

Проектирование и монтаж систем отопления

Характеристики систем отопления

Отопительные системы разрешают только одну из задач по созданию искусственного климата в помещениях. Они служат для поддержания в холодное время года заданной температуры воздуха во внутренних помещениях зданий.

Система отопления представляет собой комплекс элементов, необходимых для обогрева помещений. Основными элементами являются источники теплоты, теплопроводы, нагревательные приборы. Передача тепла осуществляется с помощью теплоносителей - нагретой воды пара или воздуха.

При определении тепловой нагрузки систем отопления учитываются особенности теплового режима помещений. В помещениях с постоянным тепловым режимом, к которым относятся промышленные здания, сельскохозяйственные постройки, жилые и общественные здания, тепловая нагрузка определяется из теплового баланса. В помещениях с переменным режимом при определении тепловой нагрузки различают два периода - рабочий и нерабочий. В не рабочее время необходимость в отоплении может отсутствовать. Во всех случаях при расчете мощности систем отопления необходимо учитывать минимальные часовые тепловыделения. Кроме того системы отопления должны обеспечивать нормируемые параметры воздуха к началу рабочего периода. Отопление, рассчитанное только на период не рабочего времени, называется дежурным отоплением.

Требования к системам отопления

Санитарно-гигиенические. Системы отопления должны обеспечивать внутри помещения заданную температуру воздуха, равномерную по объёму рабочей зоны помещения. Температуры внутренних поверхностей наружных ограждений и нагревательных приборов должны находится в пределах нормы.

Экономические. Системы отопления должны обеспечивать минимум приведенных затрат по сооружению и эксплуатации. Показателями экономичности являются также расход материала, затраты труда на изготовление и монтаж. Экономичность системы определяется технико-экономическим анализом вариантов различных систем и применяемого оборудования.

Строительные. Системы отопления должны соответствовать архитектурно-планировочному решению помещений. Размещение отопительных элементов должно быть увязано со строительными конструкциями.

Монтажные. Элементы систем отопления должны изготавливаться преимущественно в заводских условиях, детали унифицированы, затраты труда минимальны.

Эксплуатационные. Система отопления должна быть надежной в поддержании заданных температур воздуха. Надежность системы обуславливается её долговечностью, безотказностью, простотой регулировки управления и ремонта. Система должна быть безопасной и бесшумной в работе. Должна обеспечивать наименьшее загрязнение вредными выделениями помещений и атмосферного воздуха.

Классификация систем отопления

Различают местные и центральные системы отопления.

К местным системам относятся системы, в которых все элементы объединены в одном устройстве и система предназначена для обогрева одного помещения. К местным системам относятся печное отопление, газовое (при сжигании топлива в местном устройстве – газовый конвектор, инфракрасный излучатель) и электрическое.

Центральные системы обогревают ряд помещений из центра (теплогенераторная, котельная, ТЭЦ), в котором вырабатывается теплота, передаваемая теплоносителем к нагревательным приборам отапливаемых помещений.

По виду теплоносителя системы отопления делятся на системы водяного, газового, парового, воздушного и электрического отопления.

В водяных и паровых системах теплоноситель - вода или пар - нагреваются в генераторе теплоты и передаются по трубопроводам к нагревательным приборам. В воздушных системах нагретый воздух поступает непосредственно в помещение из системы вентиляции.

По способу перемещения теплоносителя центральные системы отопления подразделяются на системы с естественной циркуляцией и системы с механическим побуждением (принудительная циркуляция).

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 допустимых 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 объем, 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.

1. Радиаторные системы отопления.

1.1. 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.

Системы водяного отопления радиаторами классифицируются по нескольким признакам. По способу создания циркуляции водяные радиаторные системы делятся на системы с естественной циркуляцией (гравитационные) и с искусственной циркуляцией (насосные). В системах с естественной циркуляцией движение воды осуществляется за счет разности плотностей горячей воды, поступающей в систему, и охлажденной воды после нагревательных приборов.

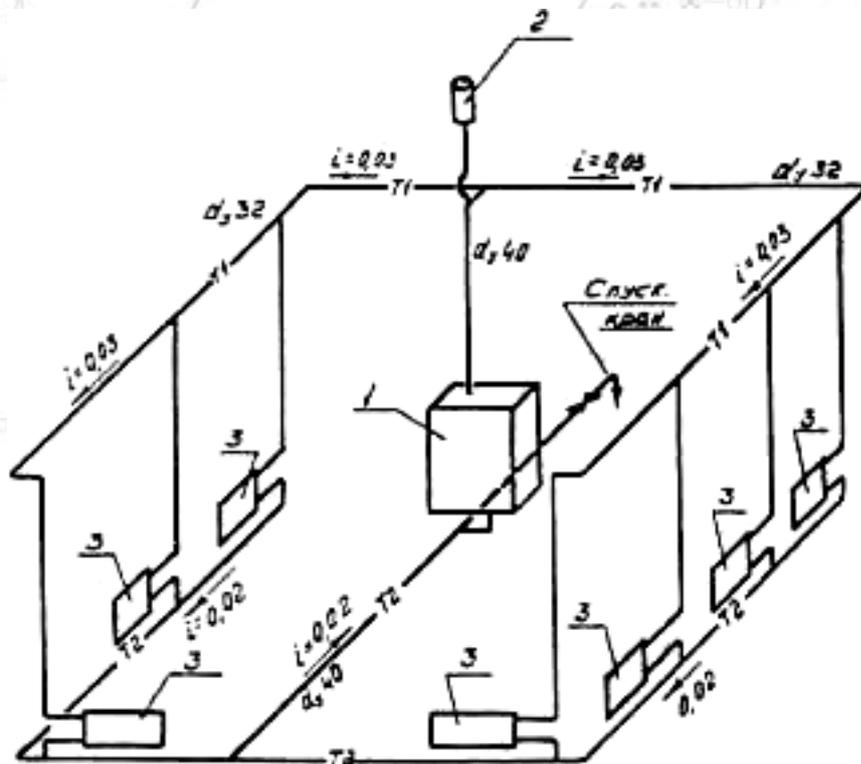


Рис. 1. Система водяного отопления с естественной циркуляцией

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.

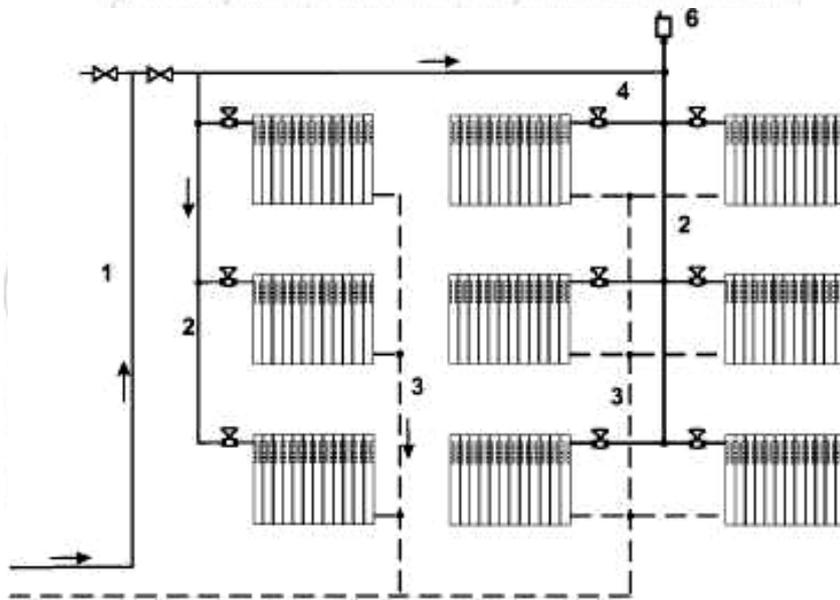


Рис. 2. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с верхней разводкой.

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.

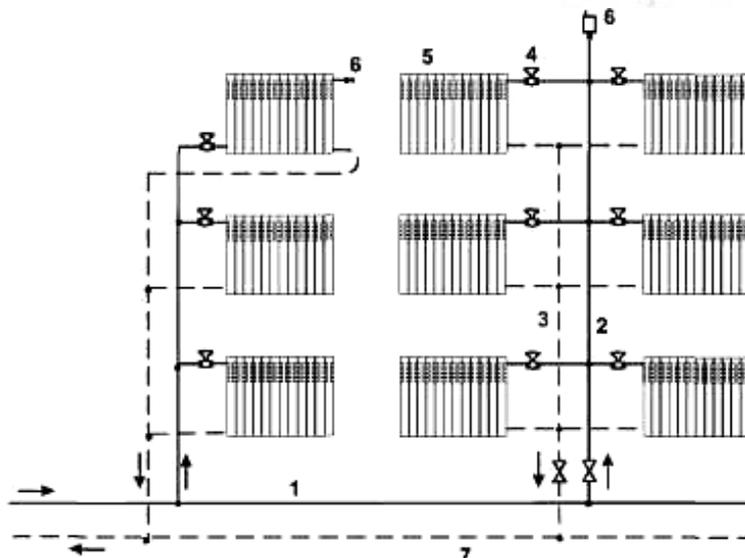


Рис. 3. Двухтрубная вертикальная система водяного отопления с нижней разводкой.

- 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 линия располагается в нижней части системы. Движение воды по стоякам происходит снизу вверх. Удаление воздуха из системы осуществляется через воздушные краны, устанавливаемые на верхних нагревательных приборах, или с помощью автоматических воздухоотводчиков, устанавливаемых на стояках или специальных воздушных линиях.

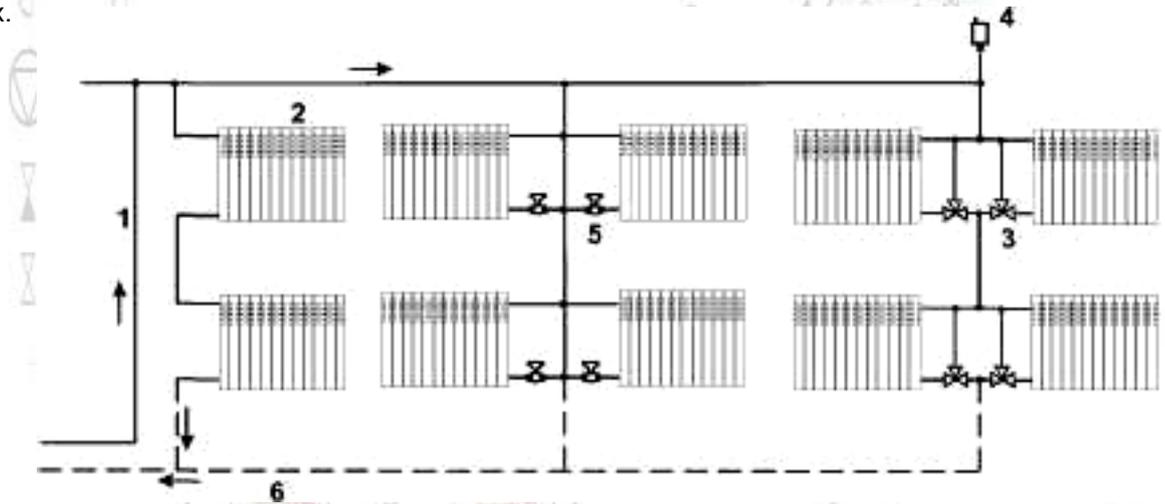


Рис.4. Схема однотрубной системы отопления с верхней разводкой.

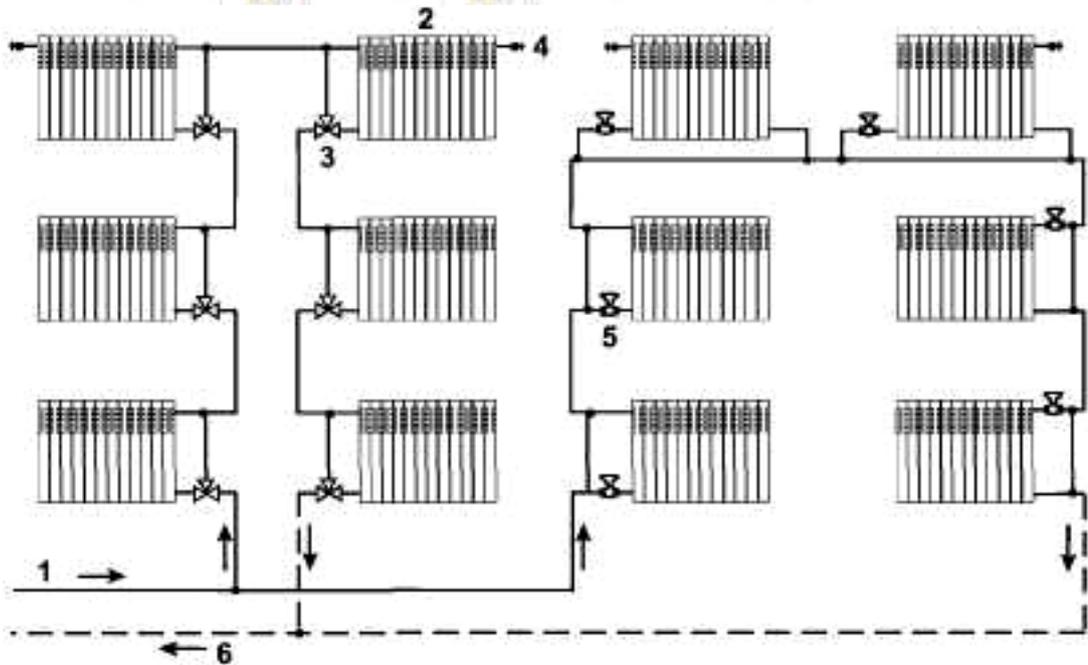


Рис. 5. Схема однотрубной системы отопления с нижней разводкой и П-образными стояками.

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

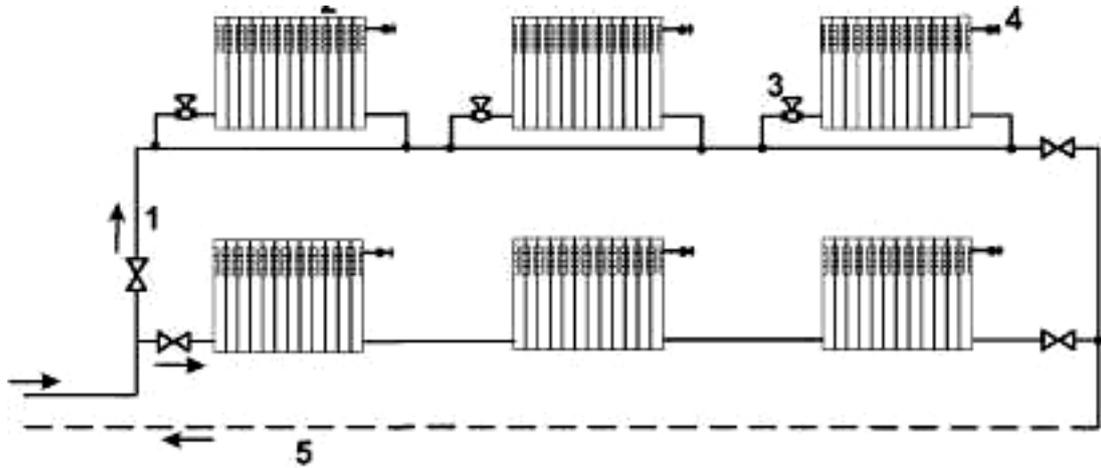


Рис. 6. Схема горизонтальной однотрубной системы отопления.

- 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 длина 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.

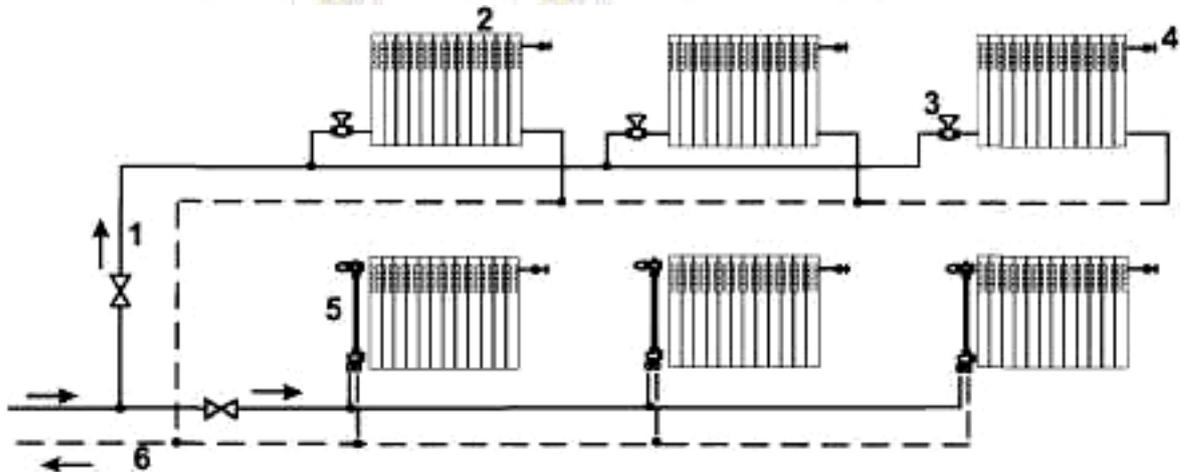


Рис. 7. Схема горизонтальной двухтрубной системы отопления.

- 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.

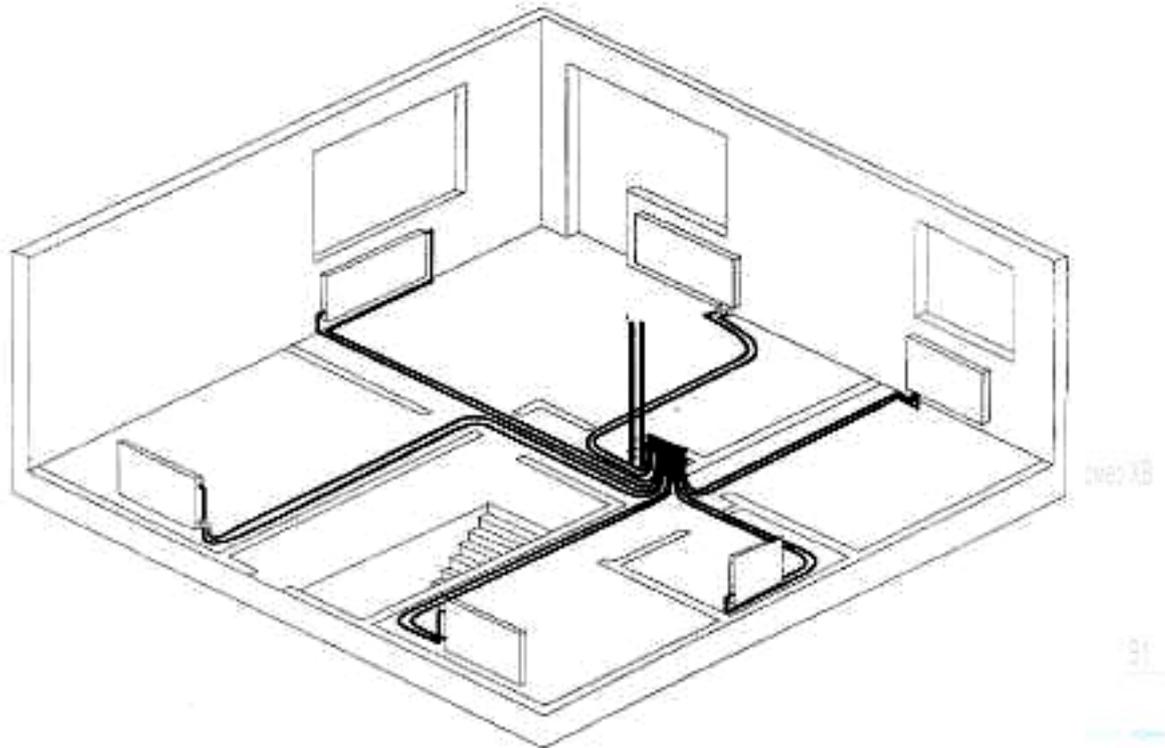


Рис. 8. Схема горизонтальной двухтрубной коллекторной системы отопления.

- 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.

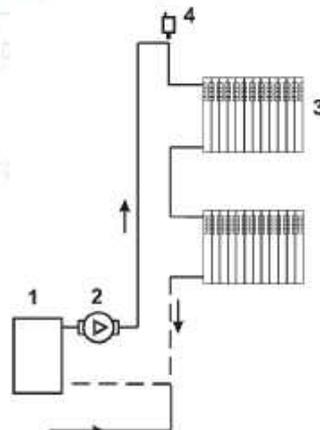
Расчетная температура горячей воды в системах отопления жилых, общественных и административных помещений принимается равной $t_1 = 95^\circ\text{C}$, в детских и лечебных учреждениях 85°C , в производственных помещениях - до 150°C . Температура обратной воды принимается обычно $t_2 = 70^\circ\text{C}$. В настоящее время температурные режимы в квартирных и коттеджных системах отопления в основном принимаются в зависимости от материалов труб, из которых изготавливаются разводки СО, а также от максимальной температуры на выходе из котла, сталь и медные трубопроводы $95^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$, $80^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$, и ниже. Для металлопластика $70^\circ\text{C} - 55^\circ\text{C}$ и ниже. При работе системы отопления с конденсационным котлом температурные режимы должны быть не выше $t_1 = 50^\circ\text{C}$, $t_2 = 30^\circ\text{C}$.

В 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.

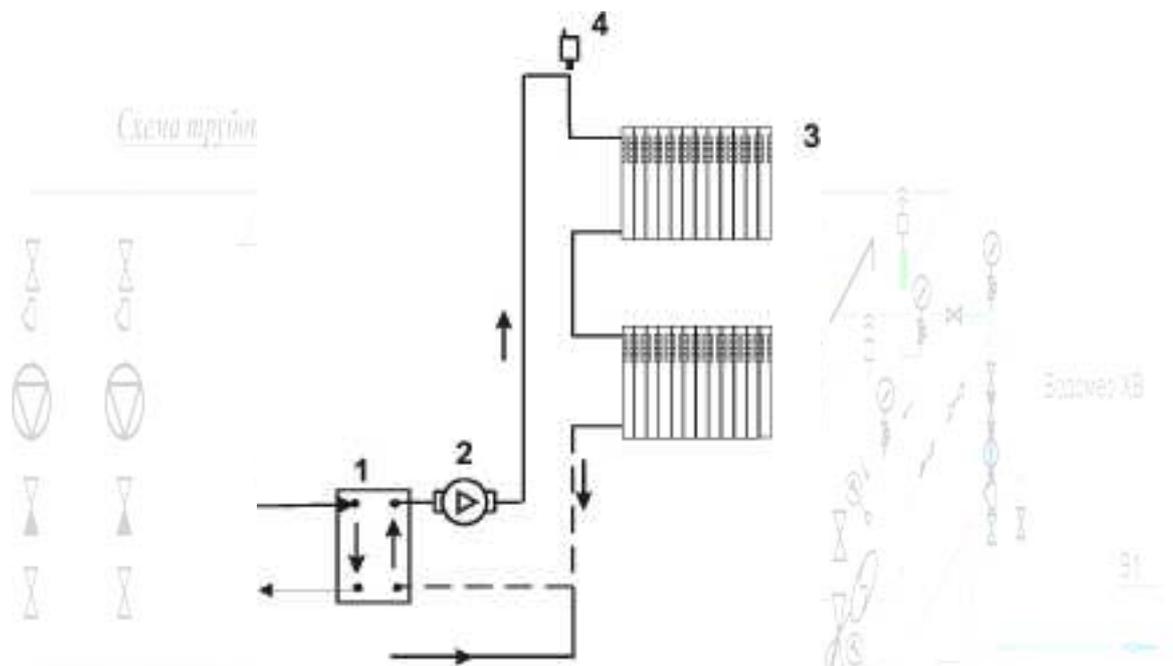


Рис. 10. Схема независимой системы отопления с тепловым узлом.

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

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

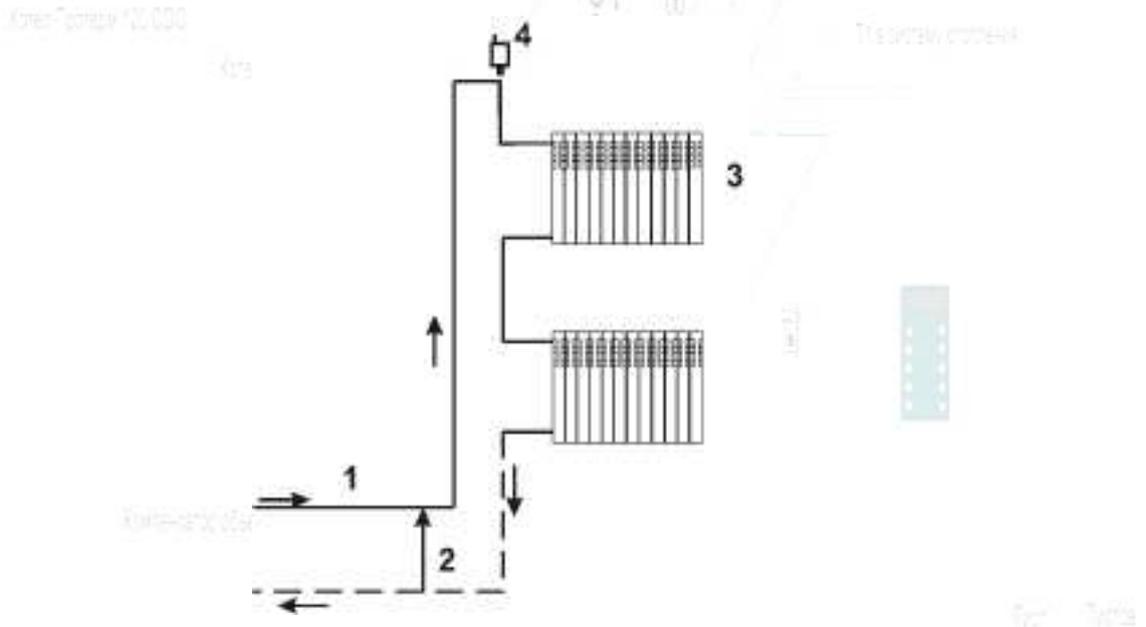


Рис. 11. Схема зависимой системы отопления со смешением воды.

- 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

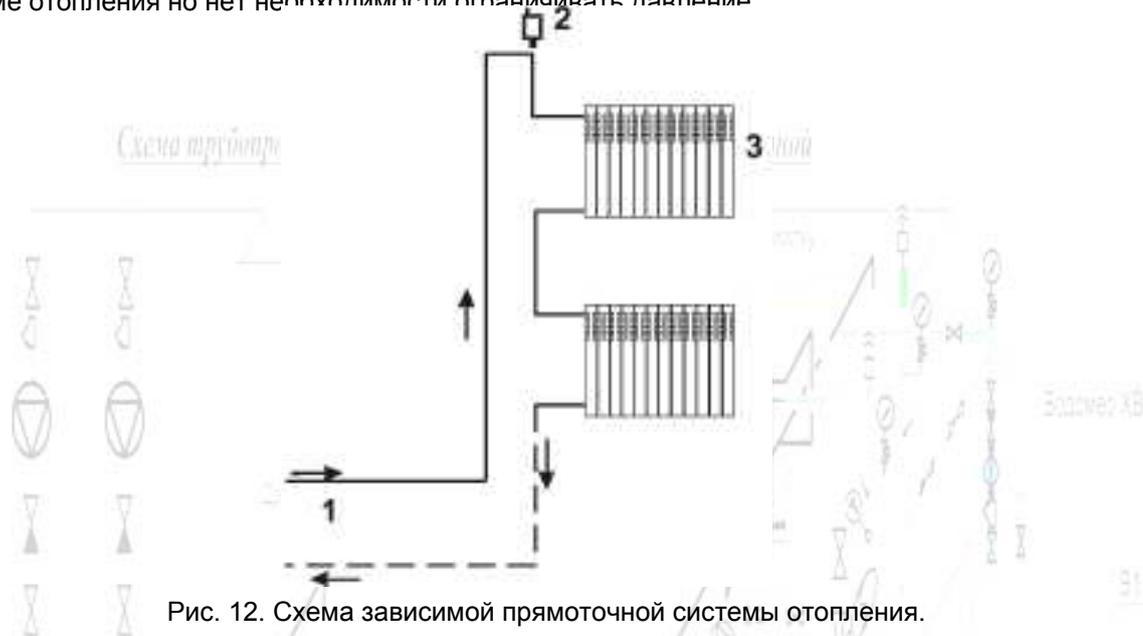


Рис. 12. Схема зависимой прямоточной системы отопления.

- 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.

2. Особенности применения термостатической арматуры.

В последнее время в Украине и России широкое распространение получили автоматические системы отопления радиаторами (СОР), с применением термостатических клапанов.

Применение термостатических устройств это не блажь и не дань моде. Кроме создания комфортных условий это еще и ощутимая экономия эксплуатационных расходов.

Термостатические устройства устанавливаются в системе отопления здания непосредственно на отопительном приборе, либо перед ним, на трубе, подающей в него теплоноситель. После установки терморегуляторов отпадает необходимость открывать окна для регулирования температуры в помещениях. Терморегуляторы будут постоянно поддерживать заданную температуру в диапазоне от 5 С до 28 С на желаемом уровне с точностью ± 1 °С.

Исключая подачу "излишнего" тепла от отопительного прибора, терморегулятор препятствует перегреву помещения, обеспечивая в нем комфортную температуру воздуха. Кроме этого, если Вы живете в коттедже с индивидуальным котлом, терморегуляторы позволяют экономить до 30% энергии, потребляемой на отопление зданий, обеспечивая снижение расхода потребляемого энергоносителя и, тем самым, уменьшая загрязнения окружающей среды.

Так как процесс терморегулирования протекает плавно, без пороговых включений и отключений, система становится значительно более экономичной и регулирует сама себя. При этом нет необходимости в комплектации котлов дорогостоящими электронными блоками управления, а комфортность отопления несравнимо лучше. Появляется возможность устраивать в каждой регулируемой зоне свой микроклимат, а также уменьшать расход энергии, за счет снижения температуры в неиспользуемых зонах и оптимального использования тепла в помещениях. Нет необходимости открывать окна или устанавливать дополнительные приборы. Через открытую форточку вылетает не просто тепло, а тепло, на которое потрачены деньги.

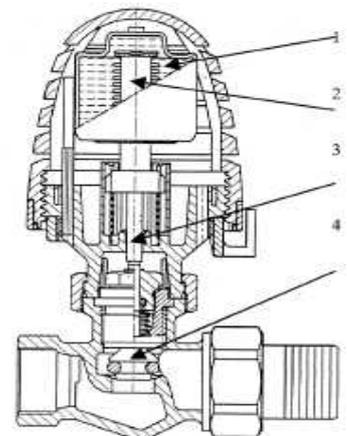


Рис 14. Правильное расположение термозащитных элементов

С 01.17.1994 г. в России введены в действие изменения СНиП 2.04.07-86* и СНиП 2.04.05-91* в соответствии, с которыми проектным и строительным организациям при проектировании, строительстве новых и реконструкции существующих зданий и сооружений необходимо предусматривать оснащение отопительных приборов систем водяного отопления жилых и общественных зданий (исключение лестничные клетки, вестибюли, переходы) автоматическими терморегуляторами (Постановление Госстроя России № ЕЕ-19-25/13 от 28.12.93 г.).

Различие при работе с однотрубными и двухтрубными системами.

Термоклапаны выбираются в зависимости от вида и конфигурации отопительной системы: однотрубная или двухтрубная система, стояковая или горизонтальная разводка. От способа подключения труб (из стены, из пола, боковое подключение) зависит выбор исполнения: прямой, угловой, специальный.

Также тип и размер регулятора выбирается исходя из пропускной способности клапана. Необходимая пропускная способность K_v может быть определена по следующей формуле:

$K_v = 0,316 V / \Delta P^{0,5}$, где V - расчетный расход теплоносителя через клапан, кг/ч;

ΔP - перепад давления на клапане при расчетной нагрузке (принимается в расчетах 0,1-0,3 бара), бар

Наиболее часто используемые виды термостатирующих устройств представлены в таблице 1.4.2.

При предварительном выборе требуемого гидравлического сопротивления клапана следует соблюдать следующие условия:

а) необходимо, чтобы требуемое гидравлическое сопротивление клапана лежало в пределах от 0,1 до 0,3 бар. При перепаде давления на клапане свыше 0,3 бар возможно появление шума. Предельный перепад, при превышении которого перестает работать термоземель, составляет 0,6 бар;

б) сопротивление клапана R должно быть, как минимум, в полтора раза больше естественного давления H для самого верхнего отопительного прибора системы при расчетных параметрах теплоносителя, чтобы обеспечить гидравлическую устойчивость системы.

Регулирующие клапаны подразделяются на клапаны, которые могут быть использованы для двухтрубных систем отопления, клапаны для одно- и двухтрубных систем и клапаны для однотрубных систем.

Клапаны, которые применяются в двухтрубных схемах, являются клапанами повышенного гидравлического сопротивления. Требуемая пропускная способность K_v клапана определяется в ходе гидравлического расчета системы отопления.

При конструировании двухтрубной системы отопления с терморегуляторами следует отдавать предпочтение либо системе с вертикальными стояками и нижней разводкой разводящих магистралей, либо горизонтальной поэтажной системе. Диаметры регулирующих клапанов выбираются обычно по диаметру присоединительного отверстия или штуцера отопительного прибора, а диаметры трубопроводов - по допустимой скорости движения теплоносителя, либо по удельной потере давления на трение, исходя из располагаемого давления на систему в целом с учетом вышеизложенных рекомендаций по определению потерь давления в клапанах.

Клапаны, предназначенные для использования в однотрубных системах отопления, являются проходными клапанами пониженного гидравлического сопротивления.

Выбор термoeлементa зависит от условий размещения отопительного прибора и терморегулятора. Все термoeлементы являются универсальными и могут применяться с любыми регулируемыми клапанами данной фирмы.

Обычно диаметр клапана принимается по размеру пробки или штуцера отопительного прибора. Однако предпочтение следует отдавать клапану диаметром 20 мм при диаметре замыкающего участка 15 мм для систем с замыкающими участками. При этом будет достигнут, наибольший коэффициент затекания теплоносителя в отопительный прибор и, соответственно, меньшая требуемая его поверхность нагрева.

Для обвязки отопительных приборов для двухтрубных и одноктрубных систем, предусматривающих возможность нижнего подключения к приборам с помощью уплотнительных фитингов трубопроводов из металлопластиковых и медных труб, прокладываемых по плинтусам или в полу, используются боковые гарнитуры или термостатические четырехходовые клапаны. Термостатический четырехходовый клапан предназначен для радиаторов (алюминиевых, чугунных, стальных) с одноместным подключением "снизу" в двух или одноктрубных системах. Особенно это удобно для трубопроводов проложенных в полу или в стене. Такие обвязки находят распространение в системах отопления коттеджей и в поквартирных системах многоэтажных зданий.

В одноктрубных системах целесообразно применять трехходовые термостаты, обеспечивающие удобное подключение к прибору и монтаж замыкающего участка. Среди наиболее интересных термостатов этого типа выделяются трехходовой вентиль, у которых оси термостатических головок перпендикулярны плоскости стены. Отметим, что гидравлические характеристики радиаторных узлов с трехходовыми термостатами определяют перепад давлений между подводящим и обратным патрубками у замыкающего участка, зависят от настройки на коэффициент затекания, расхода теплоносителя в стояке и от гидравлических характеристик отопительных приборов.

Автоматическое регулирование температуры воздуха в помещении возможно как с помощью простых радиаторных термостатов с жидкостными датчиками, не требующих вспомогательного питания, так и электронных регуляторов с электрическими приводами (термоприводы). Они более дорогие, чем жидкостные и биметаллические, но более точные ($T=±0,3C$) и самое главное электронные регуляторы могут быть установлены на любом расстоянии и в любом месте.

При установке термостата с жидкостным или биметаллическим датчиком следует руководствоваться правилами:

датчик всегда должен быть в состоянии реагировать на температуру воздуха в помещении. Для этого термостаты со встроенным датчиком нужно располагать горизонтально, чтобы окружающий воздух мог беспрепятственно циркулировать вокруг датчика. Если установить датчик вертикально, тепловое воздействие корпуса клапана и, возможно, наружных отопительных труб приведет к неправильной работе термостата.

Термостаты с дистанционным регулированием следует применять в тех случаях, когда:

- место установки термостата закрыто глухой занавеской; экраном или удалено от клапанов на большое расстояние (до 8 м);
- тепловой поток от трубопроводов системы отопления воздействует на встроенный температурный датчик;
- термостат располагается в зоне сквозняка;
- требуется вертикальная установка термоголовки.

- блок дистанционной настройки рекомендуется устанавливать на свободной от мебели и занавесок стене и вдали от бытовых источников тепла таких, как отопительные приборы, телевизоры, холодильники и пр.
- блок дистанционной настройки соединяется с клапаном, установленном на клапане, при помощи капиллярной трубки, которая производится длиной 2-8 м. При этом небольшая толщина трубки позволяет размещать ее под обоями или вдоль плинтуса. Блок настройки размещают на высоте 1,2-1,5 м. от пола.

Для электронных регуляторов расположение блока управления такое же - на высоте 1,2-1,5 м от пола.

Электронный термостат может работать одновременно совместно с несколькими исполнительными датчиками двухпозиционного регулирования (открыто - закрыто).

3. Подключение полотенцесушителей

Принцип установки полотенцесушителей находится в зависимости от типа и конструкции систем отопления и от наличия индивидуального теплового узла или котельной. В случаях, когда система отопления полностью останавливается на летний период полотенцесушители принято устанавливать на систему рециркуляции горячего водоснабжения, или применять комбинированный нагрев полотенцесушителя зимой – система отопления, летом – подогрев полотенцесушителя встроенным электро – ТЭН- ом с саморегуляцией температуры. В тех случаях, когда система отопления находится в эксплуатации круглогодично, полотенцесушители следует рассматривать как специфические радиаторы ванных комнат, такими они и являются в большинстве случаев. Тепловыделения полотенцесушителей необходимо учитывать при расчете теплового баланса помещений. Полотенцесушители могут быть установлены как равноправный радиатор при наличии двухтрубной схемы или может быть организована отдельная ветка полотенцесушителей как при однотрубной схеме, так и при двухтрубной. Мало того, если система отопления полностью снабжена автоматическими термостатическими устройствами, установленными на каждом отопительном приборе или ветке, такая отдельная ветка полотенцесушителей может быть использована как байпасная линия. Такая ветвь, как правило, снабжается ручным вентилем регулировки, который может быть использован как вентиль предварительной настройки байпасной линии. Применение выделенной байпасной линии является обязательным условием в тех случаях, когда возникает возможность полного перекрытия всех отопительных ветвей. Это возможно, когда в конструкции системы отсутствуют ветви с применением замыкающих участков или клапанов для однотрубных систем или ветви полотенцесушителей. В противном случае возможен выход из строя циркуляционных насосов ввиду отсутствия циркуляции. При предварительной балансировке системы отопления необходимо предварительно отрегулировать расход на тех ветвях системы, которые не могут быть перекрыты термостатами полностью. К ним относятся ветви с термоклапанами, имеющими встроенные байпасные линии (четырёхходовые термоклапаны и клапаны для однотрубной системы), ветви полотенцесушителей и собственно байпасные линии. Каждая такая ветка обязательно снабжается запорным краном, который в рабочем положении на 70...80% закрыт.

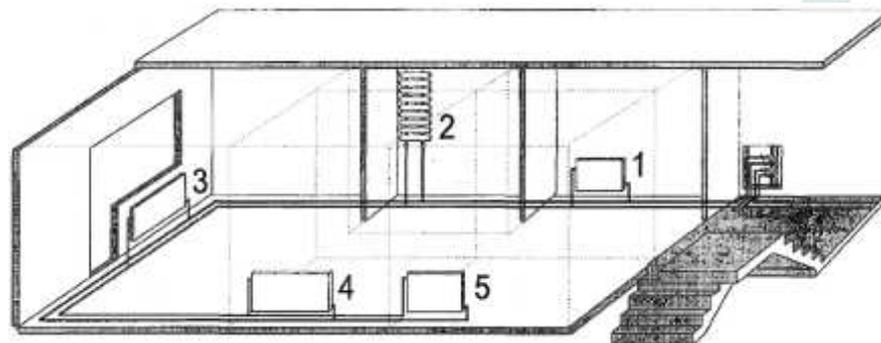


Рис. 15. Схема подключения полотенцесушителей при коллекторной разводке системы отопления

4. Основные критерии выбора насосного оборудования для систем отопления.

Для обеспечения циркуляции теплоносителя в системах отопления используются специальные циркуляционные насосы.

Циркуляционные насосы предназначены для обеспечения принудительного движения жидкости по замкнутому контуру. В частности, это может быть замкнутая герметичная система отопления здания. При этом конфигурация в пространстве принципиального значения не имеет.

Циркуляционные насосы создают определенный перепад давления в месте установки. Перепад давления служит для преодоления суммы всех гидравлических потерь на трении в трубопроводах, то есть за счет него жидкость поддерживается в постоянном движении. Для определения фактического давления перепад давления суммируется со статическим давлением. Но из-за различных потерь на трение в трубопроводах, запорно-регулирующей арматуре, котле и у потребителей в каждой точке системы возникает свое рабочее давление.

Отопительные системы осознанно эксплуатируют при избыточном давлении. Таким образом, предотвращается образование пузырьков пара даже при критическом режиме работы. Благодаря избыточному давлению исключается проникновение воздуха снаружи в водную систему.

Вода как средство переноса тепла

Важнейшим качеством любого теплоносителя является его теплоаккумулирующая способность. Для воды при температуре от 0° до 100°С средняя удельная теплоемкость имеет следующее значение:

$$c = 4,19 \text{ кДж / (кг}^\circ\text{К)} \text{ или } c = 1.16 \text{ Вт / ч}$$

Формула для вычисления передаваемого или отводимого количества тепла имеет следующий вид:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Количество тепла Q измеряется в Дж и представляет собой произведение массы m теплоносителя, измеренной в кг, удельной теплоемкости C и разницы температур, измеренной в °К.

Масса теплоносителя равна произведению объема V , измеренному в м³, на плотность воды ρ , измеренную в кг/м³.

$$Q = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t$$

Где, Δt - разность температур на входе и на выходе системы, °К, $\rho = 1 \text{ кг/дм}^3$ при температуре от 4 °С до 90 °С

К сведению: 860 ккал = 1 кВт; 1 К = 1 °С

Выбор насоса

Сопротивление сети трубопроводов ведет к потере давления переданного жидкости по всей длине сети. Характеристика протекания жидкости в системе показывает общее сопротивление потоку: причиной сопротивления сети трубопроводов являются трение воды по стенкам трубы, трение капель воды между собой изменениями направления движения в арматуре. При изменении объема перекачиваемой жидкости, например, вследствие открытия или закрытия термостатических вентилей, изменяется также скорость воды и соответственно сопротивление сети трубопроводов.



Рис.16. Рабочая точка насоса

Там, где характеристика насоса пересекается с характеристиками сети, называется актуальной точкой системы отопления. Это говорит о том, что в этой точке имеет место равновесие между напором насоса и сопротивлением сети трубопровода. Из этого следует, что при изменении производительности, которую может обеспечить насос, рабочая точка также изменится.

Отопительный контур, имеющий максимальное падение давления ΔP_{max} , является определяющим при выборе насоса. Напор H , создаваемый насосом, должен покрывать полное падение давления в этом контуре (с учетом падения давления в подводящих магистралях, регулировочных клапанах и т.д., самом насосе, отопительном котле и гравитационную составляющую падения давления тех участков, где она выступает в роли сопротивления). Максимальное падение давления в системе и суммарный объемный расход определяют рабочую точку насоса (напор и подачу соответственно). Насос выбран правильно, если рабочая точка лежит на характеристике насоса при его максимальной частоте вращения в области максимального КПД насоса (наилучшей подачи), или близка к этой точке.

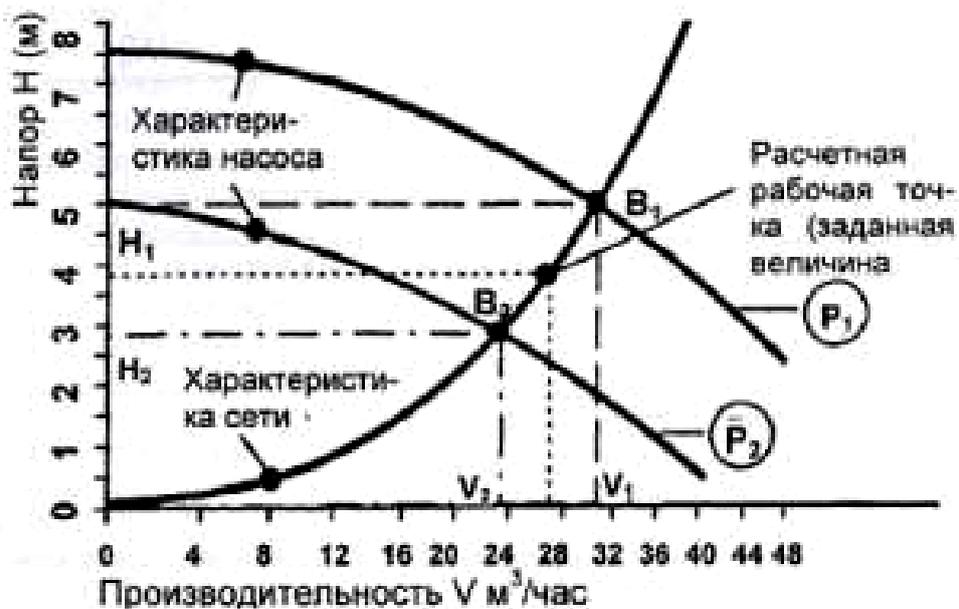


Рис.17. Расчетная точка.

Если расчетная точка попадает в промежуток между линиями характеристик двух ближайших по параметрам насосов, следует выбирать насос меньшей мощности.



Рис.18. Диаграмма мощности

Оснащенная термостатическими клапанами система является саморегулирующейся. Распределение потоков теплоносителя осуществляется в зависимости от потребностей каждого помещения. Тем не менее, предварительное уравнивание потерь давления в ряде случаев обязательно. Контуры, потеря давления в которых значительно меньше ΔP_{max} , необходимо дросселировать дополнительными ручными вентилями.

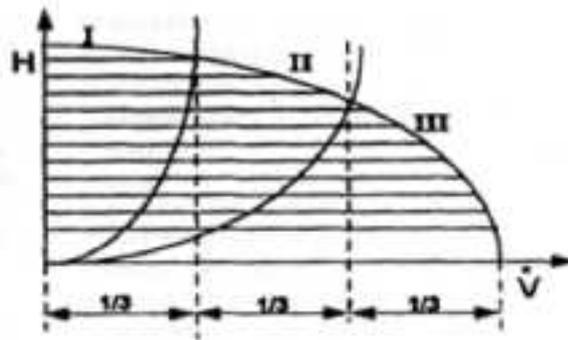


Рис.19. Оптимальное расположение рабочей точки

При подборе подходящего насоса следует иметь в виду, что рабочая точка должна находиться в средней трети диаграммы рабочих линий насоса. Не следует устанавливать более мощный насос, чем это требуется для безупречного теплообеспечения здания.

Подбор производительности насоса

Поток теплоносителя через магистраль равен сумме потоков теплоносителя всех ее контуров. Циркуляционный насос подбирается таким образом, чтобы при требуемом напоре его подача обеспечивала необходимый поток теплоносителя в магистрали. Объемный расход теплоносителя определяется по формуле:

$$V = \sum Q \times 3600 / c \times \rho \times \Delta t, \text{ где:}$$

ΣQ - суммарная тепловая мощность всех контуров магистрали, Вт; V - объемный расход теплоносителя через магистраль, м³/ч; c - теплоемкость теплоносителя при данной температуре кДж / (кг°K); ρ - плотность теплоносителя при данной температуре, кг/м³; Δt - допустимое падение температуры теплоносителя в контурах магистрали, °K.

Напор насосов

Жидкость должна транспортироваться в любую точку системы отопления, так как напор насоса должен превосходить сумму всех потерь в трубопроводе, то есть потери напора. Они рассчитываются по формуле:

$$\Delta P = R \cdot L + Z$$

где

ΔP - потери напора, Па;

R -линейная потеря давления на 1 м длины, Па/м

L - общая длина трубопровода до самого удаленного нагревательного элемента, м;

Z - падение давления при преодолении местных сопротивлений на фитингах и арматуре, Па;

$$Z = \Sigma \xi \cdot (V^2 / 2) \cdot \rho$$

Где

$\Sigma \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода

V - скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с ρ - плотность воды, кг/м³

Гидравлические характеристики элементов отопительной системы (труб, отопительных приборов, вентилей, клапанов, включая термостатические) представлены в справочных изданиях фирм-изготовителей и разработчиков нормативной документации.

Следует обратить внимание, что величина R имеет квадратичную зависимость от скорости движения теплоносителя по трубе, что накладывает некоторые ограничения. Поэтому через

фиксированное сечение трубы, возможно, прокачать ограниченный объем теплоносителя.

Потеря давления может быть переведена в метры водяного столба:

$$H = \Delta P / \rho \cdot g ; \text{ где}$$

H - потеря напора, м

g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с²

К сведению: 1 бар = 1 * 10⁵ Па (0.1 МПа)

Для циркуляционных насосов фирмы WILLO предварительный выбор насоса может быть осуществлен по таблицам каталога WILLO.

Совместная работа нескольких насосов Вся прежняя информация относилась к центробежным насосам с одним рабочим колесом. Но на практике возникают ситуации, при которых одинарный насос не может выполнять поставленные задачи. В таких случаях устанавливаются или два насоса или один большей мощности. В зависимости от поставленных задач насосы устанавливают или в последовательном (рис 20.) или в параллельном включении (рис 21.)

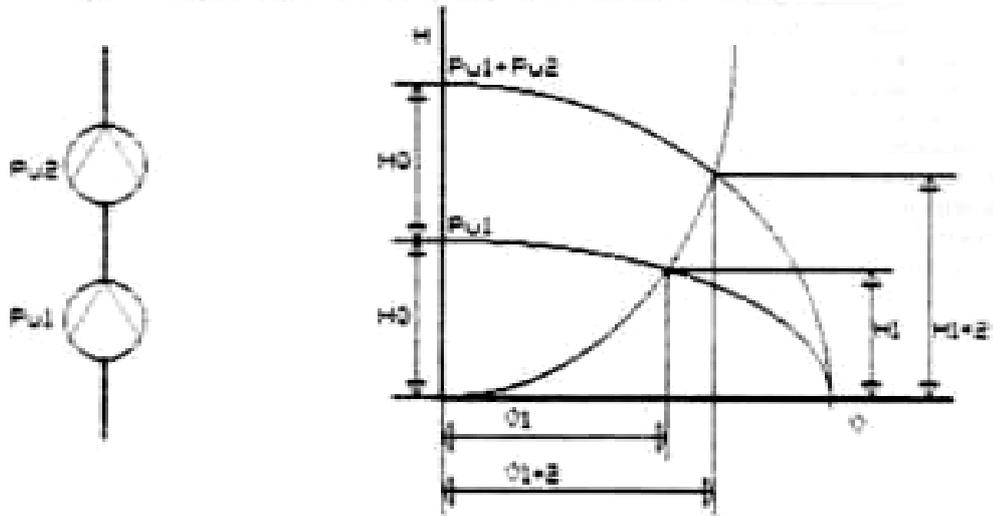


Рис. 20. Два одинаковых насоса при последовательном режиме работы. Только при нулевой подаче происходит удвоение напора.

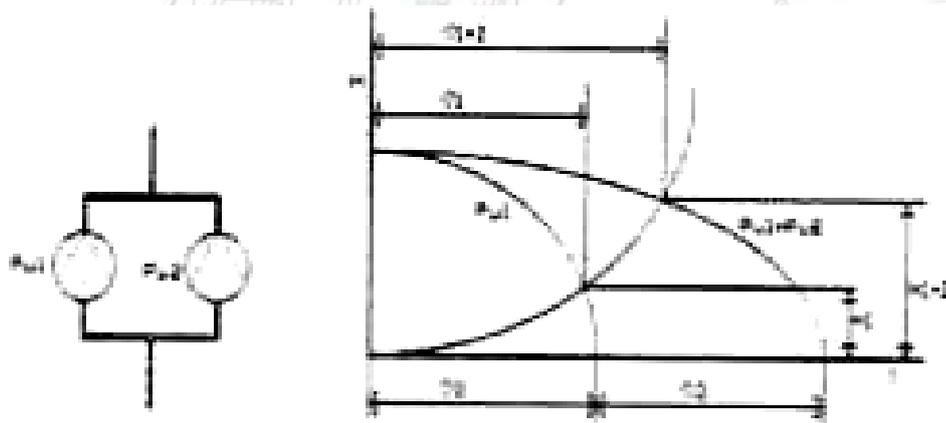


Рис. 21. Два одинаковых насоса при параллельном режиме работы. Только при нулевом напоре происходит удвоение подачи.

Следует обратить внимание на часто встречающиеся заблуждение что, два одинаковых насоса при последовательном режиме работы будут давать удвоенный напор, и что два одинаковых насоса при параллельном режиме работы будут давать удвоенную производительность.

5. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ПОЛОМ

5.1. Преимущества СОП.

- Системы отопления попом (СОП) бурно развиваются в последние годы и смогли завоевать всеобщее признание как идеальные системы отопления. Системы отопления полом наилучшим образом отвечают требованиям, предъявляемым к современным системам отопления.
- Применение современных энергосберегающих технологий для производства тепла при использовании низкотемпературных нагревателей приводит к заметной экономии энергии. Никакой

другой тип отопления кроме отопления полом не в состоянии обеспечить столь высокий уровень комфорта, эстетики и экономии энергии в сочетании с практически неограниченным сроком службы.

- Сухие аргументы могут говорить о многом. СОП по сравнению с радиаторными или конвекторными системами, позволяет экономить от 25% до 40% эксплуатационных расходов. Конкретная величина зависит от проектных решений дома и квалификации проектировщика.

- Не отрицая важности стремления разработчиков энергосистем к повышению их экономичности и экологичности, необходимо все же уточнить, что главной идеей систем отопления полом было создание максимально удобной для человека среды. Температурный комфорт для человека достигается поддержанием теплового равновесия между выделяемым его организмом количеством тепла в окружающую среду и теплоотдачей системы отопления.

- На основании теплофизических исследований тела человека была построена идеальная кривая распределения температуры по высоте помещения, соответствующая максимальному тепловому комфорту. Сравнение графиков распределения температур при различных способах отопления показывает, что температурный график систем отопления полом наиболее близко подходит к идеальной кривой, по сравнению с другими системами отопления.

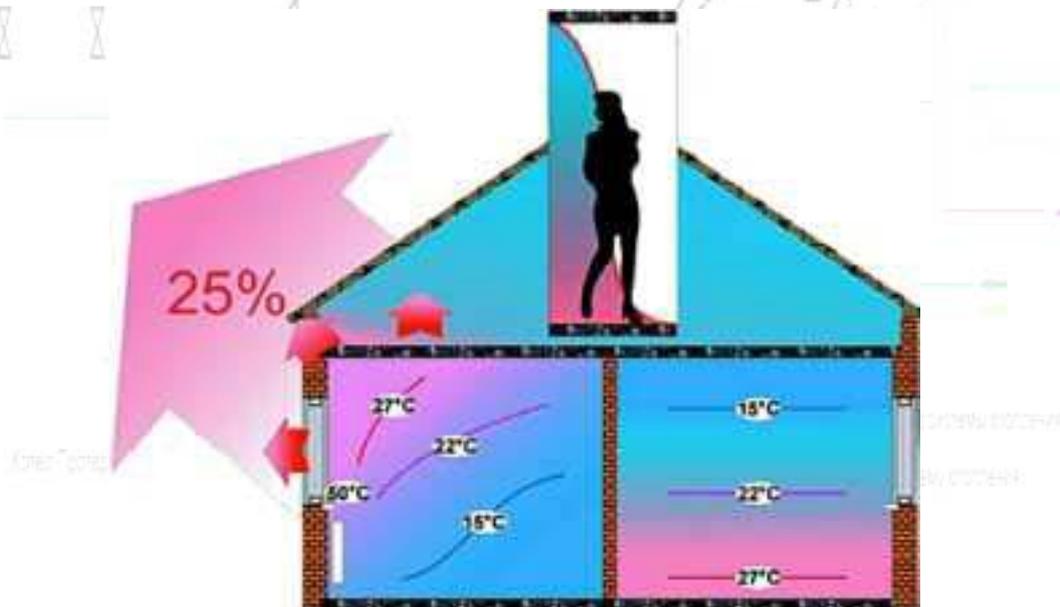


Рисунок 5.1. Идеальная кривая, а также пола и радиаторов

- Одним из основных факторов при выборе систем отопления являются здоровье и гигиена. В случае отопления полом теплообмен идет преимущественно путем пассивного излучения тепла, что практически исключает циркуляцию пыли, характерную для систем с мощными конвекционными потоками (в частности, отопление радиаторами и конвекторами). Кроме того, подогрев поверхности пола уничтожает питательную среду для бактерий и пылевых клещей. Таким образом, системы отопления полом в значительной мере способствуют созданию физиологически благоприятного и гигиенически безопасного климата в помещении.

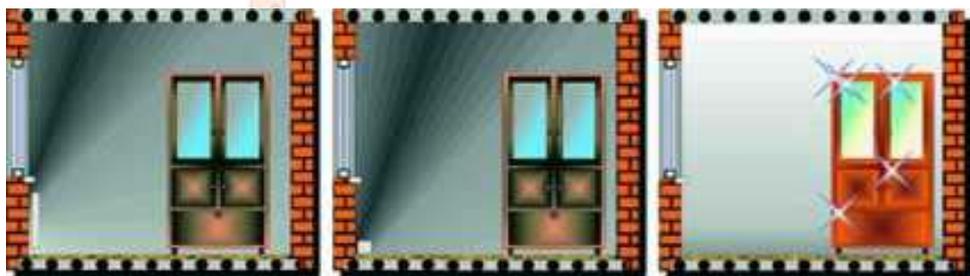


Рис 5.2

- Нельзя не коснуться эстетической стороны вопроса. Очевидным преимуществом отопления полом является отсутствие видимых нагревательных приборов, снимающее всяческие ограничения со стилевых решений интерьера.
- Очень важно отметить, что ребенок, никогда не получит неприятностей или ожога, что может случиться при касании о радиатор, или конвектор.

5.2. Конструкция теплого пола

Нагревательным элементом в системе отопления полом является термически изолированная от неэффективных утечек тепла (вниз и в стороны), как правило, бетонная пластина, нагреваемая вмонтированным в нее змеевиком, в котором циркулирует горячий теплоноситель. Существуют различные варианты конструктивного решения такого нагревателя, мы рассмотрим наиболее популярный из них. Его слоистая структура представлена на схеме. Параметрами нагревателя являются:

- полная тепловая мощность (тепловой поток) Q , Вт
- удельная тепловая мощность (плотность теплового потока) q (тепловая мощность, развиваемая единицей площади нагревателя), Вт/м².
- полезная площадь F_p (эффективная площадь зоны, занимаемой змеевиком), м².

$$Q = q \times F_p, \text{ Вт}$$

- температура поверхности пола (покрытия) t_p , °C .
- температура теплоносителя (средняя) t , °C.
- монтажное расстояние b , м.
- длина змеевика L , м .

Допустимые температуры поверхности полов t_p при отоплении полом зависят от обуви, покрытия пола, частоты использования помещения, а также от активности и времени пребывания людей в помещении. В соответствии с этим определены максимальные допустимые значения для температуры поверхности пола:

- для областей постоянного пребывания людей в жилых либо служебных помещениях: $t_p = 29-31^\circ\text{C}$
- для ванных комнат: $t_p = 33^\circ\text{C}$
- для участков, прилегающих к внешним стенам: $t_p = 35^\circ\text{C}$

Достижение определенной температуры поверхности обуславливается величинами b и t , а также тепловым сопротивлением покрытия пола R .

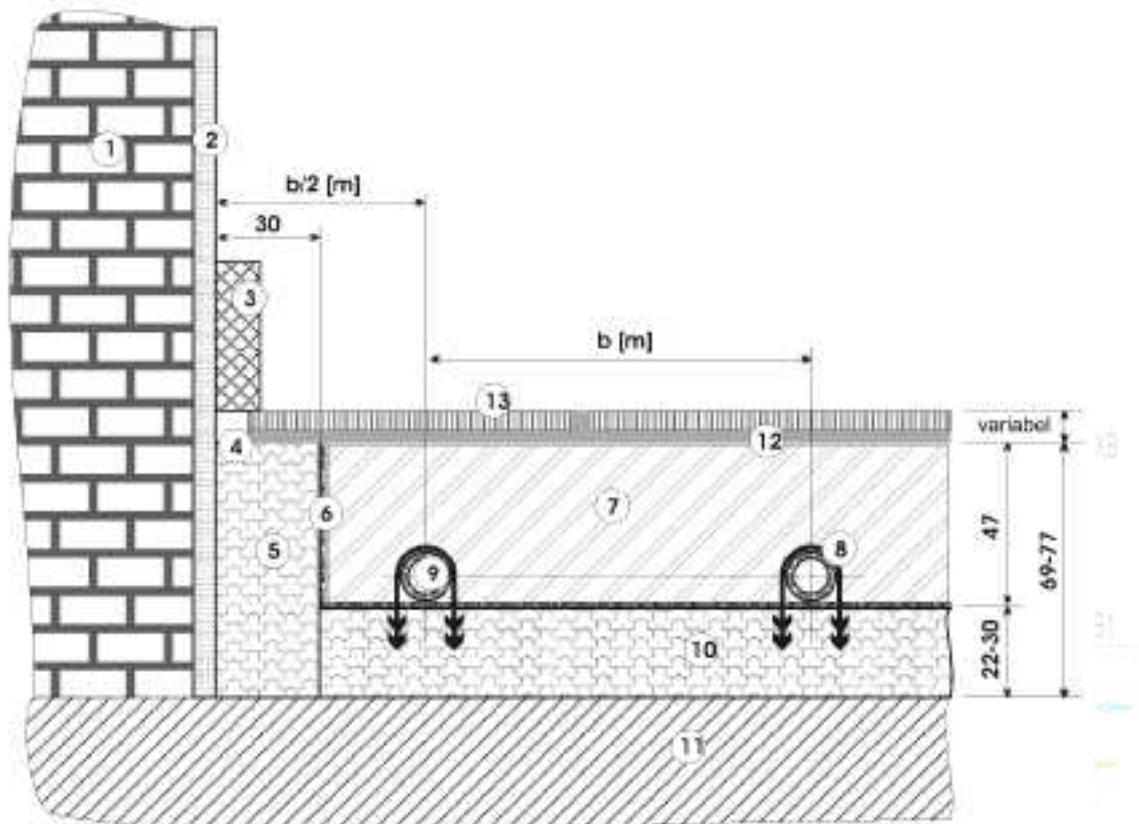


Рисунок 5.3. Конструкция пола отопления в разрезе

1. Стена
2. Штукатурка
3. Плинтус
4. Эластичная щелевая замазка
5. Изолирующий плинтус
6. Полиэтиленовая пленка
7. Настил DIN 18560
8. Якорный крепеж
9. Медная 14x1 или металлопластиковая труба 16x2
10. Термоизолирующий настил
11. Несущий настил
12. Раствор для тонкого настила
13. Тонкий настил (Покрытие)

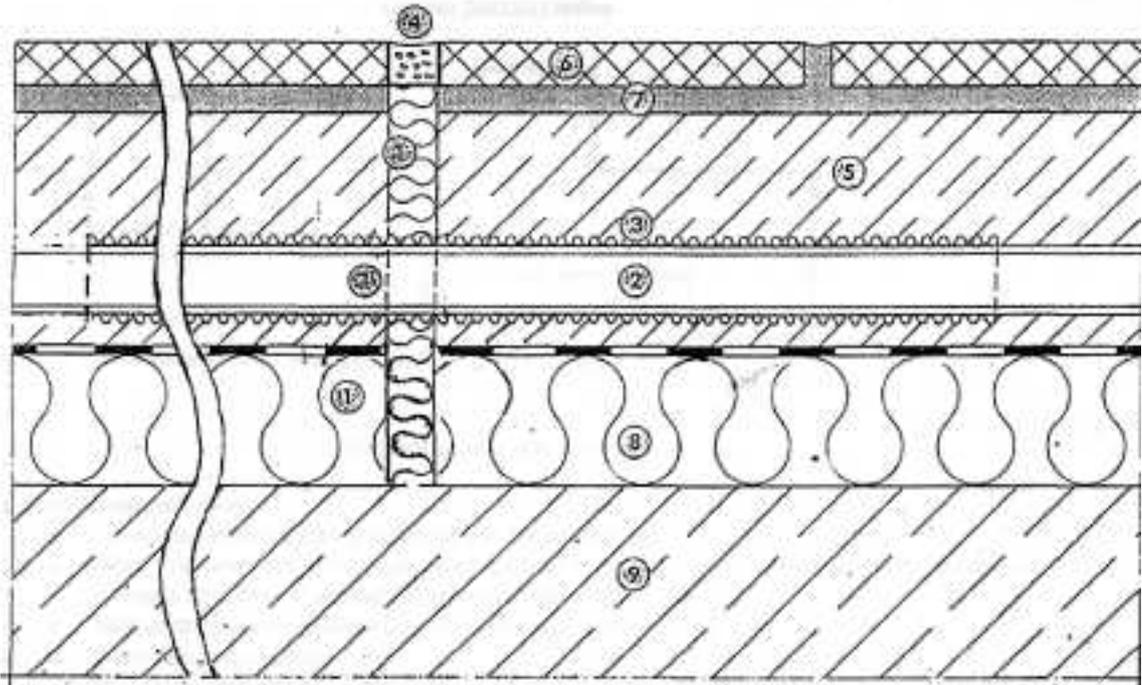


Рисунок 5.4. Конструкция компенсационного шва в разрезе

1. Компенсирующий шов из пенополиэтиленовой ленты
2. Медная 14x1 или металлопластиковая труба 16x2
3. Защитная гофрированная труба
4. Эластичная щелевая замазка
5. Настил DIN 18560
6. Кафель
7. Раствор для тонкого настила
8. Термоизолирующий настил
9. Несущий настил

Компенсация движения стяжки

В любой пластине отопления возникают движения, которые происходят преимущественно из за усадки и температурных удлинений. Эти движения осуществляются преимущественно в направлении основного удлинения пола т.е. в горизонтальной плоскости.

Появления неконтролируемых трещин и выпячиваний, возникающих в стяжке в результате таких движений, можно избежать путем ограничения площади стяжки и правильного расположения специальных разделительных швов.

Удлинение, вызванное изменением температуры, рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta L = a \times L \times \Delta t$$

Где a - коэффициент линейного расширения, К-1

L - начальная длина плиты, который может претерпеть удлинение, м

Δt - разница температуры работы и температуры при монтаже, К

$$a = 1.1 \times 10^{-5}$$

Компенсацию температурных удлинений следует учитывать на стадии проектирования. Необходимо правильно составить план расположения швов.

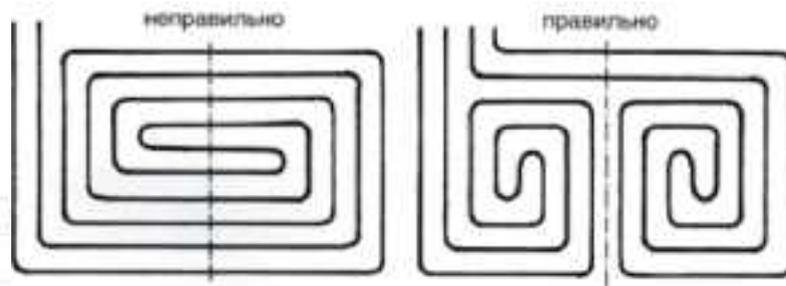


Рис 5.5. Деформационный шов

Расположение швов

- По краям стяжки для компенсации расширения.
- Для ограничения площади, занимаемой стяжкой (не более 40 м²; максимальная длина стороны 8 м; соотношение сторон $a/b > 1/2$).
- Над деформационными швами несущих конструкций.
- В дверных проемах.
- При сложной конфигурации пола.

Неправильное расположение и устройство швов является наиболее распространенной причиной появления дефектов стяжки.



Рис 5.6. Устройство швов в конструкции пола

Необходимо согласовать схему укладки и расположение стяжек:

- Контур должен быть уложен так, чтобы трубы не пересекали деформационные швы.
- Только подводящие трубы могут пересекать деформационные швы.
- В местах пересечения трубы со швом ее необходимо укладывать в защитной гофрированной трубе по 20 см от шва с каждой стороны.
- При использовании твердых покрытий для пола, например керамической плитки шов должен подниматься до поверхности пола.

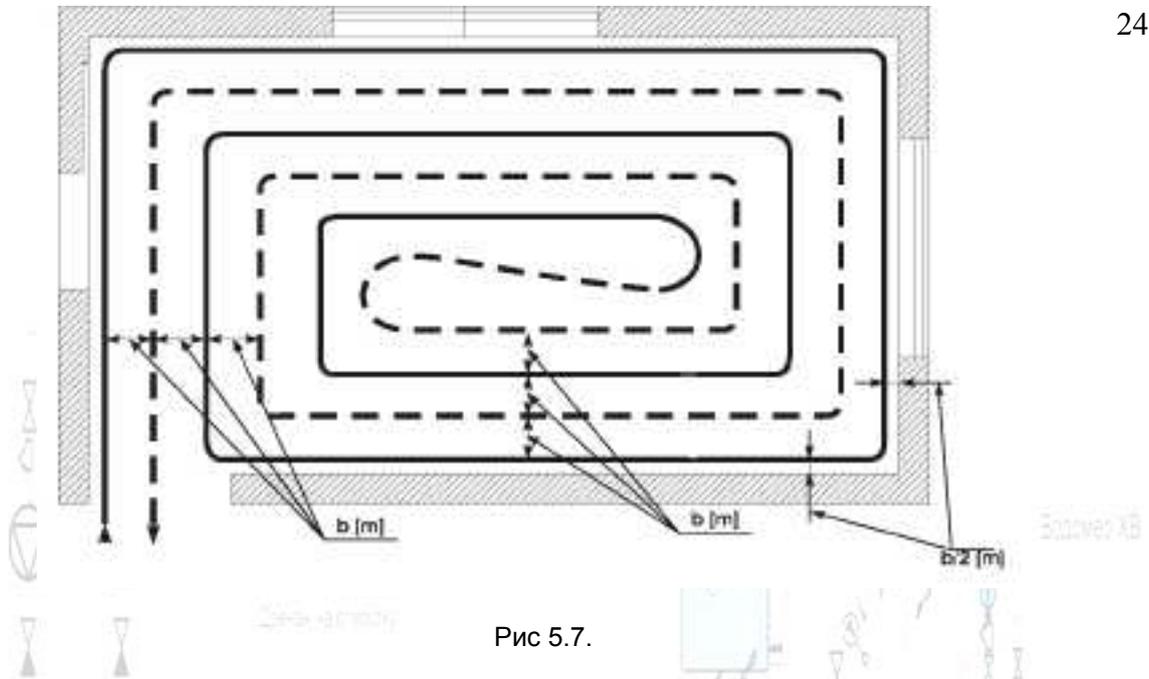


Рис 5.7.

- При зигзагообразной укладке горячий теплоноситель поступает в змеевик, как правило, у внешней стены помещения и непрерывно охлаждается при протекании по трубам. Поэтому в месте поступления теплоносителя (начале змеевика) достигается большая температура поверхности и, как следствие, большая теплоотдача. Далее вглубь помещения вследствие охлаждения теплоносителя уменьшается температура поверхности пола и плотность теплового потока q . Для достижения достаточной температурной равномерности, требуется повысить скорость теплоносителя в змеевике, следовательно, необходимо применение циркуляционного насоса с большей производительностью, чем при аналогичном нагревателе со спиралевидными змеевиками.
- Второй важной особенностью зигзагообразной укладки является возможность ее применения для обогрева наклонных участков (в т.ч. стен), при этом зигзаги должны быть расположены горизонтально перпендикулярно направлению наклона поверхности, а подводящие трубы отходить от зоны змеевика с наивысшим уровнем.

Типы укладки змеевиков.

- Конфигурации змеевиков можно разделить на два основных типа: зигзагообразные и спиралевидные змеевики. Разумеется, возможны любые их сочетания. Каждый из двух типов имеет свои характерные особенности.
- При спиралевидной укладке трубы с противоположными направлениями потоков чередуются, причем наиболее горячий участок трубы соседствует с наиболее холодным. Возникающее при этом термическое взаимодействие приводит к равномерному распределению температуры и равномерной передаче тепловой мощности. Спиралевидная укладка не может быть применена в зонах, имеющих линейный уклон. При неправильном расчете, если для соответствующего напольного покрытия, расстояние между витками больше требуемого, во-первых, мощность нагревателя будет недостаточной, а во-вторых, будет наблюдаться эффект полосатого пола: полоса теплого пола, полоса холодного. Последнее обстоятельство кроме прочего отрицательно сказывается на напольном покрытии. Если следствием неправильного расчета явилось уменьшение расстояния между витками, это существенно скажется на расходе материала. Мощность при этом не возрастет, так как во-первых, она ограничивается термостатикой, а во-вторых, при шаге укладки менее 100 мм проявляется эффект теплового моста и температура подачи будет сравнима с температурой на выходе из змеевика.

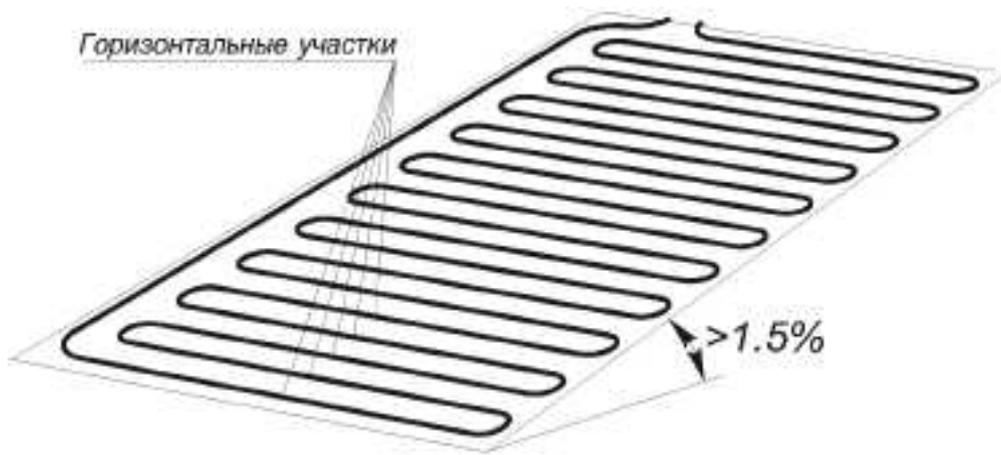


Рис 5.8.

- Не существует иных ограничений на использование различных типов укладки и их комбинаций. Однако в большинстве случаев спиралевидная укладка является более предпочтительной ввиду более равномерного прогрева пола и использования менее мощного насоса.

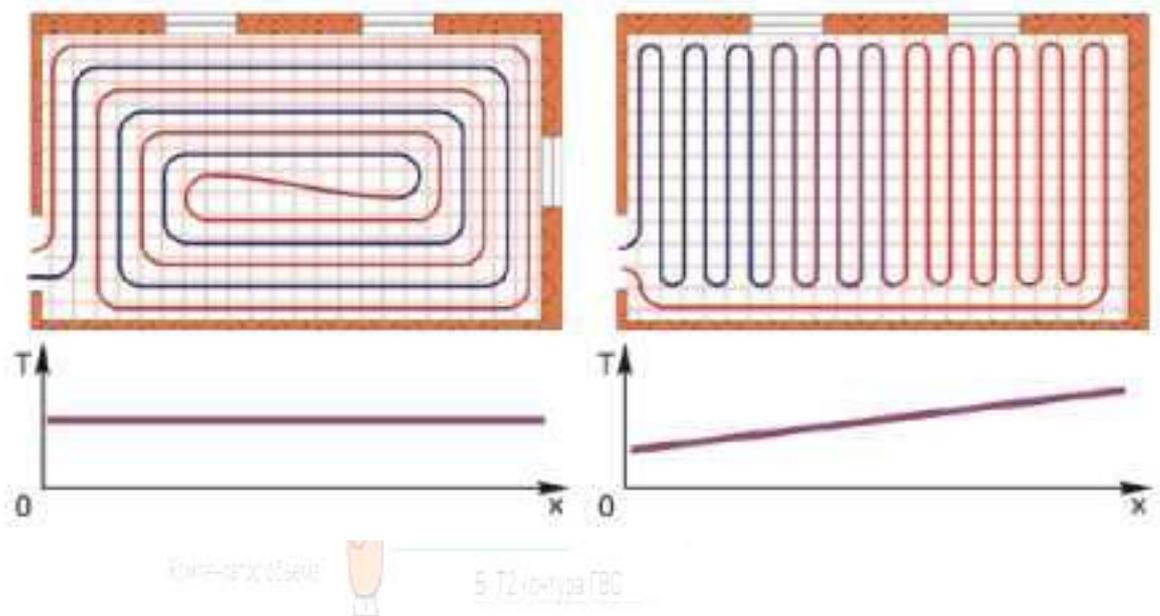
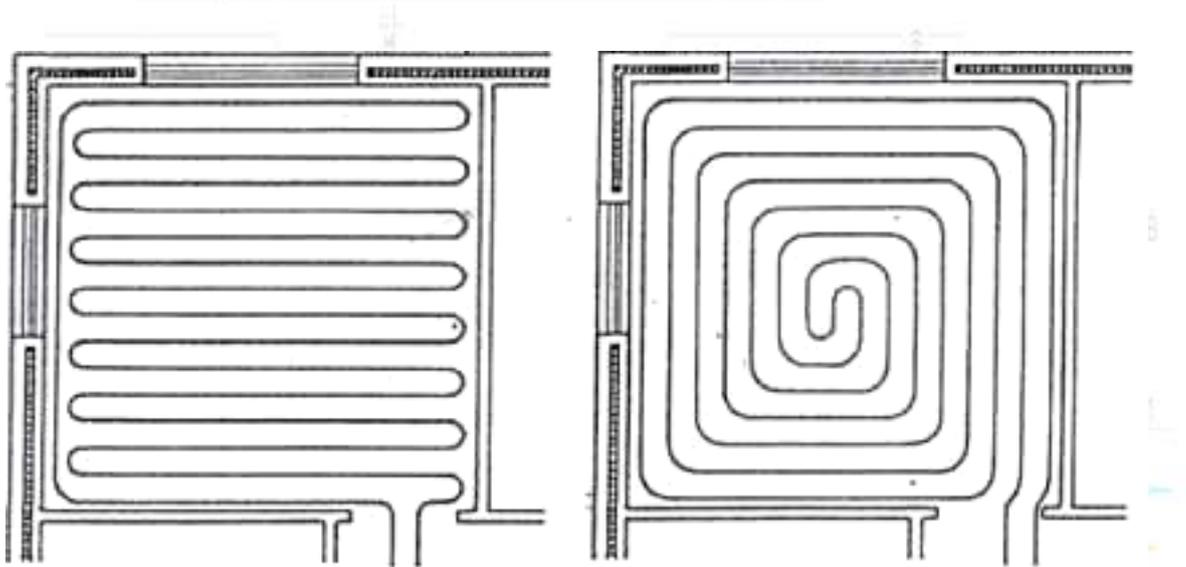


Рис 5.9. Распределение температуры при разных типах укладки

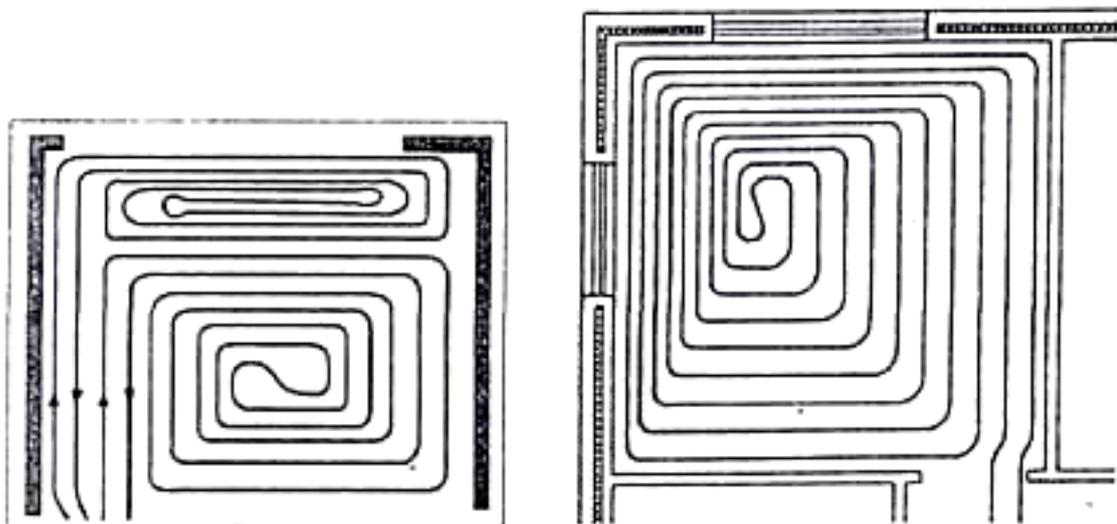
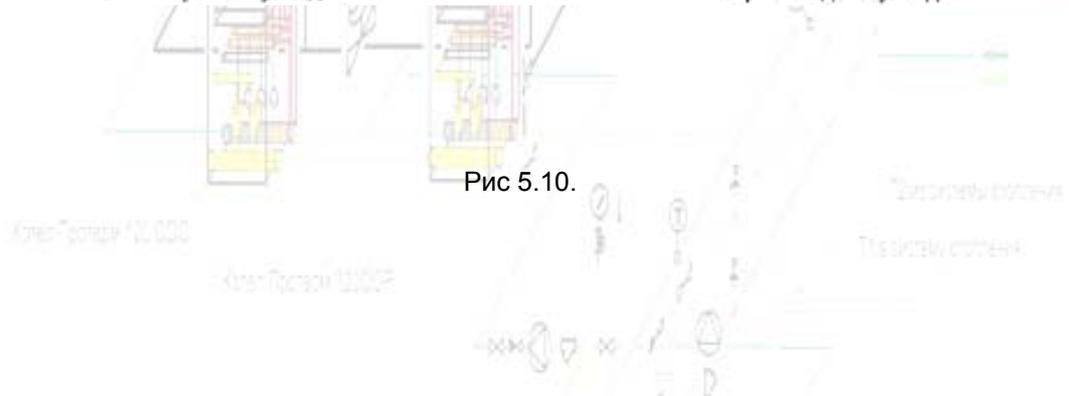
Различные варианты укладки контуров отопления полом

Схема трубопровода тепло и водоснабжения теплогенераторной



Зигзагообразная укладка

Спиралевидная укладка



Граничная зона получена за счет отдельного греющего контура с уплотненными витками

Греющий контур уложен спирально с большей плотностью у внешних стен

Рис 5.11.

Схема трубопровода тепло и водоснабжения теплогенераторной

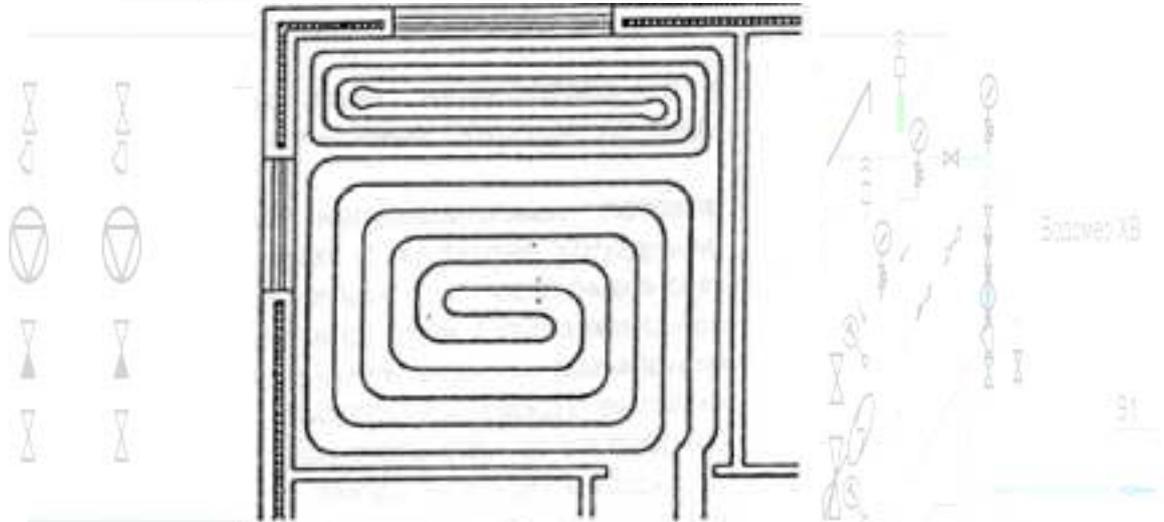


Рис 5.12.

Граничная зона получена за счет того же контура

5.3. Технологические требования.

Требования к несущему настилу

Несущий настил должен удовлетворять статическим и динамическим условиям нагрузки, зависящей от использования помещения. Высота расположения и ровность поверхности несущего настила должны соответствовать допускам неровности требований DIN18202 "Допуски при строительстве". Согласно этим требованиям в зависимости от расстояния между точками измерения допустимы допуски неровности поверхности. Допуск неровности по площади, занимаемой одним змеевиком не должен превышать ± 5 мм. При нарушении данного требования может возникнуть проблема не только с запуском данного участка СОП, но и с его последующей работой.

При неправильном монтаже или недостаточно ровной поверхности несущего пола некоторые участки трубы змеевика могут оказаться выпуклыми вверх. Скапливающиеся в таких местах газы создают газовые пробки, резко увеличивающие гидравлическое сопротивление отопительного контура и снижающие теплоотдачу трубы в этих зонах. Газовые пробки могут стать причиной полной остановки потока в змеевике, если возникающее в контуре падение давления превысит располагаемый напор. Способы и рекомендации по удалению воздуха из систем отопления при запуске и эксплуатации, приведены ниже в пункте "[Регулировка и запуск системы отопления полом](#)".

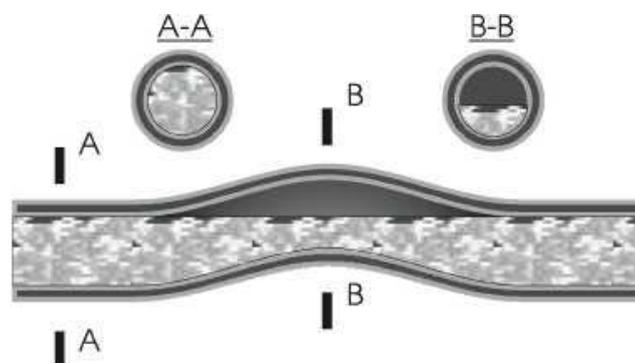


Рис 5.13.

Трубы и электропроводка, которые размещены на несущем настиле, должны быть закреплены. Затем с помощью выравнивающего слоя следует создать плоскую горизонтальную поверхность, так чтобы была возможна укладка теплоизолирующего слоя по всей площади. Для этого следует запланировать требуемую конструкционную высоту. Для выравнивания уровня пола не следует применять сыпучие материалы (как, например, строительные отходы или песок). Если отопляющая полем конструкция должна содержать заметные уклоны ($>1.5\%$), например, в душе, то эти уклоны следует изготовить в несущем настиле, чтобы выполнить требование равномерной толщины отопляющего настила. При этом укладка змеевиков должна быть выполнена таким образом, чтобы исключить возможность их завоздушивания (см. Рис.). Зазоры подвижки в несущем настиле (строительные зазоры) должны иметь одинаковую по всей протяженности ширину, иметь очерченные канти и пролегать прямолинейно. Максимально допустимые линейные размеры не разделенных зазорами подвижки пластин составляют 8м. Несущий слой перед настилом системы отопления полом должен быть сухим.

Уплотнения против конденсата и грунтовых вод (гидроизоляция) должны быть спланированы архитектором в соответствии с DIN18195, и должны быть установлены перед настилом системы отопления полом. При использовании PVC- либо битумосодержащей гидроизоляции следует под термоизоляционные пластины из жесткого пенополистирола (PS) настелить разделяющий слой (например, картон, полиэтиленовая пленка) для снижения размягчающего действия на эти пластины.

Требования к используемым материалам конструкций пола. Трубы

Труба должна соответствовать, по меньшей мере, следующим техническим требованиям:

- Отсутствие кислородной диффузии
- 100-процентная герметичность
- Коэффициент линейного расширения меньше либо равен $0,025 \text{ мм/мК}$
- Показатель теплопроводности = $0,43 \text{ W/mK}$
- Возможность изгиба вручную
- Иметь достаточную длину для укладки змеевиков нужной длины без единого стыка
- Срок службы при данных условиях эксплуатации должен быть соизмерим со сроком службы внутренних конструкций здания

Для этих целей как нельзя лучше подходят медные и металлопластиковые трубы.

Крепеж

Труба внутри пола должна располагаться строго горизонтально из шагом согласно расчету. Поэтому она должна быть предварительно закреплена на поверхности утепляющего слоя. Для этих целей может быть использован якорный крепеж.

Требуемое количество якорного крепежа для труб пропорционально длине используемой трубы с учетом того, что среднее расстояние между точками закрепления трубы составляет 0.3 - 0.5 м.

Термоизоляция

Нагревательная пластина должна быть теплоизолирована как со стороны несущего настила, так и по всему периметру стен. При этом толщина слоя теплоизоляции и его плотность не может быть меньше определенных величин.

В качестве термоизоляции рекомендуется использовать пенопласт плотностью не менее 25 kg/m^3 .

Толщина изолирующего слоя системы отопления полом, монтируемой на грунтовом полу или над не отапливаемым помещением, должна быть не менее 30 мм, над теплым помещением, не менее 22 мм.

По всему периметру, между нагревательной пластиной и наружными и внутренними стенами необходимо прокладывать либо демпферную ленту, либо тонколистовой пенопласт, для того чтобы исключить образование теплового моста между пластиной и стенами.

Пластификатор

Обычный состав бетона не совсем подходит для создания пластин отопления полом. Поэтому для улучшения его механических и физических свойств необходимо применять специальную присадку, пластификатор.

Напольные покрытия

- В качестве покрытий для полов со смонтированной СОП могут использоваться как пластины из натурального камня и керамические плитки, так и текстильные и эластичные покрытия. Также возможно использование паркета. Применение паркета в помещениях с отоплением полом требует соблюдения нормы влажности паркета на момент укладки, не менее 4%. Существует специальный тип паркета, инженерный. Он состоит из мелких пластин, на которые наклеен паркет.
- Следует обращать внимание на то, чтобы применяемые материалы, особенно текстильные покрытия, были оценены производителем как подходящие для подобных систем и имели соответствующие обозначения. Половое покрытие является дополнительным слоем, влияющим на теплопередачу, поэтому в соответствии с DIN4725 необходимо проследить, чтобы величина теплового сопротивления материала не превышала допустимого значения $R \geq 0.15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$.
- Применение данного конкретного материала обязательно должно быть согласовано во время проектирования.
- Текстильные половые покрытия, линолеумы, покрытия из дерева в форме паркетной доски либо паркетных пластин должны быть приклеены по всей площади подходящим термоустойчивым клеем. Это даст гарантию полной отдачи тепловой мощности СОП.

Пиктограммы, обозначающие пригодность покрытий для полов отопления.



5.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ПОЛОМ

Основой любого расчета системы отопления является расчет тепловых потерь помещения, выполненный в соответствии с нормативными методиками. Основой такого расчета являются: масштабные планы этажей, вертикальные сечения, данные об использованных материалах и строительных конструкциях, данные о желаемой либо соответствующей СНиП температуре внутри помещения и климатической зоне, в которой находится здание, а также о наличии и тепловой мощности дополнительных и паразитных источников тепла, если их влияние существенно. Для расчета системы отопления полом дополнительно должны быть известны половые покрытия и их тепловые сопротивления R^{λ} , либо для расчета принимаются соответствующие нормативные тепловые сопротивления $R_x = 0.1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ для жилых помещений и $R_x = 0.0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ для ванных комнат.

Возможны случаи, когда при недостаточном утеплении помещения либо малой эффективной площади выясняется, что отопление полом не может полностью покрыть все теплопотери, и требуется установка дополнительных нагревателей. Обычно это связано с нарушением норм проектирования или строительства. В этой ситуации система отопления полом работает совместно с иными источниками тепла. Возможно применение отопления стен и межкомнатных перегородок, что позволяет добиться желаемого результата.

Выбор монтажного расстояния

Полученная на основании теплового расчета требуемая полная мощность полового нагревателя (равная теплопотерям помещения либо соответствующей их части при наличии других источников тепла) $Q[W]$ является основанием для определения поверхностной плотности теплового потока $q[W/m^2]$:

$$q = Q/F_p$$

,где:

$Q [W]$ - полная тепловая мощность (тепловой поток);

$q [W/m^2]$ - удельная тепловая мощность (плотность теплового потока);

$F_p [m^2]$ - полезная площадь (эффективная площадь зоны, занимаемой змеевиком). Исходя из выясненных плотностей теплового потока и тепловых сопротивлений применяемых покрытий следует по диаграммам мощности или аналогичным таблицам рассчитать монтажное расстояние между трубками $b[m]$ для каждого змеевика.

Теплоотдача системы отопления пола в помещении является суммой тепловых потоков частичных зон, которые могут включать разные змеевики и иметь различные монтажные расстояния и плотности теплового потока в зависимости от необходимости.

Не рекомендуем монтировать отопление полом, в змеевиках которого значительно нарушается условие: $b > 0.3 \text{ m}$, т.к. при этом неравномерность нагрева поверхности пола становится ярко выраженной и проявляется эффект полосатого пола.

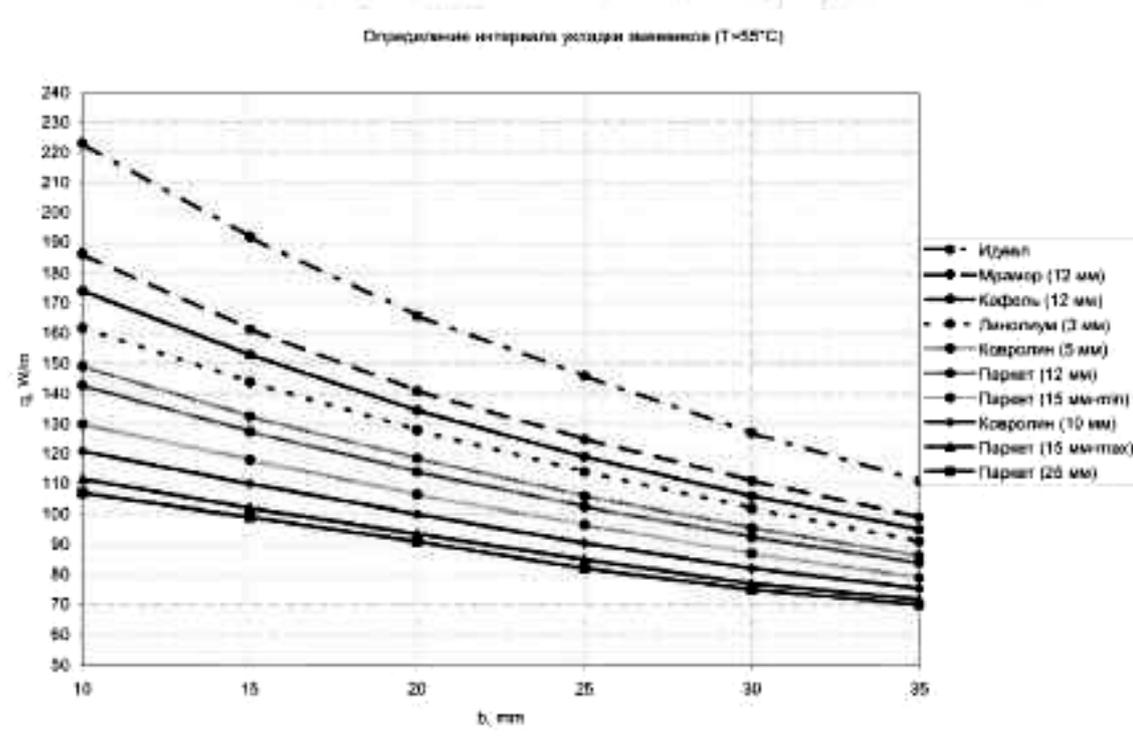


Рис 5.14.

Требуемое для отопления одного помещения количество змеевиков определяется несколькими параметрами:

- размером площади F_p
- необходимой длиной трубы змеевиков, которая, включая соединительные участки между распределителями и змеевиком, не должна существенно превышать 120м для СОП и 180м для климатического пола. Данные величины приведены для того, чтобы помочь избежать ошибок в проектировании тем, кто не имеет возможности с достаточной точностью посчитать гидравлическое сопротивление всей системы и каждой ветви в отдельности.
- Тепловыми потерями помещения: рекомендуемое ограничение мощности одного змеевика $Q=1800W$

Не следует монтировать отопительные контура, имеющие потери давления больше, чем $\Delta P=30kPa$.

Число контуров = (120 м, 30 кПа, 1800 W)

Потери давления в контурах

Потери давления в отопительном контуре определяются суммой потерь давления на местных сопротивлениях и линейных потерь, которые в свою очередь зависят от скорости потока теплоносителя в трубе и длины трубы с учетом соединительных участков между распределителями и змеевиком.

$$\Delta P = R \cdot L + Z$$

,где:

ΔP - потери давления в контуре, Па;

R -линейная потеря давления на 1 м длины, Па/м

L - общая длина трубопровода , м;

Z - падение давления при преодолении местных сопротивлений на изгибах, фитингах и арматуре, Па;

$$Z = \sum \xi \cdot (V^2 / 2) \cdot \rho$$

Где

$\sum \xi$ - сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассчитываемом участке трубопровода

V - скорость теплоносителя в трубопроводе, м/с ρ - плотность воды, кг/м³

Объемный расход теплоносителя:

Объемный расход теплоносителя для всей системы является суммой расходов всех контуров и рассчитывается по аналогичной формуле.

$$V = \Sigma Q \times 3600 / c \times \rho \times \Delta t, \text{ где:}$$

ΣQ - суммарная тепловая мощность всех контуров магистрали, Вт;

V - объемный расход теплоносителя через магистраль, м³/ч;

c - теплоемкость теплоносителя при данной температуре кДж / (кг°K);

ρ - плотность теплоносителя при данной температуре, кг/м³ ;

Δt - допустимое падение температуры теплоносителя в контурах магистрали, °K.

5.5. Узлы подмеса

Для обеспечения требуемой температуры поверхности пола необходима стабилизация и ограничение температуры циркулирующего в змеевиках теплоносителя. Поскольку в большинстве систем отопления начальная температура теплоносителя значительно выше необходимой для СОП, а иногда, кроме того, не является постоянной, в системе должно быть предусмотрено устройство, осуществляющее такую стабилизацию. Несколько вариантов принципиальных схем таких узлов приведено ниже.

- 1 - Циркуляционный насос
- 2 - Трехходовой термосмесительный клапан
- 3 - Термостатический клапан
- 4 - Вентиль предварительной регулировки

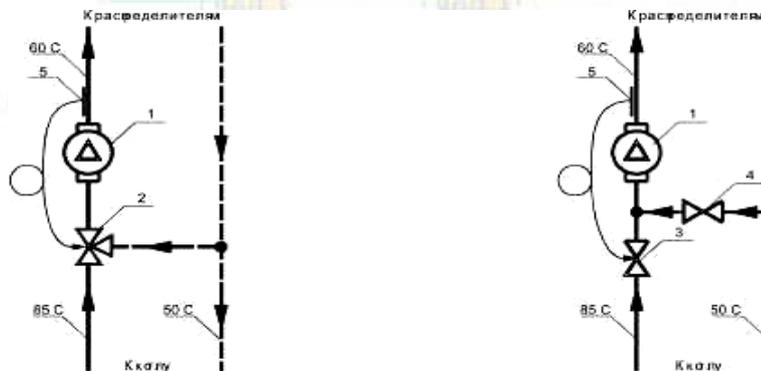


Рис 5.15. Узлы подмеса

Применение какой-то конкретной схемы подмеса, зависит от конкретного проекта и опыта применения данных узлов. Наш опыт говорит о том, что применение узлов подмеса с прямым регулированием, является наиболее выгодным при использовании в системах со смешанным отоплением, где совмещаются СОП и СОП.

Расход материалов Трубы

Удельный расход труб Ц (требуемая длина труб для монтажа 1 м² отопления полом при определенном монтажном расстоянии Б) численно равен величине, обратной значению монтажного расстояния:

$C = 1/5 [м/м^2]$ Соответственно, длина змеевика (расход трубы) пропорциональна занимаемой им площади:

$$L[м] = L_0 \times F_p \text{ Крепеж}$$

Требуемое количество якорного крепежа для труб пропорционально длине используемой трубы с учетом того, что среднее расстояние между точками закрепления трубы составляет 0.3 - 0.5 м.

Термоизоляция

Требуемая площадь термоизолирующего слоя соответствует полезной площади пола F_p . В качестве термоизоляции рекомендуется использовать пенопласт плотностью не менее 25 kg/m³. Толщина изолирующего слоя системы отопления полом, монтируемой на грунтовом полу или над не отапливаемым помещением, должна быть не менее 30 мм, над теплым помещением, не менее 22 мм.

По всему периметру, между нагревательной пластиной и наружными и внутренними стенами необходимо прокладывать либо демпферную ленту, либо тонколистовой пенопласт, для того чтобы исключить образование теплового моста между пластиной и стенами.

Пластификатор

Средний расход пластификатора на 1м² отапливаемого пола составляет 0.16 литра. Состав раствора при этом может быть следующим:

- песок - 200 кг
- цемент М400 -100 кг
- вода - 20 л
- пластификатор GLASCOLITH 500 - 500 г.

5.6 Монтаж нагревательной пластины

Для создания эффективной системы отопления полом необходимо выполнение определенных технологических требований:

- Поверхность основания пола должна быть чистой и ровной. Допускаются неровности и выступы не более 10 мм. В противном случае необходимо произвести выравнивание "чернового" пола с помощью дополнительной выравнивающей стяжки. Полы в помещениях, примыкающих непосредственно к грунту, должны иметь надежную гидроизоляцию. В целом конкретное решение о необходимости гидроизоляции и выборе соответствующего ее типа принимается на месте строительства и в конкретном случае.

После выравнивания поверхности основания и примыкающих к нему участков стен необходимо вдоль боковых стен уложить краевую ленту. Краевая лента должна быть уложена вдоль всех стен, обрамляющих помещение, стоек, дверных коробок, отводов и т.п. Лента должна выступать над запланированной высотой конструкции пола минимум на 20 мм.

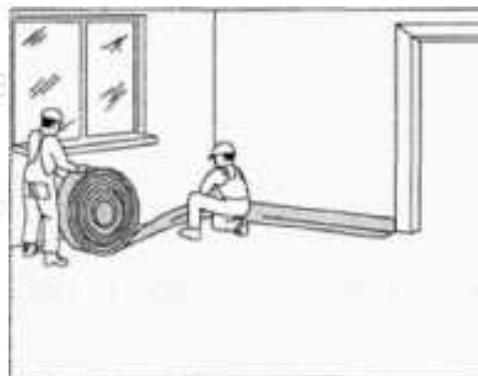


Рис 5.1 6. раскладка краевой ленты

После этого на бетонной конструкции перекрытия необходимо разложить теплоизоляционный материал с фольгелизированным покрытием и с напечатанной сеткой, облегчающей монтаж спиралей труб с определенным в проекте шагом. Начинать укладку пенопласта необходимо с угла комнаты наиболее удаленного от распределительной гребенки. Теплоизолятор укладывается встык, при этом фольга должна быть сверху.



Рис 5.1 7. Раскладка теплоизолятора

В случае если в качестве теплоизоляционного материала используется обычный пенопласт, то перед нанесением стяжки изоляционный слой следует закрыть полиэтиленовой пленкой (толщина 0,2 мм и более). Это необходимо во избежание растекания стяжки по швам изоляционного материала, что приводит к ухудшению тепло и звукоизоляции, и впитыванием изоляционным материалом воды из стяжки, что может ухудшить условия её отвердевания.

В местах стыка полос пленки необходимо обеспечить минимальный перехлест в 8-10 см. Для пенопласта без фольги укрытие пленкой сверху обязательно, пенопласт с фольгой может не накрываться, а пленка может подкладываться под пенопласт, при этом края ее у стен заворачивают и кладут сверху на теплоизолятор. При нанесении плавающей стяжки защитную пленку лучше приклеить или приварить, чтобы обеспечить водонепроницаемость

Трубы раскладываются непосредственно на пенопласте и крепятся при помощи якорного крепежа, вбитого в пенопласт. Для крепления труб можно также использовать направляющие с самоклеющейся пленкой, либо использовать плиты из пенополистирола, уже имеющего выступы для крепления трубы. Направляющие накладываются на пленку или фольгу основанием с самоклеющейся лентой с шагом не менее 1 м. друг от друга. Якорный крепеж устанавливается на расстоянии 0,3-0,5 м. друг от друга. Он удерживает трубу на изоляции за счет зубцов на концах крепления. Вдавливание якорного крепежа в теплоизолятор возможно в ручную, либо с использованием специального инструмента. Перед укладкой трубы один ее конец крепится к распределителю, после чего производится укладка трубы согласно параметрам контура, начиная с внешней стороны змеевика. Доведя трубу до гребенки, ее отрезают с небольшим запасом).

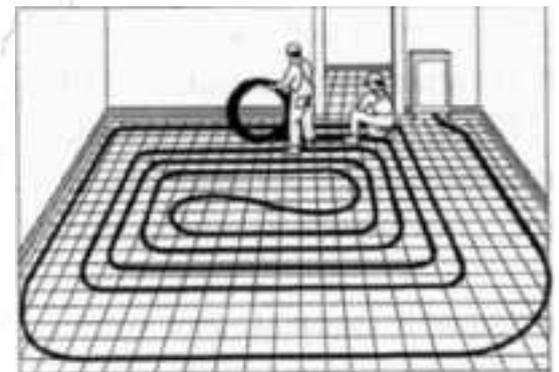


Рис 5.1 8. раскладка трубы

В случае применения половых покрытий из керамики или мраморных плит рекомендуется разложить на трубах сетку с толщиной проволоки 3 мм или больше и размером ячейки 100x100 мм. с целью армирования бетона. Армирование должно быть прервано в районе разделительных швов. Разделительные швы необходимо

применять, если длина бетонной плиты превышает 8 м, минимальная ширина шва должна составлять 5 мм. Перед бетонированием труб необходимо провести испытания продолжительностью 24 часа при давлении 6 бар (см. раздел 1.1.6. испытания). Во время бетонирования трубы должны быть под давлением около 3 бар температура воды около 20С. Эта температура должна оставаться на все дни затвердевания бетона (21-28 дней)

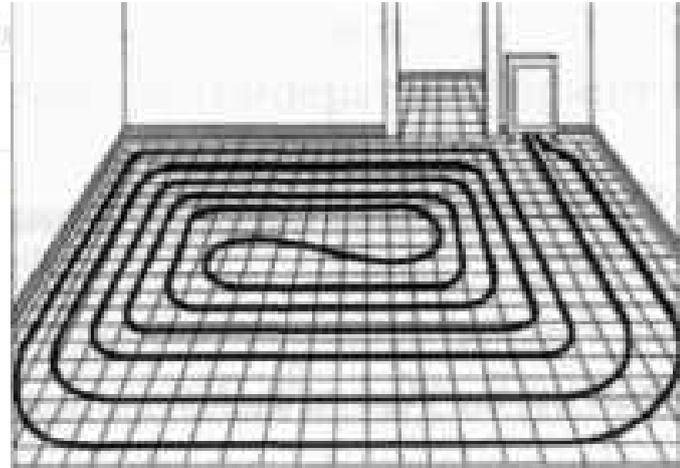


Рис5.19. Испытание на герметичность

Указания к заливке раствором нагревательной пластины

Пластификатор необходимо использовать при заливке раствором нагревательной пластины. Он придает раствору пластичность, предотвращая возможность разрушения бетонного слоя. Поскольку ни уложенная теплоизоляция, ни система теплового распределения не предназначены выдерживать большую нагрузку, должен быть смонтирован слой, распределяющий нагрузку. Чаще всего этот слой состоит из цементно-песочного раствора. Такой настил называется плавающим [отопительным] настилом и должен соответствовать требованиям DIN18560 часть 2. Толщина и класс жесткости либо твердости настила для обычно планируемой при квартирном строительстве интенсивности до 1.5 kN/m² должны выбираться в зависимости от вида выполняемых работ в соответствии с DIN18560 часть 2 таблица 2.

- Регулировка и запуск системы отопления осуществляется после затвердевания бетона, т.е. после 3-4 недель. Начальная температура не должна превышать температуры воздуха в помещении, т.е. около 20°C, после каждого дня эксплуатации необходимо повышать ее на 5°C, пока не будет достигнута проектная величина. Основная задача при запуске системы - удаление из нее воздуха.
- Общая толщина настила должна быть как минимум 45 mm. Возможно применение и настилов иной толщины. Однако толщина настила должна быть не меньше, чем 30mm над трубой. Для строительства помещений другого типа при более высокой интенсивности нагрузки требуются другие установки к толщине и качеству настила.
- Следует, однако, иметь ввиду, что увеличение толщины настила снижает теплоотдачу СОП.
- Армирование цементной стяжки не является обязательным, но желательно. Посредством армирования нельзя замедлить процесс образования трещин и деформаций, но можно предотвратить распространение возникших трещин.
- В соответствии с требованиями DIN4725 часть 4 контуры полового отопления до начала заливки нагрузкораспределяющего слоя должны быть испытаны водяным давлением. Герметичность должна быть гарантирована как до, так и во время укладки настила. В момент заливки нагрузкораспределяющего слоя и во время его становления система отопления полом должна находиться под давлением.

- После укладки настил должен быть выдержан в течение 21 дня, в этот период недопустимы механические и интенсивные термические воздействия (в первую очередь, включение СОП).

5.7. Применение изоляционных материалов

К системам отопления полом, вернее к поверхностям на которых монтируются данные системы, например, тепло и звукоизоляционные материалы предъявляются определенные требования и нормативы. Наиболее полно удовлетворяют этим требованиям плиты из пенополистирола с плотностью более 25 кг/м^3 . Возможно использование специальных плит из пенополистирола со специальным полимерным покрытием металлизированной пленкой, плотность которых не менее 25 кг/м^3 , или специальные плиты с выступами ("бобышками") с плотностью не менее 30 кг/м^3 .

Толщина тепловой изоляции зависит от назначения перекрытия:

для перекрытия над отапливаемым помещением необходимо принимать толщину изоляции соответственно сопротивлению теплопередаче $R=0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, пенопласт толщиной 3 см.

для перекрытия над не отапливаемым подвалом - соответственно сопротивлению теплопередаче $R=2,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, пенопласт толщиной 5 см.

для перекрытия на грунте - соответственно сопротивлению теплопередаче $R=2,25 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, пенопласт толщиной более 5 см.

Технические параметры теплоизоляционных плит из пенополистирола представлены в таблице.

Технические параметры

№	Наименование показателей	Плиты пенополистирольные			С алюминиевой пленкой	С выступами
		25	35	50		
1	Плотность кг/куб. м.	25	35	50	25	30
2	Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, МПа не менее	0,08	0,14	0,2	0,12	0,22
3	Предел прочности при сгибе МПа, не менее	0,16	0,2	0,35	0,18	0,2
4	Теплопроводность в сухом состоянии при 25+ -5градС Вт(м.К.), не более	0,041	0,038	0,037	0,039	0,034
5	Время самостоятельного горения плит, сек. не более	4	4	4	"	"
6	Влажность плит % не более	12	12	12	-	-
7	Водопоглощение за 24 часа, % по объему, не более	3	2	1,6	-	-

5.8. Регулировка и запуск системы отопления полом.

- Правильно рассчитанная система отопления полом практически не нуждается в регулировке. Необходимо предварительно отрегулировать расход на тех ветвях системы, которые не могут быть перекрыты термостатами полностью. К ним относятся ветви с ветви полотенцесушителей и собственно байпасные линии. Каждая такая ветка обязательно снабжается запорным краном, который в рабочем положении на 70...80% закрыт

Применение выделенной байпасной линии является обязательным условием в тех случаях, когда в конструкции системы отопления полом при отсутствии узлов подмеса отсутствуют ветви полотенцесушителей. В противном случае возможен выход из строя циркуляционных насосов ввиду отсутствия циркуляции. Не рекомендуется выключать насос на время межсезонья. Дело в том, что после нескольких месяцев нахождения в нерабочем состоянии насос может сам не

запуститься, и ротор придется «раскручивать» принудительно. Если же запуск будет производить не специалист, он может не заметить отсутствия вращения ротора, и насоса выйдет из строя.

- До начала заливки системы следует обратить внимание на давление накачки экспансомата (подробнее см. «Экспансоматы его подбор»).
- Основная задача при запуске системы - удаление из нее воздуха. При отключенных насосах система заполняется до давления, на 15% превышающего статическое давление столба теплоносителя в вертикальной части трубопроводов - P_0 . Поддерживая подпиткой этот уровень давления, стравливают воздух из воздухоотводчиков. Только после этого включают насосы на малой скорости. Затем вручную клапанами перекрывают все ветви, оставляя открытой одну, и добиваются ее полного обезвоздушивания. Таким образом «продавливают» каждую из ветвей - в особенности это относится к ветвям отопления полом, для которых эту операцию необходимо проделывать несколько раз в течение нескольких дней ввиду того, что невозможно выгнать воздух из достаточно длинных змеевиков сразу.
- После этого повышают температуру в системе котлового контура до рабочей (85°C) и поднимают давление до уровня срабатывания аварийного клапана, выдерживают в течение 30 мин., после чего производят контроль герметичности соединений.
- Система должна быть испытана давлением в 1,5 раза превышающим рабочее (но не менее 0,6bar) в течение не менее 2,5 часов, все соединения должны при этом сохранять герметичность. Затем давление уменьшают до минимума (P_0) и производят контрольную протяжку всех резьбовых фитингов. Рекомендуется повторить этот цикл дважды, второй раз - при комнатной температуре. После этого устанавливают рабочее давление в системе: $P=1.2 \times P_0$ при комнатной температуре или $P=1.5 \times P_0 \dots 1.8 \times P_0$ при рабочей (85°C).
- Необходимо провести контрольные замеры параметров системы по истечении 7-ми и 14-ти дней с начала эксплуатации в рабочем режиме. Снижение давления за вторую неделю должно быть в несколько раз меньшим, чем за первую (замеры делаются при одной и той же температуре).
- Для проверки корректности работы автоматики котельного оборудования, необходимо несколько раз проверить срабатывание рабочих и аварийных термостатов при перегреве и выполнение всех режимов цикличности на разных температурах.

6. Комбинированные системы отопления.

6.1. Причины создания комбинированных систем отопления

В зависимости от конструкции и дизайнерских решений конкретного здания, функционального назначения отдельных помещений, типов потребителей тепла, требований к уровню комфорта и просто от желания заказчика в одной общей системе отопления здания с индивидуальной котельной или тепловым пунктом может возникнуть необходимость совмещения независимых контуров отопления различных конструкций.

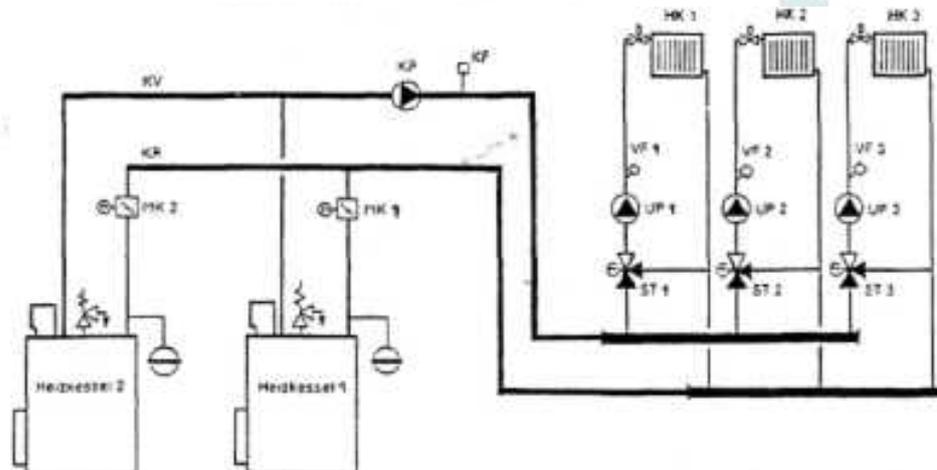


Рис. 6.1. Схема обвязки котельной с несколькими контурами отопления и двумя котлами.

Необходимость разделения системы отопления на отдельные контура с индивидуальными насосами и автоматикой управления может возникнуть по следующим причинам: различия функционального назначения и принципов управления, сильные различия в гидравлических параметрах этих контуров, необходимости индивидуально поддерживать температуру теплоносителя, сохранять в работе отдельного контура при полном отключении другого.

Необходимость создания дополнительного контура может определяться тем, что в отдельных помещениях при выбранной конструкции отопления всего здания невозможно добиться либо необходимого уровня комфорта, либо сохранить тепловой баланс помещения, либо нормируемую температуру внутренних поверхностей наружных тепловых ограждений. Подобные ситуации часто определяют совмещение в одном помещении отопления полом и отопление радиаторами.

6.2. Особенности совмещения радиаторных систем отопления и систем отопления полом

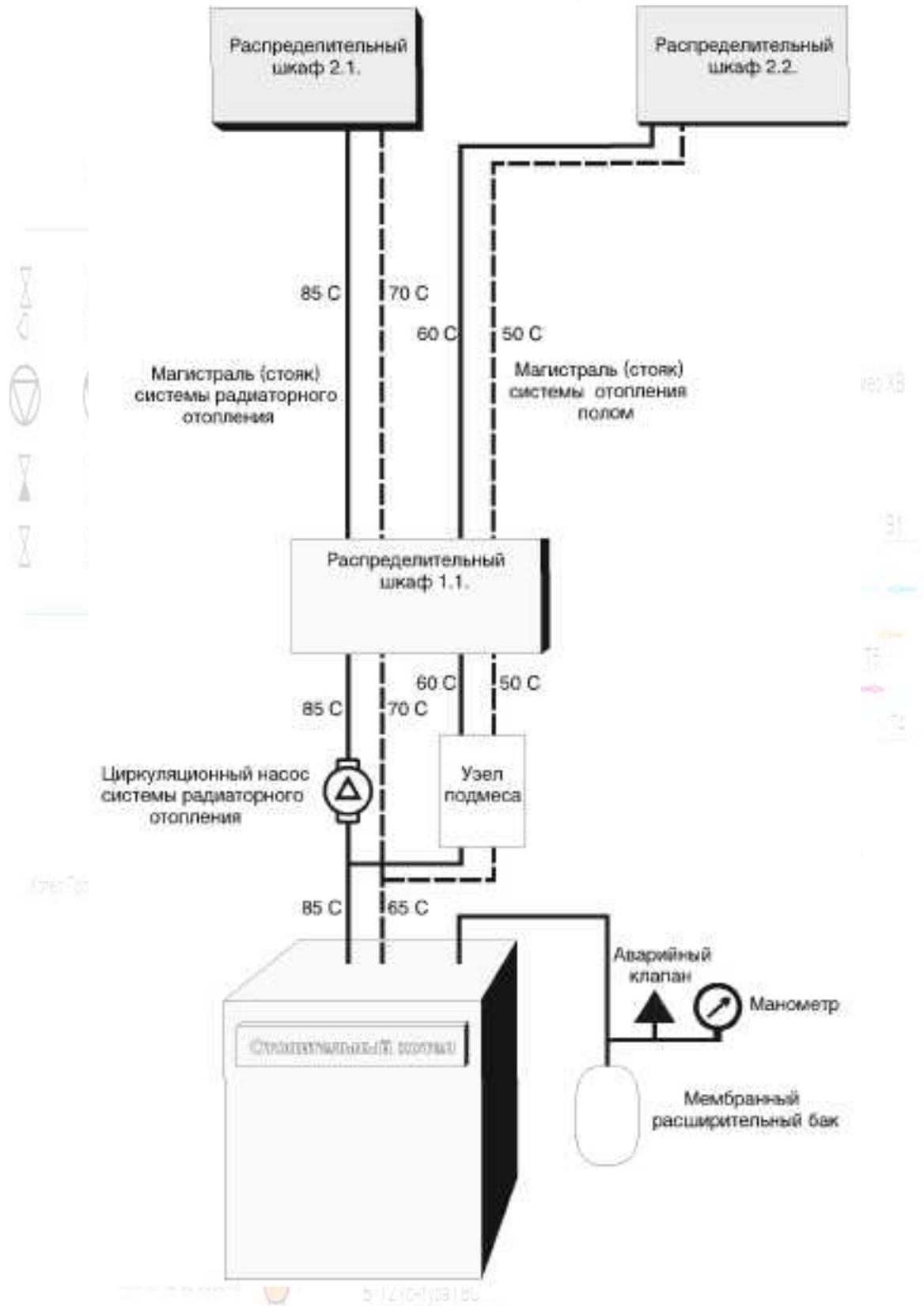
Как было описано в предыдущих главах, отопление полом является наиболее предпочтительным во всех отношениях видом отопления помещений. Однако, не во всех случаях конкретные помещения возможно отопить только полами отопления.

Необходимость создания дополнительного контура отопления радиаторами определяется тем, что в отдельных помещениях при отоплении полом невозможно сохранить тепловой баланс помещения, либо нормируемую температуру внутренних поверхностей наружных тепловых ограждений.

В некоторых помещениях полезная площадь может быть настолько мала, что даже при максимально допустимой температуре поверхности пола невозможно перекрыть теплотери этих помещений. Такая ситуация может возникнуть в бассейнах, в помещениях сильно заставленных стационарной мебелью, в помещениях с очень большой высотой потолка, в помещениях со сплошным остеклением и т.п.

Другой случай, когда отопление полом изначально предназначено только для поддержания необходимой комфортной температуры поверхности пола. При этом отопление полом является дежурным видом отопления и предназначено для круглогодичного использования, а радиаторное отопление является основным. При этом полы управляются по температуре стяжки, а радиаторы по температуре воздуха в контрольной точке. Подобным образом отопление может быть сделано в ванных комнатах, кухнях, детских комнатах, опять же в бассейнах и т.п.

Особый случай, когда необходимо создать систему отопления помещений с очень высокой высотой потолка, например, двухсветных залов в жилых зданиях. Ни радиаторами, ни полом невозможно обеспечить необходимые температурные условия. Если применить только радиаторы, теплый воздух будет уходить вверх и возвращаться сильно охлажденным, при этом у пола будет недопустимо низкая температура. Если применить полы отопления, то в рабочей зоне помещения, безусловно, можно обеспечить комфортные условия, но при этом температура внутренних поверхностей наружных стен под потолком может оказаться ниже допустимой. На холодных поверхностях не допустима конденсация влаги, т.е. температура поверхности должна быть выше температуры точки росы.



6.3. Особенности подбора насосного оборудования

В системе отопления с несколькими независимыми отопительными контурами циркуляционные насосы подбираются согласно гидравлического расчета для каждого отопительного контура по отдельности.

Внутри каждого отдельного отопительного контура, ветвь имеющая максимальное падение давления ΔP_{\max} [Pa], является определяющей при выборе насоса. Напор H , создаваемый

насосом, должен покрывать полное падение давления в этом контуре (с учетом падения давления в подводящих магистралях, регулировочных клапанах и т.д., самом насосе, и гравитационную составляющую падения давления тех участков, где она выступает в роли сопротивления). Максимальное падение давления в системе и суммарный объемный расход контура определяют рабочую точку насоса (напор и подачу соответственно). Насос выбран правильно, если рабочая точка лежит на характеристике насоса при его максимальной частоте вращения в области максимального КПД насоса (наилучшей подачи), или близка к этой точке.

Если расчетная точка попадает в промежуток между линиями характеристик двух ближайших по параметрам насосов, следует выбирать насос меньшей мощности.

6.4. Особенности предварительного регулирования ветвей

Правильно рассчитанная система отопления практически не нуждается в регулировке.

В виду того, что каждый независимый контур отопления имеет собственный насос, регулировка ветвей внутри контура осуществляется согласно принципам, соответствующим конструкции этих контуров. При этом может возникнуть необходимость, в случае заметной разницы в гидравлических параметрах контуров, предварительной настройки. Для этой цели в конструкции должны быть предусмотрены балансировочные вентили или устройства регулировки перепада давления и расхода. Если гидравлические параметры контуров отличаются слишком сильно целесообразно применять системы отопления с гидравлическим разделением. В этом случае предварительная регулировка контуров не требуется.

На контурах где возможно полное перекрытие всех ветвей при работающем циркуляционном насосе, например, радиаторное отопление, снабженное термостатическими регуляторами, должны быть предусмотрены байпасные линии

Применение выделенной байпасной линии является обязательным условием в тех случаях, когда в конструкции системы отсутствуют ветви с применением четырехходовых клапанов или клапанов для однотрубных систем или ветви полотенцесушителей. Необходимо предварительно отрегулировать расход на тех ветвях системы, которые не могут быть перекрыты термостатами полностью. К ним относятся ветви с термоклапанами, имеющими встроенные байпасные линии (четырёхходовые термоклапаны и клапаны для однотрубной системы), ветви полотенцесушителей и собственно байпасные линии. Каждая такая ветка обязательно снабжается запорно-регулирующим краном, который в рабочем положении на 70...80% закрыт.

6.5. Создание концептуальной схемы

6.5.1. Экономия со знаком минус

При выборе той или иной конфигурации системы отопления можно исходить из целого ряда различных соображений:

Системы отопления должны обеспечивать внутри помещения заданную температуру воздуха рабочей зоны помещения.

Температуры внутренних поверхностей наружных ограждений и нагревательных приборов должны находится в пределах нормы.

Системы отопления должны обеспечивать минимум затрат по сооружению. Показателями экономичности являются также расход материала, затраты труда на изготовление и монтаж.

Системы отопления должны обеспечивать минимум затрат по эксплуатации. Экономичность системы определяется технико-экономическим анализом вариантов различных систем и применяемого оборудования.

Системы отопления должны соответствовать архитектурно-планировочному решению помещений. Размещение отопительных элементов должно быть увязано со строительными конструкциями.

Элементы систем отопления должны быть унифицированы, затраты труда на сборку минимальны.

Система отопления должна быть надежной в поддержании заданных температур воздуха.

Система отопления должна быть долговечна, безотказна, проста в регулировке, управлении и ремонте.

Система должна быть безопасной и бесшумной в работе.

Система должна обеспечивать наименьшее загрязнение вредными выделениями отапливаемых помещения и атмосферный воздух.

Выше перечисленные аспекты отопительных систем могут входить в противоречие друг с другом. При оценке того или иного принципиального варианта конструкции и принципа управления следует выбирать из двух зол меньшее.

Главной ошибкой при выборе отопительной системы, **это принцип наименьшей величины разовых затрат, т.е. стоимости элементов системы**. Такой подход наносит ущерб сразу всем остальным свойствам отопительной системы, а главное в итоге приводит к значительному удорожанию затрат на отопление во времени.

Пример: установка на систему с естественной циркуляцией циркуляционного насоса выражается в 20-30% экономии топлива, в частности газа по счетчику. А ведь день, когда мы начнем беспокоиться о стоимости топлива также как это происходит в Европе, не за горами.

Другой пример: использование металлических труб. Долговечность системы в этом случае будет определяться скоростью коррозии металла. Срок службы такой системы не составит более 30 лет в лучшем случае. После этого их надо будет менять.

Использование систем отопления с радиаторами или конвекторами, которым свойственно наличие активных конвективных потоков воздуха, тоже связано с рядом недостатков: циркуляция пыли и ее разложение, наличие очень горячих поверхностей, о которые можно обжечься, перегрев воздуха в помещении выше необходимого для достижения заданной температуры в рабочей зоне, перегрев поверхностей наружных тепловых ограждений, что еще больше увеличивает потери тепла.

Экономия на термостатической арматуре при использовании дизельного топлива приводит к тому, что стоимость перерасхода топлива за два года превысит стоимость этой арматуры. К тому же, пользователь пойдет регулировать систему в ручную только тогда, когда почувствует дискомфорт.

Установка котельного оборудования с низким тепловым коэффициентом полезного действия приводит к прямому выкидыванию денег на ветер, а от "достойного" котла при кирпичном дымоходе не получится получить достойных показателей, не говоря уже о прямом вреде, который может нанести конденсат внутренней отделке.

Существует еще немало примеров, когда система отопления из-за ложной экономии может стать прорвой для "лишних" денег.

6.5.2. Наружные ограждения и их влияние на создание концепции

Основанием для установки системы отопления является результат расчетов теплового баланса помещения. Для холодного и переходного периодов года баланс теплоты в помещении будет иметь вид: $Q_{ТВ} - Q_{Тн} = \pm \Delta Q$

Когда $\Delta Q < 0$ необходима система отопления

$Q_{ТВ}$ — суммарные тепловыделения в помещении без учета теплоты солнечной радиации

$Q_{Тн}$ — теплотери помещения в холодный или переходный период года через ограждающие конструкции и на нагрев инфильтрационного воздуха.

Тепловой баланс помещения составляется при стационарном режиме при расчетных значениях температур $t_{в}$ — температуры внутреннего воздуха помещений, $t_{н}$ — температуры наружного воздуха. Однако температуры наружного воздуха имеют суточные и годовые колебания, что оказывает влияние на температуру воздуха в помещении и температуру внутренних поверхностей ограждений $T_{в}$. Могут изменяться также и внутренние условия.

Колебания $t_{в}$ и $T_{в}$ зависят от тепловой массивности ограждений.

Степень массивности определяется величиной тепловой инерции $D = \Sigma R_1 \cdot S_1$, где

R_1 - сопротивления теплопередаче ограждений, $m^2K/Вт$

S_1 - коэффициенты теплоусвоения материала слоев, зависящие от свойств материала, $Вт/(m^2K)$;

На тепловое состояние ограждений влияет также воздух и влагонепроницаемость строительных материалов, в результате чего изменяются их теплофизические свойства и, следовательно, тепловой поток через ограждения.

Ограждения зданий должны обладать определенными теплозащитными свойствами и определенной степенью воздухо- и влагонепроницаемости. Теплозащитные свойства ограждений определяются сопротивлением теплопередаче ограждения и его теплоустойчивостью, т.е. способностью обеспечивать допустимую амплитуду колебания температуры на внутренней поверхности ограждения при изменении теплового потока.

Сопротивление теплопередаче ограждений обычно определяет теплозащитные свойства ограждения в зимних условиях, так как в зимнее время колебания наружных температур меньше, чем в летних условиях, а внутренние температуры поддерживаются системами отопления.

Расчетное сопротивление теплопередаче R_0 , $m^2K/Вт$, должно быть не меньше требуемого сопротивления по санитарно-гигиеническим условиям $R_0 \geq R_0 \text{ тр.}$

При выполнении $R_0 \text{ тр.}$ температура $T_{в}$ на внутренней поверхности ограждения должна быть не ниже допустимого значения $T_{в.доп}$, температура должна быть такой, чтобы человек, находящийся вблизи ограждения, не испытывал радиационного переохлаждения. Кроме того, на поверхности ограждения не должно быть конденсации влаги, т.е. $T_{в}$ должны быть выше температуры точки росы t_p . Из этих соображений требуемое сопротивление теплопередаче может быть найдено из уравнения теплового потока

$$q = 1/R_{0 \text{ тр.}} \times (t_{в} - t_{н}) = 1/R_{в} \times (t_{в} - T_{в});$$

$$R_{0 \text{ тр.}} = n \times R_{в} \times (t_{в} - t_{н}) / (t_{в} - T_{в});$$

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

$R_{в}$ - сопротивление теплопередаче при переходе от воздуха помещения к внутренней поверхности ограждения, $m^2K/Вт$

$$T_{в} = t_{в} - (R_{в} / R_{0 \text{ тр.}}) \times (t_{в} - t_{н})$$

Необходимо выполнить условия

$$T_{в} > T_{в.доп}, T_{в} > t_p$$

$\Delta t = t_{в} - T_{в,доп}$

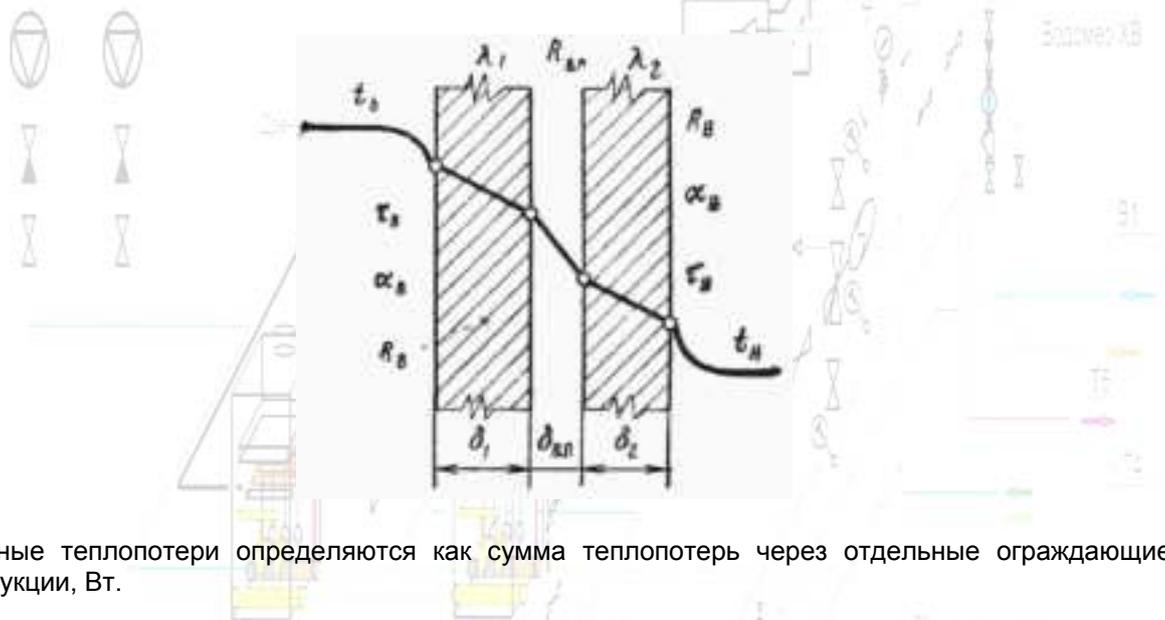
Для наружных стен жилых и общественных зданий $\Delta t = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$

В холодный период года оптимальная температура воздуха в помещении составляет $20\text{-}23 \text{ } ^\circ\text{C}$, допустимая температура воздуха $19\text{-}25 \text{ } ^\circ\text{C}$.

t_p определяется по I-d – диаграмме влажного воздуха.

6.5.3. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции.

Теплопотери через ограждения подразделяются на основные и добавочные.



Основные теплопотери определяются как сумма теплопотерь через отдельные ограждающие конструкции, Вт.

$$Q_{огр} = \sum K_i \times F_i \times (t_{вi} - t_{н}) \times \eta_i = \sum F_i / R_{oi} \times (t_{вi} - t_{н}) \times \eta_i; \text{ где}$$

k_i — коэффициенты теплопередачи ограждений, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; F_i — площади отдельных ограждений, м^2 ; $t_{вj}$ — температуры внутреннего воздуха помещений, К ; $t_{н}$ — температура наружного воздуха, К ;

Расчетные параметры наружного воздуха для различных регионов имеют свои значения. Для Киева и области в холодный период года $t_{н} = -22 \text{ } ^\circ\text{C}$.

η_i — коэффициенты, зависящие от положения поверхностей к наружному воздуху; R_{oi} — сопротивление теплопередаче ограждений, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$

Для каждого ограждения

$$R_{oi} = R_{в} + \sum \delta / \lambda + R_{вн} + R_{н}$$

$R_{в} = 1/\alpha_{в}$ - сопротивление теплопередаче при переходе от воздуха помещения к внутренней поверхности ограждения, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$

δ — толщина слоя теплового ограждения

λ — коэффициент теплопроводности слоя ограждения, $\text{Вт}/(\text{мК})$

$R_{в,н}$ - сопротивление теплопередаче воздушной прослойки, $\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$

$R_n = 1/\alpha_n$ - сопротивление теплопередаче при переходе от наружного воздуха к внешней поверхности ограждения, m^2K/Wt

α_v - коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности ограждений, $Wt/(m^2K)$

α_n - коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности ограждений, $Wt/(m^2K)$

$\Sigma\delta/\lambda$ — сопротивление теплопередаче отдельных слоев ограждений

Для частных случаев расчетные формулы и численные значения отдельных величин приводятся в справочной литературе.

Таблица 2.5.1. Значения α_v и α_n , $Wt/(m^2K)$

Поверхность	α_v	α_n
Стены, полы	8,7	23,3
Потолки	8,7	-
Потолки с оребрением	7,5	-
Поверхности, соприкасающиеся с наружным воздухом	-	23,3
Поверхности, выходящие на чердак	-	11,6
Поверхности над подвалами	-	5,8

Таблица 2.5.2. Сопротивление теплопередаче замкнутой воздушной прослойки $R_{вп}$, m^2K/Wt

Толщина прослойки, мм	Для горизонтальных прослоек при потоке снизу вверх и для вертикальных прослоек, при температуре воздуха в прослойке		Для горизонтальных прослоек при потоке теплоты сверху вниз, при температуре воздуха	
	положительной	отрицательной	положительной	отрицательной
10	0,129	0,146	0,138	0,155
50	0,138	0,172	0,172	0,223
100	0,146	0,181	0,181	0,232
300	0,155	0,189	0,189	0,24

Таблица 2.5.3. Сопротивление теплопередаче оконных проемов R_o , m^2K/Wt

Заполнение проемов	R_o
Одинарное остекление в деревянном переплете	0,171
Двойное остекление спаренные переплеты	0,344
Двойное остекление отдельные переплеты	0,378
Двойное остекление в металлических отдельных переплетах	0,344
Двухслойные стеклопакеты в металлических переплетах	0,310

Измерение поверхностей ограждений

Площади окон и дверей измеряются по строительному проему.

Площадь пола и потолка вычисляется по расстоянию между осями внутренних стен и по расстоянию от оси внутренних стен до внутренней поверхности наружной стены.

Длину наружных стен не угловых помещений измеряют между осями внутренних стен, угловых помещений от внешних поверхностей до осей внутренних стен.

Высота стен первого этажа вычисляется по расстоянию от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа - если пол расположен на грунте, и от уровня нижней поверхности пола первого этажа до уровня пола второго этажа - если пол расположен на лагах или над не отапливаемым подвалом. Высоту стен промежуточных этажей замеряют между уровнями чистых полов, высоту верхнего этажа - от уровня чистого пола верхнего этажа до верха утеплителя чердака или при отсутствии чердака от уровня чистого пола до пересечения внутренней поверхности наружных стен с верхней плоскостью перекрытия.

При расчете теплопотерь полами, расположенными на грунте, пол разбивают на зоны шириной 2 м, параллельные наружным стенам. Сопротивления теплопередаче зон принимают: $R_1 = 2.15$, $R_2 = 4.3$, $R_3 = 8.6$, $R_4 = 14.2$ м²К/Вт. Поверхность пола первой зоны, прилегающей к углу помещения, размером 2х2 м учитывают 2 раза.

Для утепленных полов сопротивление теплопередаче $R_{уп}$ определяется по формуле:

$$R_{уп} = R_{нп} + \sum \delta_{ус} / \lambda_{ус}$$

$R_{нп}$ - сопротивление не утепленного пола

$\delta_{ус}$ и $\lambda_{ус}$ - толщины и коэффициенты теплопроводности утепляющих слоев.

Для утепленных полов на лагах

$$R_{л} = 1,18R_{уп}$$

Подземные части наружных стен рассчитываются как продолжение пола. Разбивка на зоны делается от уровня земли по поверхности подземной части и далее по полу.

При расчете основных теплопотерь не учитывается ряд факторов. К ним относятся ориентация помещений по отношению к сторонам света, высота помещений, наличие двух и более наружных стен, поступление наружного воздуха через двери и ворота, инфильтрация через неплотности. Влияние этих факторов учитывается добавками в процентах к основным теплопотерям.

Добавки на ориентацию помещений по сторонам света принимаются для вертикальных поверхностей (стены, окна, двери). Добавки составляют: на север, восток, северо-восток и северо-запад 10%, на юго-восток и запад 5%.

Добавка на наличие двух и более наружных стен принимается в размере 5%

Добавка на подогрев врывающегося холодного воздуха через наружные двери или ворота: для одинарных дверей - 80%, для двойных дверей с тамбурами - 65%, для дверей в общественных зданиях - 50%.

Для зданий высотой более 4 м теплопотери всех ограждающих конструкций увеличиваются на 2% на каждый 1 м высоты сверх 4 м, но не более чем на 15%.

Потери теплоты на инфильтрацию, Вт, определяются при расчетной температуре наружного воздуха холодного периода года. Также потери теплоты на инфильтрацию можно принимать как добавку к основным теплопотерям в размере для зданий коттеджной застройки с окнами и дверями современной плотности до 2-х этажей - 5%, для зданий от 2-х до 5-ти этажей - 10%. В зданиях старой застройки теплопотери на инфильтрацию могут составлять до 30% от основных теплопотерь.

$$Q_{инф} = G_{инф} C (t_B - t_H)$$

$G_{инф}$ — количество воздуха на инфильтрацию

C — теплоемкость воздуха

7. Выбор котельного оборудования.

7.1. Критерии расчета мощности котельного оборудования.

Мощность котла выбирается с учетом всех возможных потерь тепла здания. Мощность котла обычно складывается из ряда составляющих:

- мощность, требуемая на обогрев помещений здания и полной компенсации теплопотерь через ограждающие конструкции.
- мощность, требуемая на обогрев котельной и компенсации теплопотерь на магистралях, если котельная отдельно стоящая.
- мощность, расходуемая на нагрев горячей воды. Следует принимать во внимание, что при квартирной и коттеджной системе теплоснабжения горячую воду котел греет не постоянно, а по мере необходимости. Но также следует заметить, что при применении утеплителей при строительстве наружных ограждающих конструкций (так называемые «теплые дома»), приоритетной становится как раз нагрузка на ГВС и в принципе она диктует мощность котла.
- мощность, расходуемая на других контурах потребляющих тепло, таких как теплообменник бассейна, система принудительной вентиляции, осушение воздуха, обогрев теплиц и т.п.

Мощность, требуемая на обогрев помещений здания, включая котельную и теплопотери на магистралях, и являющаяся основанием для выбора мощности системы отопления, является результатом теплового расчета.

Величина мощности расходуемой на нагрев хозяйственной воды зависит от многих условий. В большинстве случаев эта мощность составляет 20 - 50 % от мощности на отопление при старой застройке. Однако следует учитывать конструктивные особенности некоторых типов нагревателей хозяйственной воды и конструктивные особенности котлов, с которыми их предстоит использовать.

При наличии дополнительных контуров, потребляющих тепло от отопительного котла, их присутствие следует учесть надбавкой к отопительной мощности в размере максимальной мощности этих контуров. Контур ГВС в банях, прачечных, кафе, парикмахерских и т.п. обязательно включается как дополнительная мощность.

При выборе газового котла с атмосферной горелкой необходимо также учитывать величину давления газа, при которой котел достигает указанной в паспорте мощности. Норма давления газа в газопроводе в Украине - 130 мм водяного столба, или 13 мБар. Очень часто случается, что зимой давление газа падает до 4-6 мБар. Это ниже давления, при котором любой газовый котел может обеспечить номинальную мощность. Возможное падение мощности котла желательно компенсировать выбором котла с полутора кратным запасом номинальной мощности. В любом случае желательно выбирать котел с 30% запасом мощности, так как у котла работающего с постоянно максимальной нагрузкой срок службы значительно сокращается.

Следует иметь в виду, что при наличии сопряженного с котлом водонагревателя, имеющего возможность нагревать хозяйственную воду в проточном режиме в достаточно большом объеме мощность котла не может быть меньше, как минимум, мощности водонагревателя при максимальном расходе. При этом на каждые 12 литров в минуту при перепаде температуры воды 35 °С контур горячего водоснабжения потребляет приблизительно 23 кВт. Если мощность котла, необходимая на отопление, превышает потребности водонагревателя, то достаточно выбрать котел с запасом равным 50 % мощности контура горячего водоснабжения.

При выборе в качестве нагревателя горячей воды бойлера классической конструкции (со змеевиком первичного контура) значительного увеличения мощности котла не требуется.

При выборе котла со встроенным контуром горячего водоснабжения следует учитывать то, что производительность по горячей воде указывается из расчета, что вся мощность котла идет на нагрев хозяйственной воды. При этом чаще всего автоматика монтируется, так что при потреблении горячей воды котел на это время частично или полностью перестает работать на отопление. Подобную конструкцию имеют настенные газовые котлы. Если такой котел устанавливается на частный дом на одну семью, то кратковременный расход горячей воды не сможет повлиять на температуру в помещениях. Однако если существует значительная

потребность во времени использования контура нагрева воды, может потребоваться даже двукратное увеличение мощности котла.

Настенный газовый котел со встроенным контуром горячего водоснабжения не следует выбирать мощностью менее 23 кВт. Такой котел меньшей мощности не сможет обеспечить комфортное количество горячей воды.

При выборе котла со встроенным бойлером, если предполагается длительные расходы горячей воды соизмеримые с максимальными его возможностями, необходимо выбрать котел с превышением отопительной мощности на 30-50 %.

7.2. Выбор энергоносителя

Вторым важным для выбора котла моментом является то, какие виды топлива имеются в наличии. Стоимость топлива определит затраты в ходе эксплуатации.

Виды используемого топлива:

Газ. Газ самый дешевый на данный момент вид топлива. Его использование наиболее выгодно несмотря на значительные разовые затраты на подвод. Существует очень большое количество различных типов котлов работающих на газе. Газ используется как топливо в котельных любой мощности.

Сжиженный газ. При использовании сжиженного газа необходимы емкости для хранения, а также обеспечить надежной системой безопасности.

Дизельное топливо. При использовании дизельного топлива необходимо устанавливать емкости для его хранения.

Электричество - наиболее распространенный и удобный вариант. Электричество может использоваться при местном отоплении (электрические радиаторы) и в котлах водяного отопления.

Твердый вид топлива. Самый неудобный вид топлива. В дальнейшем мы не будем его принимать во внимание.

При выборе газового котла следует знать, что эти котлы могут иметь два различных типа горелок: нагнетательная (с наддувом) или атмосферная.

В атмосферных горелках газ подается в топку котла за счет избыточного давления в газовой магистрали.

Нагнетательная горелка создает избыточное давление в камере сгорания за счет работы компрессора, и при этом происходит более полное смешение газа и воздуха и как следствие более полное сжигание газа.

Атмосферные и нагнетательные горелки по-разному реагируют на падение давления газа в газовой магистрали.

Котлы с нагнетательными горелками менее болезненно переносят падение давления газа ввиду того, что имеют встроенную систему стабилизации давления газа, поступающего в горелку. Но такой котел при работе шумит. Котельную с таким котлом лучше сделать подальше от жилых помещений и хорошо звукоизолировать. Стоят такие котлы дороже, но экономия газа, за счет более полного сгорания топлива, может достигать до 15%. При этом, это, как правило, универсальные котлы, предназначенные для эксплуатации, как газе, так и на дизельном топливе.

Газовый котел автоматически выключается при прекращении подачи газа или падении давления ниже минимальной величины. Автоматика котла должна контролировать наличие пламени, тяги в дымоходе, перегрев теплоносителя и выключать котел при любом "аварийном" случае.

Необходимо обращать внимание на величину давления газа, при которой котел достигает указанной в паспорте мощности. Норма давления газа в газопроводе в Украине - 130 мм водяного столба, или 13 мБар.

При отсутствии газа можно использовать либо дизельное топливо, либо электричество. Электричество обычно используется для обогрева небольших площадей, так как сложно обеспечить необходимые мощности электросетей. Кроме того, электрические котлы не бывают двухконтурными.

7.3. Подбор горелки

Если в качестве отопительного котла выбран напольный котел, предназначенный для эксплуатации с навесной дизельной или газовой горелкой с наддувом, то необходимо подобрать соответствующую ему горелку. Горелка должна соответствовать по мощности выбранному оборудованию.

При выборе горелки необходимо учесть то, что наиболее эффективно топливо сгорает при регулировке горелки приблизительно на две трети максимальной мощности. Этот момент особенно важен при использовании дизельного топлива.

При использовании газовой горелки необходимо также учитывать возможное падение давления газа. Очень часто случается, что зимой давление газа падает ниже номинального диапазона горелки, которая будет продолжать работать, но не сможет обеспечить номинальную мощность. Возможное падение мощности котла желательно компенсировать выбором горелки с полутора кратным запасом номинальной мощности.

7.4. Контур ГВС

В зависимости от конфигурации и мощности котельного оборудования, а также от потребности в количестве горячей воды могут быть применены различные типы водонагревателей. Нагреватели хозяйственной воды могут быть проточными и накопительными.

Проточный водонагреватель

Проточный водонагреватель нагревает воду только в момент расхода. И это наиболее экономичный подход в смысле расхода топлива, т.к. тепло расходуется только в том объеме в каком потребляется. К этой категории относят, применительно к индивидуальной котельной, пластинчатые теплообменники.

Проточные водонагреватели имеют еще то преимущество, что нагрев воды осуществляется сразу, в полном объеме и столь долго, сколь это необходимо без снижения производительности.

Накопительный водонагреватель

Накопительный водонагреватель (бойлер) отличается от проточного большим объемом запасаемой внутри себя воды. Нагрев воды до заданной температуры в этом случае происходит заранее и, как правило, с использованием относительно малой мощности. В бойлере постоянно находится горячая вода, а по мере расхода в него поступает холодная и подогревается до нужной температуры. Для предотвращения потерь тепла через корпус бойлера используется теплоизоляция.

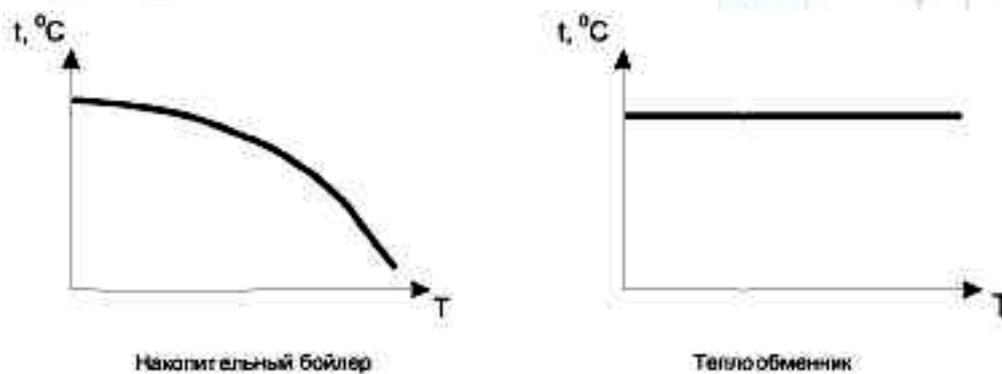
В тех случаях, когда устанавливается накопительный водонагреватель для компенсации теплового расширения воды при нагреве необходимо устанавливать расширительный мембранный бак. Методика расчета аналогична расчету экспансомата

Теплообменники

Применение пластинчатых теплообменников для ГВС один из наиболее эффективных способов приготовления хозяйственной горячей воды. Пластинчатый теплообменник является устройством косвенного нагрева бытовой горячей воды проточного типа посредством теплоносителя системы отопления здания.

На лицо все преимущества проточного нагрева воды: значительное сокращение потребления энергии в отличие от нагревателей накопительного типа; моментальный нагрев воды в необходимом объеме, а так же столь долго сколько это необходимо; незначительные размеры при очень большой мощности нагрева; возможность работы в сочетании с различными источниками тепла (газовый, дизельный или электрический котел, теплоноситель центрального теплоснабжения)

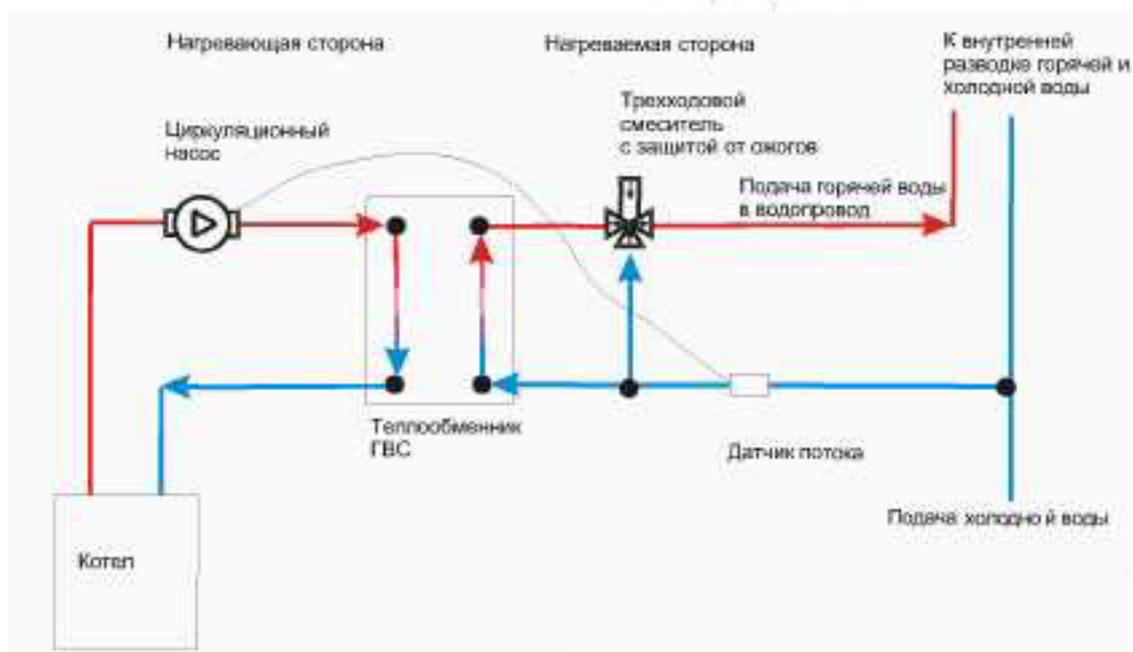
Графики зависимости температуры горячей воды от времени



При применении пластинчатых теплообменников с индивидуальными отопительными системами необходимо, чтобы эти котлы имели определенный внутренний объем соответственно мощности теплообменника. В противном случае могут возникнуть частые запуски/остановки котла за очень короткий промежуток времени и резкие перепады температуры горячей воды.

Например: для 30-ти киловатного теплообменника внутренний объем котла должен быть не меньше 80 литров; для 50-ти киловатного- 110 литров и т.д.

Принципиальная схема подключения теплообменника ГВС с ограничением температуры горячей воды



Для избежания ненужных тепловых потерь в этой схеме применяется датчик потока, который включает циркуляционный насос только в момент расхода горячей воды.

Бойлеры

Бойлер является устройством нагрева бытовой горячей воды проточно-накопительного типа посредством теплоносителя системы отопления здания, при этом он может иметь встроенный тен, который может нагревать бойлер в период, когда система отопления останавливается.

Существует три варианта конструкций бойлеров: бойлеры со встроенными змеевиками; бойлеры с двойным корпусом; бойлеры "емкость в емкости".

Бойлеры со встроенными змеевиками имеют конструкцию идентичную электрическому накопительному водонагревателю. Разница заключается в том, что хозяйственная вода нагревается теплоносителем из системы отопления, в виде змеевика, расположенного внутри резервуара.

Бойлеры с двойным корпусом имеют двойные стенки в цилиндрической части емкости. Между стенками прокачивается теплоноситель из системы отопления.

Бойлеры "емкость в емкости" сконструированы таким образом, что оснащены корпусом, выполненным из двух встроенных друг в друга концентрических оболочек, установленных с зазором, как в месте размещения цилиндрических обечаек, так и в местах расположения днищ и верхних крышек. Между оболочками прокачивается теплоноситель из системы отопления.

Следует учитывать, что бойлеры "емкость в емкости" имеют очень большую поверхность теплообмена и могут нагревать хозяйственную воду в проточном режиме в достаточно большом объеме. Такие бойлеры сочетают в себе достоинства и проточных и накопительных водонагревателей. Однако при их использовании необходимо учитывать те же нюансы что при установке пластинчатых теплообменников.

Важность температуры нагрева.

Существует четкая взаимосвязь между температурой нагрева бытовой воды внутри бойлера и конечной производительностью системы горячего водоснабжения. Имеется ввиду то, что при более высокой температуре воды можно получить больше хозяйственной воды. Такое размышление интересно для жилых зданий или отелей, где в определенное время дня возникает повышенная потребность в горячей воде.

Предположим, что для обслуживания некоего здания при температуре до 60 °С необходим бойлер 500 литров, то при температуре до 80 °С достаточно бойлера 300 литров. Это позволит сэкономить место, деньги, тепло.

Но существуют и свои "но". При температуре свыше 65 °С начинают активно откладываться соли жесткости в виде твердого не растворимого в воде осадка на всех имеющихся внутренних поверхностях. Как следствие, увеличение времени нагрева объема, уменьшение емкости и необходимость промывки. При температуре ниже 60 °С в холодной зоне прибора есть вероятность размножения опасных бактерий, легионел, которые могут привести даже к смертельному исходу. Эти бактерии размножаются, прежде всего, в стоячей теплой воде примерно 30-55 °С. Поэтому желательно применять конструкции лишенные этих проблем.

Встроенные контуры ГВС

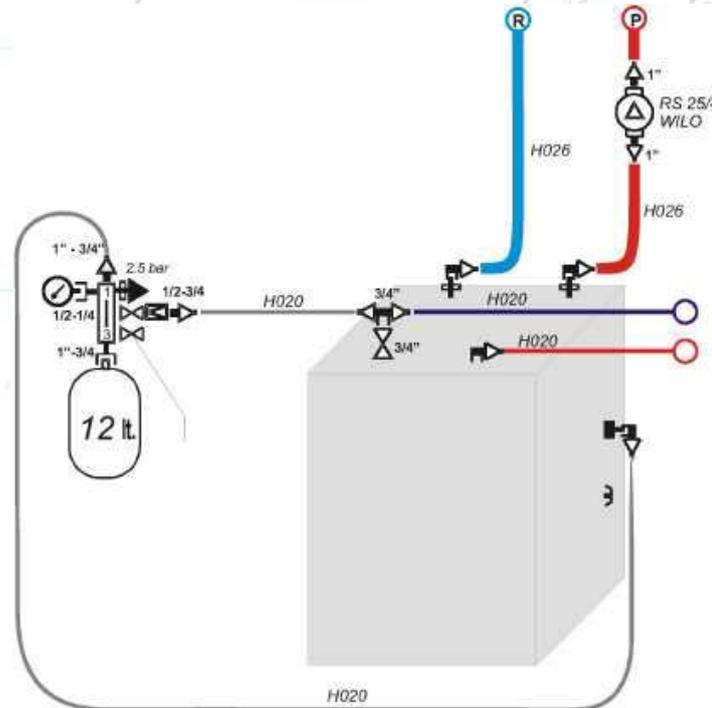
Почти все производители отопительной техники представляют ассортимент котлов со встроенными контурами горячего водоснабжения. Такое решение экономит место и деньги на обустройство котельной, а также в большинстве случаев позволяет всю мощность отопительного котла задействовать на нагрев хозяйственной воды.

В качестве устройств нагрева воды при такой схеме могут быть использованы как проточные, так и накопительные устройства.

Отопительный котел может иметь встроенный бойлер. При этом бойлер может находиться внутри внешнего корпуса котла и иметь классическую конструкцию, а циркуляция обеспечивается дополнительным встроенным насосом. Такая конструкция принципиально не отличается от котла с внешним бойлером. Другой вариант, когда бойлер находится внутри внутреннего корпуса котла. Такая конструкция аналогична решению "емкость в емкости" со всеми вытекающими из этого преимуществами.

Отопительный котел также может иметь встроенный скоростной теплообменник. Это может быть пластинчатый теплообменник. Пластинчатые теплообменники устанавливают в основном в настенные газовые котлы, когда циркуляция обеспечивается за счет насоса, работающего на отопление, а перераспределение потока осуществляется за счет гидравлически управляемого трехходового клапана. Пластинчатые теплообменники могут устанавливаться в напольные котлы с собственным циркуляционным насосом и автоматикой включения контура. Существует и другое решение скоростного теплообменника, когда во внутреннюю полость котла встраивается скрученная винтом труба достаточной длины чтобы обеспечить проточный нагрев воды. Это решение не требует наличия насоса.

7.6. Схемы обвязки котлов



7.7. Запуск котлов

Для проверки корректности работы автоматики котельного оборудования, необходимо несколько раз проверить срабатывание рабочих и аварийных термостатов при перегреве и выполнение всех режимов цикличности на разных температурах.

8. Электронные узлы для управления группой котлов или котлов с двухступенчатыми горелками.

Использование 2-х ступенчатой отопительной техники, экономит деньги и увеличивает срок эксплуатации оборудования. В течение 85% времени в отопительный период температура

наружного воздуха (для киевского региона) лежит между -10 и +10 °С. В это время потребность в тепле покрывается половиной расчетной мощности на отопление. И только тогда когда на улице становится холоднее, используется вся мощность котла.

В результате использования котлов с 2-х ступенчатыми горелками частота стартов/выключений горелки сокращается приблизительно на 70%, что увеличивает срок эксплуатации котла, а также работа 1 - ой ступени с пониженной мощностью позволяет экономить топливо. Кроме того, такая технология позволяет поднять нормированный коэффициент использования.

Нормированный коэффициент использования

Сравнение КПД полезное действие двухступенчатого отопительного котла с другими источниками тепла, выполненное с использованием значения КПД, вычисленного применительно номинальной мощности котла, является необъективным, так как в действительности режим с использованием второй ступени используется редко.

Нормированный коэффициент использования используется независимыми тестирующими организациями в Европе в соответствии с нормами оценки энергоэффективности источников тепла. Его величина равна среднему из пяти измерений КПД при работе в диапазоне мощности от 13 до 63% от номинальной теплопроизводительности, что имеет место в течение большей части отопительного сезона. Нормированный коэффициент использования позволяет сопоставлять друг с другом потребление энергии различных источников тепла, вне зависимости от вида энергии и отопительной техники, по отношению к реальному режиму эксплуатации.

Все выше изложенное применительно к двум и более котлам, работающим в каскаде. Как правило, в каскаде не используется более четырех одноступенчатых котлов или двух двухступенчатых. Для управления работой каскадом котлов, котлом с двухступенчатой горелкой или двумя двухступенчатыми котлами требуется наличие специального электронного регулятора (контролера).

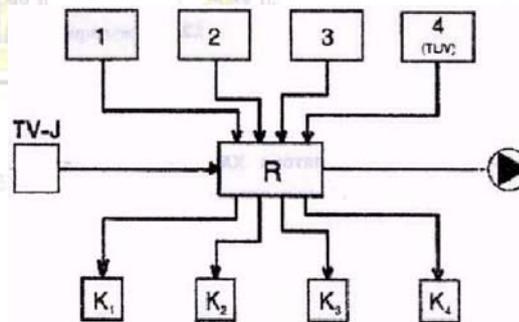


Рис. 1 пример принципиальной схемы каскадного регулятора.

R- регулятор

1,2,3,4 - регулируемые зоны

D - датчик теплой воды на выходе

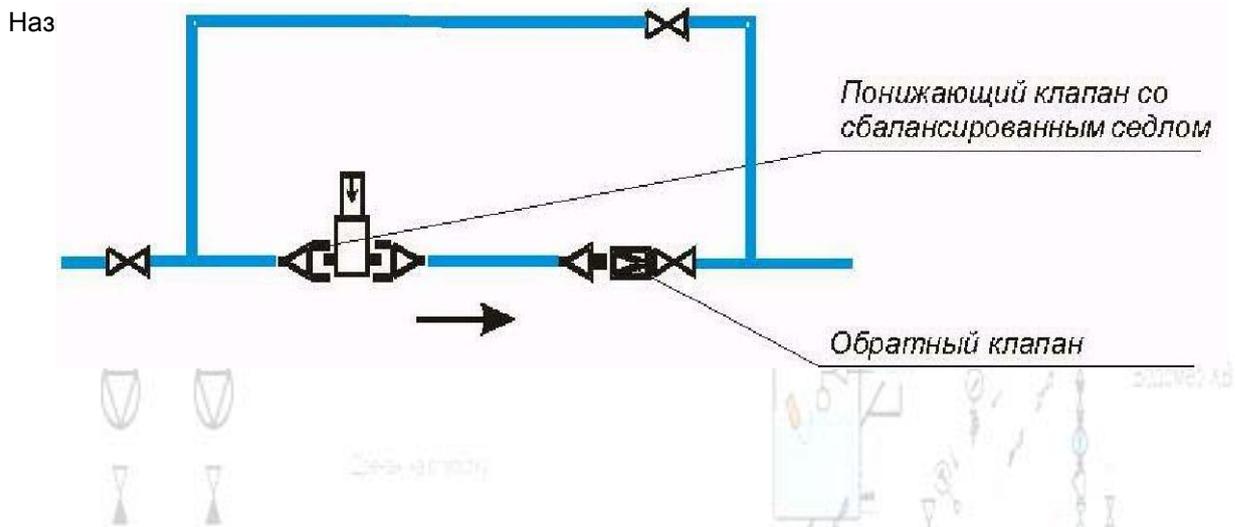
K_{1,2,3,4}- каскадная система котлов

C - циркуляционный насос

Регулирование каскадной системы происходит таким образом, что число работающих котлов зависит от потребления тепла отопительной системой. Регулятор может менять порядок включения котлов в каскадной системе (ротация). Если тепло не приходит ни от одной из зон, регулятор выключит все котлы, а при поступлении сигнала требования запустит их в эксплуатацию. После отключения последнего котла циркуляционный насос выключится с выдержкой времени.

В установке двух котлов есть еще одно замечательное преимущество, отсутствующее в случае с одним котлом. Вероятность того, что оба котла одновременно будут нуждаться в ремонте, очень мала.

9. Узел подпитки



Понижающий клапан (редуктор давления) необходимо устанавливать, следуя направлению стрелки, изображенной на корпусе, избегая размещения понижающего клапана вверх дном. Описание конструкции и принципа работы см. пункт Регуляторы давления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. В трех частях. 4-тое издание переработанное и дополненное. Под редакцией канд. тех. наук И.Г. Староверова и инж. Ю.И. Шиллера. М.: Стройиздат, 1990.
2. Проектирование. Справочник. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Под редакцией канд. тех. наук А.М. Тугая. К.: Будівельник, 1982.
3. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий Постановление Госстроя СССР от 4.10.85 N 189 СНиП от 4.10.85 N 2.04.01-85*
4. СНиП 2.04.07-86* Тепловые сети Постановление Госстроя СССР от 30.12.86 N 75 СНиП от 30.12.86 N 2.04.07-86*
5. СНиП 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование Постановление Госстроя СССР от 28.11.91 N 6/н СНиП от 28.11.91 N 2.04.05-91*
6. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов (с изменением № 1 от 31 декабря 1997 года) Постановление Госстроя СССР от 9.8.88 N 155 СНиП от 9.8.88 N 2.04.14-88
7. СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер" Письмо Минстроя России от 9.4.96 N 13/214 СП от 9.4.96 N 40-101-96
8. ВСН 52-86 Установки солнечного горячего водоснабжения. Нормы проектирования Приказ Госгражданстроя СССР от 17.12.86 N 429 ВСН от 17.12.86 N 52-86
9. Пособие по проектированию автономных инженерных систем одноквартирных и блокированных жилых домов (водоснабжение, канализация, теплоснабжение и вентиляция, газоснабжение, электроснабжение) Письмо Госстандарта России от 15.5.97 N 13-288. Инструкция Госстандарта России.
10. Официальные сайты: www.heatline.nm.ru, www.gvozdik.ru, www.wilo.ua, www.aquatherm.ua, <http://onninen.ru>.