

## ТЕМА 8. РАСШИРИТЕЛЬНЫЙ БАК И УДАЛЕНИЕ ВОЗДУХА

### 8.1. Расширительный сосуд

При тепловом расширении воды, возникающие внутренние усилия при определенных условиях, могут превысить допустимые для элементов системы отопления по условиям механической прочности и вызвать их разрушение. Для предотвращения подобных ситуаций в системах отопления предусматриваются различные мероприятия, например, устанавливаются расширительные сосуды. Расширительные сосуды бывают открытые и закрытые.

Открытый расширительный сосуд (рис.8.1) представляет собой бак круглой или прямоугольной формы в плане, выполненный путем сварки из листовой стали толщиной 3-4 мм.

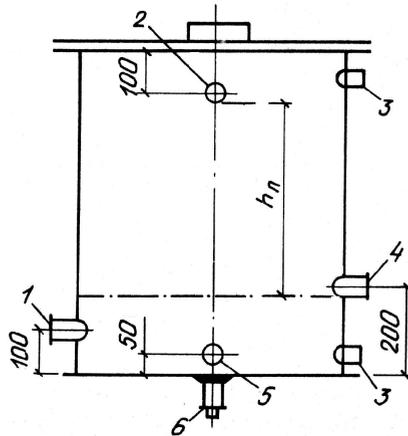


Рис. 8.1. Открытый расширительный бак с патрубками для присоединения труб: циркуляционной 1, переливной 2, труб реле уровня 3, контрольной (сигнальной) 4, расширительной 5; 6 – муфта с пробкой;  $h_n$  – полезная высота бака

Считается, что по расширительной трубе избыток воды, образующийся при ее нагревании, поступает в бак, по циркуляционной уходит из бака. Циркуляция воды через бак необходима для предотвращения ее замерзания. По переливной трубе избыток воды при случайных перебитках системы удаляется из нее. Контрольная труба служит для контроля уровня воды в расширительном баке, сливная – для опорожнения расширительного бака при необходимости. Расширительный бак закрывается крышкой

для уменьшения потерь теплоты с испаряющейся водой. В насосных системах малоэтажных зданий контрольная (сигнальная) и переливная трубы выводятся к канализационной раковине в тепловом пункте (рис. 8,а). Расширительная и циркуляционная трубки присоединяются к обратной магистрали по возможности ближе к всасывающему патрубку циркуляционного насоса на расстоянии не менее 2 м одна от другой. Диаметры труб принимаются без расчета равными: расширительной трубы 32 мм, циркуляционной – 25 мм, переливной – 50 мм, контрольной – 20 мм, сливной – 20 мм. Для баков общей вместимостью менее 500л диаметры уменьшаются на один размер.

В насосной системе многоэтажного здания переливная труба отводится к водосточному стояку (чугунному), а вместо контрольной трубы устраивают электрическую сигнализацию и автоматическое управление подпиткой системы с помощью двух реле уровня, соединенных трубой 3' (рис. 8.2, б) с баком. В 10–16-этажных зданиях расстояние  $L$  (см. рис. 8.2, а) может быть сокращено до конструктивно приемлемого минимума, а диаметры расширительной и циркуляционной труб уменьшены до 20–15 мм.

В гравитационной системе отопления с верхней разводкой открытый расширительный бак присоединяют к высшей точке подающей магистрали (рис. 8.2, в), к главному стояку, циркуляционный трубопровод.

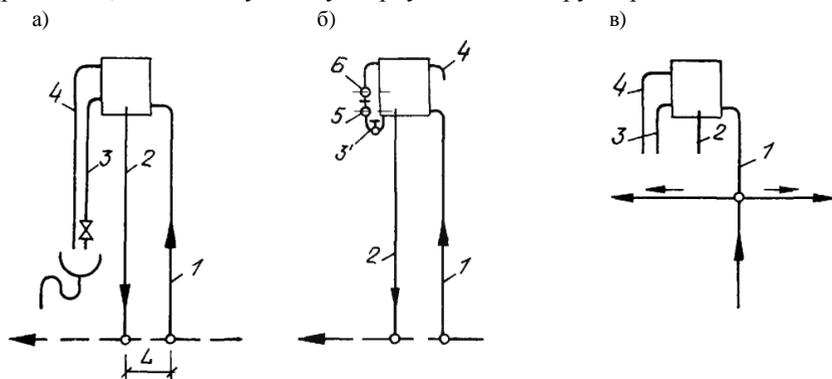


Рис. 8.2. Присоединение открытого расширительного бака к магистралям: а – к обратной в насосной системе отопления с ручным контролем; б – то же, с автоматизированными сигнализацией и регулированием уровня воды в баке; в – к подающей в гравитационной системе; 1–4 – трубы соответственно расширительная, циркуляционная, контрольная, переливная; 5 и 6 – реле соответственно нижнего и верхнего уровня воды в баке, соединенные трубой 3' (с вентилем  $D_{3'} = 15$  мм)

Категорически запрещается установка запорной арматуры на расширительной, циркуляционной и переливной трубах. На контрольной трубе установка запорной арматуры обязательна, на сливной трубе устанавливается заглушка.

Если расширительный сосуд устанавливается в отапливаемом помещении, то циркуляционная труба обычно не предусматривается.

Приращение объема воды, образующегося при ее нагревании,  $\Delta V$ , м<sup>3</sup>, может быть определено по формуле

$$\Delta V = \beta \cdot V_c \cdot \Delta t, \quad (8.1)$$

где  $\beta$  – коэффициент объемного расширения воды, 1/град;

$V_c$  – объем воды в системе отопления, м<sup>3</sup>;

$\Delta t$  – интервал температур, на который происходит нагревание воды, град.

Объем воды в системе отопления определяется по формуле

$$V_c = (V_{np} + V_{mp} + V_{тепл}) Q_c, \quad (8.2)$$

где  $V_{np}, V_{mp}, V_{тепл}$  – объемы воды, соответственно, в отопительных приборах, трубопроводах, генераторе теплоты, м<sup>3</sup>/кВт, определяется по табл. 10.3 [8];

$Q_c$  – тепловая мощность системы отопления, кВт.

Полезный (работающий) объем расширительного сосуда,  $V_n$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$V_n = k \cdot V_c, \quad (8.3)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий объемное расширение воды, принимается по табл. 8.1 [8];

$V_c$  – то же, что в формуле (8.1).

Открытый расширительный сосуд располагают выше наиболее высокой точки системы, чтобы исключить возможность вскипания воды в системе. В чердачных зданиях открытый расширительный сосуд обычно располагается в помещениях чердаков, в бесчердачных обычно на кровле.

Если расширительный сосуд располагается в неотапливаемом помещении, то он покрывается тепловой изоляцией.

Таблица 8.1

**Зависимость коэффициента  $k$  от расчетной температуры горячей воды в системе отопления**

Наполнение системы водой	Температура воды при наполнении, °С.	Расчетная температура горячей воды в системе отопления, °С						
		85	95	105	110	115	130	150
Из водопровода	5	0,044	0,045	0,051	0,058	0,062	0,07	0,084
Из тепловой сети	40÷45	0,022	0,024	0,027	0,029	0,031	0,035	0,042

Закрытый расширительный сосуд (рис.8.3) представляет собой бак, в котором имеется водяное и газовое пространство, разделенные гибкой (резиновой) мембраной. Известны закрытые расширительные сосуды без мембраны.



Рис. 8.3. Схема закрытого расширительного сосуда мембранного типа: а – до заполнения системы водой; б – после заполнения системы водой; 1 – мембрана; 2 - патрубок для присоединения к системе отопления; 3 – ниппель; 4 – водяное пространство

Когда избыток объема воды при повышении ее температуры поступает в бак, газ, находящийся в нем, сжимается, и давление в системе повышается. Когда же температура воды понижается, давление в высших точках системы может оказаться ниже минимально необходимого для предупреждения вскипания воды или подсоса воздуха из атмосферы. Следовательно, размеры закрытого расширительного бака обуславливаются возможным диапазоном изменения гидравлического давления в системе.

Требуемый минимальный объем закрытого (мембранного) расширительного бака  $V_{з.б.}$ , м<sup>3</sup>, работающего под давлением, определяется по формуле

$$V_{з.б.} = \frac{V_n}{1 - \frac{P_z}{P_{нк}}}, \quad (8.4)$$

где  $V_n$  – то же, что в формуле (8.3);

$P_z$  – расчетная величина гидростатического давления в точке подключения закрытого (мембранного) расширительного бака к системе отопления, МПа;

$P_{нк}$  – значения давления срабатывания предохранительного клапана, МПа.

Расчетная величина гидростатического давления  $P_z$ , МПа, в точке подключения закрытого (мембранного) расширительного бака к системе отопления определяется по формуле

$$P_z = g \cdot \rho \cdot h_z \cdot 10^{-6}, \quad (8.5)$$

где  $\rho$  – плотность воды,  $\text{кг/м}^3$ ;

$h_z$  – высота столба жидкости над точкой подключения закрытого (мембранного) расширительного бака к системе отопления, м, принимается в соответствии с рис.8.4.

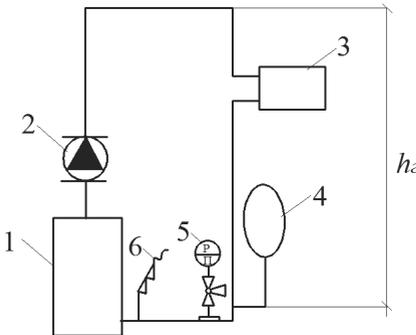


Рис.8.4. Схема установки закрытого (мембранного) расширительного бака и устройств безопасности в системе отопления: 1 – котел или теплообменник; 2 – циркуляционный насос; 3 – отопительный прибор; 4 – закрытый (мембранный) расширительный бак; 5 – манометр; 6 – предохранительный клапан

## 8.2. Уклоны труб и удаление воздуха и других газов из систем отопления

Трубопроводы систем водяного отопления, как правило, прокладываются с уклоном для удаления газов и слива воды из системы при необ-

ходимости ее опорожнения. В соответствии с ГОСТ 21.602-79 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [9] уклон трубопровода указывается на чертежах (рис.8.5) в виде знака, напоминающего знак, применяемый в математике для обозначения угла, причем вершина угла показывает падение линии трубопровода.

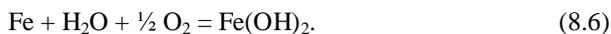


Рис.8.5. Обозначение уклона трубопровода на чертежах

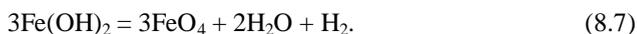
Указывается и величина уклона. Минимальная величина уклона трубопровода в системах водяного отопления равна 0,002.

Воздух попадает в систему отопления следующими путями: остается в некоторых точках системы при первоначальном заполнении ее водой, воздух выделяется из воды при ее нагревании, возможен подсос воздуха в систему через неплотности в стыковых соединениях и даже через воздухоудаляющее устройство. Воздух скапливается в трубопроводах, образует воздушные пробки, затрудняющие и даже прекращающие циркуляцию воды. Воздушные скопления в отопительных приборах приводят к выключению из работы части или всей поверхности нагрева. Кроме того в воздухе содержится кислород (примерно 33 %), вызывающий коррозию металлов, из которых выполнены элементы отопительных установок.

При эксплуатации систем отопления с деаэрированной водой в течение отопительного сезона при сравнительно малой коррозии металла могут появиться значительные скопления водорода. В воде происходит медленная химическая реакция с образованием гидрата закиси железа



В горячей воде гидрат закиси железа превращается в окалину-магнетит (осадок, имеющий вид черных частичек) с выделением водорода



Для правильного решения вопросов удаления газов из системы следует иметь в виду, что газы имеют плотность значительно меньшую плотности воды и, следовательно, газовые пузырьки стремятся занять верхние точки системы и принципиальным решением удаления газов из систем во-

дяного отопления является удаление их из верхних точек системы. Растворимость газов в воде уменьшается с возрастанием температуры и понижением давления. Газовые пузырьки захватываются и уносятся потоком воды по горизонтальным (проложенным с уклоном) трубопроводам при скорости движения потока от 0,1 до 0,15 м/с, по вертикальным трубопроводам даже в направлении сверху вниз 0,25 м/с и более. Конструировать систему отопления следует таким образом, чтобы направление движения воды и газовых пузырьков совпадало бы на большей части пути движения до устройств для удаления газов.

В системах гравитационных с верхней разводкой воздух обычно удаляется через открытый расширительный сосуд при соответствующих уклонах трубопроводов, в системах с нижней разводкой – через воздушные краны устанавливаемые в верхних точках системы. В системах с искусственной циркуляцией при верхней разводке наиболее частным решением является установка проточных горизонтальных воздухоосборников на концевых участках магистралей (рис.8.6).

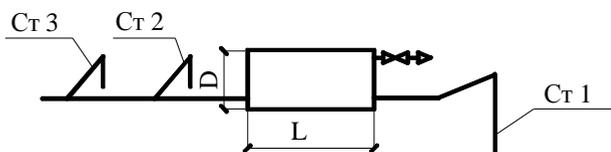


Рис. 8.6. Схема установки горизонтального проточного воздухоосборника на концевом участке магистрали:  $\nabla$  – воздушная трубка с краном для выпуска воздуха

Воздухоосборник называется горизонтальным потому что размер его по горизонтали ( $L$ ) больше размера по вертикали ( $D$ ), а называется проточным так как поток воды с воздушными пузырьками через него протекает. Вследствие увеличения площади сечения потока в воздухоосборнике скорость потока резко уменьшается, воздушные пузырьки всплывают и собираются в верхней части воздухоосборника откуда периодически (при ручном обслуживании) удаляются через воздушную трубку. В системах с нижней разводкой магистралей наиболее часто применяемым решением является установка кранов для выпуска воздуха в верхних точках (например, в верхних пробках радиаторов верхних этажей) кранов для выпуска воздуха. Наиболее известным и часто применяемым краном для выпуска воздуха является кран конструкции инженера И.Б. Маевского. Другим решением (в настоящее время используемым редко) является, так называемая воздушная линия (рис.8.7).

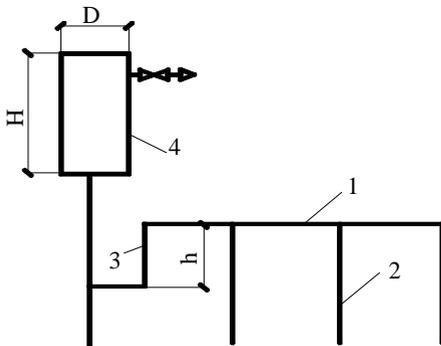


Рис. 8.7. Схеме воздушной линии:  
1-воздушная линия; 2- трубопроводы к стоякам системы отопления; 3- петля из труб; 4- непроточный вертикальный воздухоохорник

Воздушная линия прокладывается без уклона под потолком отапливаемого верхнего этажа здания из стальных оцинкованных труб. Для предотвращения циркуляции воды через воздушную линию на ней предусматриваются петли. Воздух, выходящий из системы, заполняет верхнюю часть петли и образует в ней воздушную трубку, препятствующую проходу воды. Высота петли принимается равной 500мм.

Воздухоохорник 4 является вертикальным непроточным. Вертикальным он называется потому, что размер его по вертикали  $H$  больше размера по горизонтали  $D$ , а непроточным, так как вода через него не протекает. При удалении воздуха из систем с нижней разводкой через воздушную линию, в случае установки запорной арматуры на стояках, на каждой воздушной трубке, идущей от подающих стояков к горизонтальным воздушным линиям под потолком, следует устанавливать запорную арматуру.

В системах с опрокинутой циркуляцией газы удаляются обычно через воздухоохорники для централизованного их удаления. (рис.8.8).

Воздухоохорник 1 является проточным вертикальным. В случае автоматического отведения газов вентиль 3 закрыт, а вентиль 4 открыт.

Большинство автоматических воздухоотводчиков по своей конструкции являются поплавковыми (рис. 8.9).

Известны автоматические воздухоотводчики, в которых применяются фильтрующие материалы, пропускающие воздух, но не пропускающие воду. Впервые воздухоохорник подобной конструкции предложен в 1953 г. А.Н. Каневским. В качестве фильтрующего материала был применен технический брезент. Воздух скапливается в верхней части воздухоохорника и постепенно проникает через технический брезент, но ввиду его несмачиваемости вода сквозь брезент не проходит. Однако опыт применения воздухоотводчиков решенных на основе технического брезента оказался не-

удачным, поскольку при смачиваемости брезента конденсатом он лишается фильтрующих свойств.

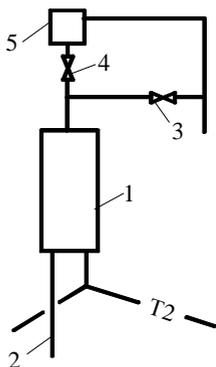


Рис. 8.8. Схема установки воздухоборника для централизованного удаления газов: 1-воздухоборник; 2-главный обратный стояк; 3,4 –вентили; 5-автоматический воздухоотводчик

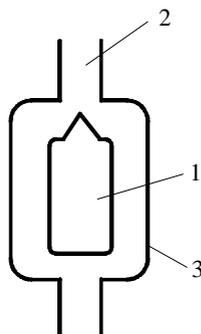


Рис. 8.9. Принципиальная схема автоматического воздухоотводчика поплавкового типа: 1- поплавок; 2 – отверстие для выпуска воздуха; 3 – корпус

Проточные воздухоборники обычно подбираются по скорости движения потока в них, которая принимается равной 0,05 м/с. Размер L (см. рис.8.6) принимается равным  $(2 \div 2,5)D$ . При скорости движения воды в трубопроводе менее 0,1 м/с воздухоборник может быть непроточным. Воздухоборники следует устанавливать на расстоянии 5-6 диаметров трубопровода от ближайшего местного сопротивления, чтобы завихрения потока не мешали бы спокойному выделению воздушных пузырьков. Воздухоборники следует устанавливать на 200÷300 мм ниже днища открытого расширительного бака для их нормальной работы, воздухоотводящие трубки от воздухоборников допускается отводить в канализационную раковину в узле управления системой. Воздухоотводящие трубки от воздухоборников рекомендуется прокладывать в пределах холодных помещений под слоем общей тепловой изоляции рядом с отопительной магистралью и выводить в обогреваемые помещения, как правило, в ближайшую отапливаемую лестничную клетку. На конце трубы на высоте 2 м от уровня верхней площадки лестничной клетки следует устанавливать запорную арматуру.