

ТЕМА 9. ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ НАСОСЫ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

9.1. Циркуляционные насосы систем водяного отопления

Насос, действующий в замкнутом контуре системы водяного отопления, воду не поднимает, а только ее перемещает, искусственно усиливая циркуляцию, и поэтому называется циркуляционным. В процессе заполнения или возмещения потери воды в системе отопления циркуляционный насос также не участвует; заполнение происходит под действием давления в наружных теплопроводах, в водопроводе или при помощи подпиточного насоса.

Включается циркуляционный насос, как правило, в обратную магистраль системы отопления. Это обусловлено чисто технической причиной – при перемещении более холодной воды увеличивается срок службы подшипников, мотора и сальниковой набивки, через которую проходит вал насоса. С точки зрения создания искусственной циркуляции воды в замкнутом контуре местоположение циркуляционного насоса безразлично, то есть он может быть включен в подающую магистраль, где, кстати, обычно гидростатическое давление меньше. В практике зарубежных стран циркуляционный насос включается в подающую магистраль. В практике отопления в качестве циркуляционных принимаются насосы общепромышленного назначения и специальные отопительные насосы. Примером насоса общепромышленного назначения является насос типа «К». Насосы типа «К» имеют производительность от 8 до 315 м³/ч и развивают при этом давление от 114000 до 800000 Па, масса насосного агрегата, то есть насоса с электродвигателем, лежит в пределах от 104 до 213 кг.

Системы водяного отопления характеризуются сравнительно большими расходами воды и незначительными потерями давления от 10000 до 30000 Па. Следовательно, для систем отопления требуются насосы создающие малые давления при больших расходах воды. Насосы типа «К» подходят для систем отопления лишь по одному параметру (производительности) и развивают при этом большие давления.

По конструкции применяются центробежные, осевые и диагональные насосы. Как правило, обычно устанавливаются два (обычно одинаковых) насоса (рабочий и резервный).

Примером специального отопительного насоса, выпускаемого в Республике Беларусь, является насос типа НЦ 6,3/7,1-1, который имеет массу 24 кг и создает при работе уровень шума 50Дб. Производительность насоса равна $6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$, а создаваемое давление 69600 Па.

В качестве специальных отопительных насосов в настоящее время все большее применение находят насосы фирмы ВИЛО немецкого концерна GFUNDFOS. Эти насосы снабжены системой электронного плавного регулирования числа оборотов, что позволяет в процессе эксплуатации системы отопления экономить до 50% электроэнергии. Примером такого насоса может служить насос марки UPE 25-40-180 создаваемым давлением 38220 Па.

Насосы общепромышленного назначения в случае использования их в качестве циркуляционных включаются в трубопроводы систем водяного отопления по следующей схеме:

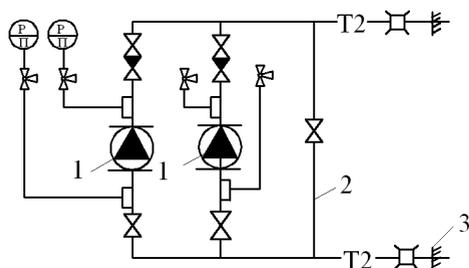


Рис. 9.1 Схема включения в трубопроводы системы отопления насосов общепромышленного назначения, используемых в качестве циркуляционных: 1 - циркуляционный насос; 2 - обводная линия; 3 - неподвижная опора; \boxtimes - звукоизолирующая вставка

Диаметр обводной линии принимается обычно равным диаметру магистральной системы отопления перед насосом. Насосы имеют значительную массу и поэтому устанавливаются на фундаменты. Создают при работе сравнительно значительный уровень шума и поэтому присоединяются к трубопроводу с помощью звукоизолирующих вставок. Имеют сравнительно большое гидравлическое сопротивление и поэтому монтируются с обводной линией.

Специальные отопительные насосы включаются в трубопроводы систем отопления по следующей схеме (рис. 9.2).

Насосы имеют незначительную массу и поэтому крепятся непосредственно на трубопроводах без фундаментов. Создают при работе незначительный уровень шума и присоединяются к трубопроводам без звукоизолирующих вставок. Имеют незначительное гидравлическое сопротивление и поэтому монтируются без обводной линии.

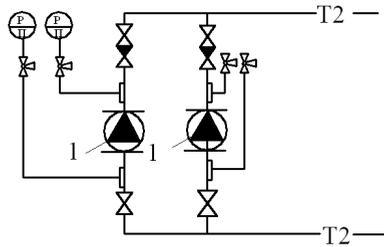


Рис. 9.2. Схеме включения в трубопроводы системы отопления специальных отопительных насосов: 1 – циркуляционный насос

9.2. Смесительный насос, схемы включения в трубопроводы систем отопления, коэффициент смешения

Роль смесительной установки может выполнять центробежный, диагональный или осевой насос, который включается в трубопроводы систем отопления по одной из следующих схем

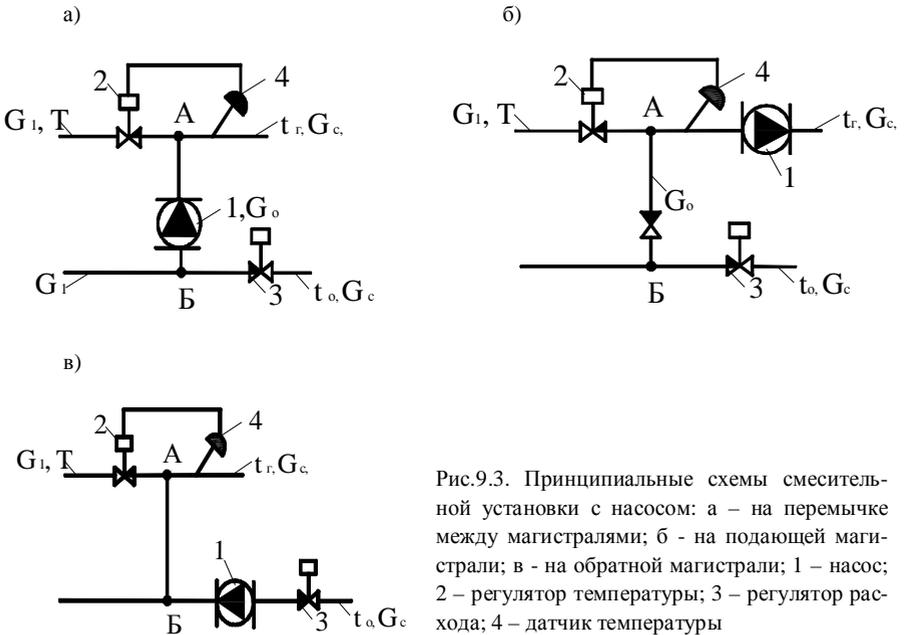


Рис.9.3. Принципиальные схемы смесительной установки с насосом: а – на перемычке между магистралями; б - на подающей магистрали; в - на обратной магистрали; 1 – насос; 2 – регулятор температуры; 3 – регулятор расхода; 4 – датчик температуры

Во всех трех случаях к точке А подаются два потока воды: высоко-температурной из тепловой сети и из обратной магистрали системы отопления при одинаковом давлении. В результате смешения этих потоков в систему отопления подается вода с необходимой температурой.

В схеме, изображенной на рис. 9.3.а) насос находится в наиболее благоприятных условиях – перекачивает минимальное количество воды при наиболее низкой температуре; на рис. 9.3.б) – максимальное количество при наибольшей температуре; на рис. 9.3.в) – максимальное количество воды при наиболее низкой температуре воды.

Схема, изображенная на рис.9.3.а) обычно применяется при недостаточном для работы элеватора располагаемом давлении на тепловом вводе и давлении в подающем трубопроводе, превышающем статическое давление отопительной системы не менее чем 0,05-0,1 МПа, но не выше допустимого для этой системы предела.

Схема изображенная на рис.9.3.б) обычно применяется при статическом давлении системы равном или превышающем давление в подающем трубопроводе тепловой сети, или при необходимости увеличения располагаемого давления. Схема изображенная на рис. 9.3.в) обычно применяется при давлении в обратном трубопроводе, превышающем допустимое для системы отопления, или при необходимости увеличения располагаемого давления. Важной характеристикой работы смесительной установки является коэффициент смешения, который обозначается обычно буквой «*u*» и определяется по формуле

$$u = \frac{G_o}{G_1}, \quad (9.1)$$

где G_o - расход подмешиваемой воды из обратной магистрали системы отопления, кг/с;

G_1 - расход высокотемпературной воды, поступающей из теплосети, кг/с.

Из рассмотрения (рис.9.3) следует, что

$$G_o = G_c - G_1, \quad (9.2)$$

где G_c - расход воды в системе отопления, кг/с.

Подставив из (9.2) в (9.1) получим

$$u = \frac{G_c - G_1}{G_1} = \frac{G_c}{G_1} - \frac{G_1}{G_1} = \frac{G_c}{G_1} - 1. \quad (9.3)$$

Расход воды в системе отопления G_c , кг/с, можно определить по формуле

$$G_c = \frac{Q_c}{c(t_2 - t_o)}, \quad (9.4)$$

где Q_c - тепловая мощность системы отопления, Вт;

c - массовая теплоемкость воды, Дж/кг·°С;

t_2, t_o - температуры, соответственно, горячей и обратной воды в системе отопления, °С.

Расход высокотемпературной воды G_1 , кг/с, можно определить по формуле

$$G_1 = \frac{Q_c}{c(T - t_o)}, \quad (9.5)$$

где Q_c, c - то же, что в формуле (4);

T, t_o - температуры, соответственно, горячей и обратной воды в тепловой сети, °С.

Подставляя из (9.4) и (9.5) в (9.3) получим

$$u = \frac{Q_c \cdot c \cdot (T - t_o)}{c(t_2 - t_o) \cdot Q_c} - 1 = \frac{T - t_o}{t_2 - t_o} - 1. \quad (9.6)$$

В формулу (6) вместо единицы подставим $\frac{t_2 - t_o}{t_2 - t_o}$, получим

$$u = \frac{T - t_o}{t_2 - t_o} - \frac{t_2 - t_o}{t_2 - t_o} = \frac{T - t_2}{t_2 - t_o}. \quad (9.7)$$

9.3. Водоструйный элеватор

В качестве смесительной установки может применяться водоструйный насос – элеватор, который включается в трубопроводы систем отопления по следующей схеме (рис.9.4)

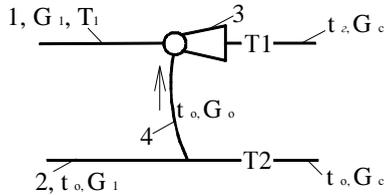


Рис. 9.4. Схема подключения элеватора: 1 – трубопровод подающей магистрали тепловой сети; 2 – трубопровод к обратной магистрали тепловой сети; 3 – водоструйный насос – элеватор; 4 – трубопровод для подачи к водоструйному насосу-элеватору некоторого количества воды из обратной магистрали системы отопления;

T, t_2, t_0 – температуры воды соответственно в подающей магистрали тепловой сети, подающей магистрали системы отопления, в обратной магистрали системы отопления и тепловой сети; G_1, G_c, G_0 – расход воды соответственно высокотемпературной из подающей магистрали тепловой сети, в системе отопления и подмешиваемой воды

Рассмотрим схему устройства водоструйного насоса – элеватора (рис.9.5)

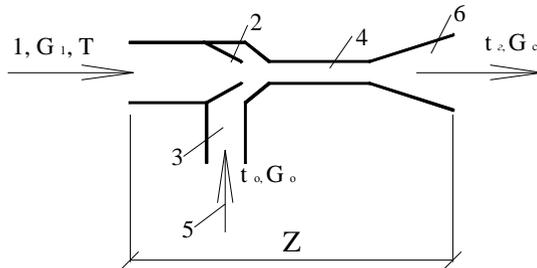


Рис. 9.5. Схема устройства водоструйного насоса – элеватора

Высокотемпературная вода из тепловой сети в направлении стрелки 1 подается к соплу 2 под давлением сетевого насоса тепловой сети и выходит из него с большей скоростью. В пространстве между границами струи и стенками камеры всасывания 3 возникает разрежение, за счет которого из обратной магистрали системы отопления подсасывается некоторое количество воды по направлению стрелки 5. Поток смешанной воды посту-

пает в горловину элеватора 4, по которой движется с несколько меньшей, чем в отверстии сопла, но достаточно большой скоростью. Этот поток обладает значительным запасом кинетической энергии. Из горловины поток смешенной воды поступает в диффузор 6, где за счет постепенного увеличения сечения кинетическая энергия переходит в потенциальную. Гидродинамическое давление уменьшается, а гидростатическое – возрастает.

За счет разности статических давлений в выходном сечении диффузора и камере всасывания преодолеваются потери давления в системе отопления.

Водоструйные насосы – элеваторы нашли широкое распространение в системах отопления из-за своих преимуществ:

- элеватор прост по конструкции;
- не имеет движущихся частей;
- не требуется подвода электроэнергии непосредственно к элеватору;
- имеет незначительные габаритные размеры $Z=580\div 735$ мм для элеваторов, которые выпускаются в Республике Беларусь.

Выпускаются элеваторы мини, №1 ÷ №4. Элеватор отвечает требованиям надежности, т.е. не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.

К недостаткам можно отнести:

- элеватор при своей работе при значительной разности давлений в магистралях тепловой сети в месте установки элеватора создает сравнительно значительный уровень шума;
- низкий КПД, который составляет $\approx 10\%$;
- постоянство коэффициента смешения, исключающее местное качественное регулирование (изменение температуры t_r) системы отопления.

Понятно, что при постоянном соотношении в элеваторе между G_0 и G_1 , температура t_r , с которой вода поступает систему отопления, определяется уровнем температуры t_1 , поддерживаемым на тепловой станции для всей системы теплоснабжения, и может не соответствовать теплотребности конкретного здания. Для устранения этого недостатка применяют автоматическое регулирование площади отверстия сопла элеватора. Схема водоструйного элеватора с регулируемым соплом представлена на рис. 9.6.

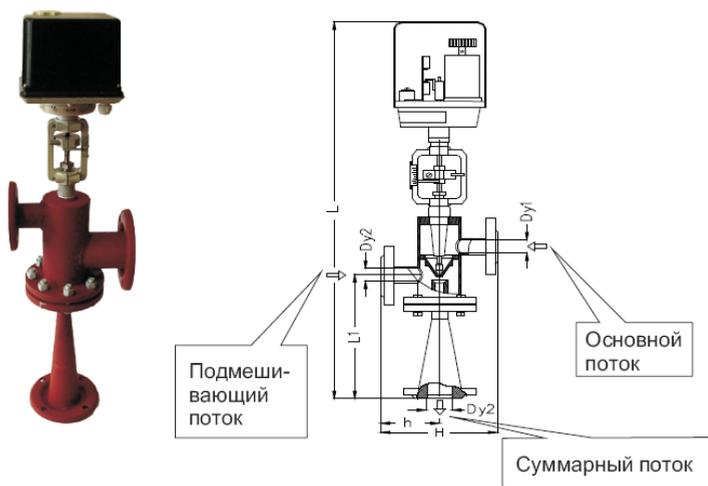


Рис.9.6. Водоструйный элеватор с регулируемым соплом

Такие элеваторы позволяют в определенных пределах изменять коэффициент смешения для получения воды с температурой t_r , необходимой для местной системы отопления, т.е. осуществлять требуемое качественно-количественное регулирование.