усл}$ и по табл. 1 прил.7 [1] выбираем необходимый типоразмер водоподогревателя. Полученные данные записываются в таблицу.

Таблица 3.1

Величина	Обозначе-	Ед. измер.	Значение
Наружный диаметр корпуса секции	$D_Н$	мм	
Число трубок в секции	n	шт	
Площадь сечений межтрубного пространства	$f_{мтр}$	$м^2$	
Площадь сечения трубок	$f_{тр}$	$м^2$	
Эквивалентный диаметр межтрубного пространства	$d_{экв}$	м	
Коэффициент теплопроводности трубок	$\lambda_{ст}$	Вт/(м·^{0}С)	
Поверхность нагрева одной секции (длина секции –	$f_{сек}$	$м^2$	
Размер трубки	$\frac{d_{нар}}{d_{вн}}$	мм	

4. Для выбранного типоразмера водоподогревателя определяем фактические скорости воды в трубках и межтрубном пространстве каждого водоподогревателя при двухпоточной компоновке по формулам:

$$w_{тр} = \frac{G_2}{2 \cdot 3600 \cdot f_{тр} \cdot \rho_2}, \text{ м/с;}$$

$$w_{мтр} = \frac{G_1}{2 \cdot 3600 \cdot f_{мтр} \cdot \rho_1}, \text{ м/с.}$$

5. Коэффициент теплоотдачи α_1 от греющей воды к стенке трубки определяется по формуле:

$$\alpha_1 = 1.16\left[1210 + 18 \cdot t_{ср}^{гр} - 0.038 \cdot t_{ср}^{гр\,2}\right] \cdot \frac{w_{мтр}^{0.8}}{d_{экв}^{0.2}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где $t_{ср}^{гр} = \frac{t_{вх}^{гр} + t_{вых}^{гр}}{2}$, °С.

6. Коэффициент теплопередачи α_2 от стенки трубки к нагреваемой воде определяется по формуле:

$$\alpha_2 = 1.16\left[1210 + 18 \cdot t_{ср}^{н} - 0.038 \cdot t_{ср}^{н\,2}\right] \cdot \frac{w_{тр}^{0.8}}{d_{экв}^{0.2}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где $t^{н}_{ср} = \frac{t^{н}_{вх}+t^{н}_{вых}}{2}$, °С.

7. Коэффициент теплопередачи водоподогревателя k следует определять по формуле:

$$k = \frac{\psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1}+\frac{1}{\alpha_2}+\frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где ψ – коэффициент эффективности теплообмена: для гладкотрубных водоподогревателей с опорами в виде полок ψ = 0,95, для гладкотрубных с блоком опорных перегородок ψ = 1,2, для профилированных и с блоком опорных перегородок ψ = 1,65;

β – коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности труб в зависимости от химических свойств воды, принимается β = 0,8-0,95.

8. При заданной величине расчетной производительности водоподогревателя Q по полученным значениям коэффициента теплопередачи k и среднелогарифмической разности температур Δt определяется необходимая поверхность нагрева водоподогревателя F по формуле:

$$F = \frac{Q}{k\Delta t}, \text{ м}^2.$$

9. Число секций водоподогревателя в одном потоке N, исходя из двухпоточной компоновки определяется по формуле:

$$N = \frac{F}{2 f_{сек}}, \text{ шт.}$$

Если величина N имеет дробную часть, составляющую более 0,2, число секций следует округлять в большую сторону.

10. Потери давления ΔР в водоподогревателях следует определять по формулам:

для нагреваемой воды, проходящей в гладких трубках:

а) при длине секции 4 м

$$\Delta P_{н} = \varphi \cdot 7.5 \cdot (\frac{g}{f_{тр}\cdot\rho})^2 \cdot N, \text{ кПа;}$$

б) при длине секции 2 м

$$\Delta P_{н} = \varphi \cdot 5 \cdot (\frac{g}{f_{тр}\cdot\rho})^2 \cdot N, \text{ кПа,}$$

где φ – коэффициент, учитывающий накипеобразование; принимается по опытным данным, при их отсутствии - следует принимать φ= 2–3;

для греющей воды, проходящей в межтрубном пространстве:

$$\Delta P_{гр} = B \cdot w^2_{мтр} \cdot N, \text{ кПа.}$$

Коэффициент B приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Наружный диаметр корпуса секции $D_н$, мм	Значение коэффициента *B* при длине секции, м	
	2	4
57	25	30
76	25	30
89	25	30
114	18	25
168	11	25
219	11	20
273	11	20
325	11	20

Все конструктивные размеры (см. рис 3) полученного теплообменного аппарата заносим в таблицу №2 (все размеры приведены в мм):

Таблица №2

Наружный диаметр кор-секции D_H	*D*	*D1*	*D2*	*d*	*dH*	*H*	*h*	*L*	*L1*	*L2*	*L3*

Расчет пластинчатых водоподогревателей горячего водоснабжения

1. Методика расчета пластинчатых водоподогревателей основана на использовании в них всего располагаемого напора теплоносителей с целью получения максимальной скорости каждого теплоносителя и соответственно максимального значения коэффициента теплопередачи или при

неизвестных располагаемых напорах по оптимальной скорости нагреваемой воды, как и при подборе кожухотрубных водоподогревателей.

В первом случае оптимальное соотношение числа ходов для греющей X_1 и нагреваемой X_2 воды находится по формуле:

$$\frac{X_1}{X_2} = \left(\frac{G_1}{G_2}\right)^{0.636} \cdot \left(\frac{\Delta P_{гр}}{\Delta P_{н}}\right)^{0.364} \cdot \frac{1000 - t_{ср}^{н}}{1000 - t_{ср}^{гр}}.$$

Если соотношение ходов получается >2, то для повышения скорости воды целесообразна несимметричная компоновка, т.е. число ходов теплообменивающихся сред будет неодинаковым (рис. 1-3). При несимметричной компоновке получается смешанное движение потоков: в части каналов - противоток, в части - прямоток, что снижает температурный напор установки по сравнению с противопоточным характером движения теплообменивающихся сред, который имеет место при симметричной компоновке, и в определенной степени уменьшает выгоду от повышения скорости воды при несимметричной компоновке.

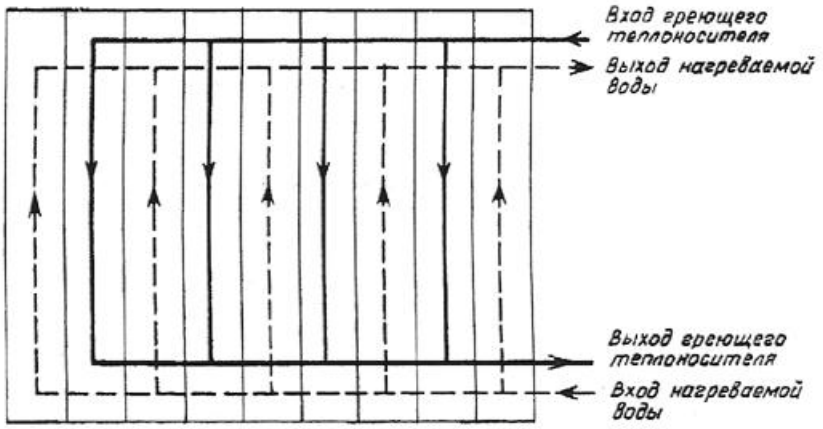


Рис. 1. Симметричная компоновка пластинчатого водоподогревателя

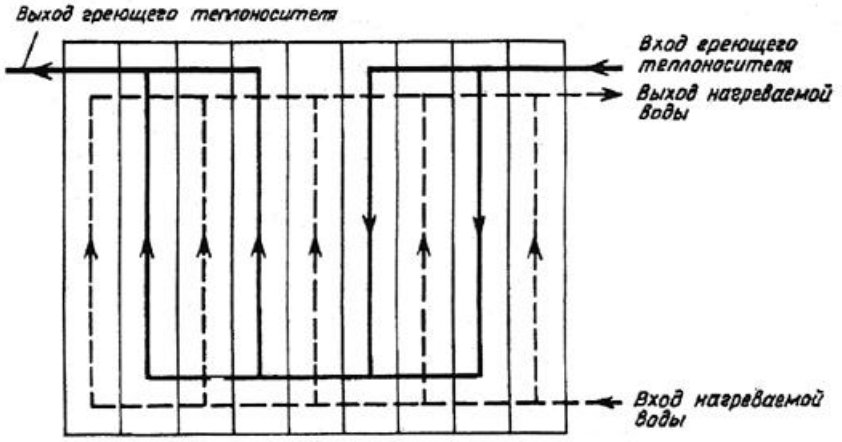


Рис. 2. Несимметричная компоновка пластинчатого водоподогревателя

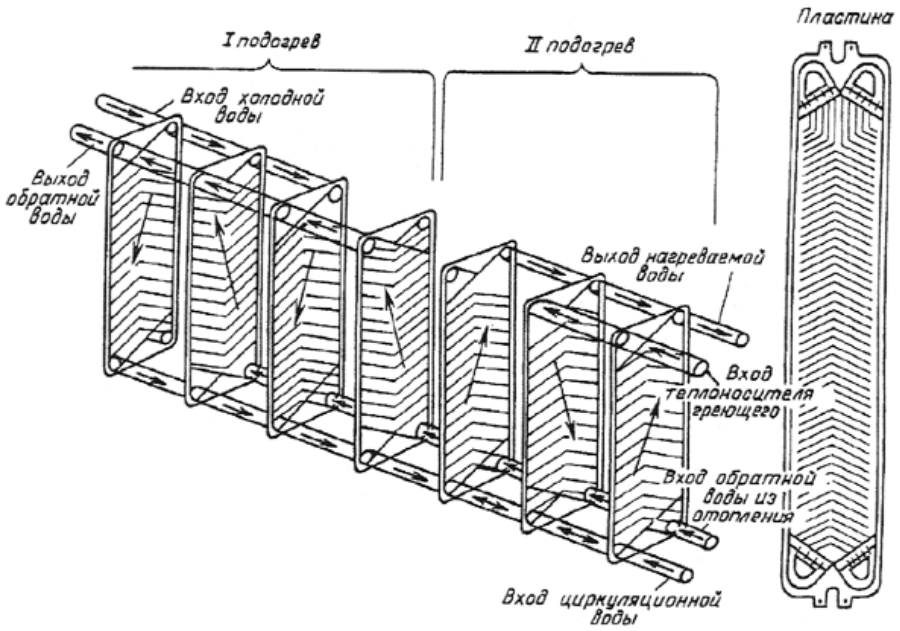


Рис. 3. Схема компоновки водоподогревателей I и II подогрева
в одну установку с противоточным движением воды

2. При расчете пластинчатого водоподогревателя оптимальная скорость принимается исходя из получения таких же потерь давления в установке по нагреваемой воде, как при применении кожухотрубного водоподогревателя - 100-150 кПа, что соответствует скорости воды в каналах $w_{опт}$ =0.4 м/с.

Поэтому, выбрав тип пластины рассчитываемого водоподогревателя горячего водоснабжения, по оптимальной скорости находим требуемое количество каналов по нагреваемой воде $m_н$:

$$m_н = \frac{G_2}{w_{опт} \cdot f_к \cdot \rho \cdot 3600}, \text{ кг}$$

где $f_к$ – живое сечение одного межпластинчатого канала.

3. Компоновка водоподогревателя симметричная, т.е. $m_{гр}=m_н$. Общее живое сечение каналов в пакете по ходу греющей и нагреваемой воды:

$$f_{гр} = f_н = m_н \cdot f_к.$$

Основные технические характеристики пластины заносим в таблицу 3. (принимаем по таблице 1 Приложение 8 [1]).

Таблица №3

Показатель	**Числовое значение**
Габариты (длина х ширина х толщина), мм	
Поверхность теплообмена, кв.м	
Вес (масса), кг	
Эквивалентный диаметр канала, м	

Площадь поперечного сечения канала, кв.м	
Смачиваемый периметр в поперечном сечении канала, м	
Ширина канала, мм	
Зазор для прохода рабочей среды в канале, мм	
Приведенная длина канала, м	
Площадь поперечного сечения коллектора	
Наибольший диаметр условного прохода присоединяемого штуцера, мм	
Коэффициент общего гидравлического сопротивления	
Коэффициент гидр. сопротивления штуцера ζ	
Коэффициенты: А Б	

4. Находим фактические скорости греющей и нагреваемой воды, м/с

$$w_{\text{тр}} = \frac{G_2}{3600 \cdot f_{\text{н}} \cdot \rho}, \text{ м/с;}$$

$$w_{\text{мтр}} = \frac{G_1}{3600 \cdot f_{\text{гр}} \cdot \rho}, \text{ м/с.}$$

5. Коэффициент теплоотдачи α_1 от греющей воды к стенке пластины определяется по формуле:

$$\alpha_1 = 1.16 \cdot \text{А} \cdot \left[23000 + 283 \cdot t_{\text{ср}}^{\text{гр}} - 0.63 \cdot t_{\text{ср}}^{\text{гр}\,2}\right] \cdot w_{\text{мтр}}^{0.73}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где А – коэффициент, зависящий от типа пластин, принимается по табл. 1 настоящего приложения;

$$t_{\text{ср}}^{\text{гр}} = \frac{t_{\text{вх}}^{\text{гр}} + t_{\text{вых}}^{\text{гр}}}{2}, \text{ °С.}$$

6. Коэффициент тепловосприятия α_2 от стенки пластины к нагреваемой воде принимается по формуле:

$$\alpha_1 = 1.16 \cdot \text{А} \cdot \left[23000 + 283 \cdot t_{\text{ср}}^{\text{н}} - 0.63 \cdot t_{\text{ср}}^{\text{н}\,2}\right] \cdot w_{\text{тр}}^{0.73}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где $t_{\text{ср}}^{\text{н}} = \frac{t_{\text{вх}}^{\text{н}} + t_{\text{вых}}^{\text{н}}}{2}$, °С.

7. Коэффициент теплопередачи *k* определяется по формуле:

$$k = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$$

где β – коэффициент, учитывающий уменьшение коэффициента теплопередачи из-за термического сопротивления накипи и загрязнений на пластине, в зависимости от качества воды принимается равным 0,7-0,85.

8. При заданной величине расчетной производительности водоподогревателя Q и по полученным значениям коэффициента теплопередачи k и температурному напору $\Delta t_{ср}$ определяется необходимая поверхность нагрева водоподогревателя $F_{тр}$ по формуле:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{ср}}, \text{ м}^2.$$

9. Количество ходов в теплообменнике X:

$$X = \frac{F_{тр} + f_{пл}}{2 \cdot m \cdot f_{пл}},$$

где $f_{пл}$ – поверхность нагрева одной пластины, м^2.
Число ходов округляется до целой величины.

10. Действительная поверхность нагрева всего водоподогревателя определяется по формуле:

$$F = (2 \cdot m \cdot X - 1) \cdot f_{пл}, \text{ м}^2.$$

11. Потери давления ΔР в водоподогревателях следует определять по формулам:
для нагреваемой воды

$$\Delta P_{н} = \varphi \cdot Б \cdot (33 - 0.08 \cdot t_{ср}^{н}) \cdot w_{мтр}^{1.75} \cdot X, \text{ кПа}$$

для греющей воды

$$\Delta P_{гр} = \varphi \cdot Б \cdot (33 - 0.08 \cdot t_{ср}^{гр}) \cdot w_{мтр}^{1.75} \cdot X, \text{ кПа}$$

где φ – коэффициент, учитывающий накипеобразование, который для греющей сетевой воды равен единице, а для нагреваемой воды должен приниматься по опытным данным, при отсутствии таких данных можно принимать φ = 1,5–2,0;
Б – коэффициент, зависящий от типа пластины, принимается по табл. 3.

5. Требования к отчету

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом и должен содержать:
5.1. Краткое описание целей работы и основные расчетные зависимости.
5.2. Исходные данные и результаты расчета.
5.3. Выводы по проделанной работе.

6. Контрольные вопросы

1. Виды водонагревателей систем горячего водоснабжения.
2. Схемы подключения систем ГВС.
3. Каковы особенности систем централизованного горячего водоснабжения?
4. Особенности местных систем горячего водоснабжения.
5. Требования к качеству воды для горячего водоснабжения.
6. Каковы особенности расчета системы горячего водоснабжения?
7. Для каких режимов выполняется расчет систем горячего водоснабжения?

7. Литература

1. Свод правил “Проектирование тепловых пунктов” СП 41-101-95.

2. Самусь О. Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики: учебное пособие / О.Р. Самусь, В.М. Овсянников, А.С. Кондратьев. – М.-Берлин: Директ – Медиа, 2014. – 128 с.
3. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / 9-е издание, стереотипное: учебник для вузов.- М.: Издательский дом МЭИ, 2009 - 472 с

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1.

Исходные данные к лабораторной работе №1

№ варианта	Район строительства	Тип кирпичной кладки	$\lambda_к$, Вт/м·°С	Размеры здания		
				А, м	Н, м	Ориентация главного фасада
1	Смоленск	красный	0,82	16	3,5	С
2	Орел	силикатный	0,871	14	3,4	С-В
3	Москва	силикатный	0,842	12	3,3	В
4	Санкт-Петербург	глиняный	0,814	13	3,4	С-В
5	Смоленск	глиняный	0,812	14	3,5	Ю
6	Казань	силикатный	0,871	15	3,5	Ю-З
7	Волгоград	глиняный	0,82	16	3,3	З
8	Смоленск	глиняный	0,812	13	3,2	С-З
9	Нижний Новгород	силикатный	0,842	15	3,4	С
10	Ярославль	силикатный	0,871	12	3,4	Ю-В
11	Магадан	глиняный	0,814	14	3,3	Ю
12	Десногорск	глиняный	0,812	16	3,5	В
13	Починок	силикатный	0,842	12	3,4	Ю-З
14	Рославль	глиняный	0,82	13	3,2	С-В
15	Москва	глиняный	0,812	14	3,3	В
16	Санкт-Петербург	глиняный	0,814	15	3,1	В
17	Смоленск	глиняный	0,82	16	3,0	С-З
18	Волгоград	силикатный	0,842	13	3,2	З
19	Москва	силикатный	0,842	15	3,1	Ю-В
20	Смоленск	глиняный	0,814	12	3,4	С-З

Таблица 2.

Исходные данные к лабораторной работе №3

№ варианта	Q, МВт	$t^{гр}_{вх}$, °С	$t^{гр}_{вых}$, °С	$t^{н}_{вх}$, °С	Тип пластин
1	10,1	160	98	10	0,5Пр
2	10,0	155	97	10	0,6р
3	10,1	157	95	5	0,6р
4	10,2	155	96	5	0,6р
5	10,3	160	96	5	0,5Пр
6	10,4	158	97	5	0,5Пр
7	10,5	170	97	10	0,6р
8	10,3	154	95	10	0,6р
9	10,5	150	95	10	0,5Пр
10	10,6	153	98	5	0,5Пр
11	10,4	152	98	5	0,6р
12	10,6	160	96	5	0,5Пр
13	10,7	158	97	10	0,6р
14	11,0	155	98	5	0,6р
15	10,8	153	98	10	0,5Пр
16	10,7	152	97	10	0,6р
17	10,9	155	97	5	0,5Пр
18	10,9	160	95	5	0,6р
19	10,2	159	96	10	0,6р
20	10,5	160	94	10	0,6р

Q, МВт –производительность теплообменника.

$t^{гр}_{вх}$, °С – начальная температура греющей воды.

$t^{гр}_{вых}$, °С – конечная температура греющей воды.

$t^{н}_{вх}$, °С – начальная температура нагреваемой воды

Конечную температуру нагреваемой воды $t^{н}_{вых}$ задать самостоятельно.

Учебно-методическое обеспечение к самостоятельной работе студентов по дисциплине

ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Учебно-методические рекомендации к самостоятельной работе студентов включают:

1. задание на расчетно-графическую работу;
2. вопросы к зачету по дисциплине.

ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ.

Цель расчетно-графической работы (РГР) по дисциплине «Инженерные сети зданий и сооружений» – закрепление соответствующего лекционного материала дисциплины.

Тема РГР «Проектирование системы отопления здания».

Для достижения поставленной цели при выполнении РГР студентами решаются следующие задачи:

- тепловой и гидравлический расчет системы отопления;
- выбор и расчет местных отопительных приборов.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо соблюдать следующие условия.

Страницы рукописи должны быть пронумерованы. Текст условия следует приводить полностью. Работу следует писать от руки чернилами или печатать на одной стороне листа.

Решения должны быть краткими, но исчерпывающими. Решение вести поэтапно, с пояснением каждого хода решения. При вычислении искомых величин необходимо написать расчетную формулу в буквенном выражении, подставить численные значения всех входящих в формулу параметров и привести окончательный ответ. В приводимых расчетных формулах поясняют все входящие в них параметры. Обозначения величин и терминология должны соответствовать принятым в учебниках.

У всех размерных величин должна быть проставлена размерность.

При решении следует строго следить за соблюдением единства размерностей величин, входящих в ту или иную расчетную зависимость.

Значение всех коэффициентов следует обосновать ссылкой на литературу с указанием автора, названия источника и номера страницы.

При оформлении ответов и решении задач обязательно выполнение необходимого иллюстрационного материала (графики, силовые и скоростные многоугольники, схемы потоков и т.д.).

При построении расчетных графиков нужно указать величины, откладываемые по осям графика, с обозначением их размерностей.

В конце работы привести список литературы, которой пользовался студент в процессе выполнения работы, с указанием автора, названия, места и года издания.

Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены.

Исходные данные:

1. Район строительства здания.
2. Тип системы отопления (принимается согласно таблице 1)

Таблица 1

№ варианта по журналу	1-5	6-11	12-19	20-26
Тип системы отопления	Однотрубная вертикальная с верхней раз-	Однотрубная вертикальная с П-образными стояка-	Однотрубная горизонтальная с нижней разводкой	Двухтрубная вертикальная с верхней раз-

	водкой	ми с нижней разводкой		водкой

3. Тип радиаторов (принимается согласно таблице 2)

Таблица 2

№ варианта по журналу	1-5	6-11	12-19	20-26
Тип радиатора	Чугунные радиаторы марки М-140	Биметаллические радиаторы высотой 500 мм	Конвекторные радиаторы	Биметаллические радиаторы высотой 350 мм

4. Количество этажей в здании:
   для четных вариантов n=2;
   для нечетных вариантов n=3.
   Для всех вариантов:
   Подвал под полами 1-го этажа–неотапливаемый, без окон; есть чердак.
5. Наружные ограждающие конструкции:
   1.Дверь 200*90 см (для всех вариантов);
   2.Окна двухкамерный стеклопакет 120*150 см (для всех вариантов);
   3.Стены
   для четных вариантов – кладка из газосиликатных блоков толщиной 30 см, 100 мм минеральная плита, 50 мм воздушная прослойка, штукатурка 2 см;
   для нечетных вариантов – кладка из красного кирпича 50 см, 3 см штукатурка.
6. Размеры здания по наружному обмеру (принимаются из таблицы 3):

Таблица 3

№ варианта	1-9	10-19	20-26
Длина, м	15	12	10
Ширина, м	6	6	6

Поэтажные планы здания, для которого разрабатывается с.о., район расположения, назначение отдельных помещений здания, ориентация здания по сторонам света, размеры и тип окон, температурный график источника тепла, материал и толщина стен здания, тип системы отопления.

Указания по выполнению индивидуальных заданий

После получения индивидуального задания (как правило, 3 учебная неделя семестра) студенту необходимо проанализировать исходные данные – определиться со схемой системы отопления.

Используя знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин бакалавриата «Тепломассообменное оборудование», «Источники и системы теплоснабжения» необходимо:

1. Проанализировать исходные данные и представить план здания.
2. Произвести тепловой расчет помещения с целью определения тепловой мощности системы отопления.
3. Представить на аксонометрической схеме расстановку местных отопительных приборов.
4. Произвести гидравлический расчет системы отопления, определить необходимые диаметры трубопроводов и дроссельных шайб.
5. Рассчитать и выбрать элеватор для системы отопления.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков
(вопросы к защите РГР)

1. Устройство тепловых сетей. Схемы тепловых сетей.
2. Способы прокладки тепловых сетей.
3. Тепловые пункты. Схемы присоединения систем отопления к водяной тепловой сети.
4. Тепловая изоляция теплопроводов и противокоррозийные мероприятия.
5. Классификация систем отопления.
6. Исходные данные и основная формула для расчёта потерь тепла через ограждающие конструкции.
7. Правила обмера поверхностей ограждающих конструкций.
8. Добавочные потери тепла, вызываемые различными факторами.
9. Определение потерь тепла по укрупнённым измерениям.
10. Теплотехническая оценка зданий.
11. Современные требования, предъявляемые к нагревательным приборам.
12. Виды нагревательных приборов.
13. Размещение и установка нагревательных приборов. Присоединение их к трубопроводу.
14. Трубопроводы систем центрального отопления. Их размещение и монтаж.
15. Устройство и принцип действия системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды.
16. Основные схемы систем водяного отопления с естественной циркуляцией воды.
17. Естественное давление, возникающее в системах водяного отопления.
18. Расширительный сосуд и место его установки.
19. Способы удаления воздуха при естественной циркуляции воды в системах отопления.
20. Расчёт трубопроводов двухтрубной системы водяного отопления.
21. Основные схемы систем водяного отопления с искусственной циркуляцией воды.
22. Технико-экономические показатели систем водяного отопления.
23. Место присоединения расширительного сосуда и способы удаления воздуха при искусственной циркуляций воды в системах отопления.
24. Расчёт трубопроводов двухтрубной системы водяного отопления с искусственной циркуляцией воды.
25. Подбор и установка циркуляционных насосов.
26. Системы водяного отопления, присоединяемые к тепловой сети через элеватор.
27. Системы пароводяного и водо-водяного отопления.
28. Классификация и схемы парового отопления.
29. Конструктивные особенности системы пароводяного отопления высокого давления.
30. Гигиенические основы вентиляции.
31. Определение требуемого воздухообмена.
32. Понятие о способах организации воздухообмена и устройстве систем вентиляции.
33. Естественная неорганизованная вентиляция.
34. Принципиальная схема канальной системы вентиляции.
35. Конструктивные элементы и канальные системы естественной вентиляции.
36. Определение естественного давления и расчет воздуховодов.
37. Дефлекторы.
38. Приточные и вытяжные системы общеобменной вентиляции.
39. Центробежные вентиляторы.

40. Подбор вентиляторов.
41. Нагревание воздуха.
42. Очистка наружного воздуха.
43. Конструктивные элементы общеобменной, механической вентиляции.
44. Приточные и вытяжные камеры.
45. Воздуховоды.
46. Местная вентиляция.
47. Краткие сведения о пневматическом транспорте.
48. Устройство системы воздушного отопления.
49. Общие сведения о расчёте систем воздушного отопления.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИЦИПЛИНЕ

1. Устройство тепловых сетей. Схемы тепловых сетей.
2. Способы прокладки тепловых сетей.
3. Тепловые пункты. Схемы присоединения систем отопления к водяной тепловой сети.
4. Тепловая изоляция теплопроводов и противокоррозийные мероприятия.
5. Классификация систем отопления.
6. Исходные данные и основная формула для расчёта потерь тепла через ограждающие конструкции.
7. Правила обмера поверхностей ограждающих конструкций.
8. Добавочные потери тепла, вызываемые различными факторами.
9. Определение потерь тепла по укрупнённым измерениям.
10. Теплотехническая оценка зданий.
11. Современные требования, предъявляемые к нагревательным приборам.
12. Виды нагревательных приборов.
13. Размещение и установка нагревательных приборов. Присоединение их к трубопроводу.
14. Трубопроводы систем центрального отопления. Их размещение и монтаж.
15. Устройство и принцип действия системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды.
16. Основные схемы систем водяного отопления с естественной циркуляцией воды.
17. Естественное давление, возникающее в системах водяного отопления.
18. Расширительный сосуд и место его установки.
19. Способы удаления воздуха при естественной циркуляции воды в системах отопления.
20. Расчёт трубопроводов двухтрубной системы водяного отопления.
21. Основные схемы систем водяного отопления с искусственной циркуляцией воды.
22. Технико-экономические показатели систем водяного отопления.
23. Место присоединения расширительного сосуда и способы удаления воздуха при искусственной циркуляций воды в системах отопления.
24. Расчёт трубопроводов двухтрубной системы водяного отопления с искусственной циркуляцией воды.
25. Подбор и установка циркуляционных насосов.
26. Системы водяного отопления, присоединяемые к тепловой сети через элеватор.
27. Системы пароводяного и водо-водяного отопления.
28. Классификация и схемы парового отопления.
29. Конструктивные особенности системы пароводяного отопления высокого давления.
30. Гигиенические основы вентиляции.

31. Определение требуемого воздухообмена.
32. Понятие о способах организации воздухообмена и устройстве систем вентиляции.
33. Естественная неорганизованная вентиляция.
34. Принципиальная схема канальной системы вентиляции.
35. Конструктивные элементы и канальные системы естественной вентиляции.
36. Определение естественного давления и расчет воздуховодов.
37. Дефлекторы.
38. Приточные и вытяжные системы общеобменной вентиляции.
39. Центробежные вентиляторы.
40. Подбор вентиляторов.
41. Нагревание воздуха.
42. Очистка наружного воздуха.
43. Конструктивные элементы общеобменной, механической вентиляции.
44. Приточные и вытяжные камеры.
45. Воздуховоды.
46. Местная вентиляция.
47. Краткие сведения о пневматическом транспорте.
48. Устройство системы воздушного отопления.
49. Общие сведения о расчёте систем воздушного отопления.