

Лекция 2. Теплоснабжение

1. Топливо, его виды и горение
2. Системы теплоснабжения. Источники теплоты
3. Котельные установки
4. Виды тепловых сетей, их прокладка
5. Конструктивные элементы тепловых сетей
6. Способы присоединения потребителей к тепловым сетям
7. Тепловые пункты

1. Топливо, его виды и горение

По своему агрегатному состоянию все виды органического топлива подразделяются на твердое, жидкое и газообразное:

- твердое топливо — антрацит, каменные и бурые угли, сланцы торф, дрова;
- жидкое топливо — мазут, легкое печное топливо;
- газообразное топливо — природный, коксовый, доменный, сланцевые газы.

Топливо состоит из горючей массы и балласта, Горючая масса твердого и жидкого топлива состоит в основном из четырех элементов: углерода С, водорода Н, кислорода О и серы S. Газообразное топливо состоит в основном из углеводородов C_mH_n .

Топливо в том виде, в каком оно поступает потребителю, называется *рабочим*, а вещества его составляющие — *рабочей массой*. Состав твердого и жидкого топлива указывается в процентах по массе:

$$C^p + H^p + S^p + O^p + N^p + A^p + H_2O^p = 100 \%, \quad (2.1)$$

где C^p , H^p , S^p — содержание горючих веществ, %;

O^p , N^p — содержание кислорода и азота, %;

A^p — содержание негорючих минеральных примесей (золы), %;

H_2O^p — содержание воды, %.

Состав газообразного топлива выражается в процентах по объему:

$$H_2 + CO + H_2S + C_mH_n + CO_2 + SO_2 + N_2 + O_2 = 100 \%, \quad (2.2)$$

где H_2 , CO , H_2S , C_mH_n , — содержание горючих газов, %;

CO_2 , SO_2 , N_2 — содержание негорючих газов, %;

O_2 — содержание кислорода, %.

Важнейшей характеристикой топлива является теплота сгорания Q , представляющая собой количество теплоты, выделяющейся при полном сгорании 1 кг твердого и жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива при нормальных условиях.

Различают высшую Q_v^p и низшую Q_n^p теплоты сгорания, отличающиеся теплотой, затраченной на конденсацию водяных паров в продуктах сгорания, образующихся при горении. Температура уходящих газов, отводимых от топливосжигающих устройств, как правило, превышает 100 °С, и конденсация водяных паров не происходит, следовательно, теплота их парообразования теряется. Поэтому теплотехнические расчеты обычно выполняются на основе низшей теплоты сгорания топлива. Теплота сгорания топлива определяется экспериментально или может быть рассчитана по приближенным формулам и приводится в справочной литературе.

Низшая теплота сгорания каменных углей и антрацита составляет 18...30 МДж/кг, мазута 30...40 МДж/кг, природного газа 33...42 МДж/м³.

Для сравнения энергетической ценности и эффективности использования различных сортов и видов топлива вводится понятие «условного топлива» с теплотой сгорания $Q_{н\text{ усл}} = 29,33$ МДж/кг.

Пересчет расхода данного топлива B на условное $B_{\text{усл}}$ проводится по соотношению:

$$V_{\text{усл}} = V Q_{\text{н}}^{\text{р}}/29,33. \quad (2.3)$$

Горение топлива — это физико-химический процесс окисления горючих элементов с выделением теплоты и свечением. При сгорании топлива образуются продукты сгорания, которые разделяют на сухие газы и водяные пары. Сухие газы разделяются на трехатомные и двухатомные. В продуктах полного горения содержатся газы CO_2 , SO_2 , H_2O , N_2 , O_2 . При неполном сгорании в них имеются горючие компоненты — CO и др. В качестве окислителя при горении используется кислород воздуха.

Количество воздуха, необходимого для полного сгорания единицы количества топлива, называемое теоретическим количеством воздуха, определяется по стехиометрическим уравнениям.

Теоретическое количество воздуха V_0 , $\text{м}^3/\text{кг}$, необходимое для сжигания 1 кг твердого и жидкого топлива, можно рассчитать по уравнению

$$V^0 = 0,0889(C^\circ + 0,375S^\circ) + 0,265H^\circ - 0,0333O^\circ, \quad (2.4)$$

где C° , S° , H° , O° — содержание соответствующих горючих компонентов в жидком и твердом топливе, %.

То же справедливо для газообразного топлива, $\text{м}^3/\text{м}^3$:

$$V^0 = 0,0476[0,5\text{CO} + 0,5\text{H}_2 + 1,5\text{H}_2\text{S} + \Sigma(m + n/4)\text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2], \quad (2.5)$$

где CO , H_2 , H_2S , C_mH_n , O_2 — содержание соответствующих компонентов в газообразном топливе, %.

На практике сжигание топлива в большинстве случаев проводится с некоторым избытком воздуха ΔV_B по сравнению с теоретическим количеством V^0 . Отношение действительного количества воздуха, идущего на горение, к теоретически необходимому называется коэффициентом избытка воздуха:

$$\alpha = (V^0 + \Delta V_B)/V^0. \quad (2.6)$$

В зависимости от вида топлива, способа его сжигания и типа топочного устройства коэффициент избытка воздуха составляет при сжигании газообразного топлива и мазута $\alpha = 1,05 \dots 1,10$; при сжигании твердого топлива $\alpha = 1,2 \dots 1,7$.

Одной из важнейших характеристик процесса горения является температура газообразных продуктов сгорания, называемая температурой горения. Температура горения определяется из теплового баланса процесса горения, который составляется на основе термодинамических законов.

Максимальная температура горения T_m или жаропроизводительность, достигается при полном адиабатическом сжигании топлива (т. е. в отсутствие теплообмена с окружающей средой) в нормальных условиях в стехиометрическом объеме окислителя (коэффициент избытка окислителя $\alpha = 1$). Эта температура может быть определена по формуле:

$$T_m = Q_{\text{н}}/(\Sigma V_i C_i), \quad (2.7)$$

где V_i — объем i -го компонента продуктов сгорания;

C_i —средневзвешенная теплоемкость i -го компонента продуктов сгорания в диапазоне температуры от 0 до T_m .

2. Системы теплоснабжения. Источники теплоты

Системой теплоснабжения называют комплекс технических устройств обеспечивающих приготовление теплоносителя, его транспортирование и распределение по потребителям.

Теплоноситель — материальная среда, которая используется для передачи теплоты от источника к потребителям. В системах теплоснабжения в качестве теплоносителя служат вода и водяной пар. Воздух для передачи теплоты на значительное расстояние

малопригоден из-за его невысокой плотности и теплоемкости.

Теплоноситель — горячая вода или водяной пар с соответствующими параметрами готовится в водогрейных или паровых котлах. Возможно также использование альтернативных источников теплоты.

Назначение системы теплоснабжения — обеспечение потребителей теплоты необходимым количеством тепловой энергии требуемых параметров.

Потребителями теплоты являются системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения, а также технологические установки промышленных предприятий.

В зависимости от изменения потребности в теплоте во времени различают *сезонных* и *круглогодичных* потребителей теплоты.

Системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха являются сезонными потребителями теплоты. Расход теплоты зависит от климатических условий. В течение суток расход теплоты у сезонных потребителей изменяется незначительно.

К круглогодичным потребителям теплоты относятся технологические установки и системы горячего водоснабжения. Возможно некоторое уменьшение тепловой нагрузки у этих потребителей в летний период вследствие более высокой начальной температуры обрабатываемого сырья и нагреваемой воды в этот период.

Применяют централизованные и децентрализованные (автономные) системы теплоснабжения. В *централизованных* системах один источник теплоты обслуживает раздельно расположенные теплопотребляющие устройства ряда абонентов.

В *децентрализованных* (автономных) системах теплоснабжения каждый потребитель имеет собственный источник теплоты.

Для обеспечения теплотой больших жилых массивов городов и промышленных предприятий применяются *системы централизованного теплоснабжения*. Система централизованного теплоснабжения начинается источником теплоты и заканчивается абонентским вводом в здание. Источниками теплоты в них являются *теплоэлектроцентрали* (ТЭЦ) или крупные (обычно *районные*) котельные. Те и другие имеют высокий КПД. Применяются водяные и паровые системы теплоснабжения. Теплоноситель-вода от источников транспортируется по тепловым сетям протяженностью до 20—30 км с диаметром труб до 1000—1500 мм, протяженность паропроводов составляет несколько километров. Мощность ТЭЦ — 1000-3000 МВт, котельных — 100-500 МВт.

С учетом преимуществ и недостатков теплоносителей (воды и пара) водяные системы применяют для теплоснабжения жилых домов, общественных и коммунальных зданий, предприятий, которым необходима горячая вода, а паровые системы — для снабжения промышленных предприятий. Централизованное теплоснабжение городов составляет до 70—80% в крупных городах, в которых преобладает современная застройка. Источником до 50-60 % теплоты для жилищно-коммунального сектора являются ТЭЦ.

Использование в централизованном теплоснабжении в качестве источника тепла ТЭЦ называется *теплофикация*.

В районных котельных экономический эффект достигается благодаря использованию более крупных котельных установок, имеющих высокий КПД. В этих котельных могут быть механизированы подача топлива, удаление золы и шлака.

Преимуществом центрального теплоснабжения является сокращение количества источников теплоты и их укрупнение, что позволяет значительно улучшить экологическую ситуацию в крупных городах, так как уменьшается количество дымовых труб, через которые в окружающую среду выбрасываются продукты сгорания.

Так же нет необходимости в большом числе складов топлива, может быть механизирован процесс удаления золы и шлаков. Легче осуществлять очистку дымовых газов от токсичных компонентов.

Наряду со значительными преимуществами централизованное теплоснабжение имеет определенные недостатки. К ним в первую очередь относятся значительные потери теплоты в тепловых сетях, достигающие 30%. Это связано с тем, что значительная часть тепловых сетей выполнена с применением малоэффективной теплоизоляции и некачественной гидроизоляции. Это приводит к значительным сверхнормативным тепловым потерям и ускоренной коррозии труб. Перерасход топлива в тепловых сетях составляет 20-25 млн.т условного топлива в год.

Поэтому в ряде случаев более эффективно и экономично применение децентрализованных (автономных) систем теплоснабжения. В качестве источника теплоты в этих системах все шире применяются блочные и крышные котельные, работающие на газе и жидком топливе. Тепловая мощность котельных от 50 до 4000 кВт. Блочные котельные размещаются в пристройке к зданию. Крышные - на крыше.

3. Котельные установки

Котельные установки в зависимости по характеру потребителей подразделяются на энергетические, производственно-отопительные и отопительные. По виду вырабатываемого теплоносителя они делятся на паровые (для выработки пара), водогрейные для выработки горячей воды) и комбинированные (для выработки пара и горячей воды).

Энергетические котельные установки вырабатывают пар для паровых турбин на тепловых электростанциях. Такие котельные оборудуют, как правило, котлоагрегатами большой и средней мощности, которые вырабатывают пар повышенных параметров.

Производственно-отопительные котельные установки (обычно паровые) вырабатывают пар не только для производственных нужд, но и для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Отопительные котельные установки (в основном водогрейные, но они могут быть и паровыми) предназначены для обслуживания систем отопления производственных и жилых помещений.

В зависимости от масштаба теплоснабжения отопительные котельные подразделяются на местные (индивидуальные), групповые и районные.

Местные котельные обычно оборудуются водогрейными котлами с нагревом воды до температуры не более 115 °С или паровыми котлами с рабочим давлением до 70 кПа. Такие котельные предназначены для снабжения теплотой одного или нескольких зданий.

Групповые котельные установки обеспечивают теплотой группы зданий, жилые кварталы или небольшие микрорайоны. Такие котельные оборудуют как паровыми, так и водогрейными котлами, как правило, большей теплопроизводительности, чем котлы для местных котельных. Эти котельные обычно размещают в специально сооруженных отдельных зданиях или мобильных блоках.

Районные отопительные котельные служат для теплоснабжения крупных жилых массивов, их оборудуют сравнительно мощными водогрейными или паровыми котлами.

В общем случае котельная установка включает в себя основные и вспомогательные устройства. К основным относятся котлы, являющиеся главной частью установки, и хвостовые поверхности нагрева. В котлах дымовые газы, образовавшиеся в топочном устройстве при сгорании топлива, омывают поверхность нагрева котла, отдавая ей часть заключенной в них тепловой энергии и покидают котел с более или менее высокой

температурой. Для дополнительного использования теплоты, содержащейся в отработанных дымовых газах, уходящих из котла, за ними устанавливаются хвостовые поверхности нагрева: экономайзер, в котором подогревается питательная или сетевая вода, или (и) воздухоподогреватель, в котором осуществляется подогрев воздуха, идущего на горение в топочное устройство. В зависимости от местных условий экономайзеры и воздухоподогреватели иногда не устанавливаются или устанавливаются только одно из названных устройств. К вспомогательному оборудованию относятся: тяговое устройство, дутьевая установка, питательные или сетевые насосы, устройства подготовки питательной воды, идущей на питание паровых котлов, или подпиточной воды, идущей на восполнение утечек в тепловой сети, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы, средства регулирования и управления, устройства топливоподачи.

Тяговое устройство предназначается для создания разряжения в газоходах теплогенерирующей установки, необходимого для удаления в атмосферу охлажденных дымовых газов и преодоления сопротивлений при их движении в газоходах установки. К тяговым устройствам принадлежат дымососы (искусственная тяга) и дымовая труба (естественная тяга).

Дутьевая установка состоит из вентиляторов и воздуховодов, служащих для подачи воздуха в топку котельного агрегата.

В паровой котельной устанавливаются баки питательной воды, в которые поступает конденсат пара, возвращаемый от потребителя, и подводится добавочная вода, покрывающая потери пара

у потребителя. Питательный насос забирает воду из этих питательных баков и подает ее в паровой котел.

Сетевые (циркуляционные) насосы устанавливают в водогрейных и паровых котельных. В таких установках трубопровод обратной воды отопительной системы присоединяется к сетевому насосу, который прокачивает воду через котел или подогревательные устройства и затем по нагнетательному трубопроводу — в отопительную систему. Таким образом, водогрейный котел включается в контур циркуляции воды через отопительную систему.

Устройство для подготовки питательной или подпиточной воды включают в себя водозаборные устройства, установки химводообработки и деаэрации. В установке химводообработки осуществляется умягчение (удаление солей жесткости, вызывающих отложение накипи на тепловоспринимающих поверхностях котла) исходной сырой воды, а в деаэраторе осуществляется удаление коррозионно-активных газов из химобработанной воды. Деаэрированная вода подается на питание паровых котлов питательными насосами и подпитку тепловых сетей подпиточными.

Для контроля и автоматического регулирования процессов, протекающих в котельной установке, служат приборы контроля и автоматики.

4. Виды тепловых сетей, их прокладка

Тепловая сеть - это система трубопроводов, по которым теплоноситель (горячая вода или пар) поступает от источника к потребителям теплоты. В тепловой сети можно выделить три основных элемента: трубопроводы, по которым перемещается теплоноситель; изоляцию, предназначенную для уменьшения попутных потерь теплоты; строительные конструкции (каналы, опоры и др.).

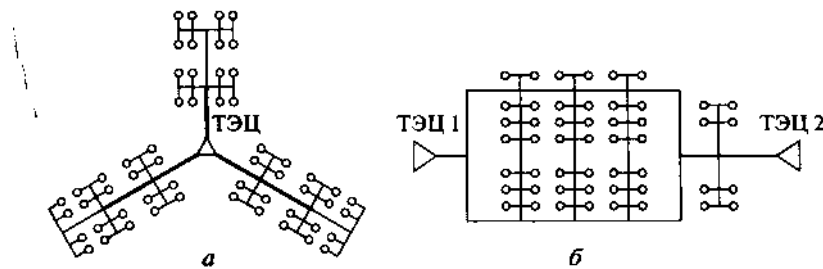
Тепловые сети - один из наиболее дорогостоящих и трудоемких элементов систем централизованного теплоснабжения.

Тепловые сети включают в себя стальные трубопроводы диаметром 100-1500 мм с тепловой и гидроизоляцией; компенсаторы тепловых удлинений; запорно-регулирующую арматуру; подвижные и неподвижные опоры; камеры; дренажные и воздуховыпускные устройства; строительные конструкции.

По организации водяные тепловые сети разделяются на *закрытые* и *открытые*. В открытых сетях циркулирующая в тепловой сети вода полностью или частично разбирается для горячего водоснабжения. В закрытых сетях вода из сети не отбирается.

По назначению тепловые сети разделяются на *магистральные*, *распределительные* (внутри квартала, микрорайона) и *ответвления* к отдельным зданиям.

В зависимости от схемы магистральных трубопроводов различают *радиальные* (лучевые) и *кольцевые* тепловые сети, представленные на рисунке 1.



а — радиальная; *б* — кольцевая

Рисунок 1 - Схемы тепловых сетей:

Радиальная (или тупиковая) сеть предусматривает прокладку отдельных магистралей от одного источника теплоты в районы размещения тепловых потребителей. Радиальные сети сооружают с постепенным уменьшением диаметров труб в направлении от источника теплоты. Такие сети наиболее просты, экономичны по начальным затратам, требуют наименьшего расхода металла на сооружение и удобны в эксплуатации. Но при аварии на магистрали радиальной сети прекращается теплоснабжение абонентов, присоединенных за аварийным участком. Неудобны радиальные сети и при ремонте магистральных линий, так как на весь период ремонтных работ все потребители за ремонтируемым участком должны быть отключены. Этот недостаток частично может быть устранен, если в радиальную схему ввести резервные перемычки, соединяющие отдельные лучи попарно. Радиальные водяные сети допускается сооружать при диаметре магистральных трубопроводов до 700 мм со сроком ликвидации аварии до 24 ч.

При теплоснабжении крупных городов от нескольких ТЭЦ целесообразно предусматривать взаимную блокировку ТЭЦ путем соединения их магистралей блокировочными связями. В этом случае может быть создана в принципе объединенная *кольцевая тепловая сеть* с несколькими источниками питания. Кольцевая схема образуется прокладкой от источника теплоты к одной группе потребителей не менее двух магистралей, соединяющихся между собой в районе размещения потребителей, обеспечивая двустороннюю подачу теплоты. Кольцевые сети самые дорогостоящие, поэтому они сооружаются в крупных городах. Но кольцевые сети более надежны на случай аварии, так как предусматриваются перемычки между магистральными трубопроводами.

По количеству труб тепловые сети могут быть одно-, двух- и многотрубными. Трехтрубные: 1-я и 2-я трубы - подающие теплоноситель с разной температурой, 3-я -

обратная. Четырехрубная: 1-я, 2-я трубы - для отопления, вентиляции и кондиционирования; 3-я, 4-я - для горячего водоснабжения и технологических нужд.

По способу прокладки тепловые сети могут быть *подземными* и *надземными*. *Подземная* прокладка производится на территории населенных пунктов и предприятий. Применяется *канальная* и *бесканальная* подземная прокладка.

Надземная прокладка производится на территории предприятий, в некоторых случаях на незастроенных территориях в населенных пунктах. Трубы устанавливаются на высоких опорах, наземных опорах, кронштейнах у стен зданий, эстакадах. Выбор способа прокладки определяется конкретными условиями (застройка, грунт и др.).

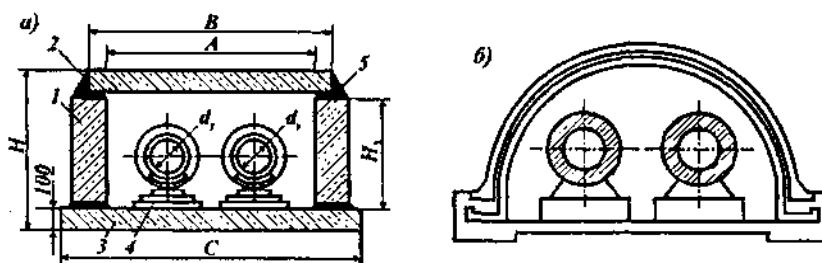
Трассу тепловых сетей следует прокладывать в специально отведенных технических полосах параллельно улицам, дорогам и проездам. Так же целесообразна прокладка тепловых сетей в общих коллекторах с водопроводом, электрическими и телефонными кабелями, газопроводами давлением не более 0,3 МПа. Трасса тепловой сети в плане должна быть максимально приближена к прямой линии. Наличие большого числа поворотов, изломов трассы и прочее удорожает конструкции сети и усложняет ее эксплуатацию.

При бесканальной подземной прокладке тепловых сетей необходимо выдерживать определенные расстояния по вертикали и горизонтали от зданий, сооружений, водопровода, канализации, газопровода, электрических кабелей, кабелей связи. Глубину заложения тепловых сетей принимают исходя из требования защиты их от механических повреждений, а также необходимости выдерживать уклоны. При этом стремятся, чтобы объем земляных работ был минимальным. При высоком уровне грунтовых вод устраивают попутный дренаж из керамических, асбоцементных труб.

После прокладки производят уплотнение грунта над теплотрассой и планировку поверхности земли для обеспечения уклона, необходимого для стока воды.

5. Конструктивные элементы тепловых сетей

Подземная прокладка производится в каналах и бесканальным способом. При канальной прокладке используются проходные и непроходные каналы. Непроходные каналы различных конструкций. обычно сооружаются из типовых железобетонных или иных деталей заводского изготовления и представлены на рисунке 2.

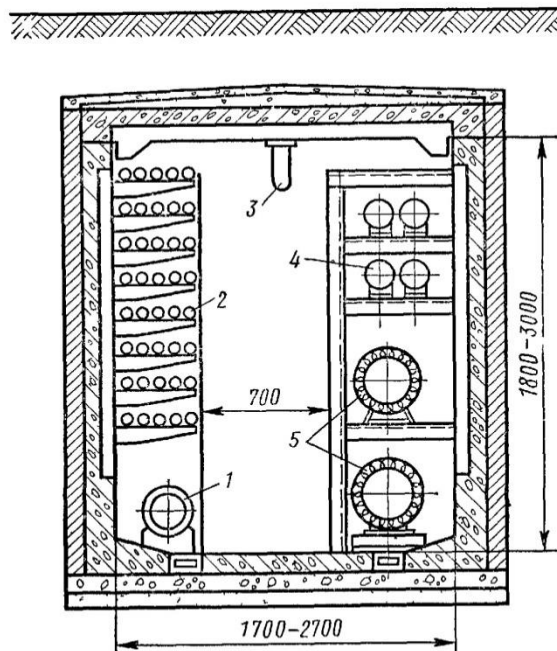


а - непроходной канал из бетонных деталей: 1 - бетонный стеновой блок; 2 - железобетонная панель; 3 - бетонное основание; 4 - опорная подушка; 5 - цементный раствор;

б - канал, перекрытый железобетонными скорлупами

Рисунок 2 - Непроходные каналы

Проходные каналы более удобны в эксплуатации, они дают возможность вести постоянное наблюдение и обслуживание трубопроводов. Проходные каналы обходятся существенно дороже непроходных. В проходных каналах наряду с трубопроводами тепловых сетей могут быть проложены другие коммуникации.



1 — водопровод; 2 — электрические кабели; 3 — светильник; 4 — технологические трубопроводы; 5 — теплотрассы

Рисунок 3 - Проходной канал

При *бесканальной* прокладке трубопроводы находятся непосредственно в грунте. Этот способ прокладки дает существенную экономию. При *бесканальной* прокладке - изоляционная конструкция трубопроводов состоит из следующих слоев: антикоррозионной изоляции, теплоизоляционной изоляции, гидроизоляционной изоляции и защитно-механической изоляции.

Антикоррозионная изоляция служит для предохранения наружной поверхности теплопроводов от коррозии. Антикоррозионная изоляция осуществляется специальными материалами - битумным лаком, грунтом и алюминиевой краской. Материал наносится на поверхность труб перед их прокладкой.

Тепловую изоляцию применяют для уменьшения потерь теплоты в окружающую среду.

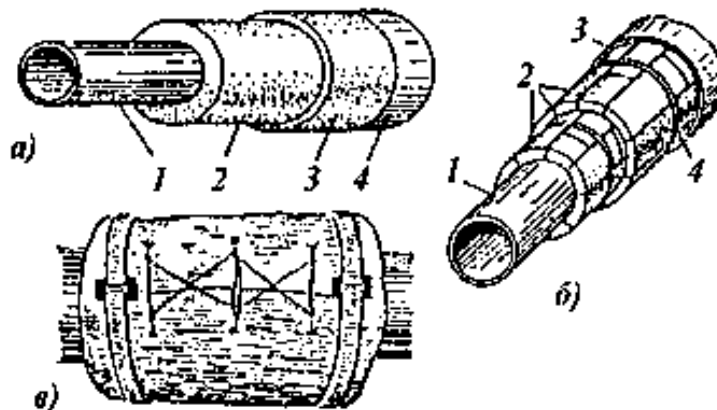
Для тепловой изоляции применяют материалы с малой теплопроводностью и незначительной влагоемкостью. Обычно используются неорганические материалы. К ним относятся: минеральная вата, стекловолокно, ячеистая керамика, пеностекло, пенобетон и др. Вид тепловой изоляции принимают в зависимости от способа прокладки тепловой сети и местных условий.

Обычно применяют теплоизоляцию: засыпную, монолитную (литую), мастичную, блочную (сборную) в виде формованных изделий и оберточную, представленные на рисунке 4.

Засыпную изоляцию применяют в сухих непросадочных грунтах при температуре теплоносителя до 115 °С. При *засыпной* изоляции используют крупнозернистый песок, гравий, фрезерный торф, керамзит, перлит и др.

Монолитную (литую) изоляцию можно применять при температуре теплоносителя не более 180 °С. Литая изоляция используется при канальной и бесканальной прокладках. Теплоизоляционный материал - пеносиликат, пенобетон.

Мастичную изоляцию выполняют из совелита, вулканита и др. Слои изоляционного материала наносят на трубу в горячем состоянии.



- а - мастичная: 1 - труба; 2 - изоляционная мастика; 3 - штукатурка; 4 - гидроизоляция;
 б - сегментная изоляция: 1 - труба с антикоррозионным покрытием; 2 - изоляционные сегменты;
 3 - асбестоцементная корка; 4 - стяжные кольца из проволоки;
 в - оберточная изоляция из асбестовых матрацев

Рисунок 4 - Тепловая изоляция

Блочную (сборную) изоляцию в виде формованных изделий - сегментов и скорлуп применяют при подземной прокладке. Эти элементы изготовляют из пенобетона, минеральной ваты, диатомита, асбоцемента.

Оберточная изоляция применяется в виде мягких элементов (полотнищ, матрацев, шлангов). Основным материалом служит асбестовая ткань, заполняемая минеральной ватой, крошкой асбеста и другими сыпучими теплоизоляционными материалами.

На данный момент получили распространение трубы с пенополиуретановой (ПГТУ) изоляцией в полиэтиленовой оболочке. Применение для бесканальной прокладки труб с такой изоляцией позволяет значительно увеличить срок службы труб - до 30 лет, сократить тепловые потери на 15-45%, сократить расходы на строительство и эксплуатацию тепловых сетей.

На трассе тепловой сети предусматривают *камеры* и *компенсаторные ниши*. В камере, расположенной в месте ответвления трубопроводов, устанавливаются задвижки, а также сальниковые компенсаторы, опоры, спускные и воздушные краны и др.

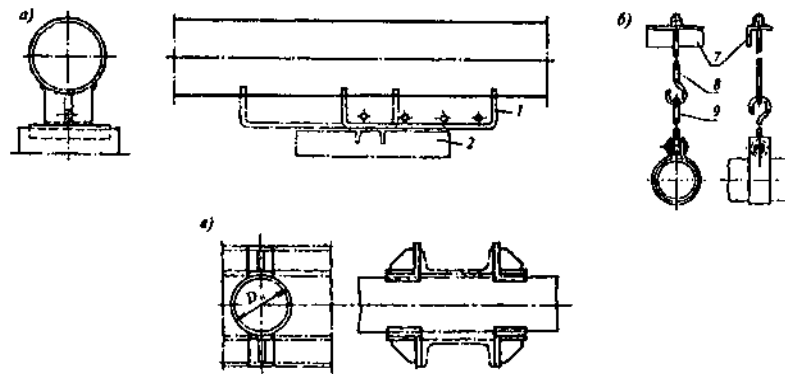
Трубопроводы теплосети прокладывают на подвижных и неподвижных опорах, представленные на рисунке 5.

Подвижная опора воспринимает массу трубопровода и обеспечивает его свободное перемещение при тепловом удлинении.

При подземной прокладке применяют скользящие опоры. Подвесные опоры используют при надземной прокладке. При прокладке трубопроводов в тепловых пунктах, камерах применяют также роликовые и катковые опоры.

Минимальные пролеты между опорами определяют расчетом из условия, чтобы прогиб не превосходил $0,002 d_v$, мм.

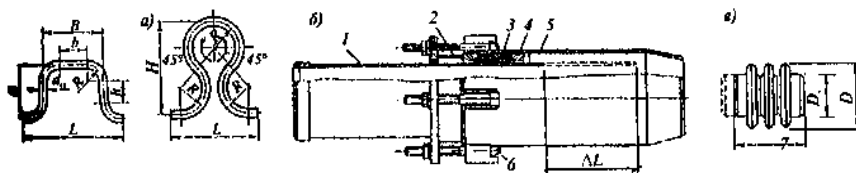
Неподвижные опоры служат для фиксации трубопроводов и разделения их на участки компенсации. Эти опоры располагаются в местах ответвления трубопроводов, размещения арматуры и сальниковых компенсаторов.



a, б- подвижные опоры: *a* - скользящая: 1 - приварной башмак; 2 - опорная подушка;
б - подвесная: 1 - кронштейн; 2 - болт подвесной; 3 - тяга; 4 - неподвижная опора

Рисунок 5 - Опоры тепловой сети

Для компенсации тепловых удлинений теплопроводов используют повороты трубопроводов (естественная компенсация) и компенсаторы, представленные на рисунке 6. Компенсатор устанавливают между неподвижными опорами. В тепловых сетях применяют гибкие и осевые компенсаторы. Гибкие компенсаторы имеют П-образную и лирообразную форму. Они удобны в эксплуатации, так как не нуждаются в обслуживании. При подземной прокладке гибкие компенсаторы размещаются на трассе в компенсаторных нишах.



a - гибкие компенсаторы П-образный и лирообразный; *б* - сальниковый компенсатор: 1 - стакан; 2 - грундбуksа; 3 - сальниковая набивка; 4 - упорное кольцо; 5 - корпус; 6 - затяжные болты; *в* - линзовый компенсатор

Рисунок 6 - Компенсаторы

Применяют два вида осевых компенсаторов - сальниковые и линзовые. В сальниковом компенсаторе тепловое удлинение трубы компенсируется перемещением патрубка внутри корпуса. Герметичность обеспечивается благодаря сальниковой набивке между патрубком и корпусом. Сальниковые компенсаторы размещаются в камерах. Их недостатком является то, что они нуждаются в периодическом обслуживании. Линзовые компенсаторы собираются на сварке из линз из тонколистовой стали. Обычно в компенсаторе 3-4 линзы.

6. Способы присоединения потребителей к тепловым сетям

Применяют зависимое и независимое присоединения местных систем к тепловым сетям, представленные на рисунке 7.

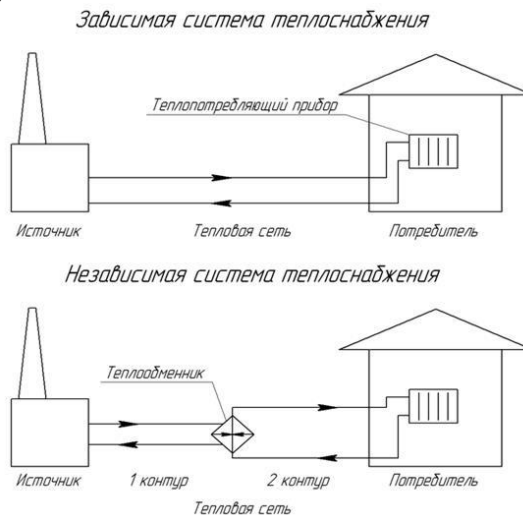


Рисунок 7 - Способы присоединения к тепловым сетям

При зависимом присоединении вода из тепловой сети может поступать без подмешивания в отопительные приборы систем отопления. Эта схема применяется, если параметры воды в теплосети соответствуют параметрам воды в местной системе.

Зависимое присоединение с подмешиванием обратной воды из местной системы к воде, поступающей из теплосети, осуществляется, если температура воды в теплосети выше температуры, необходимой для местной системы. Подмешивание производится с помощью элеватора или насоса.

При независимой схеме вода из тепловой сети поступает в теплообменнике местной системы. Отдав теплоту воде местных систем отопления и вентиляции, сетевая вода возвращается к источнику теплоснабжения. Высокотемпературным (первичным) теплоносителем при теплоснабжении гражданских зданий обычно является вода с параметрами 115-70; 130-70; 150-70 °С.

При зависимом присоединении местная система и тепловая сеть между собой гидравлически взаимосвязаны. При независимом присоединении такой связи нет.

При присоединении систем горячего водоснабжения к открытой системе теплоснабжения вода из теплосети поступает сразу на водоразбор.

При закрытой системе вода для горячего водоснабжения нагревается в теплообменнике.

К *паровым* тепловым сетям системы отопления и вентиляции могут присоединяться непосредственно и независимо с помощью теплообменника.

Системы горячего водоснабжения присоединяются независимо с помощью теплообменника.

Технологические потребители пара присоединяются непосредственно.

7. Тепловые пункты

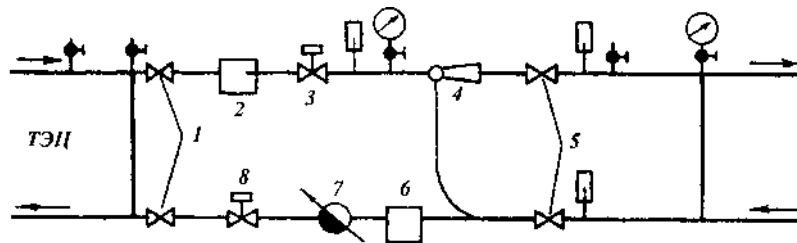
Тепловой пункт соединяет тепловую сеть с потребителями теплоты. Тепловые пункты располагаются в отдельно стоящих специальных зданиях или в отведенных помещениях зданий - потребителей теплоты.

В тепловом пункте осуществляются прием, подготовка и также возврат использованного теплоносителя в тепловую сеть.

На тепловом пункте в соответствии с принятой схемой могут быть установлены элеваторы, центробежные насосы, аккумуляторы горячей воды, теплообменники для систем отопления и горячего водоснабжения, грязевики, фильтры, приборы учета и др. Управление работой теплового пункта производится с помощью приборов контроля и автоматического регулирования.

Тепловые пункты устраивают центральные, групповые и индивидуальные. Если в тепловом пункте подготавливается теплоноситель только для систем отопления и вентиляции, то такой тепловой пункт носит название *абонентский ввод*.

В гражданском строительстве наиболее распространены тепловые пункты на основе элеваторного узла, представленного на рисунке 8.



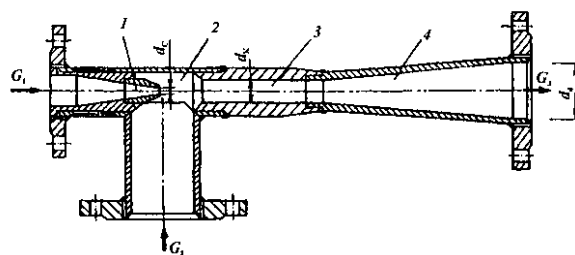
1, 5 - задвижки; 2, 6 - грязевики; 3 - регулятор расхода; 4 - элеватор; 7 - водомер; 8 - регулятор давления «до себя»

Рисунок 8 - Тепловой пункт с элеваторным узлом

Элеватор осуществляет подмешивание воды из местной системы отопления к воде, поступающей из тепловой сети и представлен на рисунке 9. В результате смешения местные системы получают воду с заданной температурой. Элеватор выполняет также функцию насоса в местной системе отопления.

Элеватор работает за счет разности гидравлического давления в подающей и обратной трубах перед элеватором.

Вода из подающего трубопровода теплосети под давлением поступает соплу 1 и истекает из него в виде струи с большой скоростью в камеру смешения 3. При этом в результате турбулентной диффузии струя эжектирует за собой воду из приемной камеры 2, подключенной к обратной магистрали. Так осуществляется подмешивание более холодного теплоносителя из обратной линии. После камеры смешения, потоки воды поступают в диффузор 4, где завершаются процесс смешения и стабилизируется поле скоростей.



1 - сопло; 2 - приемная камера; 3 - камера смешения; 4 - диффузор

Рисунок 9 - Элеватор

Широкое применение элеваторов в системах теплоснабжения обусловлено их существенными преимуществами: простота конструкции, надежность работы, малые расходы при эксплуатации, надежность. Недостатки малый КПД (25-30%), перед элеватором необходим значительный располагаемый напор - 12-15 м вод. ст.

Если напор недостаточен, применяют подмешивание с помощью насоса.

Теплообменники (бойлеры, водонагреватели) устанавливаются на тепловых пунктах для нагрева воды для отопления и горячего водоснабжения. Применяют пароводяные и водоводяные теплообменники.

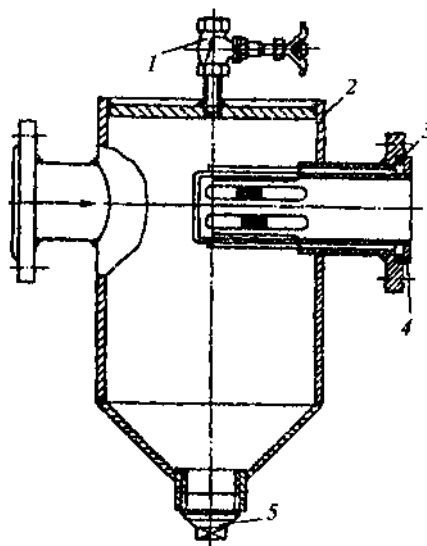
Также различают емкостные и скоростные теплообменники.

Для нагрева воды для горячего водоснабжения с переменным расходом воды используют емкостные теплообменники. Внутри цилиндрического корпуса находится змеевик. В него подается пар который, отдавая теплоту нагреваемой воде, конденсируется, собирается в баке и перекачивается к источнику теплоты.

В системах отопления, а также в других системах со значительным и непрерывным расходом горячей воды применяют скоростные секционные теплообменники.

Аппарат может быть одно- и многосекционным.

Грязевик - устройство для осаждения загрязнений, которые несет с собой теплоноситель и представлен на рисунке 10. Они состоят из земли и песка, попавших в трубопровод при ремонтных работах, окалинах и отложений. Грязевики устанавливают в тепловых пунктах на подающих трубах, а также перед водомерами. Грязевик имеет небольшое гидравлическое сопротивление. Диаметр корпуса в три раза больше диаметра входного патрубка. Скорость воды резко падает, что способствует осаждению частиц. В грязевике имеется также съемный фильтр в виде отрезка трубы с прорезями затянутыми латунной сеткой.



1 - вентиль для выпуска воздуха; 2 - корпус; 3 - съемный патрубок с сеткой; 4 - прокладка; 5 - пробка для спуска грязи

Рисунок 10 - Грязевик