

Часть 1. Общие сведения об отоплении. Классификация систем отопления

1.1 Общие сведения об отоплении.

Система отопления – это совокупность конструктивных элементов со связями между ними, предназначенных для получения, переноса и передачи теплоты в обогреваемые помещения здания.

Таким образом система отопления включает в себя **три основных конструктивных элемента** (рисунок 1.1):

- источник теплоты (отопительный котел при местном или теплообменник при централизованном теплоснабжении) – элемент для получения теплоты;
- теплопроводы – элемент для переноса теплоты от источника теплоты к отопительным приборам;
- отопительные приборы – элемент для передачи теплоты в помещение.

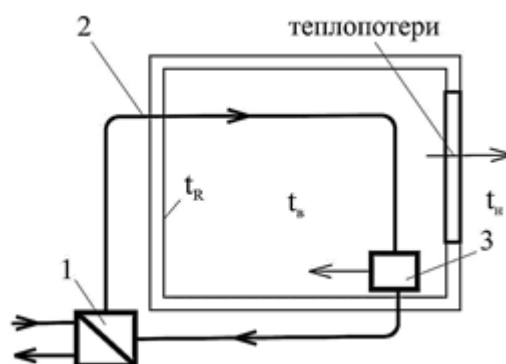


Рисунок 1.1. Основные конструктивные элементы системы отопления

1 — источник теплоты (теплогенератор или теплообменник); 2 — подающий теплопровод;
3 — отопительный прибор

Теплоноситель – это среда, перемещающаяся в системе отопления и осуществляющая перенос теплоты по теплопроводам. Перенос теплоты может осуществляться с помощью жидкой (вода или специальная незамерзающая жидкость – антифриз) или газообразной (пар, воздух, продукты сгорания топлива) рабочей среды.

Система отопления для выполнения возложенной на нее задачи должна обладать определенной тепловой мощностью. Расчетная **тепловая мощность** системы выявляется в результате составления теплового баланса в

обогреваемых помещениях при определенной (расчетной) температуре наружного воздуха. За расчетную температуру принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – $t_{н,р}$ согласно СП 131.13330.2018 "Строительная климатология". Фактическая тепловая мощность системы переменна в течение отопительного сезона $\Delta z_{о.с}$ и зависит от изменения теплопотерь помещений при текущем значении температуры наружного воздуха t_n , а расчетная тепловая мощность будет полностью использоваться только при расчетной температуре $t_{н,р}$ (см. рисунок 1.2).

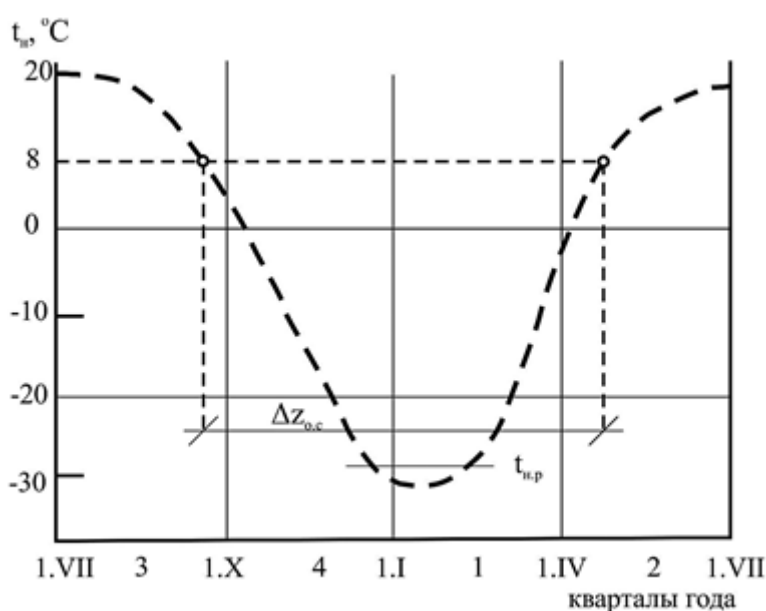


Рисунок 1.2. Изменение среднесуточной температуры наружного воздуха в Москве

Фактические (сокращенные) теплотраты на отопление наблюдаются в течение почти всего времени отопительного сезона, поэтому теплоотдача отопительных приборов должна изменяться в широких пределах. Этого можно достичь путем изменения температуры (качественное регулирование) и (или) количества перемещающегося в системе отопления теплоносителя (количественное регулирование).

Система отопления должна отвечать ряду требований. Все требования к системе подразделяются на пять групп:

- **санитарно-гигиенические:** поддержание заданной температуры воздуха и внутренних поверхностей ограждений помещения во времени, в плане и по высоте при допустимой подвижности воздуха, ограничение температуры на поверхности отопительных приборов;

- **экономические:** оптимальные капитальные вложения, экономный расход тепловой энергии при эксплуатации;

- **архитектурно-строительные:** соответствие интерьеру помещения, компактность, увязка со строительными конструкциями, согласование со сроком строительства здания;

- **производственно-монтажные:** минимальное число унифицированных узлов и деталей, механизация их изготовления, сокращение трудовых затрат и ручного труда при монтаже;

- **эксплуатационные:** эффективность действия в течение всего периода работы, надежность (безотказность, долговечность, ремонтпригодность) и техническое совершенство, безопасность и бесшумность действия.

Основными требованиями являются санитарно-гигиенические и эксплуатационные требования, которые говорят о необходимости поддерживать требуемую температуру в помещениях в течение отопительного сезона и всего срока службы системы отопления здания.

1.2. Классификация систем отопления

Системы отопления *по расположению основных элементов* подразделяются на местные и центральные.

В **местных** системах для отопления, как правило, одного помещения все три основных элемента конструктивно объединяются в одной установке, непосредственно в которой происходит получение, перенос и передача теплоты в помещение. Теплопереносящая рабочая среда нагревается горячей водой, паром, электричеством или при сжигании какого-либо топлива.

(рисунок 1.3) является характерным примером местной системы. Он применяется, в основном, для отопления производственных помещений большого объема. Тепловая энергия, получаемая при сжигании газообразного топлива в горелке, передается в поверхностном теплообменнике теплоносителю – воздуху, нагнетаемому вентилятором. Горячий воздух по каналам (теплопроводам)

выпускается в обслуживаемое помещение, предварительно пройдя очистку в фильтре, а продукты сгорания газа удаляются через дымоход в атмосферу.

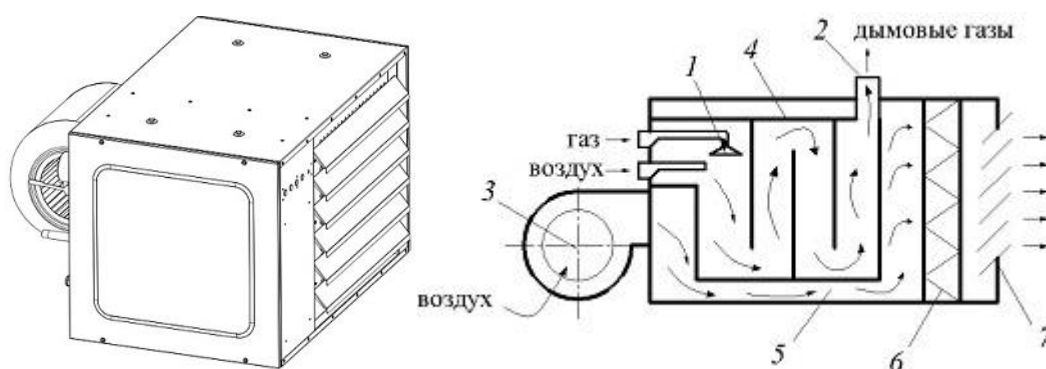


Рисунок 1.3. Газовоздушный отопительный агрегат:

а) внешний вид; б) принципиальная схема.

1 — газовая горелка; 2 — дымоход; 3 — вентилятор; 4 — газовоздушный теплообменник;
5 — теплопроводы (каналы); 6 — воздушный фильтр); 7 — решетка с регулируемы

Классические отопительные печи также являются ярким примером местной системы отопления, конструкция которых будет рассмотрена далее.

К **центральным** относят системы, предназначенные для отопления группы помещений из единого теплового центра. Тепловой центр может оборудоваться непосредственно в обогреваемом здании (например крышная котельная или местный (индивидуальный) тепловой пункт), либо вне здания – в центральном тепловом пункте (ЦТП), на тепловой станции (отдельно стоящей котельной) или ТЭЦ.

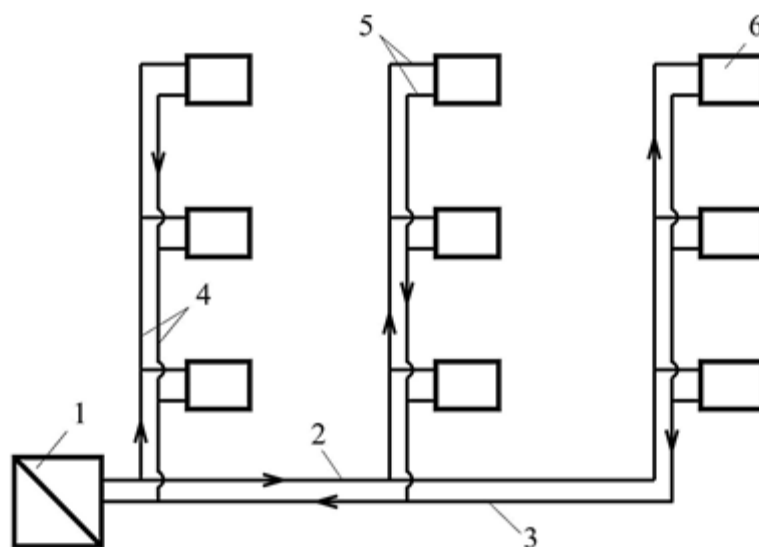


Рисунок 1.4. Схема центральной системы отопления:

1 — теплоисточник; 2 — подающая магистраль; 3 — обратная магистраль; 4 — стояк;
5 — ветвь; 6 — отопительный прибор

В тепловом центре находятся теплогенераторы (котлы) или теплообменники которые являются первым основным элементом системы отопления – источником теплоты.

Второй основной элемент – теплопроводы. В центральных системах их подразделяют на *магистраль* (*подающие*, по которым подается теплоноситель, и *обратные*, по которым отводится охладившийся теплоноситель), *стояки* (вертикальные трубы или каналы) и *ветви* (горизонтальные трубы или каналы), связывающие магистрали с *подводками* к отопительным приборам (с ответвлениями к помещениям при теплоносителе воздухе).

Примером центральной системы является система отопления здания с собственным тепловым пунктом или котельной, принципиальная схема которой соответствует схеме на рисунке 1.4, при условии если отопительные приборы размещены во всех обслуживаемых помещениях этого здания.

Центральная система отопления называется районной, когда группа зданий снабжается теплотой из отдельно стоящей теплогенерирующей станции. Источник теплоты, теплообменники и отопительные приборы системы здесь также разделены: теплоноситель (например, вода) нагревается на тепловой

станции, перемещается по наружным (с температурой t_1) и внутренним (внутри здания, с температурой $t_r \leq t_1$) теплопроводам в отдельные помещения каждого здания к отопительным приборам и, охладившись, возвращается на станцию (рисунок 1.5).

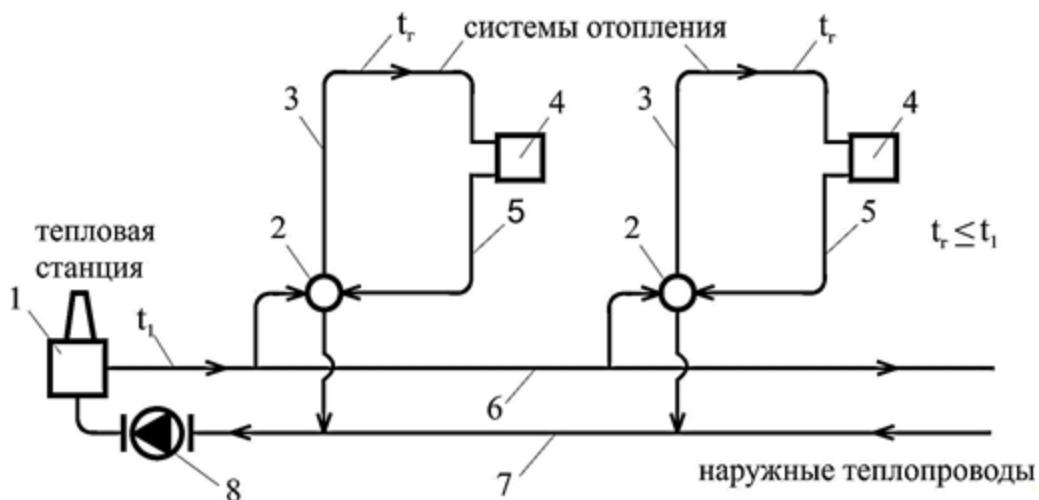


Рисунок 1.5. Схема районной системы отопления:

1 — теплоисточник; 2 — местный тепловой пункт; 3 и 5 — внутренние подающие и обратные теплопроводы, соответственно; 4 — отопительные приборы; 6 и 7 — наружный подающий и обратный теплопроводы, соответственно; 8 — циркуляционный насос наружного теплопровода

В современных системах теплоснабжения зданий от ТЭЦ или крупных тепловых станций используются два теплоносителя. Первичный высокотемпературный теплоноситель перемещается от ТЭЦ или тепловой станции по городским распределительным теплопроводам к ЦТП или непосредственно к местным тепловым пунктам зданий и обратно. Вторичный теплоноситель после нагревания в теплообменниках (или смешения с первичным) поступает по наружным (внутриквартальным) и внутренним теплопроводам к отопительным приборам обогреваемых помещений зданий и затем возвращается в ЦТП или местный тепловой пункт.

В таких системах первичным теплоносителем, часто служит вода, реже пар или газообразные продукты сгорания топлива. Таким образом могут существовать водоводяная, пароводяная, водовоздушная, паровоздушная,

газовоздушная и другие системы центрального отопления, наименование которых зависит от вида первичного и вторичного теплоносителя.

По виду вторичного теплоносителя местные и центральные системы отопления принято называть системами *водяного, парового, воздушного* или *газового* отопления.

1.3. Теплоносители в системах отопления

Движущаяся среда в системе отопления – это теплоноситель. Задача теплоносителя аккумулировать теплоту и затем передает ее в обслуживаемые системой помещения. Теплоносителем для отопления может быть подвижная, жидкая или газообразная среда, при этом данная среда должна отвечать требованиям, предъявляемым к системе отопления.

На практике в настоящее время для современных систем отопления преимущественно используют воду или атмосферный воздух, реже нагретые газы или водяной пар.

Далее подробно рассмотрены характерные свойства различного вида теплоносителей, а также их преимущества и недостатки при использовании в системах отопления.

Газы, которые выделяются при сжигании твердого (например древесный уголь), жидкого (например мазут) или газообразного органического топлива (например природный газ), имеют относительно высокую температуру и применяются в тех случаях, когда удастся ограничить температуру теплоотдающей поверхности отопительных приборов согласно с санитарно-гигиеническими требованиями.

Область применения горячих газов ограничена отопительными печами, каминами, газовыми калориферами и другими подобными местными отопительными установками.

К недостаткам использования в качестве теплоносителя перегретых газов можно отнести:

1. Как правило значительные попутные теплотери при транспортировании горючих газов по каналам (теплопроводам), обычно бесполезные для обогрева помещения.

2. При выпуске высокотемпературных продуктов сгорания топлива непосредственно в обслуживаемое помещение или сооружение может ухудшиться состояние его внутренней воздушной среды, что часто просто недопустимо. Удаление же продуктов сгорания из помещения наружу требует более сложной конструкции, а также понижает КПД отопительной установки.

3. Также появляется необходимость решения экологических вопросов, так как атмосферный воздух вблизи обслуживаемых объектов будет загрязняться продуктами сгорания.

В отличие от горячих газов вода, воздух и пар используются многократно в режиме циркуляции и без загрязнения окружающей здание среды.

Вода представляет собой жидкую, практически несжимаемую среду со значительной плотностью и теплоемкостью. В зависимости от температуры вода изменяет плотность и вязкость в зависимости от температуры, а температуру кипения - в зависимости от давления. Кроме того она способна выделять или сорбировать растворимые в ней газы при изменении температуры и давления.

Пар является легкоподвижной средой, которая обладает сравнительно малой плотностью. Температура и плотность пара зависят от давления. Пар значительно изменяет объем и энтальпию при фазовом превращении.

Воздух также является легкоподвижной средой, которая обладает сравнительно малыми теплоемкостью, вязкостью и плотностью. В зависимости от температуры воздух обладает различной плотностью.

Сравним эти три теплоносителя (вода, пар, воздух) по показателям, важным для выполнения требований, предъявляемых к системе отопления.

Одним из **санитарно-гигиенических** требований является поддержание в помещениях равномерной температуры. По этому показателю преимущество

перед другими теплоносителями имеет **воздух**. При использовании нагретого воздуха, теплоносителя который обладает низкой теплоинерционностью, можно постоянно поддерживать равномерной температуру каждого отдельного помещения, быстро изменяя температуру подаваемого воздуха, т. е. проводя так называемое эксплуатационное *регулирование*. При этом одновременно с отоплением можно обеспечить вентиляцию помещений.

Применение в системах отопления горячей **воды** также позволяет поддерживать равномерную температуру помещений, что достигается регулированием температуры, подаваемой в отопительные приборы воды. При таком регулировании температура помещений все же может несколько отклоняться от заданной (на 1–2 °С) вследствие тепловой инерции масс воды, труб и приборов.

При использовании **пара** температура помещений неравномерна, что противоречит гигиеническим требованиям. Неравномерность температуры возникает из-за несоответствия теплопередачи приборов при неизменной температуре пара (при постоянном давлении) изменяющимся тепловым потерям помещения в течение отопительного сезона. В связи с этим приходится уменьшать количество подаваемого в приборы пара и даже периодически отключать их во избежание перегрева помещений при уменьшении их теплопотерь.

Другое **санитарно-гигиеническое** требование – ограничение температуры наружной поверхности отопительных приборов – связано с явлением разложения и сухой возгонки органической пыли на нагретой поверхности, сопровождающимся выделением вредных веществ, в частности, окиси углерода. Разложение пыли начинается при температуре 65–70 °С и интенсивно протекает на поверхности, имеющей температуру более 80 °С.

При отоплении **горячей водой** средняя температура нагретых поверхностей, как правило, ниже, чем при применении пара. Кроме того, температуру воды в системе отопления понижают для снижения теплопередачи

приборов при уменьшении теплопотерь помещений. Поэтому при теплоносителе воде средняя температура поверхности приборов в течение отопительного сезона практически не превышает гигиенического предела.

Применение **воздуха** также позволяет достаточно качественно выполнять данное требование, за исключением случая местного воздушного отопления, когда нагревающий элемент (например калорифер) находится непосредственно в помещении и работает на высокотемпературном теплоносителях (например паре).

При использовании **пара** в качестве теплоносителя температура поверхности большинства отопительных приборов и труб постоянна и близка или выше 100 °С, т. е. превышает гигиенический предел.

Важным **экономическим** показателем при применении различных теплоносителей является расход металла на теплопроводы и отопительные приборы.

Расход металла на *теплопроводы* возрастает с увеличением их поперечного сечения.

В качестве примера в таблице 1.1 приведено соотношение площади поперечного сечения теплопроводов, по которым подаются теплоносители различного вида, при условии подачи в помещение одинакового количества теплоты.

Таблица 1.1

Сравнение основных теплоносителей для отопления

Параметры	Теплоноситель		
	вода	пар	воздух
1	2	3	4
Температура, разность температуры, °С	150 – 70 = 80	130	60 – 15 = 45
Плотность, кг/м ³	917	1,5	1,03
Удельная массовая теплоемкость, кДж/(кг °С)	4,31	1,84	1,0
Удельная теплота конденсации, кДж/кг	-	2175	-
Количество теплоты для отопления в объеме 1 м ³ теплоносителя, кДж	316 370	3263	46,4
Скорость движения, м/с	1,5	80	15
Соотношение площади поперечного сечения теплопроводов	1	1,8	680

Видно, что площади поперечного сечения теплопроводов при теплоносителях **воде** и **паре** относительно близки, а сечение воздухопроводов значительно больше. Во первых это связано со значительной теплоаккумуляционной способностью воды и свойством пара выделять большое количество теплоты при конденсации, и во-вторых малой плотностью и теплоемкостью воздуха.

Кроме того, следует также учесть, что площадь поперечного сечения труб для отвода конденсата от приборов в **паровой** системе – конденсатопроводов значительно меньше площади сечения паропроводов, так как объем конденсата примерно в 1000 раз меньше объема той же массы пара.

Можно сделать вывод, что расход металла при теплоносителях **воде** и **паре** будет значительно меньшим, чем на воздухопроводы.

Также стоит учесть, что при большой длине металлических воздухопроводов воздух сильно охлаждается по пути движения. Именно поэтому при дальнем теплоснабжении в качестве теплоносителя используют пар и воду, а не воздух.

Расход металла на *отопительные приборы*, при теплоносителе **воде** больше, чем на приборы, нагреваемые **паром**, вследствие увеличенной площади приборов при более низком значении температуры нагревающей их среды. Это связано с тем, что основное тепловыделение при теплоносителе пара происходит при его конденсации. При этом температура его остается неизменной. При охлаждении воды в отопительном приборе снижается его средняя температура, а значит необходима увеличенная площадь прибора, относительно теплоносителя пара.

Если говорить об **эксплуатационных** показателях, то следует отметить, что из-за высокой плотности **воды** (больше плотности **воздуха** в 900 раз и **пара** в 600-1500 раз) в системах водяного отопления многоэтажных зданий может возникать значительное гидростатическое давление, которое будет наносить разрушающий фактор, в частности трубным соединениям системы отопления. В связи с этим в высотных зданиях в определенный период времени

применялись системы парового отопления.

Воздух и вода при определенной скорости движения могут вызывать шум в теплопроводах. Также частичная конденсация пара вследствие попутных теплопотерь через стенки паропроводов и появления попутного конденсата вызывает шум (щелчки, стуки и удары) при движении пара.

В суровых условиях российской зимы в некоторых случаях рекомендуется использовать в системе отопления специальный незамерзающий теплоноситель – **антифриз**. Антифризами являются водные растворы этиленгликоля, пропиленгликоля и других гликолей, а также растворы некоторых неорганических солей. Любой антифриз является достаточно токсичным веществом, требующим особого с ним обращения. Его использование в системе отопления может привести к некоторым негативным последствиям (ускорение коррозионных процессов, снижение теплообмена, изменение гидравлических характеристик, завоздушивание и др.). В связи с этим, применение антифриза в качестве теплоносителя в каждом конкретном случае должно быть достаточно обоснованным.

В заключение перечислим **преимущества и недостатки** основных теплоносителей для отопления.

При использовании в качестве теплоносителя **воды** обеспечивается достаточно равномерная температура помещений, можно ограничить температуру поверхности отопительных приборов, сокращается по сравнению с другими теплоносителями площадь поперечного сечения труб, достигается бесшумность движения в теплопроводах. Недостатками применения воды являются значительный расход металла и большое гидростатическое давление в системах. Тепловая инерция воды замедляет регулирование теплопередачи приборов.

При использовании **пара** сравнительно сокращается расход металла за счет уменьшения площади приборов и поперечного сечения конденсатопроводов, достигается быстрое прогревание приборов и

отапливаемых помещений. Гидростатическое давление пара в вертикальных трубах по сравнению с водой минимально. Однако пар как теплоноситель не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, его температура высока и постоянна при данном давлении, что затрудняет регулирование теплопередачи приборов, движение его в трубах сопровождается шумом.

При использовании **воздуха** можно обеспечить быстрое изменение или равномерность температуры помещений, избежать установки отопительных приборов, совмещать отопление с вентиляцией помещений, достигать бесшумности его движения в воздуховодах и каналах. Недостатками являются его малая теплоаккумулирующая способность, значительные площадь поперечного сечения и расход металла на воздуховоды, относительно большое понижение температуры по их длине.

1.4. Основные виды систем отопления

На территории Российской Федерации в настоящее время применяют центральные системы в основном водяного и, значительно реже, парового отопления, местные и центральные системы воздушного отопления, а также печное отопление в сельской местности. Далее рассмотрена общая характеристика этих систем (за исключением печного отопления) с классификацией на основании рассмотренных ранее свойств различного вида теплоносителей.

При **водяном отоплении** циркулирующая нагретая вода охлаждается в отопительных приборах и возвращается к теплоисточнику для последующего нагревания.

По способу организации циркуляции воды системы водяного отопления разделяются на системы с естественной циркуляцией (гравитационные) и с механическим побуждением циркуляции воды при помощи насоса (насосные). В **гравитационной** (лат. *gravitas* – тяжесть) **системе** (рисунок 1.6, *а*) используется способность воды изменять свою плотность при изменении

температуры. В замкнутой вертикальной системе с неравномерным распределением плотности под действием гравитационного поля Земли возникает естественное движение воды.

В **насосной системе** (рисунок 1.6, б) используется насос с электрическим приводом для создания разности давления, которая вызывает циркуляцию, и в системе создается вынужденное движение воды.

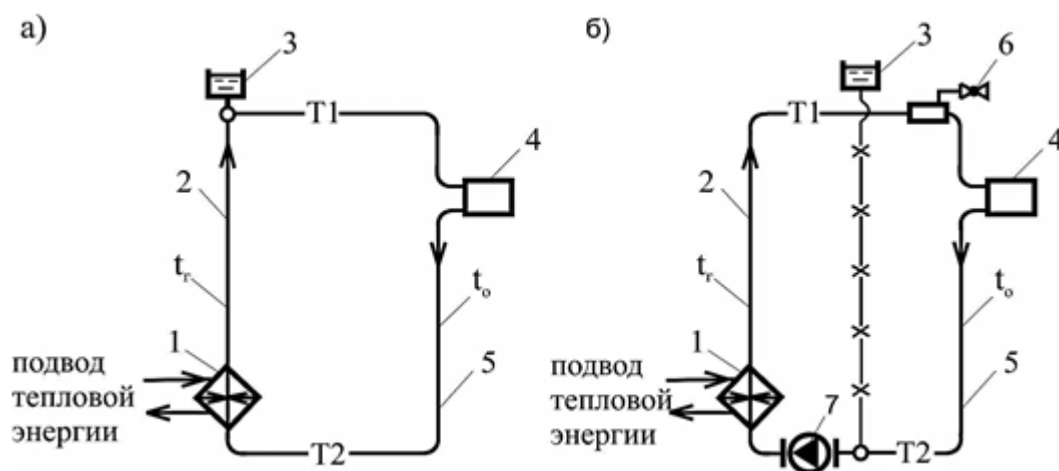


Рисунок 1.6. Схемы систем водяного отопления

По температуре теплоносителя системы подразделяются на **низкотемпературные** с температурой горячей воды t_r не более $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, **среднетемпературные** при t_r от 70 до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и **высокотемпературные** при t_r более $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. В настоящее время нормативными документами максимальное значение температуры воды ограничено $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (СП 60.13330.2012 Приложение Д).

По положению труб, объединяющих отопительные приборы по вертикали или горизонтали, системы делятся на **вертикальные** и **горизонтальные**.

В зависимости от схемы соединения труб с отопительными приборами системы бывают **однотрубные** и **двухтрубные**.

В каждом стояке или ветви однотрубной системы отопительные приборы соединяются одной трубой, и вода протекает последовательно через все приборы. Если каждый прибор разделен условно на две части (“а” и “б”), в

которых вода движется в противоположных направлениях и теплоноситель последовательно проходит сначала через все части “а”, а затем через все части “б”, то такая однетрубная система носит название **бифилярной** (двухпоточной).

В двухтрубной системе каждый отопительный прибор присоединяется отдельно к двум трубам – подающей и обратной, и вода протекает через каждый прибор независимо от других приборов.

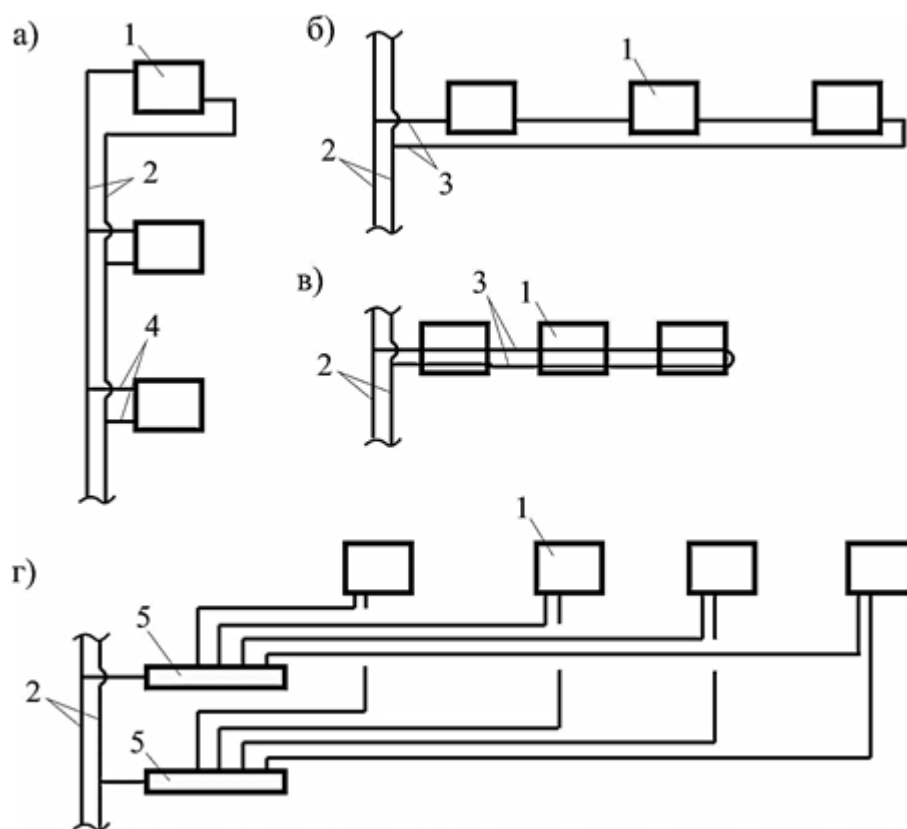


Рисунок 1.7. Варианты конструктивных решений элементов систем водяного отопления:

а) двухтрубный стояк вертикальной системы; б) однетрубная ветвь горизонтальной системы; в) бифилярная ветвь горизонтальной системы; г) элемент лучевой схемы системы.

1 — отопительный прибор; 2 — стояк; 3 — ветвь; 4 — подводка; 5 — коллектор

При **паровом отоплении** в отопительных приборах выделяется теплота фазового превращения в результате конденсации пара. Конденсат удаляется из приборов и возвращается в паровой котел.

Системы парового отопления *по способу возвращения конденсата* в котел подразделяются на **замкнутые** (рисунок 1.8, а) с самотечным возвращением

конденсата и **разомкнутые** (рисунок 1.8, б) с возвращением конденсата с помощью конденсатного насоса.

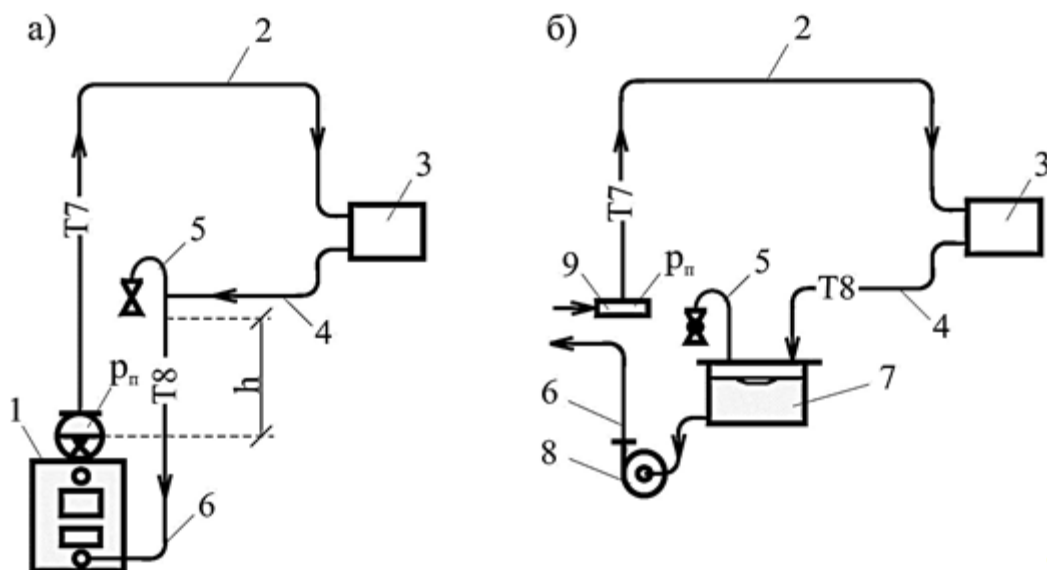


Рисунок 1.8. Схемы системы парового отопления:

а) замкнутая схема; б) разомкнутая схема.

1 — паровой котел с паросборником; 2 — паропровод (T7); 3 — отопительный прибор;

4 и 6 — самотечный и напорный конденсатопроводы, соответственно (T8);

5 — воздуховыпускная труба; 7 — конденсатный бак; 8 — конденсатный насос;

9 — парораспределительный коллектор

Под действием разности давления в **замкнутой** системе конденсат непрерывно поступает в котел. Данная разность давления обусловлена столбом конденсата высотой h (см. рисунок 1.8, а) и давления пара p_n в паросборнике котла. Поэтому отопительные приборы должны находиться достаточно высоко над паросборником (в зависимости от величины p_n).

В **разомкнутой** системе парового отопления конденсат из отопительных приборов самотеком непрерывно поступает в конденсатный бак и по мере накопления периодически перекачивается конденсатным насосом в котел. В данной системе расположение бака должно обеспечивать стекание конденсата из нижнего отопительного прибора в бак, а давление пара в котле преодолевается давлением конденсатного насоса.

В зависимости от давления пара системы парового отопления

подразделяются на **субатмосферные, вакуум-паровые, низкого и высокого давления** (таблица 1.2).

Таблица 1.2

Параметры насыщенного пара в системах парового отопления

Система	Абсолютное давление, МПа	Температура, °С	Удельная теплота конденсации, кДж/кг
Субатмосферная	<0,10	<100	>2260
Вакуум-паровая	<0,11	<100	>2260
Низкого давления	0,105–0,17	100–115	2260–2220
Высокого давления	0,17–0,27	115–130	2220–2175

Поскольку температура поверхности труб и отопительных приборов в паровой системе отопления будет примерно равной температуре пара, то максимальная температура пара, а значит и его давление будет ограничены допустимым пределом (избыточному давлению 0,17 МПа соответствует температура пара приблизительно 130 °С).

В системах субатмосферного и вакуум-парового отопления давление в приборах меньше атмосферного и температура пара ниже 100 °С. В этих системах можно, изменяя величину вакуума (разрежения), регулировать температуру пара.

Теплопроводы систем парового отопления делятся на **паропроводы**, по которым перемещается пар, и **конденсатопроводы** для отвода конденсата.

По паропроводам пар перемещается под давлением p_n в паросборнике котла (см. рисунок 1.8, а) или в парораспределительном коллекторе (см. рисунок 1.8, б) к отопительным приборам.

Конденсатопроводы могут быть **самотечными** и **напорными**. Самотечные трубы прокладывают ниже отопительных приборов с уклоном в сторону движения конденсата. При применении конденсатных насосов в напорных трубах конденсат перемещается под действием разности давления,

создаваемой насосом. Также разность давления может создаваться остаточным давлением пара в приборах.

В системах парового отопления в основном используются двухтрубные стояки, но могут применяться и однотрубные.

При **воздушном отоплении** циркулирующий нагретый воздух охлаждается, передавая теплоту либо через внутренние ограждения обслуживаемых помещений, либо при смешении с воздухом данных помещений. Охлажденный воздух возвращается обратно к нагревателю.

Системы воздушного отопления *по способу создания циркуляции* воздуха разделяются на системы с **естественной циркуляцией** (гравитационные) и с **механическим побуждением** движения воздуха с помощью вентилятора.

В гравитационной системе используется различие в плотности нагретого и окружающего отопительную установку воздуха. При различной плотности воздуха в вертикальных частях возникает естественное движение воздуха в системе. Применение вентилятора в системе создается вынужденное движение воздуха.

Воздух, используемый в системах отопления, нагревается до температуры, обычно не превышающей 60 °С, в специальных теплообменниках – калориферах. Калориферы могут обогреваться водой, паром, электричеством или горячими газами. Система воздушного отопления при этом соответственно называется **водовоздушной, паровоздушной, электровоздушной** или **газовоздушной**.

Воздушное отопление может быть **местным** (рисунок 1.9, а) или **центральный** (рисунок 1.9, б).

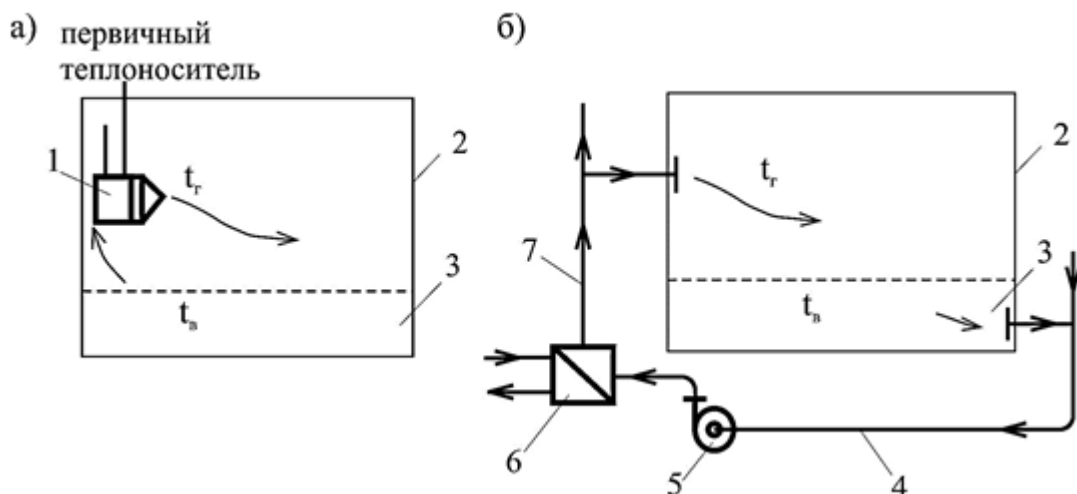


Рисунок 1.9 Схемы систем воздушного отопления

а) местная система; б) центральная система.

1 — отопительный агрегат; 2 — обогреваемое помещение; 3 — рабочая (обслуживаемая) зона помещения; 4 — обратный воздуховод; 5 — вентилятор; 6 — теплообменник (калорифер); 7 — подающий воздуховод

В местной системе воздух нагревается в отопительной установке с теплообменником, находящимся непосредственно в обслуживаемом помещении.

В центральной системе теплообменник размещается в отдельной камере. Горячий воздух при температуре t_r перемещается вентилятором в обогреваемые помещения по **подающим** воздуховодам. Воздух при температуре t_n подводится к калориферу по **обратному** (рециркуляционному) воздуховоду.

1.5. Нормативные документы, регламентирующие состав графической и текстовой части проектной документации

В настоящее время основными документами регламентирующими состав проектов систем отопления, являются:

1. ГОСТ Р 21.101-2020 СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации
2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"

3. ГОСТ 21.602-2016 СПДС. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования
4. ГОСТ 21.205-2016 СПДС. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений
5. ГОСТ 21.206-2012 СПДС. Условные обозначения трубопроводов
6. ГОСТ 21.208-2013 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.

Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 устанавливает состав разделов проектной документации и требования к содержанию этих разделов:

- а) при подготовке проектной документации на различные виды объектов капитального строительства;
- б) при подготовке проектной документации в отношении отдельных этапов строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства.

Проектная документация состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть содержит сведения в отношении объекта капитального строительства, описание принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технические документы, используемые при подготовке проектной документации и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения.

Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

В целях реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений, содержащихся в проектной документации на объект капитального строительства, разрабатывается **рабочая документация**, состоящая из документов в текстовой форме, рабочих чертежей, спецификации

оборудования и изделий.

Правила выполнения и оформления текстовых и графических материалов, входящих в состав проектной и рабочей документации, устанавливаются Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. На данный момент, документами указанными в начале раздела.

Необходимость разработки требований к содержанию разделов проектной документации, наличие которых согласно настоящему Положению не является обязательным, определяется по согласованию между проектной организацией и заказчиком такой документации.

Необходимость разработки проектной документации на объект капитального строительства применительно к отдельным этапам строительства устанавливается заказчиком и указывается в задании на проектирование.

Техническим заданием на проектирование называется документ, содержащий требования заказчика к составу, степени проработанности проектной и рабочей документации, включающий требования к техническому оснащению проектируемой системы, сроков подготовки и формы предоставления документации.

Состав технического задания на проектирование не регламентируется нормативными документами, но, как правило содержит следующие разделы.

1. Общие данные

- 1.1. Обоснование ведения проектных работ
- 1.2. Вид строительства (вновь начинаемое, реконструкция или другое)
- 1.3. Полное наименование организации-заказчика
- 1.4. Основные характеристики обслуживаемого объекта и инженерной системы
- 1.5. Необходимые сроки начала и завершения проектирования. Дата

завершения проектирования должна быть раньше или совпадать с датой заключаемого договора.

2. Выполнение проектных работ

2.1. Характеристика проектирования — количество стадий

2.2. Наличие исходной документации для проектирования, включая все разрешения

2.3. Требования заказчика к содержанию проектно-сметных документов и форме их предоставления

2.4. Необходимость экспертизы и дополнительного согласования

2.5. Нормы и требования, применяемые при проектировании

2.6. Применяемое оборудование и материалы

2.7. Дополнительные сведения о конструкции системы

2.8. Сведения о дополнительных строительных и декоративных работах

2.9. Меры по энергоэффективности, и использованию дополнительных источников энергии, а также необходимость технико-экономических обоснований всех расчетов

3. Дополнительные указания

В этом пункте должны быть указаны те требования заказчика, которые не нашли отражения в предыдущих пунктах. Например, наличие демонстрационных материалов, необходимость разработки различных паспортов на будущий объект, количество экземпляров проектной документации

При осуществлении комплексного проектирования здания, или сооружения, инженеры смежных разделов должны быть проинформированы о работах, которые необходимо предусмотреть, для выполнения строительства объекта. Так, например, инженер, осуществляющий проектирование системы

отопления должен выдать технической задание отделу, занимающемуся проектированием строительных конструкций, так как необходимо предусмотреть отверстия в строительных конструкциях, для прокладки стояков и магистралей системы.

Иными словами, техническое задание для смежных разделов содержит перечень чертежей и, при необходимости, пояснительной записки, регламентирующих работы, которые необходимо предусмотреть в иных разделах документации, для осуществления строительства объекта.