

Общие сведения о системах отопления

- 1) Назначение и классификация систем отопления зданий .
- 2) Общее устройство систем отопления зданий .
- 3) Системы водяного отопления
- 4) Системы с естественной циркуляцией. 5) Системы с искусственной циркуляцией.

1) Назначение и классификация систем отопления зданий.

Отоплением называется искусственное обогревание помещений здания с возмещением теплопотерь для поддержания в них температуры на заданном уровне, определяемом условиями теплового комфорта для находящихся в них людей и требованиями протекающего технологического процесса.

Системы отопления представляют совокупность трех конструктивных взаимно связанных элементов, позволяющих получить (источник тепловой энергии - теплоты), перенести (теплопровод) и передать (отопительные приборы) необходимое количество теплоты в отапливаемое помещение. Они являются одной из основной отраслей строительной техники, одним из видов инженерного обеспечения микроклимата в помещениях зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации в течение всего срока их службы.

Система отопления должна отвечать следующим основным требованиям:

1) санитарно-гигиеническим – обеспечивать необходимые внутренние температуры, регламентируемые соответствующими СНиП, без ухудшения состояния воздушной среды;

2) экономическим – обеспечивать наименьшие приведенные затраты при уменьшении расхода металла;

3) строительным – предусматривать размещение отопительных элементов в уровне с архитектурно-планировочным и конструктивным решениями здания без нарушения прочности основных конструкций при монтаже и ремонте систем отопления.

4) монтажным – предусматривать возможность монтажа индустриальными методами с максимальным использованием унифицированных узлов заводского изготовления при минимальном количестве типоразмеров и ограничением применения узлов и деталей индивидуального изготовления;

5) эксплуатационным – характеризоваться простотой и удобством управления и ремонта, бесшумностью и безопасностью действия;

6) эстетическим – хорошо гармонизировать с внутренней отделкой помещения и не занимать излишних площадей.

В практике строительства нашли применение разнообразные системы отопления, в основе выбора которых лежит использование тех или иных особенностей систем

Классификация систем отопления:

1) По виду теплоносителя системы отопления разделяются на водяные, воздушные, паровые, электрические, газовые.

2) способу циркуляции теплоносителя - на гравитационные или с естественной циркуляцией и насосные или с искусственной циркуляцией;

3) способу подачи теплоносителя к отопительным приборам – на однотрубные двухтрубные или соответственно с последовательным и параллельным присоединением отопительных приборов к трубам, стоякам по теплоносителю;

4) способу прокладки труб – на вертикальные и горизонтальные, открытые и скрытые;

5) расположению подающей и обратной магистралей - с верхним и нижним расположением подающей магистрали и с нижним расположением обратной магистрали, а также с нижним расположением подающей и верхним расположением обратной магистрали;

6) схеме движения воды в циркуляционных кольцах - с тупиковым и попутным движением.

Системы водяного отопления, надежные в эксплуатации и отвечающие гигиеническим требованиям, нашли наибольшее распространение как в гражданских, так и в промышленных зданиях.

Санитарно-гигиенические и эксплуатационные недостатки существенно ограничивают область применения систем парового отопления, которые не допускаются в гражданских зданиях, предназначенных для длительного пребывания людей.

Паровое отопление допускается в промышленных зданиях и ряде общественных зданий при непродолжительном пребывании людей и рекомендуется для периодического или дежурного отопления помещений.

Воздушное отопление отвечает санитарно-гигиеническим требованиям, но из-за свойственных ему недостатков нашло применение главным образом в сочетании с вентиляцией или в виде местных систем с высокотемпературным первичным теплоносителем для отопления помещений большого объема промышленных зданий.

2) Общее устройство систем отопления зданий.

Кратко ознакомимся со схемами основных видов отопления. Схема системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды приведена на рисунке

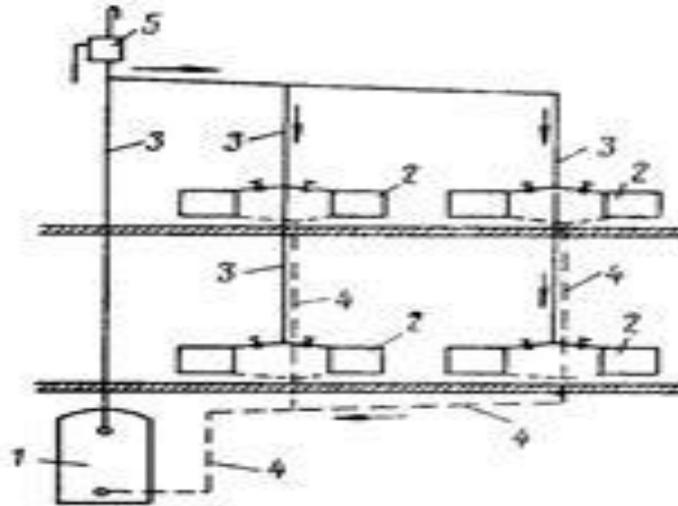


Рисунок - Схема водяного отопления

Система состоит из теплового генератора (котла), нагревательных приборов и разводящей сети трубопроводов. Нагретая в котле 1 горячая вода по подающим трубопроводам 3 поступает в нагревательные приборы 2, установленные в помещениях двухэтажного здания. В нагревательных приборах вода охлаждается и передает часть тепла через стенки приборов воздуху помещений, а затем охлажденная вода по трубопроводам 4 возвращается в котел, где вновь подогревается. Расширительный сосуд 5 предназначен для аккумуляции прироста объема воды, возникающего при ее нагревании, и для удаления воздуха из системы. Вода циркулирует в системе под действием разности объемных весов охлажденной воды в трубопроводах 4 и горячей воды в трубопроводах 3.

Схема системы парового отопления показана на рисунке 7. В этой системе пар из котла 1 поступает по паропроводам 2 к нагревательным приборам 3, в которых в результате охлаждения конденсируется, т.е. превращается в воду. Скрытая теплота парообразования освобождается и через стенки приборов передается воздуху помещения. Конденсационная вода из нагревательных приборов по конденсатопроводу 4 отводится в котел.

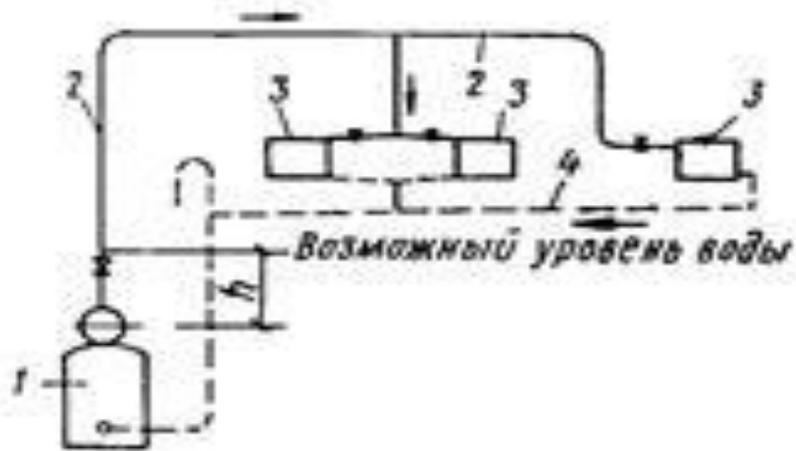
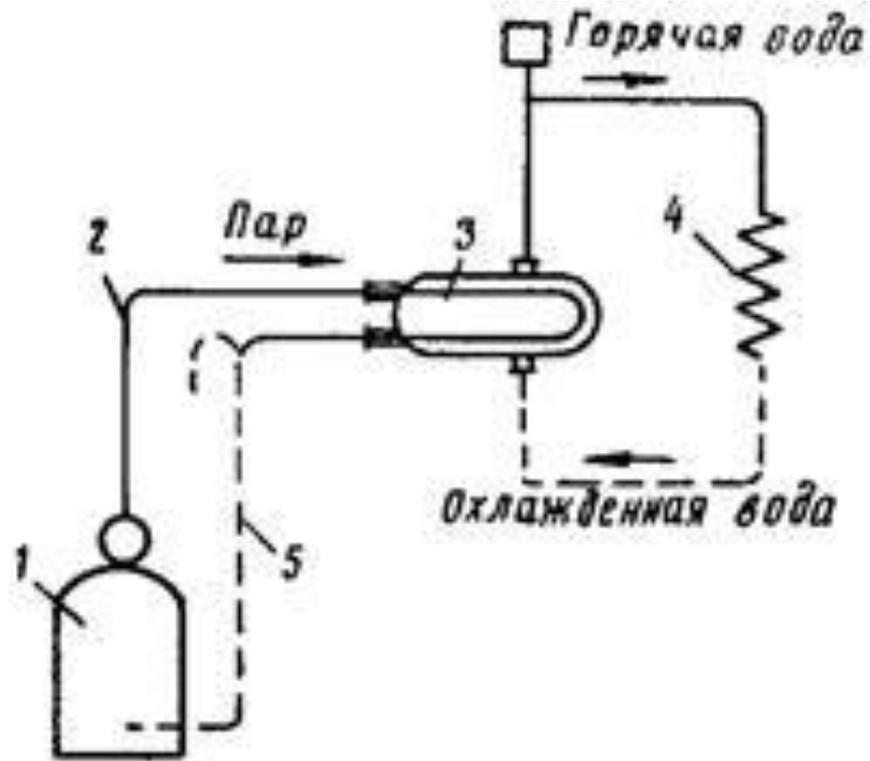
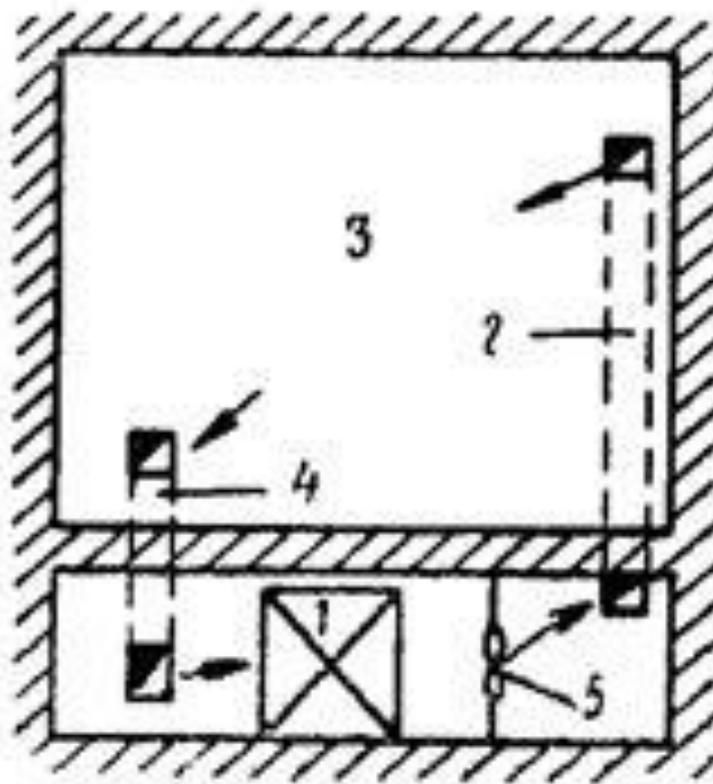


Рисунок 7 - Схема парового отопления



- Рисунок 8 - Схема пароводяного отопления

В системе воздушного отопления (рисунок 9) наружный воздух, подогреваясь в воздухоподогревателе (калорифере) 1, поступает по приточному каналу 2 в отапливаемое помещение 3. Поступивший воздух охлаждается до температуры помещения и по вытяжному каналу 4 возвращается обратно в калорифер, где вновь подогревается. В ряде случаев прибегают к искусственному перемещению воздуха, устанавливая для этого вентилятор 5.



- Рисунок 9 - Схема воздушного отопления

3) Системы водяного ОТОПЛЕНИЯ

Вода практически несжимаема, тогда как коэффициент ее объемного расширения меняется в зависимости от температуры. Так, при нагревании воды от 0 до 4°С она не только не расширяется, а даже несколько уменьшается в объеме. При температуре воды выше 4°С коэффициент ее объемного расширения увеличивается с повышением температуры. В пределах температурных колебаний от 40 до 95°, присущих системам водяного отопления значительную часть отопительного периода, коэффициент объемного расширения воды меняется более или менее равномерно и в среднем равен 0,00045. При дальнейшем повышении температуры воды (выше 95°С) коэффициент объемного расширения возрастает быстрее.

Системы водяного отопления классифицируются по:

- способу циркуляции теплоносителя - на гравитационные или с естественной циркуляцией и насосные или с искусственной

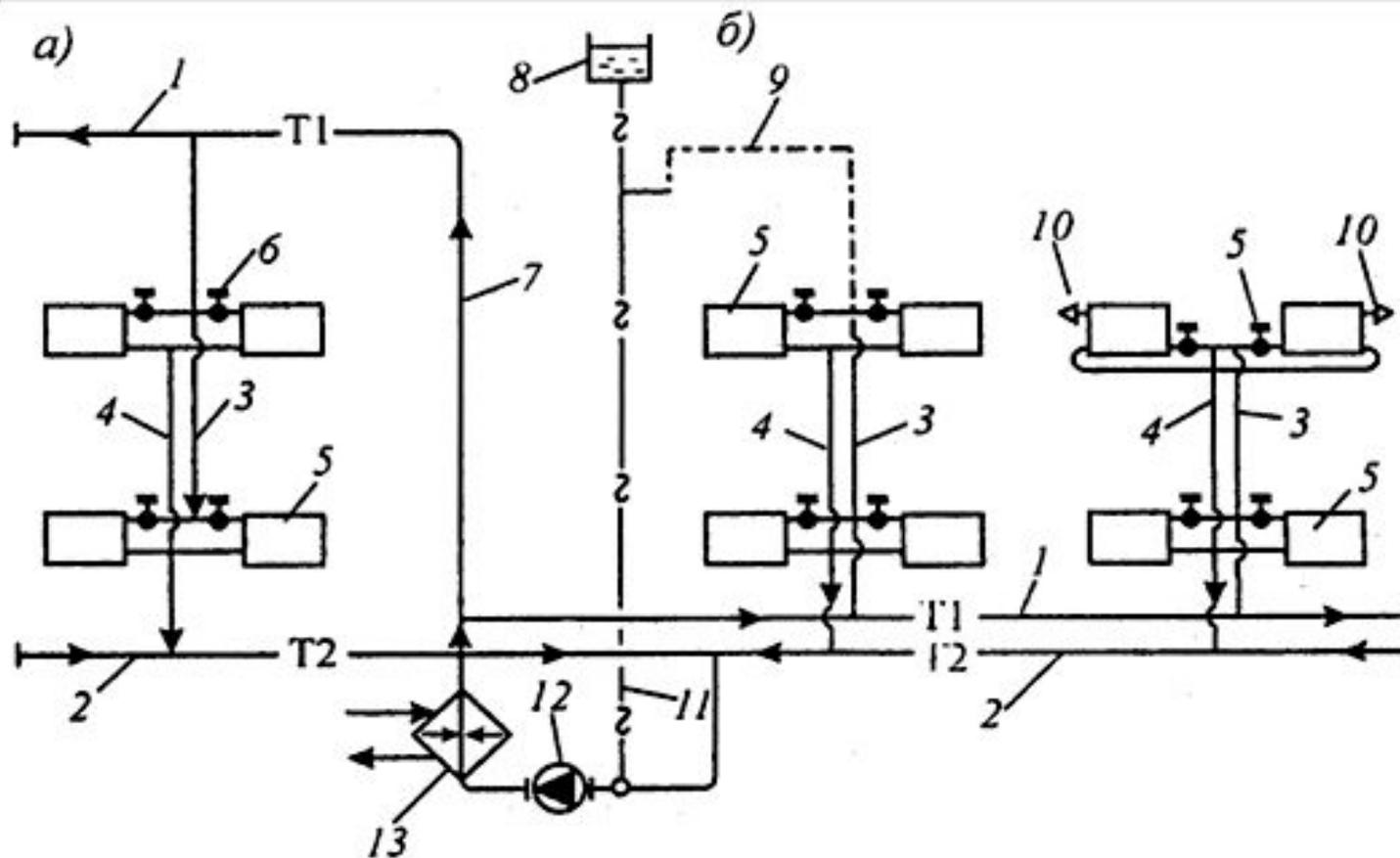
- способу подачи теплоносителя к отопительным приборам – на однотрубные двухтрубные или соответственно с последовательным и параллельным присоединением отопительных приборов к трубам, стоякам по теплоносителю;

- способу прокладки труб – на вертикальные и горизонтальные, открытые и скрытые;

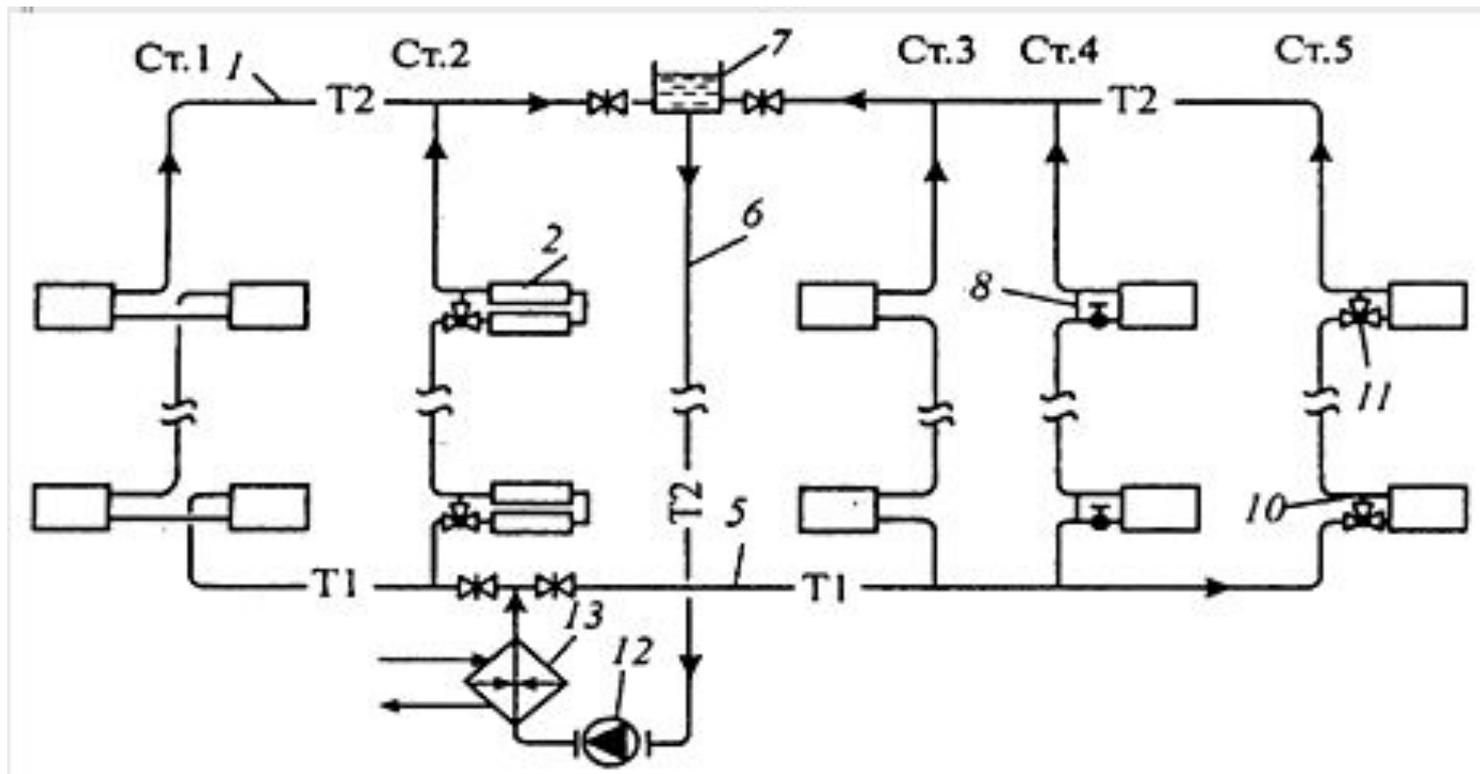
- расположению подающей и обратной магистралей - с верхним и нижним расположением подающей магистрали и с нижним расположением обратной магистрали, а также с нижним расположением подающей и верхним расположением обратной магистрали;

- схеме движения воды в циркуляционных кольцах - с тупиковым и попутным движением.

Гравитационные системы, как правило, применяются при теплоснабжении от автономного, собственного источника тепловой энергии. В них циркуляция теплоносителя осуществляется за счет располагаемого гравитационного давления, возникающего в результате охлаждения теплоносителя главным образом в отопительных приборах, середина которых должна находиться выше середины источника тепловой энергии.



- Рис. Схемы вертикальной двухтрубной системы водяного отопления: а - с верхней разводкой подающей магистрали; б - с нижней разводкой обеих магистралей; 1 и 2 - подающие (Т1) и обратные (Т2) магистрали; 3 и 4 - соответственно подающие и обратные части стояков; 5 - отопительные приборы; б – термостатический клапан; 7 - главный стояк (Г.ст); 8 - расширительный бак; 9 - воздушная линия; 10 - воздушные краны; 11 - соединительная труба расширительного бака; 12 - циркуляционный насос; 13 – теплообменник



- Рис. Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с "опрокинутой" циркуляцией воды и проточным открытым расширительным баком: Ст.1 - проточный стояк с конвекторами с кожухом; Ст.2 и Ст.5 - проточно-регулируемые стояки соответственно с конвекторами без кожуха и радиаторами; Ст.3 - проточный стояк с радиаторами; Ст.4 - стояк со смещенными к радиаторам замыкающими участками; обозначения 1-13

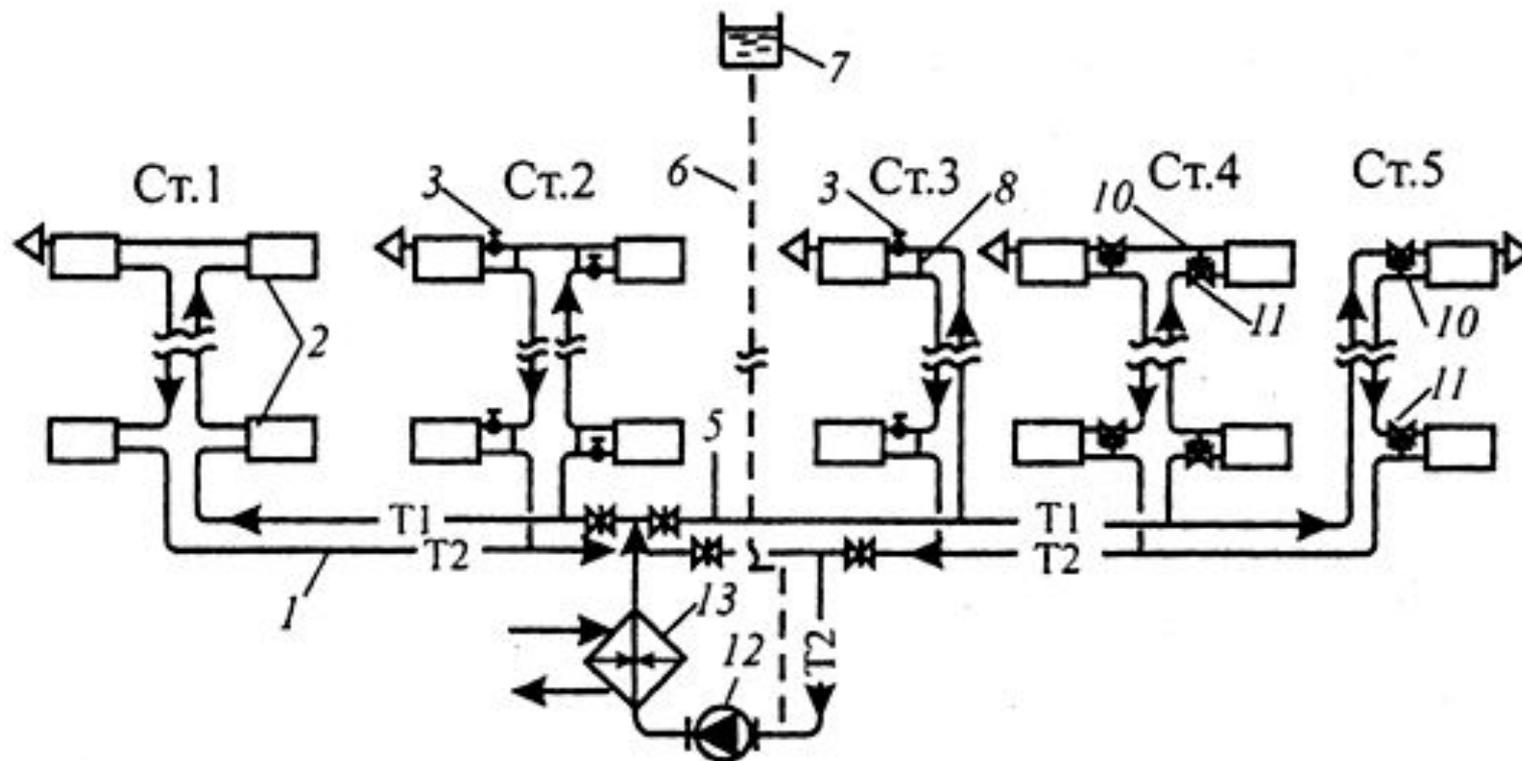


Рис. Схема вертикальной однотрубной системы водяного отопления с нижней разводкой обеих магистралей и П - образными стояками:

Ст.1 - проточный стояк; Ст. 2 и Ст.3 - стояки со смещенными замыкающими участками; Ст.4 и Ст.5 - проточно-регулируемые стояки

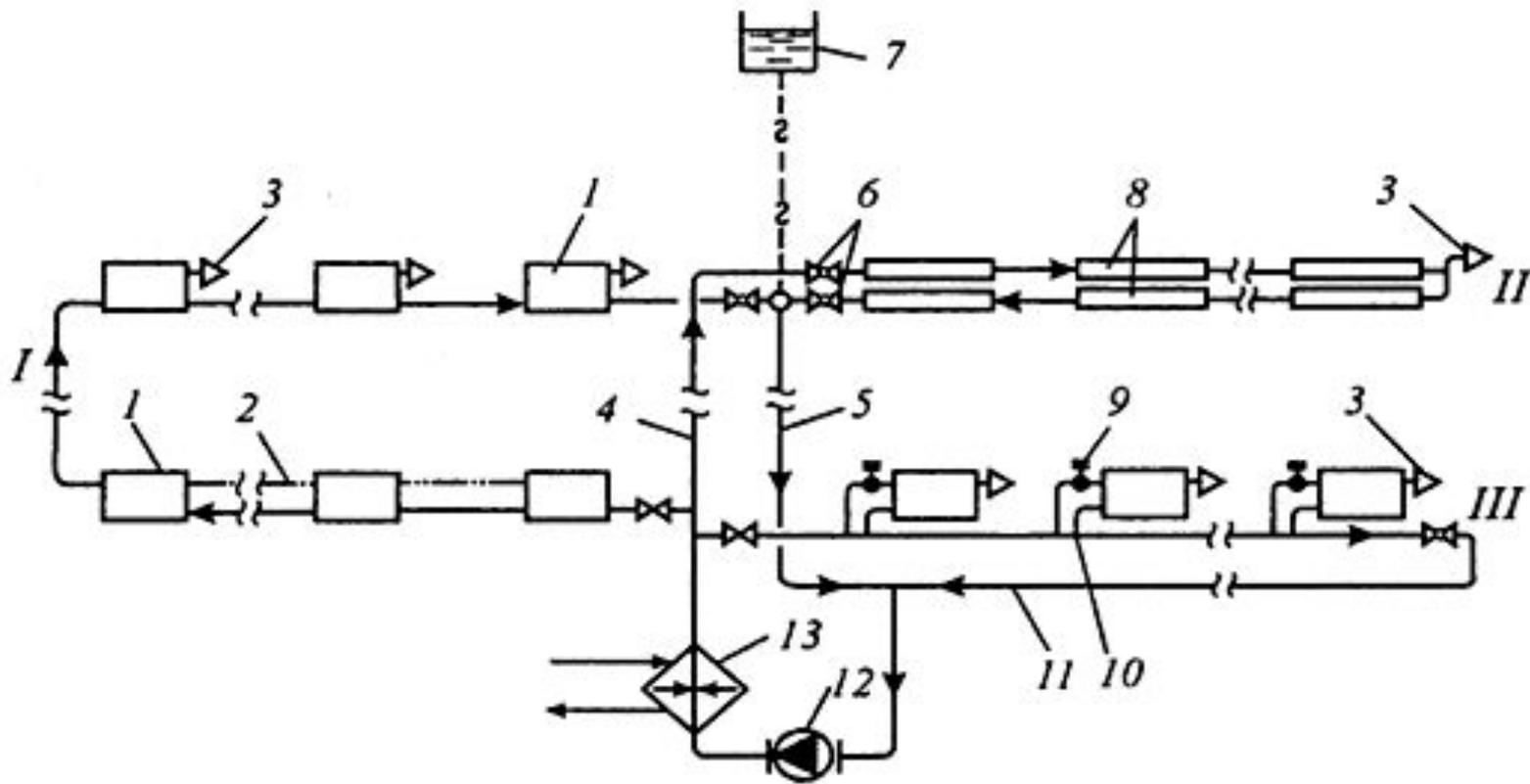


Рис. Схемы горизонтальной однотрубной системы водяного отопления: I - проточная ветвь для приборов, расположенных на разных этажах; II - проточная бифилярная ветвь; III - ветвь с замыкающими участками; 1 - радиаторы; 2 - воздушная труба; 3 - воздушные краны; 4 - подающий стояк; 5 - обратный стояк; 6 - запорно-регулирующая арматура; 7 - открытый расширительный бак; 8 - конвекторы двухтрубные; 9 - краны типа КРП; 10 - осевой замыкающий участок; 11 - обратная магистраль; 12 - циркуляционный насос; 13 - теплообменник при повышенном уровне теплозащиты здания.

Насосные системы отопления применяются при централизованном, а также при автономном теплоснабжении. В насосных системах меньше диаметры труб при той же тепловой нагрузке помещений, здания.

Открытая прокладка труб, как правило, выполняется, если применяются стальные трубы. Скрытая прокладка рекомендуется при применении медных и полимерных труб.

В однотрубных системах теплоноситель охлаждается постепенно, проходя последовательно через отопительные приборы. В однотрубных системах сложнее тепловой расчет, подбор отопительных приборов, т.к. перед каждым отопительным прибором температура воды переменная.

В двухтрубных системах теплоноситель в каждом приборе охлаждается на расчетную разность температур (если не учитывать попутное охлаждение воды в трубах).

Системы отопления с верхним расположением подающей магистрали применяются в гражданских зданиях с чердаком или с техническим этажом, а также при возможности прокладывать подающую магистраль под покрытием верхнего этажа.

Из таких систем воздух удаляется через воздухоборники, располагаемые в верхних точках подающих магистралей системы. Из систем с нижним расположением обеих магистралей удаление воздуха осуществляется через воздушные краны, устанавливаемые в пробках радиаторов верхних этажей или в верхних точках стояков, когда в качестве отопительных приборов применяют конвекторы, гладкие и ребристые трубы.

В жилых домах с поквартирным учетом тепловой энергии предусматриваются двухтрубные или однотрубные системы водяного отопления с горизонтальной разводкой труб в пределах квартиры (в напольном исполнении или в конструкции пола) к отопительным приборам от распределительного коллектора, присоединяемого к межквартирным стоякам.

При проектировании систем с тупиковым движением воды сложнее выполнить гидравлическую увязку циркуляционных колец без балансировочных клапанов.

Основные преимущества систем водяного отопления:

а) возможность поддержания умеренной температуры на поверхности нагревательных приборов, исключая пригорание на них пыли;

б) простота центрального регулирования теплоотдачи нагревательных приборов путем изменения температуры воды в зависимости от параметров наружного воздуха (качественное регулирование);

в) бесшумность работы и простота обслуживания.

Основные недостатки систем водяного отопления:

а) большое гидравлическое давление в нижней части систем, обусловленное их высотой (ограничивает высоту систем);

б) опасность замерзания воды в трубопроводе, проложенном в неотопливаемом помещении.

Вода, применяемая в нагретом состоянии для систем водяного отопления, имеет довольно прочное химическое соединение и не разлагается.

При нагревании воды до температуры свыше 40°C растворимость газов и воздуха резко падает, и они начинают выделяться из воды. Поэтому нагревательные приборы и стальные трубы системы водяного отопления, заполненные водой с температурой около 100°C , не подвергаются ни разъеданию, ни коррозии.

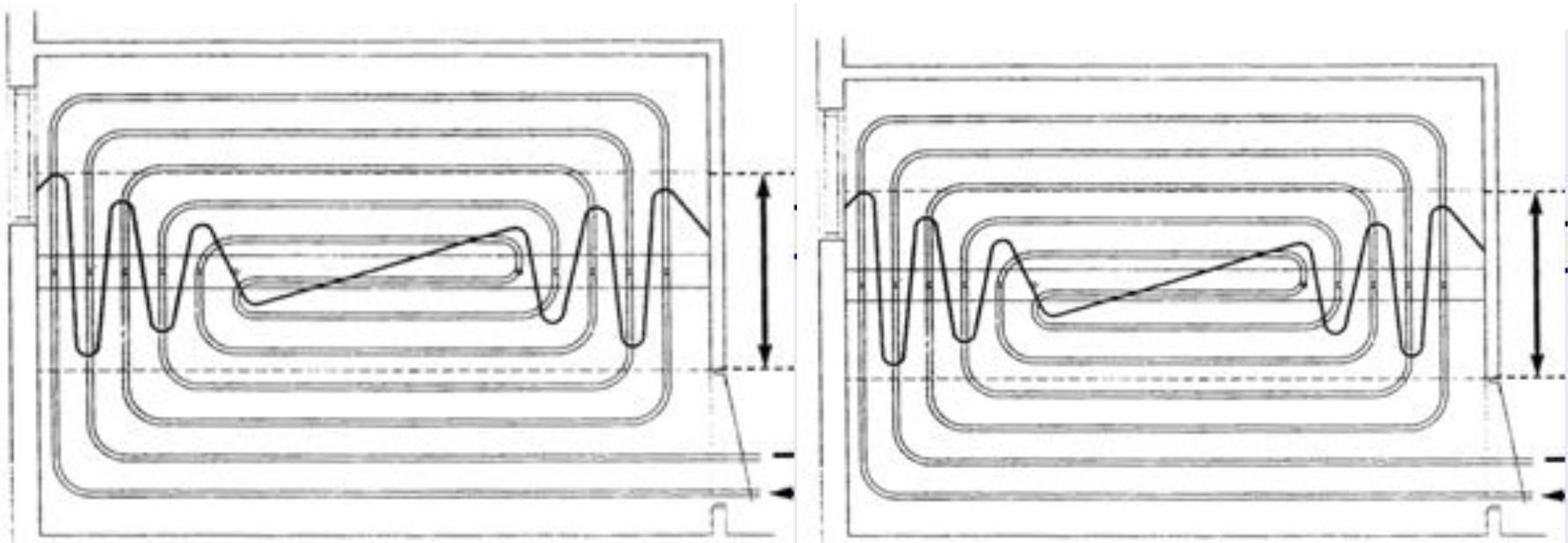
Вода практически несжимаема, тогда как коэффициент ее объемного расширения меняется в зависимости от температуры. Так, при нагревании воды от 0 до 4°C она не только не расширяется, а даже несколько уменьшается в объеме. При температуре воды выше 4°C коэффициент ее объемного расширения увеличивается с повышением температуры.

Следовательно, при определении расширения воды в водяных системах отопления нужно принимать во внимание не только разность температур двух столбов воды, под влиянием которой создается циркуляционный напор (естественное давление), но также и сами температуры. С повышением температуры воды и при сохранении постоянного температурного перепада давление увеличивается. Как известно, при понижении температуры от 4 до 0°С вода расширяется в объеме и при дальнейшем понижении температуры превращается в лед. Образование льда в стальных трубах и нагревательных приборах часто приводит к разрыву их стенок, что является существенным недостатком использования воды в качестве теплоносителя для систем отопления.

К достоинствам воды как теплоносителя следует отнести значительную ее теплоемкость и большой объемный вес ($\sim 1000 \text{ кг/м}^3$), что позволяет передавать большие количества тепла при малом объеме теплоносителя и относительно малой его температуре на значительные

В дополнение к основной системе водяного или воздушного отопления, для обогрева полов, например, в помещениях бассейнов, ванных комнат, душевых, кухонь применяется система водяного напольного отопления ("теплый пол"). Низкотемпературная система "теплый пол" (с температурой подающей воды не более 40 - 55° С) может обеспечить полностью заданную температуру воздуха в помещении

Конфигурация располагаемых в полу труб зависит от положения наружных ограждений в помещении и его площади. Необходимо отметить, что трубы следует располагать на площади пола, не занимаемой оборудованием, мебелью.



Раскладка греющих контуров системы
напольного отопления

4) Системы с естественной циркуляцией

Принцип действия системы водяного отопления с естественной циркуляцией воды (рисунок 15) заключается в следующем.

Горячая вода из котла 1 направляется по подающему (горячему) трубопроводу 2 в нагревательный прибор 3, где происходит ее охлаждение. Остывшая в приборе вода возвращается в котел по обратному трубопроводу 4. В действующей системе отопления такая циркуляция воды происходит непрерывно.

Так как в системе отопления объем воды при нагревании увеличивается, то во избежание повышения давления и возможных при этом аварий (разрыв котлов, трубопроводов и т.п.) в самой высокой точке системы устанавливают расширительный сосуд 5, при помощи которого система сообщается с атмосферой. Расширительный сосуд должен вмещать весь прирост объема воды, получившийся при ее нагревании. В системах с естественной циркуляцией расширительные сосуды служат также для отвода воздуха, поэтому их присоединяют к подающим магистралям. Для удаления из системы воздуха и для выпуска из нее воды трубопроводы прокладывают с уклонами. Направление уклонов труб на рисунке 15 показано стрелками.

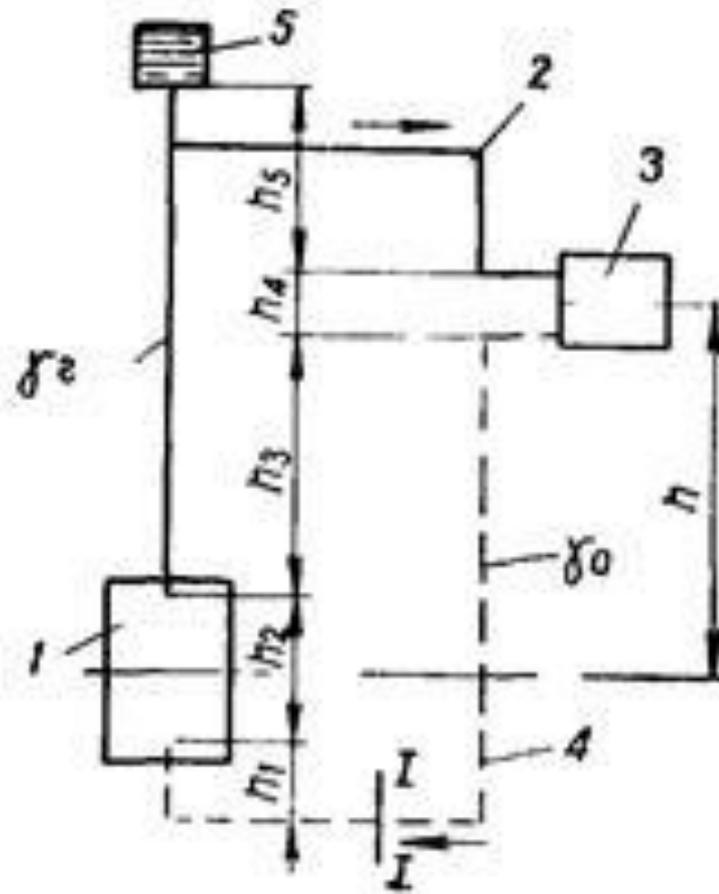


Рисунок - 15 Принципиальная схема системы водяного отопления

Таким образом, циркуляционное давление равно вертикальному расстоянию от середины котла до середины нагревательного прибора, умноженному на разность объемных весов охлажденной и нагретой воды.

В системе, изображенной на рисунке 15, движение воды по подающим и обратным трубопроводам происходит только за счет разности давлений столбов нагретой и охлажденной воды.

Нагретая в котле вода поднимается вверх по трубопроводу 3, а на смену ей в котел снизу поступает охлажденная вода по трубопроводу 4. Таким образом, циркуляция воды происходит вследствие разности ее объемных весов в подающих и обратных трубопроводах.

Для определения величины циркуляционного давления, возникающего в системе, допустим, что вода, нагреваемая в котле, охлаждается только в нагревательном

Рассматривая давление, действующее на сечение I–II обратного трубопровода (см. рисунок 15), можно убедиться, что с правой стороны на это сечение давит столб охлажденной, а следовательно, более тяжелой воды; с левой же стороны сечение испытывает давление столба нагретой, более легкой воды. Под влиянием разности этих давлений в системе и возникает циркуляция воды.

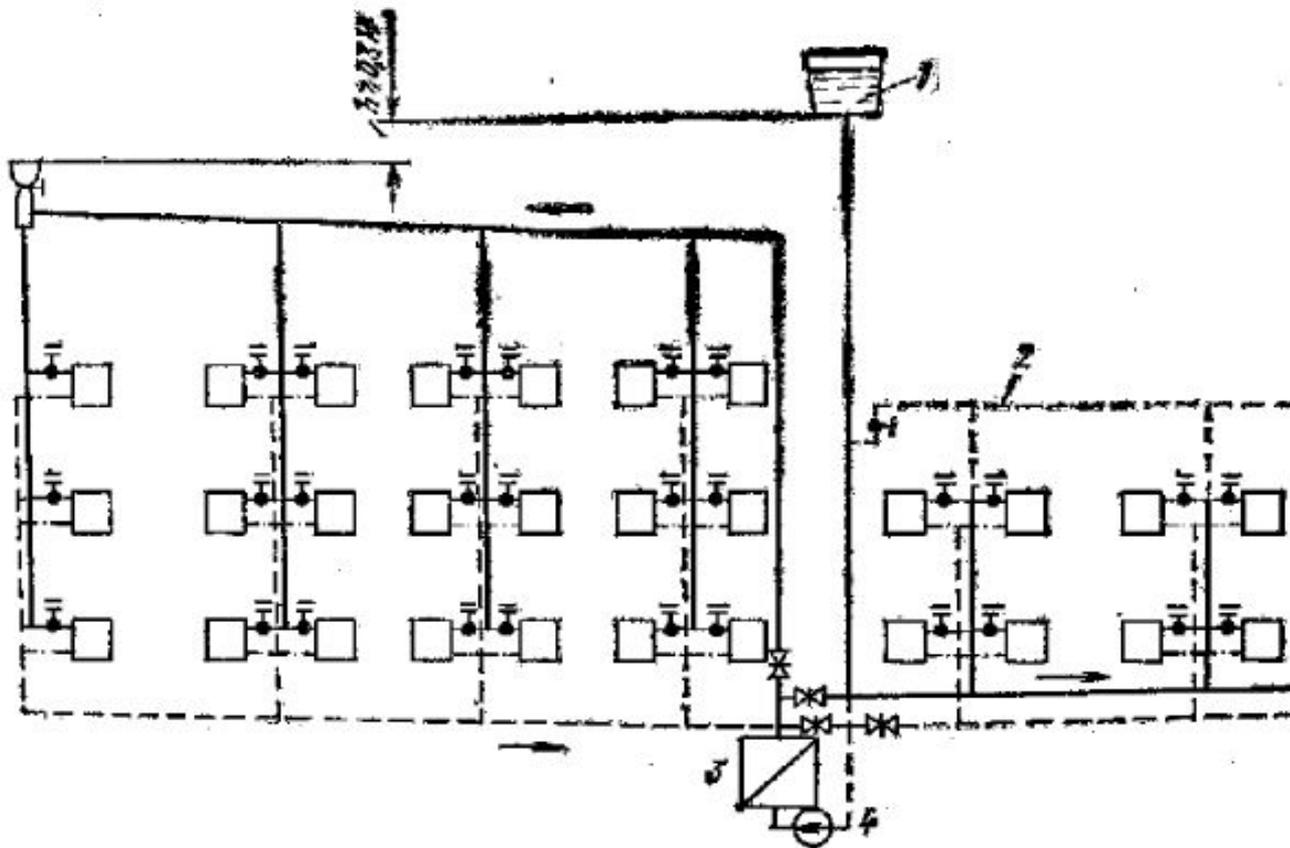
К достоинствам системы водяного отопления с естественной циркуляцией следует отнести: 1) независимость ее работы от посторонней энергии (электрической или механической); 2) большую тепловую энергию, которая дает возможность делать перерывы в топке котлов; 3) возможность центрального регулирования теплоотдачи отопительных приборов путем изменения температуры воды в котлах; 4) бесшумность работы системы (отсутствуют электродвигатели и насосы); 5) простоту обслуживания.

Таким образом, циркуляционное давление равно вертикальному расстоянию от середины котла до середины нагревательного прибора, умноженному на разность объемных весов охлажденной и нагретой воды.

5) Системы с искусственной циркуляцией

В системах водяного отопления с естественной циркуляцией естественное давление имеет очень небольшую величину. Поэтому при большой протяженности циркуляционных колец, а следовательно, и при значительных сопротивлениях движению воды в них диаметры трубопроводов получаются по расчету чрезмерно большими и система отопления оказывается экономически невыгодной как по первоначальным затратам, так и в процессе эксплуатации.

Системы водяного отопления с искусственной циркуляцией принципиально отличаются от систем водяного отопления с естественной циркуляцией тем, что в них в дополнение к естественному давлению, возникающему в результате охлаждения воды в приборах и трубах, значительно большее давление создастся



- Рис 16. Системы водяного отопления с искусственной циркуляцией
- 1 — расширительный сосуд; 2 — воздушная сеть; 3 — котел; 4 — насос циркуляционный

В настоящее время устраивают, как правило, системы водяного отопления с искусственной циркуляцией. Применение систем с естественной циркуляцией допускается лишь для небольших зданий с местным источником теплоснабжения. Согласно СНиП, радиус действия систем с естественной циркуляцией не должен быть более 30 м по горизонтали, а превышение центра приборов нижнего этажа над центром котла должно быть не менее 3 м.

Системы отопления с искусственной циркуляцией могут быть, так же как и системы с естественной циркуляцией, двухтрубные и однотрубные, с верхней и нижней разводкой горячих магистральных трубопроводов, вертикальные и горизонтальные.

В последние годы начали широко применять однотрубные системы отопления с нижней прокладкой магистралей горячей и охлажденной воды (рис. 18).

Стояки систем по схемам б разделяются на подъемные и опускные. Стояки систем по схемам а, в и г состоят из подъемного и опускного участков, но в верхней части, обычно над полом верхнего этажа, они соединяются горизонтальным участком. Стояки прокладывают на расстоянии 150 мм от края оконного проема. Длина подводок к нагревательным приборам принимается стандартной — 350 мм; нагревательные приборы смещены от оси окна в сторону стояка. Для регулирования теплопередачи нагревательных приборов устанавливают трехходовые краны, а при смещенных замыкающих участках — краны двойной регулировки

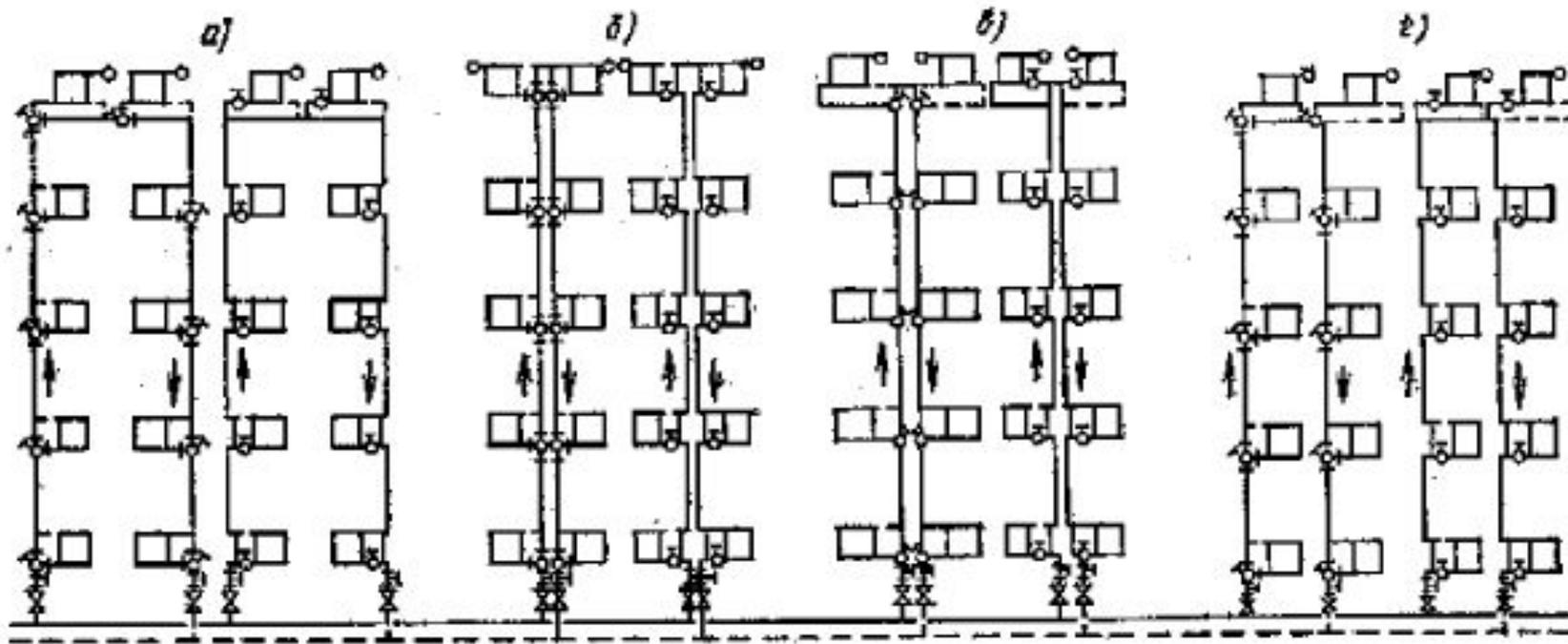


Рис. 18. Схемы однотрубных систем
 виданого отопление с нижней разводной

Особенности расчета трубопроводов насосных систем отопления. Расчет трубопроводов насосных систем отопления отличается от расчета трубопроводов систем с естественной циркуляцией воды определением располагаемого давления. В насосных системах располагаемое давление складывается из давления, возникающего в результате охлаждения воды в приборах и трубопроводе, и давления, создаваемого насосом. Давление от охлаждения воды в приборах и трубопроводе следует учитывать в размере 50–70% его максимальной величины. Если естественное давление, возникающее от охлаждения воды в приборах и трубопроводах, не превышает 10% давления, создаваемого насосом, то его вообще не учитывают.

Кроме того, в отличие от систем с естественной циркуляцией воды, потери давления в трубопроводах насосной системы определяются предельными скоростями движения воды в трубах и возможностью увязки давлений в

За величину располагаемого давления в насосных системах принимают давление, создаваемое насосом. При присоединении системы отопления непосредственно к тепловым сетям централизованного теплоснабжения оно равно разности давлений в наружной сети (подающего и обратного трубопровода) на вводе в здание; для систем отопления, работающих от котельной, но с перспективой присоединения их к тепловым сетям посредством элеватора, – не более $1000\text{--}1200 \text{ кгс/м}^2$; для систем, которые не имеют перспектив присоединения к централизованному теплоснабжению, оно определяется исходя из максимально предельно допустимых скоростей движения воды в трубопроводах.

Наряду с большими достоинствами насосные системы отопления имеют и некоторые недостатки, к основным из которых относится зависимость их работы от непрерывного снабжения электроэнергией, так как при длительной остановке насосов возникает опасность замерзания воды в