

СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

RUGRAM

УДК (03)
ББК 38.683
С40

С40 Системы отопления. — М. : RUGRAM, 2025. — 134 с. — (Справочник мастера).

Данная книга посвящена вопросам обустройства и эффективного функционирования систем отопления в частном жилом секторе. Подробно рассматриваются принципы работы и устройства различных видов отопления: водяного, воздушного, электрического, печного, газового и комбинированного. Представлены методики правильного выбора, монтажа и эксплуатации отопительных систем, включая выбор радиаторов, котлов, теплоносителей и вспомогательного оборудования. В книге детально освещаются аспекты энергосбережения, оптимизации расходов на отопление и безопасного пользования системами. Отдельное внимание уделяется особенностям отопления индивидуальных домов и дач, включая вопросы выбора топлива, планирования размещения оборудования и профилактического обслуживания. Книга написана доступным языком и адресована как профессиональным работникам сферы ЖКХ, так и частным лицам, планирующим организацию автономных систем отопления своего жилища.

УДК (03)
ББК 38.683
BIC FC
BISAC FIC000000

СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТНОМ ОТОПЛЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

К настоящему времени сложились два основных типа индивидуальных жилых зданий: усадьбы для круглогодичного проживания жильцов и дома (дачи) для проживания только в летний период. С технологической точки зрения требования к усадьбам и летним домам заметно различаются. Поскольку в летних домах проживают в основном в летний период, разность температур помещения и наружного воздуха относительно невелика. Поэтому наружные стены домиков обычно имеют небольшое термическое сопротивление теплопередаче от воздуха внутреннего помещения к наружному. Как правило, стены летних садовых домиков изготавливают из облегченных конструкций. И в этих домиках отопление, как правило, отсутствует.

Необходимость создания комфортных условий в летнем садовом домике и в зимнее время обязывает хозяев использовать различные варианты отопления, причем в качестве теплогенераторов используются в основном печи на твердом топливе. Кроме печей и каминов могут быть рекомендованы также электронагреватели (ТЕНы, рефлекторы, электрокамины и т. д.). В этих случаях не следует использовать водяные системы отопления, поскольку при отри-

цательных температурах нужно сливать воду из системы, а затем вновь заполнять ее водой — занятие, связанное с определенными неудобствами. Избежать их можно, если использовать в качестве теплоносителя незамерзающую жидкость — антифриз. Однако следует считаться с тем, что антифриз достаточно дорог и токсичен.

Что касается теплоснабжения усадебных и дачных домиков с круглогодичным проживанием жильцов, то их устройства должны обеспечивать весь комплекс удобств, предоставляемых городским жителям: отопление, горячее водоснабжение, возможность приготовления пищи. В то же время основные теплопотребляющие элементы домов — системы отопления и горячего водоснабжения — имеют некоторые особенности в сравнении с системами отопления и горячего водоснабжения городских жилых зданий. *Они состоят в следующем:*

1) поскольку дома усадебного типа имеют небольшой объем и, соответственно, небольшие теплопотери, их обычно подсоединяют к наружным теплосетям, обслуживаемым групповой или индивидуальной котельной с температурой теплоносителя не более 95 °С. Присоединение квартирных систем отопления к теплосети в этом случае можно производить без подмешивающих устройств в виде элеваторов;

2) ввиду того что усадебные дома имеют один-два этажа, в них, как правило, целесообразно применять наиболее простую одноконтурную систему отопления;

3) из-за отсутствия регуляторов для небольших расходов сетевой воды для присоединения к теплосети систем горячего водоснабжения следует использовать емкостные водонагреватели, в которых вода теплосети нагревает местную воду через поверхность размещенного в нем змеевика (бойлерные котлы).

Для отопления малоэтажных зданий в настоящее время применяют печное, водяное, электрическое и воздушное отопление.

Наиболее совершенно электрическое отопление, характеризующееся рядом достоинств, в том числе удобством регулирования тепловой нагрузки, отсутствием громоздких отопительных приборов, высокой гигиеничностью. Единственный, но часто решающий недостаток электрического отопления — его дороговизна. Стоимость единицы отпущенного тепла при электрическом отоплении в несколько раз выше, чем при выработке тепла в печах или котлах.

Наибольшее распространение получили водяные и воздушные системы отопления. При оценке теплотехнических свойств теплоносителей решающими показателями являются весовая и объемная теплоемкость и температура. С точки зрения количества тепла, содержащегося в единице объема, вода имеет огромные преимущества. Например, при обычных для систем отопления температурах воды 80 °С и воздуха 70 °С объемная теплоемкость составляет:

воды:

$$C_v = C_g = 975 \times 1 = 975 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \times ^\circ \text{C});$$

воздуха:

$$C_v = \frac{1,29 \times 273 \times 0,24}{273 + 70} = 0,25 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \times ^\circ \text{C}),$$

т. е. теплоемкость воды больше чем теплоемкость воздуха почти в 4000 раз. Соответственно, объемный расход ее, необходимый для отопления одного и того же помещения, в тысячи раз меньше расхода воздуха, в силу этого требуется гораздо меньшее сечение соединительных коммуникаций, транспортирующих разогретый теплоноситель в отапливаемое помещение. Большие объемы нагретого воздуха затрудняют его транспортировку и распределение по отапливаемым помещениям. Из-за значительных диаметров разделительных воздухопроводов вентилятор для передачи нагретого воздуха необходимо располагать вблизи отапливаемого жилого

помещения, что связано с проникновением в помещение шума от работающего вентилятора.

Вместе с тем воздух, как теплоноситель, имеет ряд преимуществ по сравнению с водой.

- *Во-первых*, он передает тепло в помещение непосредственно, т. е. без установки отопительных приборов. Проникающая способность воздуха велика, за счет высокой конвекционной способности осуществляется эффективное отопление помещения.

- *Во-вторых*, не требуется устройств канализации теплоносителя (воздуха).

Достоинства воздушного отопления оценены человеком давно. Известно, что отопление горячими газами было первым способом искусственного отопления жилища.

Простой и древний способ отопления путем сжигания топлива внутри помещения соседствовал с центральными установками водяного и воздушного отопления. Так, в г. Эфесе, основанном в X веке до н. э. на территории современной Турции, для отопления помещений уже в то время использовалась система трубок, в которые подавалась горячая вода из котлов, находящихся в подвалах домов. В Хакасии и многих других местах нашей страны применялось напольное отопление с использованием теплоты продуктов сгорания централизованно сжигаемого топлива. Система воздушного отопления, созданная в Италии, подробно описана еще Витрувием (конец I века до н. э.). Наружный воздух нагревался в подпольных каналах, предварительно прогретых горячими газами, и поступал в отапливаемые помещения. По такому же принципу отапливались помещения замков в Германии в Средние века.

На развитие отопительной техники оказывал влияние вид применяемого топлива. В течение многих столетий использовалось твердое топливо (дрова, уголь), и отопительные установки приспособлялись к его сгоранию. Известны многочисленные конструкции очагов и жаровен, каминов и особенно печей, получивших

широкое распространение в России. Отопительные печи для сжигания твердого топлива часто применяют и сейчас.

С открытием новых видов топлива (природный газ, нефть) создаются отопительные установки и тепловые станции для их сжигания с нагреванием промежуточной среды, переносящей теплоту в помещения.

В современных системах воздушного отопления малоэтажных зданий воздух нагревают обычно в калориферах-теплообменниках, печах, в которых тепло передается воздуху через стенку продуктами сгорания топлива или электрическими нагревателями. Нагретая изнутри металлическая (или кирпичная) поверхность калорифера (печи) охлаждается снаружи, отдавая тепло воздуху. Теплоотдача воздуху тем выше, чем больше поверхность теплообмена, поэтому искусственно увеличивают поверхность теплообмена или увеличивают скорость движения воздуха, соприкасающегося с поверхностью теплообменника.

Плотность воздуха при средней температуре $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ примерно в тысячу раз меньше чем воды, поэтому его нагревающая способность (коэффициент теплопередачи) значительно (в 30–50 раз) меньше, чем этот показатель для воды. Таким образом, в огневоздушных калориферах (теплообменниках) существует опасность перегрева разделяющей стенки теплообменника. Чтобы исключить это негативное явление, применяют принудительное движение воздушной среды в теплообменнике с помощью вентиляторов. Промышленностью, к сожалению, выпускается мало вентиляторов с низкой производительностью и поэтому в большинстве случаев применяются огневоздушные калориферы и теплообменники, в которых используется так называемая естественная тяга, возникающая при его нагреве. Недостатком калориферов с естественной тягой является незначительная величина возникающего напора воздуха. Это ограничивает протяженность распределительных

воздуховодов и создает трудности в распределении нагретого воздуха по помещениям.

Указанный недостаток калориферов с естественной тягой не является определяющим. Главная причина того, что воздушное отопление еще мало распространено в малоэтажных зданиях, состоит в недостаточном выпуске дешевых и малопроизводительных вентиляторов, а также в создаваемом ими шуме. Кроме того, конструкции разработанных к настоящему времени калориферов предусмотрены только для сжигания сетевого газа или жидкого топлива. Поэтому наибольшее распространение для отопления малоэтажных зданий получило печное и водяное отопление. Причем движение воды в водяных системах можно осуществить без применения насосов, используя естественный напор, возникающий вследствие охлаждения воды в нагревательных приборах.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Вода от котла к приборам теплообменника и обратно двигается под действием гидростатического напора, возникающего благодаря различной плотности охлажденной и нагретой жидкости (теплоносителя).

Какая же сила заставляет воду циркулировать в системе, т. е. двигаться по трубам из котла в нагревательные приборы и обратно в котел? Эта сила возникает при нагревании воды в котле и охлаждении ее в нагревательных приборах. Вода, нагретая в котле 1, как более легкая, поднимается по главному подающему стояку 2 вверх. Из стояка она поступает в разводящие магистральные трубопроводы 3, а из них через подающие стояки 4 — в нагревательные приборы. Здесь вода остывает и поэтому становится более тяжелой.

Например, плотность воды при 40 °С составляет 992,24 кг/м³, при 70 °С — 977,8 кг/м³, при 95 °С — 961,9 кг/м³. Охлажденная вода через обратные стояки 5 и обратную линию 6 опускается вниз и своим весом вытесняет нагретую воду из котла вверх — в главный подающий стояк.

Описанный процесс непрерывно повторяется и в результате происходит постоянная циркуляция воды в системе. Сила циркуляции, или, как принято говорить, циркуляционное давление, зависит от разности весов столба горячей и столба охлажденной (обратной) воды, следовательно, она зависит от разности температур горячей и обратной воды.

Кроме того, циркуляционное давление обуславливается еще высотой расположения нагревательного прибора над котлом: чем выше расположен прибор, тем больше для него циркуляционное давление.

Это можно доказать следующим образом.

В системах водяного отопления наибольшая температура горячей воды обычно равна 95 °С, а охлажденной — 70 °С. Если пренебречь охлаждением воды в трубах, то можно считать, что в нагревательный прибор вода поступает с температурой 95 °С, а уходит из него с температурой 70 °С. При этом условии определим сначала для верхнего, а затем для нижнего нагревательного прибора циркуляционное давление, под влиянием которого происходит через них движение воды.

Для прибора, расположенного в нижнем этаже и включенного в кольцо АБВГДЛМЖЗИК, циркуляционное давление будет создаваться разностью весов столба воды ЖЗ и столба АБ, так как на участке БВГДЛМ температура одинакова и равна 95 °С, а на участке АКИЗ температура тоже одинакова и равна 70 °С. Но высота столбов воды АВ и ЕЗ, соответственно, больше высоты столбов воды АБ и ЖЗ. Следовательно, и разница в весе столбов АВ и ЕЗ будет больше разницы в весе столбов АБ и ЖЗ, отсюда циркуляци-

онное давление для прибора второго этажа больше, чем для прибора первого этажа.

Этим объясняется следующее часто наблюдающееся явление: в системах водяного отопления нагревательные приборы верхних этажей прогреваются лучше, чем приборы нижних этажей.

Из приведенных выше рассуждений вытекает, что в двухтрубных системах отопления нагревательные приборы, расположенные на одном уровне с котлом или ниже его, работать не будут или же будут очень слабо прогреваться. Для указанных систем практикой установлено наименьшее расстояние между центром нагревательных приборов нижнего этажа и центром котла в 3 метра. В связи с этим котельные для систем отопления должны иметь достаточное заглубление. Указанного недостатка лишены однотрубные системы отопления. В этом случае гидростатический напор, заставляющий циркулировать воду в системе, будет образовываться из-за охлаждения воды в трубопроводах, подводящих нагретую воду к нагревательным приборам, а также отводящих охлажденную воду от приборов к котлу.

Это охлаждение полезно, *во-первых*, для создания гидростатического напора, а *во-вторых*, для дополнительного обогрева помещения, поэтому указанные трубопроводы прокладывают открыто и не изолируют. Напротив, охлаждение воды в главном стояке (подъемном трубопроводе) вредно, ибо приводит к снижению температуры и увеличению плотности и, как следствие, к уменьшению гидростатического напора. В связи с этим подъемный стояк от котла необходимо тщательно теплоизолировать.

Количество тепла, отдаваемого помещению нагревательными приборами, зависит от количества поступающей в прибор воды и ее температуры. В свою очередь, количество воды, которое может быть пропущено через трубопровод к прибору, зависит от циркуляционного давления, заставляющего воду двигаться по трубе. Чем больше циркуляционное давление, тем меньше может быть