

Тема 2.1 Отопление

План

- 1.Центральные системы водяного отопления
- 2.Системы парового отопления
- 3.Нагревательные приборы систем отопления
- 4.Лучистое и панельное отопление

Литература

Основная литература:

1. Буренин В.А., Ливчак И.Ф., Иванова А.В. Основы промышленного строительства и санитарной техники.- М .: ВШ, 2014
2. Беляев В.В. Санитарная техника предприятий мясной и молочной промышленности.- М .: Пищевая промышленность, 2012.
3. Полянский В.К. Основы промышленного строительства пищевых предприятий.- Воронеж, 2015
4. Проектирование холодильных сооружений. Справочник - М .: Пищевая промышленность, 2012
5. Крылов Ю.С. и др. Проектирование холодильников - М .: Пищевая промышленность, 2013

Дополнительная литература

1. Душин И.Ф. Санитарно-технические устройства предприятий мясной и молочной промышленности.- М. Легкая и пищевая промышленность, 2014.
2. СНиП 11-105-74. Холодильники. - М .: Госстрой, 2012

Интернет источники:

1. <http://library.miit.ru/methodics/16012012/10>
2. <http://www.twirpx.com/files/pgs/structures/>

Центральные системы водяного отопления

Водяное отопление является в настоящее время самым распространенным видом центрального отопления в жилых и промышленных зданиях. Это объясняется главным образом тем, что в системе водяного отопления изменением температуры воды легко регулировать теплоотдачу, которую требуется все время менять в зависимости от изменения наружной температуры, определяющей теплопотери отапливаемых помещений. Эта особенность системы водяного отопления, которой обладают также системы воздушного отопления, называется качественным регулированием.

По способу побуждения водяное отопление подразделяют на системы с *насосным и естественным* побуждением. Более распространены системы с насосным побуждением, в которых циркуляция воды происходит, в основном, под действием циркуляционного насоса. Последний устанавливают на обратной линии, по которой идет охлажденная в системе отопления вода, перед водоподогревателем (котлом или бойлером).

После устранения обнаруженных дефектов монтажа к системе присоединяют расширительный сосуд и заполняют ее водой из водопроводной линии до низшего уровня воды в расширительном сосуде. Последний устанавливают в самой высшей точке системы отопления: обычно на чердаке или в надстройке (часто над лестничной клеткой). Присоединяют расширительный сосуд к насосной системе отопления расширительной линией перед насосом.

Горячая вода во время работы системы поступает из **котла** или **бойлера** в **главный стояк**, из него - в **распределительную горячую магистраль** и оттуда в **стояки системы**. Из стояков вода поступает в **отопительные приборы**, отдает в них свое тепло и далее по **обратной линии** возвращается в **котел** или **бойлер**, оттуда снова в главный стояк и т. д.

Для приведения системы отопления в действие включают в работу котел и **циркуляционный насос**. Как известно, вода при нагревании увеличивается в объеме. Для принятия этого дополнительного объема воды и служит **расширительный сосуд**, емкость которого находится между низшим и высшим уровнями. Уровни отмечают присоединением к **сигнальной** и **переливной** линиям - нижняя сигнальная выводится в **котельную** или бойлерную, верхняя переливная - в **канализацию**.

Воздух из системы отопления как при ее заполнении, так и во время работы удаляется через **воздухосборник**, который устанавливают в верхней точке разводящего горячего трубопровода, но ниже расширительного сосуда.

Наличие воздуха в системе часто приводит к прекращению циркуляции воды во всей системе или ее отдельных частях. Для полного удаления воздуха, все невертикальные трубы, включая подводы к приборам, прокладывают с **уклоном**, обеспечивающим движение воздуха вверх - к воздухосборнику. Этот уклон труб используют также для полного опорожнения системы отопления при спуске воды из нее при ремонте.

В **однотрубной схеме** отопительные приборы присоединяют горячей и обратной подводками к **одной трубе** (одному стояку). При этом в первые приборы по ходу воды она поступает с более высокой температурой, а в последующие - с более низкой. Для того чтобы все приборы при одинаковой их теплоотдаче давали требуемое количество тепла, первые устанавливают с меньшей поверхностью, а

последующие с большей.

В этом состоит принципиальное отличие однотрубной схемы от **двухтрубной**. В последней **горячая вода** во все отопительные приборы **подводится параллельно** по горячим стоякам и подводкам, а **охлажденная** (обратная) отводится, соответственно, по **обратным стоякам и подводкам**. Если не считать охлаждения воды в трубопроводах, горячая вода во все отопительные приборы подводится по двухтрубной схеме с одинаковой температурой.

Преимущество однотрубной схемы состоит в том, что для нее требуется вдвое меньше стояков, Это существенно уменьшает трудовые затраты на устройство систем отопления и расход труб, в связи с чем однотрубные схемы отопления, особенно для многоэтажных зданий, получили наибольшее распространение.

В тех случаях, когда расчетная температура горячей сетевой воды выше максимально допустимой температуры, с которой ее можно подавать в систему отопления, к ней в нужной пропорции подмешивают воду, охлажденную в системе отопления. Делают это с помощью водоструйного насоса элеватора, который устанавливают на тепловом вводе в здание, в месте присоединения центрального отопления к централизованному теплоснабжению.

Обратная вода подмешивается к потоку горячей воды в элеваторе за счет эжекции, которая возникает вокруг струи горячей воды, выходящей с большой скоростью из сопла элеватора. Для улучшения условий эжекции за соплом в элеваторе по ходу движения воды имеется расширяющаяся труба (диффузор).

Системы парового отопления

Водяной пар, находящийся в термодинамическом равновесии с водой, называется сухим насыщенным паром. Смесь сухого насыщенного пара с капельками воды во взвешенном состоянии называется **влажным насыщенным паром**.

Если к кипящей воде при постоянном давлении продолжать подводить тепло, то это тепло будет расходоваться на испарение воды, а температура кипящей воды будет оставаться постоянной. Количество тепла, расходуемое на испарение, называется **скрытой теплотой парообразования**.

При обратном явлении, т. е. при конденсации пара при постоянном давлении, его температура также не меняется, а выделяется скрытая теплота парообразования. Это свойство пара выделять скрытую теплоту парообразования используется в системах парового отопления.

Системы парового отопления проектируются таким образом, чтобы в нагревательном приборе происходила конденсация пара при неизменной температуре. Таким образом, при конденсации 1 кг пара отопительный прибор отдаст в отапливаемое помещение около 2260 кДж.

Поскольку плотность пара в диапазоне рабочих давлений в 1400—1500 раз меньше плотности воды при ее температуре в системе отопления, перемещение пара по трубопроводам отопительной системы возможно с гораздо большей скоростью, чем скорость течения воды. Обычно принимаются скорости движения пара в трубопроводах не менее 20 м/с. Большое количество теплоты, которое выделяет 1 кг пара, и большие скорости перемещения его по трубопроводам создают определенные преимущества этому виду теплоносителя.

Одним из основных **преимуществ** парового отопления является меньший расход по массе трубопроводов, чем в системах водяного отопления, а следовательно, и **меньшие капиталовложения** в систему отопления. Вторым не менее важным преимуществом является то, что **коэффициент теплопередачи** отопительного прибора при паре будет больше этого коэффициента при воде.

К недостаткам систем парового отопления следует отнести слишком высокую **температуру поверхности** отопительных приборов в период работы системы и **невозможность плавного регулирования** теплоотдачи приборов. Высокая температура поверхности приборов исключает возможность применения теплоносителя пара в помещениях, где не исключена **возгонка органической пыли**, в помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями, таких как жилые квартиры, общежития, детские учреждения, школы, больницы, а также в помещениях ряда промышленных цехов. СНиП 11-33-75 рекомендуют применять системы парового отопления в некоторых промышленных цехах предприятий, где не предъявляются высоких санитарно-гигиенических требований и не выделяется органической пыли, в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, и в помещениях складов, бань, прачечных и им подобных.

Системы парового отопления классифицируются по ряду признаков.

По давлению пара в котле системы разделяются на *вакуум-паровые* системы, системы **низкого и высокого** давления. К вакуум-паровым системам относятся такие, в которых давление пара в котле меньше атмосферного, т. е. $P_k < 10^5$ Па. В последнее время такие системы находят редкое применение, так как их монтаж и трудности эксплуатации, вызванные необходимостью поддержания высокой степени герметизации системы, создают дополнительные сложности и расходы по сравнению с другими системами.

В системах парового отопления **низкого давления** давление пара в котле поддерживается в пределах $(1,05 - 1,7)10^5$ Па. При таком диапазоне давления относительная безопасность работы системы достигается установкой простейших предохранительных устройств. Системы парового отопления с давлением пара в котле больше $1,7 \cdot 10^5$ Па относятся к системам **высокого давления**.

Системы парового отопления низкого и высокого давления делятся на **открытые** системы, т. е. сообщающиеся с атмосферой, и на **закрытые** системы, не сообщающиеся с атмосферой.

По способу возврата конденсата системы парового отопления делятся на **замкнутые**, в которых конденсат поступает в котел *самотеком*, а конденсатопроводы проложены с соответствующим уклоном таким образом, что обеспечивают **сток**, и **разомкнутые** системы, в которых конденсат стекает в конденсационный бак и из него насосом подается в котел. В зависимости от конструкции системы стекающий конденсат может заполнить не все сечение конденсатопровода. Такой конденсатопровод называется **сухим**. Если конденсат заполняет все сечение трубы, конденсатопровод называется **мокрым**.

Конденсатопроводы могут быть как **самотечные**, так и **напорные**, т. е. конденсат в них может перемещаться с помощью насосов или избыточного давления пара.

Конструктивно системы парового отопления могут быть выполнены с **верхней и нижней** прокладкой паропровода (в некоторых случаях применяется средняя прокладка), *конструкции стояков* могут быть как **двухтрубными**, так и **однотрубными**, системы могут быть как с вертикальными стояками, так и с

горизонтальными ветвями.

Более часто из перечисленных выше систем "применяют паровые системы низкого давления: они удобнее и безопаснее в эксплуатации, чем системы высокого давления и могут обслуживаться котлом, располагаемым в нижнем этаже или подвале отапливаемого здания.

Схем парового отопления низкого давления несколько. Они различаются по месту расположения разводящих паропроводов, присоединению отопительных приборов и способу отведения конденсата.

Более часто применяют *схему с верхней разводкой и «сухим» конденсато-проводом.*

Пар **из котла** под избыточным давлением поступает в **главный стояк**, из него в **разводящий паропровод**, расположенный сверху отопительных приборов, а затем — **в стояк**.

Далее пар по **паровым подводкам** идет в **отопительные приборы**, где он, соприкасаясь с внутренней поверхностью стенок, **охлаждается**, отдавая свою скрытую теплоту парообразования, и **конденсируется**. Конденсат через **конденсационную линию** поступает обратно в **котел**, где он снова превращается в пар; из котла пар вновь поступает в отопительные приборы и т. д.

Количество пара, которой поступает в каждый отопительный; прибор, по расчетным условиям должно соответствовать его теплоотдаче. Перед пуском пара в систему она бывает заполнена более тяжелым, чем пар, воздухом, который при заполнении системы вытесняется паром и выходит через **воздушник**.

При остановке системы, т. е. прекращении подачи пара и его конденсации, воздух, наоборот, через воздушник поступает в систему и заполняет получающийся вакуум. При этом вход и выход воздуха из системы происходит по конденсационной линии, в связи с чем ее делают увеличенного диаметра.

Движение конденсата по линии происходит за счет ее **уклона**, принимаемого **не менее 0,003**. С уклоном (по ходу движения пара) прокладывают и разводящий паропровод. Делают это для обеспечения спуска через приборы в конденсационную линию попутного конденсата, который получается вследствие охлаждения паропровода и частичной конденсации пара.

Системы парового отопления высокого давления по принципу работы не отличаются от систем низкого давления. У тех и других по сравнению с системами водяного отопления **отсутствует** качественное **регулирование** — невозможно менять в нужных пределах теплоотдачу отопительных приборов изменением параметров теплоносителя. Поэтому для уменьшения теплоотдачи при повышении наружной температуры систему парового отопления или ее отдельные части приходится периодически выключать, что создает неудобство в эксплуатации и неравномерность температур в отапливаемых помещениях.

Нагревательные приборы систем отопления

Нагревательные приборы служат для передачи тепла от теплоносителя воздуху помещения. В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, ребристые трубы, регистры и змеевики, греющие панели и конвекторы. Перечисленные виды нагревательных приборов используют в системах парового и водяного отопления.

Радиаторы состоят из отдельных чугунных секций, которые соединены между собой ниппелями, представляющими собой полые трубки с наружной правой и левой резьбой. Ребристые трубы отливаются с круглым ребрами, за счет

которых увеличивается поверхность контакта между воздухом и нагревательным прибором. Ребристые трубы трудно очищаются от пыли, что ограничивает их применение в предприятиях общественного питания. Змеевики и регистры изготавливают в виде гладких труб различных диаметров и длины.

Греющие панели представляют собой железобетонные плиты с заделанными в них змеевиками из стальных труб диаметром 15—20 мм. Греющие панели размещают в конструкции пола, потолка, перегородки или под окном.

Конвектор представляет собой трубу с насаженными на нее ромбообразными нагревательными элементами. Иногда трубу заключают в кожух, который увеличивает скорость движения воздуха у нагревательного прибора и его теплоотдачу.

Радиаторы имеют гладкую поверхность и легко очищаются от пыли, поэтому их устанавливают в тех помещениях предприятий торговли и общественного питания, где рабочий процесс сопровождается запылением воздуха, а также в жилых домах, медпунктах, детских садах, к воздушной среде которых предъявляются повышенные гигиенические требования. В пыльных помещениях допускается также применение змеевиков и регистров из гладких труб.

Нагревательные приборы из ребристых труб применяют, главным образом, для отопления вспомогательных помещений предприятий торговли и общественного питания (насосной, компрессорной, механической мастерской и др.).

Греющие бетонные панели устанавливают в зданиях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями. Конвекторы применяют для отопления помещений с постоянным пребыванием людей, в которых незначительная высота от подоконника до пола не допускает установку радиаторов.

Нагревательные приборы рекомендуется размещать под окнами, а если это невозможно, то у наружных стен или у внутренних стен ближе к наружным.

Нагревательные приборы измеряются в квадратных метрах их поверхности нагрева, т. е. поверхности, соприкасающейся с окружающим воздухом. Поверхность нагрева (m^2) нагревательных приборов, необходимая для отопления помещения:

$$F = \Phi / K (t_{\text{ср.т.}} - t_{\text{в}})$$

где Φ - тепловая мощность приборов, равная количеству тепла, теряемого помещением, Вт;

$t_{\text{ср.т.}}$ - средняя температура теплоносителя в приборе, °С;

$t_{\text{в}}$ - температура окружающего воздуха, °С;

K - коэффициент теплопередачи прибора, равный тепловому потоку, поступающему в помещение с $1 m^2$ поверхности нагрева прибора при разности между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха в 1° .

Лучистое и панельное отопление

При лучистом отоплении тепло помещения подается в основном теплоизлучением. Характерным для него является верхнее (выше рабочей зоны) расположение теплоизлучающих приборов, одним из которых является инфракрасный газовый излучатель.

Прибор лучистого отопления состоит из стальных труб (по которым проходит теплоноситель) с размещенным над ними металлическим рефлектором, имеющим отражающую тепловые лучи поверхность.

Лучистая энергия от таких излучателей направляется рефлектором на поверхность пола и другие ограждающие конструкции и предметы в результате чего в помещении устанавливается достаточно равномерная температура. Поскольку люди тоже воспринимают лучистую энергию от излучателей, температуру внутреннего воздуха при лучистом отоплении можно поддерживать на несколько меньшем уровне, не нарушая комфортности микроклимата.

Одной из разновидностей лучистого отопления является система, передающая тепло в помещение с поверхности потолка, обогреваемого заложенными в перекрытие трубами, по которым проходит горячая вода. Такие системы путем пропуска по трубопроводам холодной воды можно использовать летом для радиационного охлаждения помещений.

Одним из преимуществ лучистого отопления является то, что его приборы не занимают площади пола и стен. Это особенно важно для промышленных предприятий, где технологическое оборудование часто модернизируется и переставляется.

При панельном отоплении тепло поступает в помещения через гладкие поверхности панелей, обогреваемых внутри тем или иным теплоносителем, преимущественно горячей водой. Поэтому, иногда отопительное устройство называют панельным отоплением.

Высококомфортным видом панельного отопления является такое, при котором отопительные панели размещают в наружных стенах, преимущественно в их подоконном пространстве. Особенно целесообразно применять такое отопление в крупнопанельных домах. В этом случае при изготовлении наружной стеновой панели в нее закладывают (на расстоянии 1 - 1,5 см от ее внутренней поверхности) нагревательный элемент из стальных труб диаметром 1/2" и эффективную теплоизоляцию, направляющую тепловой поток внутрь помещения. Монтаж системы отопления сводится к соединению друг с другом выступающих из панели концов труб нагревательного элемента и сборке разводящего трубопровода.

Преимуществами этого вида отопления являются индустриальность в монтаже, надежность, меньшая стоимость в сооружении, а также хорошие эстетические и санитарно-гигиенические качества. Последние определяются тем, что теплоотдающая поверхность (может окрашиваться, оклеиваться обоями и отделываться плитками) представляет собой вертикальную плоскость, на которой почти не оседает пыль. Благодаря этим преимуществам панельное отопление применяют, в частности, на тех промышленных предприятиях, где к чистоте воздуха предъявляются особенно жесткие требования.