

ТЕМА 3

ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

3.1 Виды потребления горячей воды. Требования к ее температуре

Можно естественным образом выделить следующие две основные разновидности потребления горячей воды: бытовое и коммунально-бытовое (умывание, банное мытье, питье, мытье посуды и приготовление пищи, уборка помещений, стирка, бассейны) и производственное самого различного назначения (технологические процессы, мойка машин и аппаратов и т.п.).

На водоразбор к потребителям должна поступать вода питьевого качества. В отдельных случаях требуется кипяченая вода (вокзалы). В точке водоразбора к температуре горячей воды предъявляются следующие требования:

- 1) в системах централизованного горячего водоснабжения (ЦГВ) с непосредственным водоразбором из тепловой сети – не ниже 60 °С;
- 2) в системах ЦГВ с нагревом водопроводной воды в водонагревателях – не ниже 50 °С;
- 3) в местных системах ГВ – не ниже 60 °С;
- 4) температура воды, подаваемой к смесителям умывальников и душей общеобразовательных школ, дошкольных учреждений, детдомов, учреждений соцобеспечения и некоторых лечебно-профилактических учреждений предусматривается не выше 37 °С;
- 5) в любом случае температура воды не должна превышать 75 °С. Если по технологическим требованиям (предприятия общественного питания и другие учреждения) требуется вода более высокой температуры, необходимо предусматривать местные системы или догрев воды из систем ЦГВ.

3.2 Общая характеристика и область применения местных и централизованных систем ГВ

Системы горячего водоснабжения подразделяются на местные и централизованные. При местном ГВ (МГВ) вода нагревается непосредственно у места ее потребления. Система МГВ обеспечивает водой один или не-

сколько водоразборных приборов в смежных помещениях. Вода при МГВ нагревается в индивидуальных водонагревателях паром, горячей сетевой водой, за счет сжигания топлива, электричеством. Используется также солнечный нагрев воды. Наиболее характерные примеры МГВ – газовые водонагреватели и дачные душевые установки с солнечным нагревом. Поскольку использование электричества значительно дороже газового нагрева, применение электроводонагревателей на проектной стадии должно иметь необходимое технико – экономическое обоснование. Использование газовых водонагревателей регламентируется нормами газоснабжения.

В системах ЦГВ вода приготавливается для потребителей целого здания, группы зданий, квартала, населенного пункта и т.п., а затем по трубопроводам подается к водоразборным приборам. Нагрев воды производится в водогрейных котлах, паро – или водоводяных нагревателях.

Местными системами оборудуются здания, не подключенные к системам централизованного теплоснабжения (ЦТ), не имеющие собственных котельных, или, если система ЦТ не рассчитана на покрытие тепловой нагрузки ГВ.

Системами ЦГВ оборудуются здания, подключенные к системам ЦТ или имеющие собственные котельные. Если число водоразборных точек в таких зданиях мало, экономически может быть обосновано и применение системы МГВ.

3.3 Схемы систем ЦГВ

Рассмотрим основные виды классификации схем систем ЦГВ.

1. По обеспечению давления системы ГВ могут быть работающими:
 - под давлением холодного водопровода;
 - под давлением тепловой сети;
 - под давлением, создаваемым насосом, установленным на холодном или горячем водопроводе;
 - под статическим давлением, создаваемым баком холодной или горячей воды.
2. По месту прокладки распределительных трубопроводов системы могут быть:
 - с нижней разводкой;
 - с верхней разводкой.
3. По наличию и способу обеспечения циркуляции:
 - без циркуляции;

- с естественной циркуляцией;
- с насосной циркуляцией.

4. По наличию и месту расположения баков-аккумуляторов горячей воды:

- без аккумулятора;
- с нижним баком;
- с верхним баком.

Рассмотрим характерные примеры схем построения систем ЦГВ.

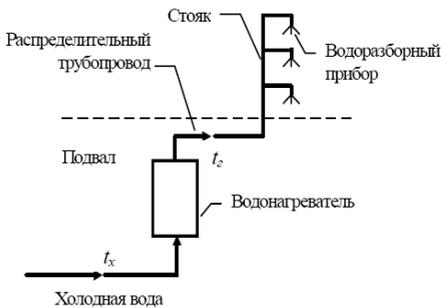


Рис.3.1. Схема системы ГВ с нижней разводкой и нагревом воды

Схема на рис.3.1 одновременно со своим конкретным техническим содержанием иллюстрирует основные элементы систем ГВ, которые будут впредь неоднократно повторяться.

При непосредственном водоразборе вместо водонагревателя в схеме присутствует регулятор температуры, обеспечивающий смешение воды из подающего и обратного трубопроводов тепловой сети для получения необходимой температуры на водоразборе (рис.3.2).



Рис.3.2. Схема системы ГВ с нижней разводкой и непосредственным водоразбором

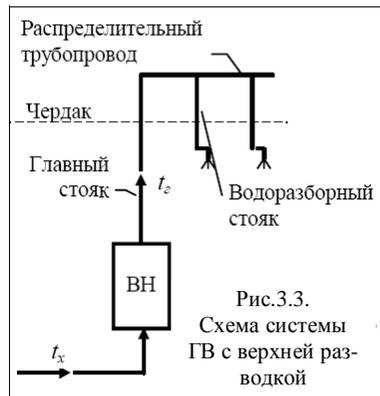
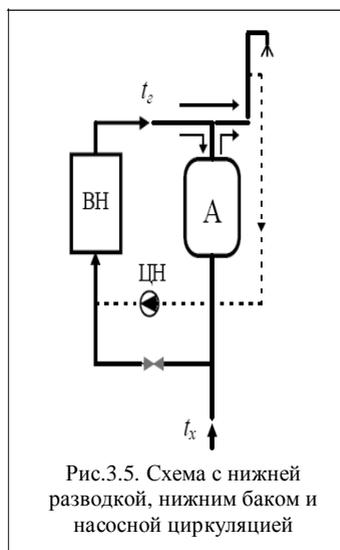
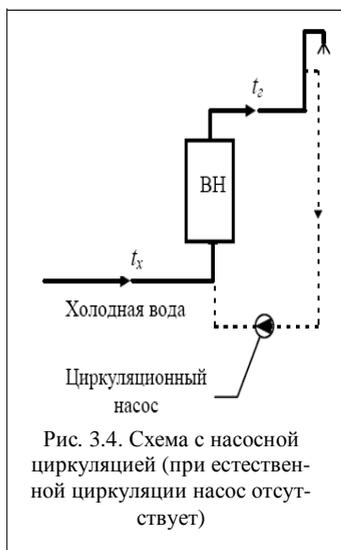


Рис.3.3. Схема системы ГВ с верхней разводкой

Схемы систем ЦГВ с нагревом водопроводной воды более сложны и рассматриваются далее подробнее. Для перехода к схеме с непосредственным водоразбором достаточно заменить водонагреватель на регулятор температуры и исключить трубопроводы холодной воды.

Для обеспечения неостывания воды в раздающих трубопроводах при отсутствии водоразбора (в ночное время) служит циркуляция. А для компенсации неравномерности потребления горячей воды по времени суток применяются баки-аккумуляторы.



Очевидно, что при схеме системы по рис.3.5 возможны режимы работы:

- с водоразбором через водонагреватель;
- с водоразбором из бака-аккумулятора;
- с работой водонагревателя на заполнение бака;
- смешанные режимы нагревателя и бака-аккумулятора.

Герметичный бак-аккумулятор (рис.3.5) обеспечивает использование давления водопровода для работы системы горячей водоснабжения. Од-

нако это требует соблюдения целого ряда жестких правил эксплуатации сосудов, находящихся под давлением.

Если по соображениям безопасности в здании нельзя расположить бак, находящийся под давлением водопровода (0,5 МПа и более), бак-аккумулятор выполняется открытым (бак атмосферного типа). Такие баки безопасны, более просты по конструкции и дешевле. Верхнее расположение бака удобно тем, что позволяет организовать подачу воды потребителям самотеком (безнасосно). Заполняется же бак под давлением водопровода.

При этом возникает необходимость регулировки уровня заполнения бака, что может выполняться различными способами. Самым простым является механический шаровой или поплавковый клапан, аналогичный клапану смывного бачка унитаза (рис. 3.6).

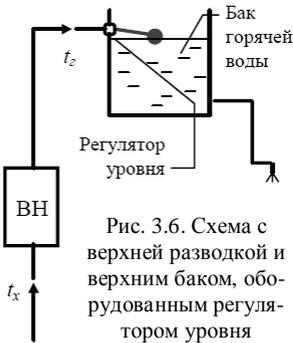


Рис. 3.6. Схема с верхней разводкой и верхним баком, оборудованным регулятором уровня

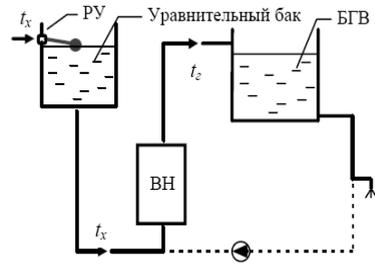


Рис.3.7. Схема с верхней разводкой и верхним баком, с циркуляцией и регулировкой уровня уравнивающим баком

Однако организовать циркуляцию через шаровой клапан невозможно, т.к. после заполнения бака он закрывается. Для организации циркуляции в этом случае требуется либо т. наз. уравнивающий бак (рис.3.7), снабженный шаровым клапаном, либо автоматический регулятор на линии подачи холодной воды соединенный импульсной линией с датчиком уровня в баке горячей воды.

При этом циркуляция может охватывать бак горячей воды (рис.3.8), а может не затрагивать его, обеспечивая неостывание воды только в трубопроводах (рис.3.9).

Нижнее расположение атмосферного бака-аккумулятора проще конструктивно но при этом теряется возможность самотечной организации подачи воды. Система должна быть оборудована насосом, который бес-

печивает расчетный расход воды и создание напора не меньше требуемого

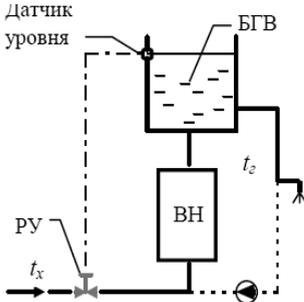


Рис .3.8. Схема с верхней разводкой и верхним баком, с автоматическим регулятором уровня и с циркуляцией через бак

для преодоления всех гидравлических потерь в системе (рис. 3.10). При отсутствии водоразбора этот же насос обеспечивает циркуляцию. Располагается он на циркуляционном кольце, но на линии подающего трубопровода.

Бак-аккумулятор может быть снабжен змеевиковым теплообменником и служить одновременно емкостным водонагревателем. Особенно распространена эта схема при

паровой тепловой сети для обеспечения бытового горячего водоснабжения промпредприятий (рис. 3.11).



Рис. 3.9 Аналогичная схема с циркуляцией, не охватывающей бак

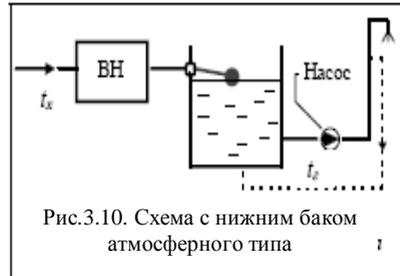


Рис.3.10. Схема с нижним баком атмосферного типа

В зданиях высотой более 4-х этажей рекомендуется водоразборные стояки (в количестве от 3 до 7) объединять кольцующей перемычкой (поверху, если разводка нижняя и по низу, если разводка верхняя) с присоединением этой перемычки к общему циркуляционному стояку (рис. 3.12). Перемычки рекомендуется прокладывать по чердаку, под потолком верхнего этажа (при нижней разводке), в подвале или подполье (при верхней разводке). Перемычки разрешается не делать в зданиях с этажностью не

более 4-х, а также в случае, когда длина перемычки превышает суммарную длину циркуляционных стояков. Стояки, объединенные перемычкой называются секцией.



Рис. 3.11. Схема с емкостным водонагревателем атмосферного типа, служащим одновременно баком-аккумулятором

Для удобства управления и регулировки систем группа водоразборных и циркуляционных стояков при нижней разводке может объединяться по низу перемычками с присоединением к разводящему трубопроводу в одной точке.

Следует отметить, что вариант (а) позволяет экономить трубы, а полное секционирование по варианту (б) обычно приводит к их перерасходу.

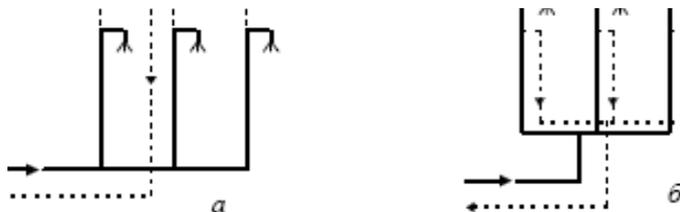


Рис.3.12. Варианты секционирования систем горячего водоснабжения: а) только по циркуляционной линии; б) полное секционирование

3.4 Определение расходов воды и теплоты в системах горячего водоснабжения

Нормативный метод расчета расходов воды регламентируется в СНиП.

Секундный расход воды, отнесенный к одному прибору q_0^h л/с, определяется по СНиП. При неодинаковых приборах, обслуживающих одинаковых потребителей - по СНиП.

При неодинаковых приборах, обслуживающих группы различных потребителей, q_0^h определяется по выражению

$$q_0^h = \frac{\sum N_i \cdot P_i \cdot q_0^h}{\sum N_i \cdot P_i}, \text{ л/с,} \quad (3.1)$$

где N_i - число водоразборных приборов в группе потребителей;
 P_i - вероятность их одновременного действия.

Если потребители в здании одинаковые, то вероятность действия приборов определяется без учета изменения отношения числа потребителей U к числу приборов N по участкам системы по формуле

$$P = \frac{q_{hr}^h \cdot U}{3600 \cdot N \cdot q_0^h}, \quad (3.2)$$

где q_{hr}^h - норма расхода горячей воды потребителем в час наибольшего водопотребления (принимается по СНИП).

При различных группах потребителей в здании

$$P = \frac{\sum N_i \cdot P_i}{\sum N_i} \quad (3.3)$$

При отсутствии данных о количестве приборов разрешается принимать $N = U$. По зданиям, где отсутствуют данные о расходах воды и характеристики приборов принимают $q_0^h = 0,2$ л/с.

Максимальный секундный расход на любом участке системы ГВ определяется как

$$q^h = 5 \cdot a \cdot q_0^h \text{ л/с,} \quad (3.4)$$

где $a = f(N \cdot P)$ - коэффициент, определяемый по СНИП.

Разрешается определять q^h по номограммам СНИП.

Часовой расход воды прибором $q_{0,hr}^h$ при одинаковых потребителях в здании определяется непосредственно по СНИП. При различных потребителях в здании - по формуле:

$$q_{0,hr}^h = \frac{\sum N_i \cdot P_{hr,i} \cdot q_{0,hr,i}^h}{\sum N_i \cdot P_{hr,i}} \text{ л/час,} \quad (3.5)$$

Часовая вероятность одновременного действия приборов для системы в целом или группы потребителей составляет

$$P_{hr} = \frac{3600P \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h}, \quad (3.6)$$

При отсутствии данных разрешается принимать $q_{0,hr}^h = 200$ л/час. **Максимальный часовой расход** воды на систему горячего водоснабжения в целом (на головном участке) составит

$$q_{hr}^h = 0.005q_{0,hr}^h \cdot a_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.7)$$

где $a_{hr} = f(N \cdot P_{hr})$ - коэффициент, определяемый по СНиП.

Максимальный суточный расход воды на систему ГВС составляет

$$q_d^h = \sum q_n^h U_i \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (3.8)$$

где q_n^h - норма расхода горячей воды одним потребителем, л/(сут·чел), для группы, состоящей из U_i потребителей, принимаемая по СНиП.

Средний часовой расход воды за сутки (период) максимального водопотребления продолжительностью T часов составляет

$$q_T^h = q_d^h / T, \quad \text{м}^3/\text{час} \quad (3.8)$$

Расходы теплоты на систему ГВС (расчетные тепловые потоки) определяются по известным расходам воды следующим образом.

Средний за сутки максимального водопотребления

$$Q_T^h = \frac{q_T^h \cdot r \cdot c_p (55 - t^c)}{3600} + Q_{hr}, \text{ кВт} \quad (3.9)$$

где 55 °С - средняя температура горячей воды;

t^c - средняя температура холодной водопроводной воды (5 °С зимой и 15 °С - летом);

Q^{ht} - потери теплоты трубопроводами системы ГВС.
Максимальный часовой расход теплоты

$$Q_{hr}^h = \frac{q_{hr}^h \cdot r \cdot c_p (55 - t^c)}{3600} + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (3.10)$$

Принимая теплоемкость воды $c_p = 4,1868 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а ее плотность $r = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, получим

$$Q_{hr}^h = 1.16 \cdot q_{hr}^h (55 - t^c) + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (3.11)$$

$$Q_r^h = 1.16 \cdot q_r^h (55 - t^c) + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (3.12)$$

3.5 Определение теплотерь в системах ГВС

При работе систем ГВС теплота неизбежно теряется через стенки трубопроводов, арматуру и элементы конструкции. При сколько-нибудь заметном водоразборе величина этих теплотерь не оказывает заметного влияния на температуру воды. Однако при отсутствии водоразбора теплотери приводят к быстрому остыванию воды в трубах, что требует компенсации теплотерь за счет циркуляции воды. Для определения необходимого циркуляционного расхода требуется оценить величину теплотерь.

На каждом участке теплотери составляют величину

$$Q_i^{ht} = kp d_{u_i} l_i (1 - h_u) (t_{m_i}^h - t_0), \text{ Вт}, \quad (3.13)$$

где $k = 11,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ - коэффициент теплопередачи для неизолированного трубопровода;

l_i - длина участка, м;

d_{u_i} - наружный диаметр трубопровода;

$h_u = 0,6 \div 0,8$ - КПД (эффективность) тепловой изоляции (в горячем водоснабжении изолируются только магистрали в пределах подвальных и чердачных помещений). Величина обычно $l' = l(1 - h_u)$ называется приведенной длиной участка;

t_0 - температура окружающей среды по отношению к трубопроводу (для стояков - температура воздуха в помещениях, для магистралей - в подвале или на чердаке);

t_{mi}^h - средняя температура горячей воды на участке.

Температуру воды на участке можно определять, считая падение температуры по длине системы условно линейным:

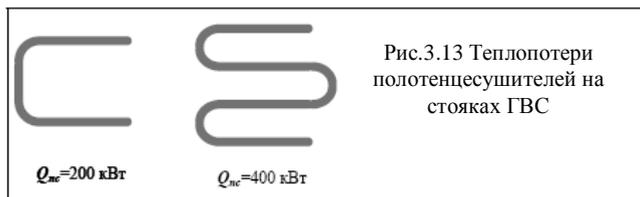
$$t_m^h = t_{\max}^h - \frac{\Delta t^h \sum l'_m}{\sum l'_i}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.14)$$

где t_{\max}^h - температура горячей воды в начале системы ГВС;

Δt^h - падение температуры воды до наиболее удаленного прибора (см п.3.7);

$\sum l'_i$ - сумма приведенных длин всех участков, на которых определяются теплопотери;

$\sum l'_m$ - то же до середины расчетного участка.



Теплопотери одинаковых стояков $Q_{ст}$ разрешается принимать равными (в действительности теплопотери стояков несколько уменьшаются по мере удаления от теплоцентра из-за падения средней температуры воды). При наличии на стояках полотенцесушителей их теплопотери $Q_{ст}$ разрешается принимать в соответствии с рис. 3.13.

Таким образом суммарные теплопотери системы ГВС (при числе одинаковых стояков n) составят

$$Q^{ht} = \sum Q_i^{ht} + n \cdot Q_{ст} + \sum Q_{ст} \cdot \quad (3.15)$$

3.6 Гидравлический расчет подающих трубопроводов систем ГВС

3.6.1. Основные положения гидравлического расчета

Задачей гидравлического расчета является определение диаметров подающих трубопроводов и потерь напора. Расчетным расходом для определения потерь напора на участке трубопровода является секундный расход с учетом остаточной циркуляции:

$$q^{h,cir} = q^h \cdot (1 + k_{cir}), \text{ л/с}, \quad (3.16)$$

где k_{cir} - коэффициент остаточной циркуляции.

Эта величина определяется по СНиП в зависимости от соотношения секундного и циркуляционного расходов в системе ГВС: $k_{cir} = f(q^h / q^{cir})$

Причем k_{cir} не равно нулю только на начальных участках системы (до первого водоразборного стояка) при $q^h / q^{cir} > 2,0$. Во всех остальных случаях $k_{cir} = 0$. Поскольку гидравлический расчет выполняется до расчета циркуляции, проектировщику приходится делать обоснованное предположение о величине соотношения q^h / q^{cir} (для жилых зданий обычно $q^h / q^{cir} > 2,0$).

Потери напора в водоразборных стояках, объединенных кольцевой перемычкой в секционные узлы, определяются по расчетным расходам воды с коэффициентом 0,7. На самих кольцевых участках расчетный расход воды принимается не менее максимального секундного для одного из обслуживаемых приборов.

Скорость воды в системах ГВС должна быть не более 3 м/с. Однако опыт эксплуатации систем показывает, что при $v > 1,5$ м/с в трубопроводах начинается заметное шумообразование.

При неодинаковом сопротивлении стояков диаметр стояка определяется, исходя из расчетного расхода и располагаемого напора у основания данного стояка. При одинаковом сопротивлении стояков их диаметры принимаются диаметру последнего стояка.

В основе гидравлического расчета в любой технической специальности лежат общие закономерности гидродинамики, в частности, известное из курса гидравлики уравнение Дарси-Вейсбаха. Однако традиционно в каждой специальности складываются характерные особенности конкретного выполнения гидравлического расчета. Так в системах ГВС набор ме-

стных сопротивлений настолько стандартен, что нет необходимости определять потери напора в них поштучно.

Потери напора на участках системы ГВС определяются по выражению

$$H = i \cdot l(1 + k_l), \text{ мм,}$$

где i - удельные линейные потери напора, мм/м;

l - длина участка;

k_l - коэффициент, учитывающий потери напора в местных сопротивлениях.

Значение i принимается по справочным данным. В закрытых системах теплоснабжения, когда на нужды ГВС нагревается водопроводная, обычно не умягченная вода, необходимо учитывать зарастание стенок трубопроводов солями жесткости. В этом случае величину i удобно определять по номограмме.

3.6.2. Располагаемый и требуемый напоры в системах ГВС в режиме водоразбора

Располагаемым называется **гарантированный** на вводе напор, который может быть использован для подачи воды на нужды горячего водоснабжения. Требуемым называется напор, который необходим на преодоление всех гидравлических сопротивлений для подачи воды к наиболее удаленному и высоко расположенному прибору.

Так для закрытой системы горячего водоснабжения располагаемым является напор холодного водопровода в точке подключения к нему системы горячего водоснабжения. Требуемый напор в этом случае составляет

$$H_{\text{треб}} = H_{\text{под}} + H_{\text{сч}} + H_{\text{вн}} + H_z + H_{\text{св}}, \quad (3.17)$$

где $H_{\text{под}}$ - потери напора в подающих трубопроводах в режиме водоразбора;

$H_{\text{сч}}$ - потери напора в счетчике воды (водомере);

$H_{\text{вн}}$ - потери напора в водонагревателе;

H_z - разность геодезических отметок наиболее высоко расположенного прибора и точки подключения системы ГВ к холодному водопроводу;

$H_{\text{св}}$ - свободный напор на приборе ("на излив").

В открытой системе теплоснабжения, когда водоразбор осуществляется непосредственно из теплосети, располагаемым является напор в обратном трубопроводе тепловой сети в точке подключения системы ГВ. Тогда требуемый напор (в силу отсутствия водонагревателя)

$$H_{\text{треб}} = H_{\text{под}} + H_{\text{сч}} + H_{\text{г}} + H_{\text{св}}. \quad (3.18)$$

При этом $H_{\text{г}}$ исчисляется от указанной точки подключения к тепловой сети. В самотечных системах ГВ, работающих под давлением воды в верхних баках-аккумуляторах, располагаемым напором является сама геодезическая разность отметок уровня воды в баке и наиболее высоко расположенного прибора. Требуемый напор в этом случае

$$H_{\text{треб}} = H_{\text{под}} + H_{\text{св}}. \quad (3.18)$$

3.6.3. Подбор счетчика воды

Счетчик воды (техническое название - "водомер") служит для коммерческого учета расхода воды на систему ГВ. Условный проход (типоразмер) счетчика подбирается по среднему часовому расходу воды на систему, который не должен превышать т.наз. эксплуатационного расхода СНИП. Подобранный таким образом счетчик проверяется на возможность пропуска максимального секундного и максимального суточного расходов. При этом потери напора при пропуске максимального секундного расхода (в пересчете на м³/час) не должны превышать 2,5 м для крыльчатых и 1,0 м для турбинных счетчиков. Потери напора в счетчике определяются, как

$$H_{\text{сч}} = S \cdot (q)^h, \text{ м}$$

где S – гидравлическая характеристика счетчика, м/(м³/час)².

3.7 Циркуляция и ее расчет в системах горячего водоснабжения

Как уже отмечено при классификации систем ГВ, циркуляция служит для предотвращения остывания воды в раздающих трубопроводах

систем при отсутствии водоразбора (например, в ночное время в жилых зданиях). По уровню охвата систем циркуляцией различают:

- системы без циркуляции;
- системы с циркуляцией только в магистральных трубопроводах;
- системы с циркуляцией как в распределительных магистралях, так и в стояках.

Циркуляцию разрешается не предусматривать, если температура воды в точках водоразбора при регламентированном по времени водоразборе не будет снижаться ниже минимально допускаемой.

Необходимый для компенсации суммарных теплопотерь системы Q^{ht} , (см. п. 3.5) циркуляционный расход будет

$$q^{cir} = b \sum_i^n \frac{Q_i^{ht}}{\Delta t^h \cdot c_p}, \text{ л/с}, \quad (3.19)$$

где β - коэффициент разрегулировки циркуляции;

Q_i^{ht} - теплопотери отдельных частей системы ГВ, кВт;

Δt^h - падение температуры воды в системе;

c_p - теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

В системах с циркуляцией только по разводящим трубопроводам Q^{ht} определяется только по разводящим трубопроводам и расчет выполняется при $\Delta t^h = 10 \text{ }^\circ\text{C}$; $\beta=1$.

В системах с циркуляцией в разводящих трубопроводах и в стояках с неодинаковым сопротивлением Q^{ht} определяется по разводящим трубопроводам и стоякам и расчет выполняется при $\Delta t^h = 10 \text{ }^\circ\text{C}$; $\beta=1$.

В системах с циркуляцией в разводящих трубопроводах и в стояках с одинаковым сопротивлением Q^{ht} определяется только по стоякам и расчет выполняется при $\Delta t^h = 8,5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\beta=1,3$.

Определенный таким образом циркуляционный расход на головном участке системы распределяется по участкам пропорционально их теплопотерям, определенным в соответствии с положениями п. 3.5.

Продемонстрировать принцип такого распределения можно на следующем условном примере. Представим, что очередной узел № 6 подлежит распределению циркуляционного расхода (распределение производит-

ся по направлению движения воды: от теплоцентра к наиболее удаленному стояку). Узел образован подключением к магистрали циркуляционного полукольца очередного стояка с условным № 3 (полукольцо- это сам стояк и его циркуляционная часть).



Если циркуляционный расход на участке 6-7, определенный при увязке предыдущего узла 7, составляет, q_{6-7}^{cir} то искомый расход, направляемый дальше по участку 5-6 составит:

$$q_{5-6}^{cir} = q_{6-7}^{cir} \frac{\sum Q_6^{ht}}{\sum Q_6^{ht} + Q_{cm\ №3}^{ht}}, \quad (3.20)$$

а циркуляционный расход, направляемый в стояк №3:

$$q_{cm\ №3}^{cir} = q_{6-7}^{cir} - q_{5-6}^{cir}. \quad (3.21)$$

В этих формулах $\sum Q_6^{ht}$ - сумма теплотерь системы в от наиболее удаленной точки до узла 6, а $\sum Q_{cm\ №3}^{ht}$ - теплотери стояка. Для удобства использования такого метода сам расчет теплотерь рекомендуется вести с последовательным учетом потерь каждого стояка в точке его подключения.

3.7.1. Гидравлический расчет СГВ в режиме циркуляции

После распределения циркуляционных расходов по расчетным участкам выполняется гидравлическая увязка системы в режиме "чистой" циркуляции. Последовательность расчета такова.

Предварительно **назначаются** диаметры циркуляционных трубопроводов на 1-3 типоразмера меньше соответствующего подающего трубопровода. Определение потерь напора по участкам ведется по тем же формулам и номограммам, что и при гидравлическом расчете подающих трубопроводов, но при циркуляционных расходах. Расчет ведется параллельно по подающим и циркуляционным трубопроводам с суммированием до очередного узла разветвления. Аналогично определяются потери напора в подключаемом к тому же узлу полукольце, образованном стояком, секционным изломом или ветвью системы.

Полученные потери напора в полукольцах, стыкующихся в данном узле, не должны отличаться более чем на 10%. Если это условие не выполняется, производится увязка узла в следующем порядке (каждый следующий метод применяется, если не дает должного результата предыдущий).

1) Варьируются диаметры трубопроводов.

2) Устанавливается диафрагма на циркуляционном трубопроводе полу-кольца с меньшими потерями напора. Диаметр диафрагмы определяется по выражению

$$d_o = 120 \sqrt{\frac{q_m^h}{\Delta H}}, \quad (3.22)$$

где q_m^h - расход воды в полукольце с меньшими потерями напора;

ΔH - разность потерь напора в полукольцах, которая и должна быть «погашена» в диафрагме, даПа.

Диафрагма не может быть менее 10 мм (из-за постепенного зарастания и возможности ее нерасчетной работы).

3) Изменяется циркуляционный расход, но не более чем на 30%. Изменение расхода необходимо учитывать на всех последующих (к теплоцентру) участках.

4) Устанавливается дополнительный кран для регулировки системы в процессе наладки. Кран устанавливается на циркуляционном трубопроводе в дополнение к обычному отключающему крану.

3.8 Подбор и схемы включения повысительных и циркуляционных насосов и диафрагм

Распространенным случаем является недостаток располагаемого (минимального гарантированного) напора H_g в точке подключения по сравнению с определенным требуемым, необходимым для нормальной работы системы ГВ (см. п.3.6-2). Назначение повысительного насоса - восполнять недостаточный располагаемый напор до величины не меньше требуемого.

3.8.1. Закрытые системы теплоснабжения

При нагреве воды на нужды СГВ ввод холодного водопровода в здание обычно общий для систем холодного и горячего водоснабжения. Если при этом требуемый напор для СГВ превышает аналогичную величину для

холодного водоснабжения не более чем на 10 м, устанавливается общая повысительная насосная установка (рис.3.15-а). Насос подбирается на суммарный расчетный расход на холодное и горячее водоснабжение:

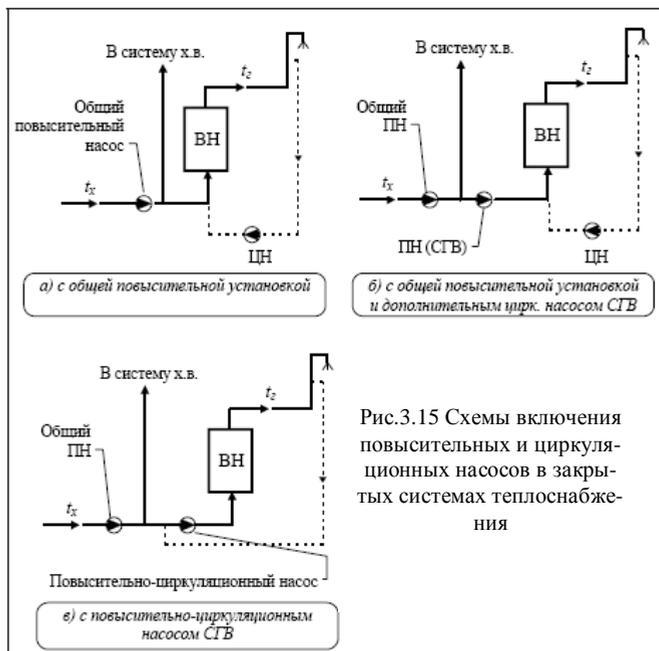


Рис.3.15 Схемы включения повысительных и циркуляционных насосов в закрытых системах теплоснабжения

$$q_{\text{треб}}^n = q^h + q^c, \quad (3.23)$$

где q^c - расчетный расход холодного водопровода.

Требуемым напором насоса является больший из недостающих, то есть для СГВ:

$$H_{\text{треб}}^n = H_{\text{треб}}^h - H_g. \quad (3.24)$$

Если разница между требуемыми напорами систем горячего и холодного водоснабжения составляет более 10, то общий насос подбирается

на тот же расход $q_{\text{треб}}^h$, но в качестве требуемого напора принимается недостаток напора для системы холодного водоснабжения:

$$H_{\text{треб}}^{нн(c)} = H_{\text{треб}}^c - H_g \quad (3.25)$$

Для нормальной работы СГВ устанавливается отдельный повысительный насос (рис.3.15-б). Он подбирается на расчетный расход горячего водоснабжения q^h и на оставшуюся величину недостатка напора:

$$H_{\text{треб}}^{нн(h)} = H_{\text{треб}}^h - H'_g \quad (3.26)$$

где H'_g - гарантированный напор после общего повысительного насоса.

Циркуляционный насос подбирается по циркуляционному расходу воды q и напору, требуемому для обеспечения циркуляции в системе:

$$H_{\text{треб}}^{ци} = \sum H^{ци} + H_{\text{ци}}^{эн} \quad (3.27)$$

где $\sum H^{ци}$ - сумма потерь напора в трубопроводах циркуляционного контура в режиме чистой циркуляции (см. п. 3.7);

$H_{\text{ци}}^{эн}$ - потери напора в водонагревателе, пересчитанные на циркуляционный расход.

Из рис.3.15-б видно, что перемещение дополнительного повысительного насоса за точку присоединения циркуляционного трубопровода, т.е. в циркуляционное кольцо, дает возможность использовать повысительный насос одновременно и как циркуляционный. Такой насос (рис.3.15-в) называется повысительно-циркуляционным. Он подбирается на расчетный циркуляционный расход воды на головном участке $q^{ци}$.

3.8.2. Системы с непосредственным водоразбором

В системах с непосредственным водоразбором из теплосети на нужды горячего водоснабжения (открытые системы теплоснабжения) цирку-

ляция организуется установкой двух диафрагм (суживающих устройств). Это так наз. "зимняя" (d_z) и "летняя" (d_l) диафрагмы (рис. 3.16).

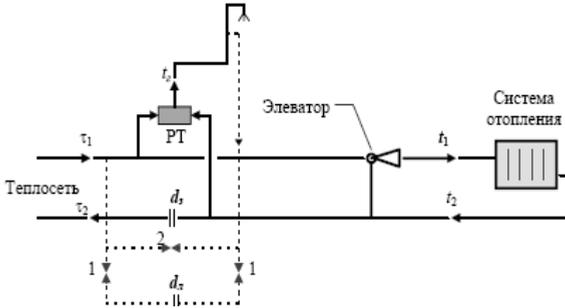


Рис. 3.16 Схема организации циркуляции в системе с непосредственным водоразбором

Зимой вентили 1 закрыты, а вентиль 2 открыт. При этом весь расход системы отопления проходит через зимнюю диафрагму. Диафрагма рассчитывается на расход системы отопления q , а срабатываемый в ней напор H_∂ равен требуемому напору для обеспечения циркуляции, то есть суммарным потерям напора в циркуляционном кольце

$$H_\partial = \sum H_{cir} \tag{3.28}$$

Летом система отопления не действует, поэтому вентиль 2 закрыт, а вентили 1 - открыты. Через диафрагму проходит только циркуляционный расход q^{cir} , который и является расчетным. Срабатываться в диафрагме должен весь избыточный располагаемый напор тепловой сети, т.е.

$$H_\partial = (H_{под} - H_{обр. м.с.}) - \sum H_{cir} \tag{3.29}$$

Диаметр диафрагмы может быть определен по выражению

$$d_\partial = 120 \sqrt{\frac{q^{cir}}{0.316\sqrt{H_\partial} + 350\frac{q^{cir}}{d_{ви}}}}, \text{ мм} \tag{3.30}$$

где $d_{вн}$ - внутренний диаметр трубопровода, на котором устанавливается диафрагма.

В системах, разделенных на зоны по высоте, в верхних зонах разрешается предусматривать естественную циркуляцию. В системах с естественной циркуляцией располагаемый напор для организации циркуляции может быть определен по формулам (см. рис.3.17):

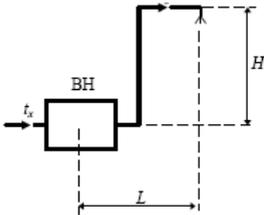


Рис. 3.17 К расчету располагаемого напора при естественной циркуляции

при верхней разводке

$$H_{cir}^{расч} = 0,4(h + 0,08L)(t_{max}^h - t_{min}^h), \text{ мм (3.31)}$$

при нижней разводке

$$H_{cir}^{расч} = 0,25(h + 0,03L)(t_{max}^h - t_{min}^h), \text{ мм (3.32)}$$

3.9 Аккумуляторы в системах горячего водоснабжения

Назначение аккумуляторов - устранение или сглаживание эксплуатационного противоречия между неравномерным режимом потребления воды и предпочтительным для тепловой сети равномерным режимом подачи теплоты на ГВ.

Выше баки-аккумуляторы уже неоднократно упоминались в сложившейся классификации систем горячего водоснабжения. По месту расположения баки различают верхние и нижние, по конструкции - открытые и закрытые. В закрытых баках сохраняется напор водопровода, а в открытых он полностью теряется. Но открытый бак более безопасен, так как не является сосудом под давлением. Кроме того по режиму работы различают баки: с переменной температурой и постоянным объемом ($t \neq const; V = const$); и, соответственно, с постоянной температурой и переменным объемом ($t = const; V \neq const$). Кроме того, бак может быть только аккумулятором (рис.3.18), а может одновременно служить емкостным водонагревателем (рис.3.19).

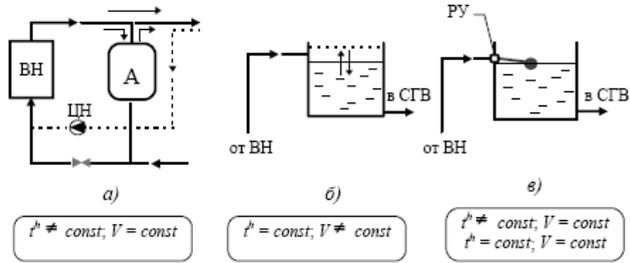


Рис. 3.18. Варианты организации режимов работы баков-аккумуляторов: а) нижнего закрытого; б) открытого без регулятора уровня; в) открытого с регулятором уровня

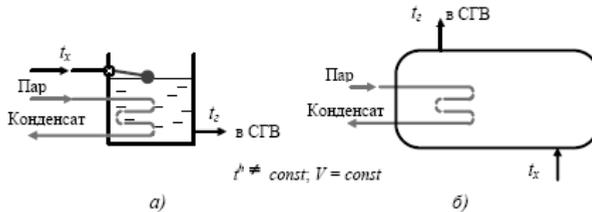


Рис. 3.19. Емкостные водонагреватели, выполняющие одновременно роль баков-аккумуляторов: а) открытый; б) закрытый

Некоторые из указанных режимов допускают трактовку. Так, в варианте рис.3.18-в при шаровом клапане циркуляция не может быть организована и

при отсутствии водоразбора вода в баке остывает ($t^h \neq const$) в зависимости от качества тепловой изоляции бака. При автоматическом регуляторе уровня или уравнительном баке соблюдается условие $t^h = const$.

В открытом баке с верхней подачей холодной воды ее перемешивание достаточно интенсивное при любом режиме водоразбора. Поэтому для этого варианта всегда характерно $t^h \neq const$. В закрытом емкостном водонагревателе (б) при возрастающем или равномерном водоразборе каждый последующий слой воды контактирует с теплообменником менее продолжительное время и нагревается меньше. Поэтому перемешивание слоев незначительно и соблюдается условие $t^h = const$. Принцип выталкивания на

гретой воды поступающей снизу холодной водой без их перемешивания используется в бытовых водонагревателях местного горячего водоснабжения (так наз. "колонках"). При незначительном или падающем водоразборе нижние слои холодной воды контактируют с теплообменником дольше и инициируют гравитационное перемешивание в объеме бака ($t \neq const$).

3.9.1. Определение объема баков-аккумуляторов

Требуемый объем бака-аккумулятора удобно определять по интегральному графику расхода воды. Он, в свою очередь, строится с использованием суточного графика, базирующегося на среднестатистических данных по расходу воды для данного типа потребителей. Суточный график представляет собой гистограмму (столбчатую диаграмму) и может строиться как в тепловых единицах, так и непосредственно в м³.

Линия потребления показывает потребление теплоты или воды нарастающим итогом к текущему моменту времени. Характеристикой текущего расхода теплоты является tg угла наклона линии потребления к горизонтالي.

Линия подачи показывает количество теплоты подаваемой со средним часовым расходом, то есть равномерно (наиболее предпочтительно для источника теплоты и тепловой сети).

Линия подачи не может пересекать линию потребления, поскольку это означает недоподачу расчетного количества теплоты в данный момент. Если такое происходит по характеристикам потребителя, то линия подачи поднимается параллельно до касания наиболее высокой точки линии потребления. Очевидно, что разница между линией потребления и выше лежащей линией подачи представляет собой количество теплоты, накапливаемое к данному моменту в баке. Тогда A_{max} не что иное, как требуемая тепловая емкость бака-аккумулятора. Если график строится в единицах расхода воды, то интегральный график дает непосредственно требуемый объем бака в м³. Если линия потребления переносилась по указанным причинам, то имеющаяся на 24 часа разность $A_{ост}$ - это остаток в баке-аккумуляторе, который будет расходоваться с начала новых суток.

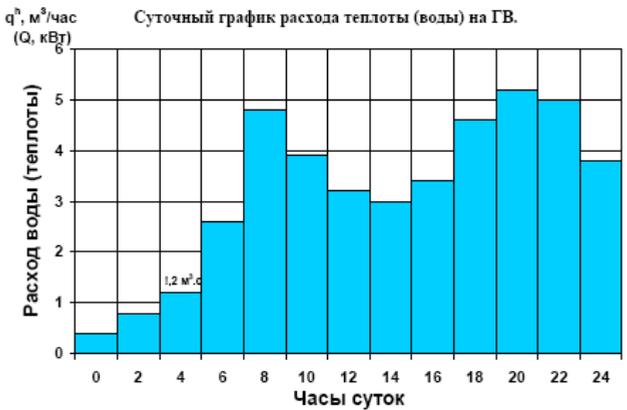


Рис. 3.20.



Рис.3.21

При построении в тепловых единицах и при работе в режиме $t^h = \text{const}; V \neq \text{const}$

$$V_{\text{ак}} = \frac{A_{\text{max}}}{(t^h - t^c) c_p r}, \text{ м}^3 \quad (3.32)$$

При работе в режиме $t^h = const; V \neq const$

$$V_{ак} = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{(t_{\max}^h - t_{\min}^c) c_p r}, \text{ М}^3 \quad (3.33)$$

По формуле СНиПа

$$V_{ак} = j G_{\text{сум}} = 3600j \frac{TQ_T^h}{(55 - t^c) c_p r} = j \frac{TQ_T^h}{1.16(55 - t^c)}. \quad (3.34)$$

где T - продолжительность расчетного периода (сутки, смена), час;

φ - относительная величина аккумулирующего объема, определяемая по формулам СНиП, в зависимости от коэффициента часовой неравномерности потребления теплоты

$$K_{hr}^{hi} = \frac{Q_{hr}^h}{Q_T^h} \quad (3.35)$$

и коэффициента часовой неравномерности подачи теплоты

$$K_{hr}^{hi} = \frac{Q^{sp}}{Q_T^h}, \quad (3.36)$$

где Q^{sp} - расчетная мощность водонагревателя системы ГВ

3.9.2 Основные правила установки и обвязки баков

Логична и экономически оправдана установка баков-аккумуляторов в системах ГВ с кратковременным сосредоточенным расходом воды. Это, как правило, системы бытового ГВ на промпредприятиях, где основная доля суточного расхода приходится на время окончания смен.

В системах с непосредственным водоразбором не рекомендуется устраивать баки открытого типа. Исключение составляют случаи, когда необходим большой запас воды (бани, душевые, прачечные).

Для обеспечения возможности ремонта количество баков принимается не менее двух по 50% требуемого объема. Баки устанавливаются в освещаемом помещении с положительной температурой высотой $\geq 2,2$ м с

возможностью свободного доступа для осмотра всей поверхности. Для этого между баком и строительными конструкциями предусматривается проход не менее 0,7 м, а со стороны поплавкового клапана - не менее 1,0 м. От поддона до дна бака должно быть не менее 0,5 м, а от верха бака до перекрытия - не менее 0,6 м. Бак теплоизолируется.

Наиболее сложна обвязка открытого бака (рис. 3.22). Сам бак устанавливается над поддоном (для сбора возможных переливов). В общем случае открытый бак оборудуется следующими трубопроводами:

- подающим;
- расходным;
- переливным;
- циркуляционным;
- спускным (для промывки, ремонта);
- отводным из поддона.

При соответствующем обосновании подающий и расходный трубопроводы разрешается объединять с установкой на расходном обратного клапана.

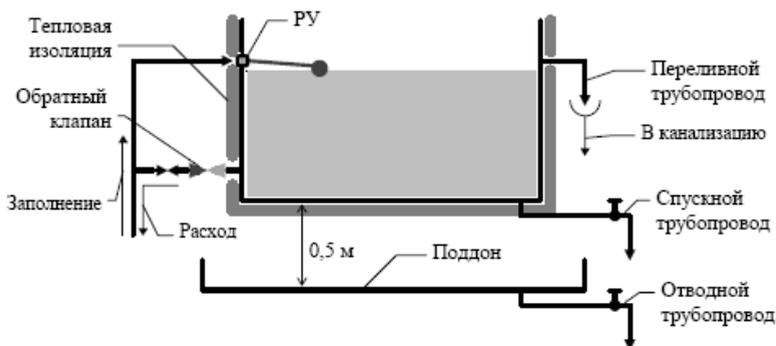


Рис.3.22. Общие принципы обвязки бака-аккумулятора атмосферного (открытого) типа

3.10 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к водяным тепловым сетям

3.10.1 Закрытые системы теплоснабжения

В закрытых системах вода на нужды ГВ получается нагревом холодной водопроводной воды в водонагревателях за счет теплоты сетевой воды. Если в многотрубной тепловой сети имеется отдельная пара трубопроводов для покрытия тепловой нагрузки ГВ, то схема подключения имеет вид (рис.3.23).

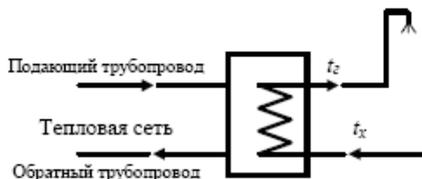


Рис. 3.23. Подключение систем ГВ к многотрубной тепловой сети при закрытой системе теплоснабжения

При подаче теплоты совместно на отопление, вентиляцию и ГВ различают три возможные схемы подключения ВП горячего водоснабжения:

- параллельную;
- двухступенчатую смешанную;
- двухступенчатую последовательную.

Выбор схемы подключения определяется относительной нагрузкой горячего водоснабжения (по отношению к расчетной отопительной нагрузке). Если эта величина составляет

$$0.2 \geq \frac{Q_{gr}^h}{Q_p^o} \geq 1.0, \quad (3.37)$$

то применяется параллельная схема (рис.3.24), когда поток сетевой воды на нужды ГВ параллелен потоку воды на отопление.

Когда относительный расход теплоты на ГВ укладывается в диапазон от 0,2 до 1, применяются двухступенчатые схемы. При смешанной схеме (рис. 3.25) холодная вода поступает сначала в водонагреватель первой ступени, подключенный последовательно после системы отопления. Затем догрев воды производится в водонагревателе второй ступени, подключенном параллельно.

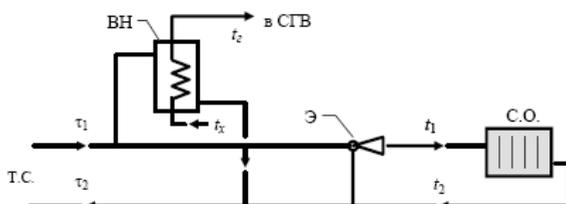


Рис. 3.24 Параллельная схема подключения водонагревателей ГВ к водяной тепловой сети при закрытой системе

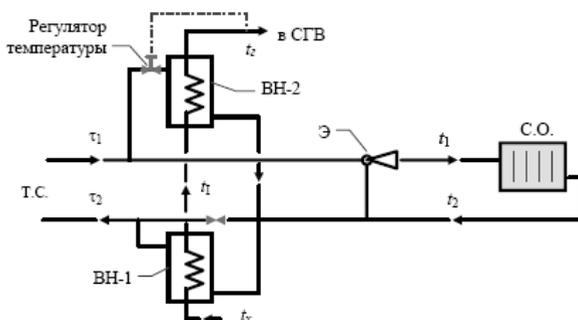


Рис. 3.25. Двухступенчатая смешанная схема подключения водонагревателей ГВ к водяной тепловой сети

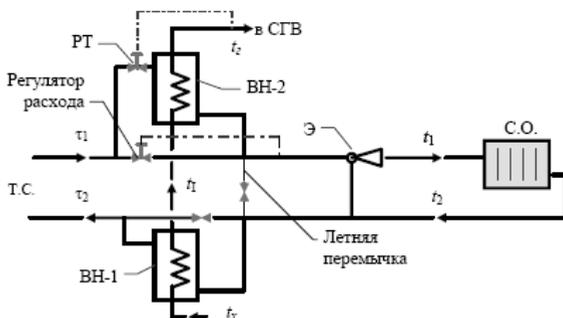


Рис. 3.26 Двухступенчатая последовательная схема подключения водонагревателей ГВ к водяной тепловой сети

При последовательной схеме (рис.3.26) обе ступени подключены последовательно. Особенность двухступенчатых схем - использование теплоты обратной воды из системы отопления, что значительно повышает экономичность теплоснабжения. Так при смешанной схеме в расчетный зимний период, когда обратная вода из системы отопления имеет температуру $t_2^p = 70 \text{ }^\circ\text{C}$, этого достаточно, чтобы обеспечить нагрев воды для ГВ только в ВН 1-ой ступени.

При последовательной схеме нагрузка ГВ обеспечивается вообще без дополнительного расхода воды в тепловой сети на эти цели. Тепловая нагрузка ГВ обеспечивается некоторым повышением температуры сетевой воды (τ_1^n).

Подробно особенности покрытия нагрузки ГВ при различных схемах будут рассмотрены в теме "Регулирование тепловой нагрузки".

3.10.2 Открытые системы теплоснабжения

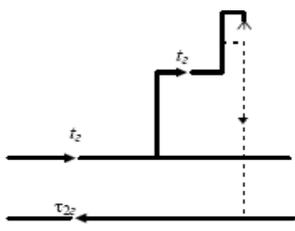


Рис. 3.27. Непосредственное подключение системы ГВ к водяной тепловой сети при открытой системе теплоснабжения

В открытой системе на водоразбор в систему ГВ поступает вода не-посредственно из теплосети.

При наличии в многотрубной тепловой сети отдельной пары трубопроводов на нужды ГВ, присоединение системы ГВ выполняется непосредственным (рис.3.27). Такая схема предусматривает центральное регулирование температуры горячей воды t на источнике теплоты.

При смешанной тепловой нагрузке подключение системы ГВ осуществляется через смеситель, являющийся одновременно и регулятором температуры (рис. 3.28). Горячая вода получается смешением в необходимой пропорции прямой сетевой и обратной отопительной воды. Именно этой пропорцией и управляет регулятор, обеспечивая условие $t_2 = const$. Очевидно, что в наиболее холодный период года, когда $t_2 \geq 60 \text{ }^\circ\text{C}$, необходимая температура

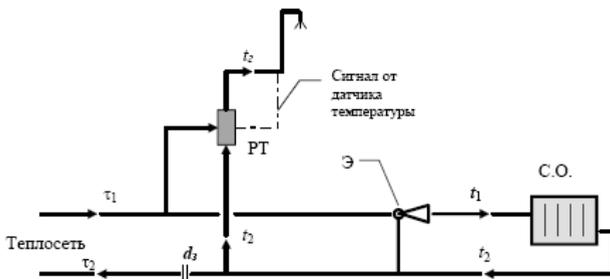


Рис. 3.28. Подключение СГВ к водяной тепловой сети при открытой системе теплоснабжения (циркуляция не показана)

воды на водоразбор может быть обеспечена только за счет обратной воды из системы отопления.

3.11 Схемы подключения систем горячего водоснабжения к паровым тепловым сетям

Подключение системы ГВ к паровой тепловой сети обычно осуществляется через поверхностный пароводяной водонагреватель. Отличие от параллельной схемы подключения в водяной сети (см. рис. 3.24) заключается только в устройствах для сбора и возврата конденсата: конденсатоотводчик, бак для сбора конденсата и конденсатный насос (рис. 3.29). Конденсатоотводчик представляет собой устройство, не пускающее прорыва неотребовавшего пара в конденсатопровод.

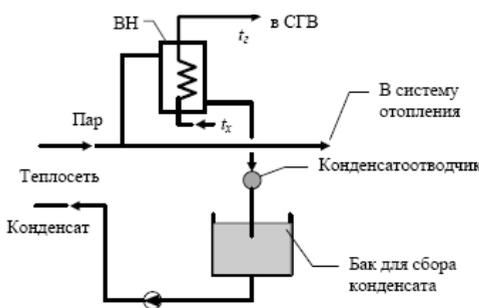


Рис. 3.29. Подключение системы ГВ к паровой тепловой сети через поверхностный водонагреватель

Простейшей является поплачковая конструкция конденсатоотводчика с шаровым клапаном.

При давлении пара не более 0,03 МПа (0,3 кг/см²) роль конденсатоотводчика может выполнять гидрозатвор. Бак для сбора конденсата - открытого типа, что делает необходимым наличие конденсатного насоса. Насос

может быть как отдельным для системы ГВ, так и общим для всей системы теплоснабжения данного здания.

Возможна и условно «открытая» схема при подключении к паровой сети с использованием смесительного водонагревателя (рис. 3.30). Таким нагревателем является эжектор-смеситель, аналогичный водоструйному насосу систем отопления (элеватору). В нем используется как давление пара для создания необходимого напора в системе ГВ, так и его энергия в форме скрытой теплоты парообразования, идущая на нагрев холодной водопроводной воды. Приведенная на рисунке двухступенчатая схема позволяет рационально организовать работу системы в режимах водоразбора и циркуляции.

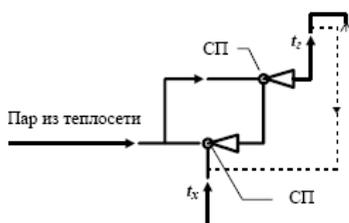


Рис. 3.30 Условно «открытая» схема подключения системы ГВ к паровой тепловой сети (СП – смесительные водонагреватели)

3.12 Общие требования к системам централизованного ГВ

Системы ЦГВ следует предусматривать как правило с нижней разводкой. Верхняя разводка возможна при достаточном обосновании, например при совместной прокладке с трубопроводами системы отопления.

Трубопроводы систем ГВ прокладываются с уклоном не менее 2 мм на погонный метр для опорожнения системы в случае необходимости. Конфигурация трубопроводов должна предусматривать компенсацию их температурного удлинения. Все трубопроводы должны иметь свободный доступ и необходимые монтажные просветы для осмотра и ремонта.

Трубопроводы ГВ обязательно теплоизолируются. Разрешается не изолировать стояки в отапливаемых помещениях. В помещениях с улучшенной отделкой допускается скрытая прокладка труб (подводка к водоразборным приборам за облицовкой стен или в полу).

Для систем ГВ применяются стальные оцинкованные или полимерные трубы. При диаметрах более 150 мм и в системах с непосредственным водоразбором допускается применение неоцинкованных труб. Соединение трубопроводов – сварное, резьбовое и фланцевое (с фланцевой арматурой).

В ваннах и душевых комнатах предусматриваются постоянно действующие полотенцесушители. Полотенцесушители могут быть совмещены с циркуляционными трубопроводами. В системах с непосредственным водоразбором полотенцесушители могут подключаться к постоянно действующим системам отопления этих помещений.

В верхних точках системы предусматривается воздуховыпускная арматура, а в нижних устройства для опорожнения системы. В качестве воздуховыпускных устройств разрешается использовать водоразборную арматуру верхних этажей.

Запорная и регулирующая арматура предусматривается общего типа. Арматура диаметром до 50 мм включительно должна быть латунной, бронзовой или из термостойких пластмасс. Диафрагмы должны быть полимерными, латунными или из нержавеющей стали.

В местах водоразбора устанавливаются смесители с отдельной подводкой холодной и горячей воды. Смесители не устанавливаются в случае использования горячей воды без подмешивания холодной.

Запорная арматура устанавливается:

- 1) в квартальных или промышленных системах ГВ - на ответвлениях к каждому зданию,
- 2) на ответвлениях к секционным узлам,
- 3) в основании водоразборных и циркуляционных стояков в зданиях от трех этажей и более,
- 4) на ответвлении в каждую квартиру или помещение с водоразборными приборами,
- 5) на входе и выходе из водонагревателя.

Обратные клапаны устанавливаются:

- 1) на подводе горячей воды к смесителям групповых душей,
- 2) в закрытых системах - на подводе холодной воды к водонагревателю и на подключении циркуляционного трубопровода к водонагревателю,
- 3) в открытых системах - на ответвлении от обратного трубопровода тепловой сети к смесителю (регулятору температуры) и на подключении циркуляционного трубопровода к обратному трубопроводу тепловой сети.

Счетчики расхода воды (водомеры) устанавливаются:

- 1) в закрытых системах - на трубопроводе, подводящем холодную воду к водонагревателю,

2) в открытых системах - на общем подающем трубопроводе после регулятора температуры и на циркуляционном трубопроводе перед его подключением к обратному трубопроводу теплосети. При наличии счетчиков воды на подающем и обратном трубопроводах тепловой сети счетчик воды в открытой системе ГВ может не ставиться,

3) во всех случаях, когда в общей системе ГВ производится раздельный учет и оплата за потребление горячей воды. Счетчик ставится на головном участке каждого такого элемента системы.

Правила установки и обвязки баков-аккумуляторов изложены в п. 3.9.

3.13 Обработка воды в системах горячего водоснабжения

3.13.1 Показатели коррозионной активности горячей воды

Коррозионная активность горячей воды составляет основное отличие в условиях эксплуатации систем ГВ от систем холодного водоснабжения. Рассмотрим основные показатели этой активности.

Индекс насыщения воды CaCO_3 («индекс Ланжелье»). Индекс определяется как

$$J = pH - pH_s,$$

где pH - водородный показатель воды;

pH_s - водородный показатель воды при ее равновесном насыщении CaCO_3 .

Если индекс насыщения положительный, это означает коррозионную пассивность воды, поскольку на поверхности трубопроводов будет образовываться карбонатная пленка. Если $J < 0$, то защитная пленка не образуется.

Концентрация растворенного в воде кислорода (мг/кг). Чем больше в воде кислорода, тем выше ее коррозионная активность. Значительно возрастает активность воды в присутствии углекислоты. Чисто углекислотная коррозия протекает медленно: одна молекула HCO_3 связывает только 0,5 молекулы железа. Чисто кислородная коррозия требует 3 молекулы O_2 на окисление 4 молекул железа. При наличии же углекислоты одна молекула кислорода связывает сразу 4 молекулы железа.

Суммарная концентрация хлоридов и сульфатов в воде (мг/кг). Хотя сами хлориды и сульфаты в коррозии участвуют слабо, они препятствуют образованию защитной карбонатной пленки. Это влияние не проявляет себя до суммарной концентрации 50 (мг/кг).

3.13.2 Требования к качеству горячей воды

Вода, используемая для горячего водоснабжения должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Поэтому в систему ГВ должна поступать вода только из питьевого водопровода. Приготовление воды питьевого качества на источнике теплоты или на объектах потребления запрещается.

Кроме того для предотвращения коррозии и зарастания трубопроводов отложениями солей вода, подаваемая в системы ЦГВ должна отвечать следующим требованиям:

- концентрация растворенного кислорода $\leq 0,1$ мг/кг;
- содержание взвешенных веществ ≤ 5 мг/кг;
- карбонатная жесткость (временная) $\leq 1,5$ мг-экв/кг;
- водородный показатель 8,3-8,5;
- содержание железа $\leq 0,3$ мг/кг;
- окисляемость воды ≤ 6 мг(O₂)/кг(H₂O);
- свободная углекислота должна отсутствовать.

3.13.3 Способы обработки воды для систем ГВ

В открытых системах вода отбираемая на ГВ из теплосети полностью подготовлена на источнике теплоты и дополнительной обработки не требует. Водопроводная вода, используемая для ГВ в закрытых системах, в зависимости от ее исходного качества должна подвергаться противокоррозионной и противонакипной обработке. Разрешается не обрабатывать водопроводную воду только в системах ГВ, охватывающих одно здание.

Противокоррозионная обработка производится в виде деаэрации (дегазации), обескислороживания или обработки ингибиторами коррозии.

Деаэрация - выделение из воды растворенных газов путем доведения до температуры кипения. По давлению в рабочем объеме различают деаэраторы повышенного давления (до 6 кгс/см²), атмосферного типа и вакуумные. В системах ЦГВ применяются деаэраторы двух последних типов.

В атмосферные деаэраторы подается вода с температурой на 2-3 °С ниже температуры насыщения при рабочем давлении. Доведение воды до кипения производится путем прямого смешения с паром в головке деаэратора. Выделяемые газы удаляются вместе с выпаром.

В вакуумном деаэраторе вода имеет температуру около 70 °С. В результате вакуумирования вскипание воды и деаэрация происходят при

этой температуре. Деаэрацию разрешается не производить при суммарном расходе воды на ГВ до 50 т/ч.

Обескислороживание ставит целью удаление из воды только O_2 . Для этого используются вещества, легко связывающие кислород в воде. Возможно электрохимическое и химическое (реагентное) обескислороживание но последнее в системах ГВ не применяется.

1. Электрохимическое обескислороживание в аппаратах с железо-алюминиевыми электродами. Анодами являются перфорированные алюминиевые пластины, а катодами - железные пластины. На электродах поддерживается постоянное напряжение 8-12 В. На анодах протекает электрохимический процесс окисления алюминия, связывающий кислород. Последовательное соединение аппаратов позволяет получить высокую степень обескислороживания. Эксплуатация заключается в поддержании требуемых электрических параметров и удалении образующегося $Al(OH)_3$. Недостаток метода - расход дорогого алюминия (1,12 мг Al на 1 мг O_2).

2. Электрохимическое обескислороживание в сталестружечных фильтрах. Вода при температуре 50-60 °С пропускается через засыпку стальных или чугунных стружек. Поверхность стружек должна быть чистой. С этой целью их предварительно промывают раствором NaOH, а при сильном загрязнении - слабыми растворами HCl или H_2SO_4 с последующей промывкой горячей водой. На поверхности стружек протекает электрохимическое окисление железа, что выражается в связывании 1 мг кислорода за счет 2,4 мг Fe. Срабатывание стружек допускается до 50%, поэтому загружаются фильтры из расчета 5 мг стружек на 1 мг кислорода. Недостаток метода - загрязнение воды окислами железа. После сталестружечных фильтров обязательно устанавливаются фильтры-осветлители.

Обработка воды ингибиторами коррозии. Наиболее распространено использование в качестве ингибиторов трисиликата натрия $Na_2O \cdot 3SiO_2$ (техническое жидкое стекло) или магномассы $CaMg(CO_3)_2$ (доломит; двойная углекислая соль кальция и магния). Эти реагенты связывают углекислоту, повышая тем самым показатель **pH** воды и снижая ее агрессивность по отношению к металлу. Кроме того на внутренней поверхности трубопроводов образуется защитная пленка - соответственно силикатная или карбонатная.

Противонакипная обработка воды в системах ЦГВ используется преимущественно магнитная. Вода пропускается через аппарат, создаю-

щий магнитное поле напряженностью 95-120 кА/м. Скорость воды ≈ 1 м/с, время обработки - 2-3 с. Магнитное поле может создаваться как постоянными магнитами, так и электромагнитами.

Хотя сама жесткость воды при магнитной обработке не уменьшается, проявление этой жесткости коренным образом изменяется. Нагревание воды перестает сопровождаться выпадением солей на стенках трубопроводов. Более того, ранее образовавшиеся отложения постепенно разрушаются. Магнитные свойства постепенно ослабевают. Однако системы ГВ характерны именно постоянным расходом воды и контуры релаксации в них не требуются.

3.14 Санитарные приборы, трубы и арматура

Системы горячего водоснабжения монтируют из стальных оцинкованных труб, а при диаметрах более 150 мм – из обычных неоцинкованных электросварных труб. В отдельных случаях допускается применение труб из пластических масс и стальных труб с покрытием внутренних поверхностей термостойкими и противокоррозионными материалами.

Стальные трубы соединяют сваркой или на резьбе. Резьбовые соединения осуществляют с помощью соединительных фитингов (угольников, тройников, крестовин, переходов диаметров, муфт), изготовленных из ковкого чугуна или стали. Соединения уплотняются льняной прядью, пропитанной в свинцовом сурике, разведенном на натуральной олифе.

Арматуру, используемую в системах горячего водоснабжения, разделяют на трубопроводную и водоразборную. К трубопроводной арматуре относят: задвижки, вентили, регулирующие и предохранительные клапаны, направляющую арматуру. Арматура, устанавливаемая на трубопроводах горячего водоснабжения, изготавливается из стали, серого и ковкого чугуна, бронзы и термостойких пластмасс на рабочее давление до 1 МПа. Арматура соединяется с трубопроводами диаметром до 50 мм на резьбе, с трубами большего диаметра – на фланцах. На всех трубопроводах с диаметром до 50 мм применяется муфтовая арматура из цветных металлов или термостойких пластмасс. Для удаления воздуха из верхних точек системы применяют воздухоборники или различные воздухоотводчики.

Водоразборная арматура выполняется разнообразных конструкций. Туалетные краны и смесители для умывальников и ванн жилых и общественных зданий изготавливаются из цветных металлов с хромированной поверхностью, краны и смесители для моек и кухонных раковин – из цветных металлов (с хромированием и без хромирования) или из ковкого чугуна. В банно-прачечных и производственных помещениях водоразборные

компенсатор (устанавливаются только на отопительных подогревателях); 6 – штуцер специальный; 7 – калач; 8, 9 – вход и выход нагреваемой воды.

Секции с латунными трубками лучше противостоят коррозии, поэтому используются для горячего водоснабжения. Необходимая поверхность нагрева подогревателя набирается соединением нескольких секций.

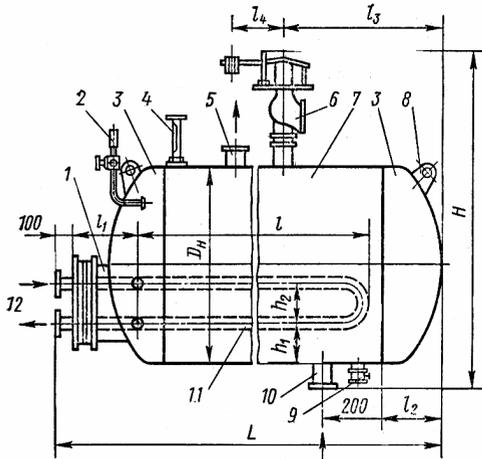


Рис. 3.32. Емкий подогреватель:

1 – горловина; 2 – манометр; 3 – эллиптическое днище; 4 – термометр; 5 – патрубок выхода горячей воды; 6 – предохранительный клапан; 7 – корпус; 8 – проушина; 9 – дренажный штуцер; 10 – патрубок для входа холодной воды; 11 – змеевик; 12 – вход и выход греющего теплоносителя

получить высокие коэффициенты теплопередачи (до $1500 \text{ Вт/м}^2\text{С}$), вследствие чего подогреватели называются скоростными. Подогреватели рассчитаны на допустимое давление в межтрубном и трубном пространствах до 1 МПа и выпускаются промышленностью без линзовых компенсаторов на корпусе.

Скоростные пароводяные подогреватели выпускаются по нагреваемой воде двух- и четырехходовыми конструкциями в однокорпусном исполнении. Двухходовые подогреватели рассчитаны на перепад температур нагреваемой воды 25°С , что применимо для отопительных систем. Для горячего водоснабжения принимаются четырехходовые подогреватели, дающие более высокий нагрев воды. Поверхность нагрева этих подогревателей выполняется из латунных трубок диаметром 16/14 мм.

Емкие подогреватели (рис. 3.32) предназначены для горячего водоснабжения с периодическим водоразбором. Поверхности нагрева подогре-

Секции соединяются между собой по ходу греющей воды патрубками на фланцах, по ходу нагреваемой воды – калачами. Подогреваемую воду рекомендуется пропускать в трубном пучке, это облегчает чистку внутри трубок и подбор допустимой скорости воды (до 2 м/с). Противоточное движение теплоносителей с предельными скоростями потоков позволяет

вателей изготавливаются из стальных труб диаметром 33,5x3,25 и 48x2,5 мм в виде двухходовых змеевиков. Подогреватели рассчитаны на применение парового и водяного греющего теплоносителя. Показанные на рис. 3.32 направления движения теплоносителей создают лучшие условия теплообмена, удаления газов из объема нагреваемой воды и отвода образующегося конденсата. Конструкция подогревателя не позволяет обеспечить высокие скорости теплоносителей, поэтому коэффициент теплопередачи примерно в 3 раза меньше, чем в скоростных подогревателях. Емкие подогреватели, обогреваемые паром с давлением более 0,07 МПа и водой с температурой выше 115°C, для безопасности обслуживания должны иметь предохранительные клапаны.

Смешивающие пароводяные подогреватели по принципу действия бывают: барботажные, струйные, капельные и пленочные. В барботажных подогревателях пар подается под уровень воды по перфорированным трубам. Этот способ малопроизводителен и применяется для нагрева малых объемов воды. Работа пароструйных подогревателей сопровождается сильным шумом, поэтому их применяют в установках горячего водоснабжения предприятий. Интенсивное смешение теплоносителей обеспечивает большие коэффициенты теплопередачи (до 20000 Вт/м²°С).

Смесители применяют для получения требуемой температуры горячей воды при непосредственном водоразборе из тепловых сетей

Аккумуляторы бывают прямоугольной и цилиндрической формы. Баки должны иметь лазы с закрывающимися крышками, а при высоте более 1,5 м – и внутренние лестницы. Внутри баки покрываются антикоррозийной защитой, снаружи емкости теплоизолируются и окрашиваются.

Прямоугольные аккумуляторы допускается использовать только при верхнем размещении (на чердаке), потому что они не рассчитаны для работы под избыточным давлением. Баки оборудуются пароотводящим патрубком, сообщенным с атмосферой, и переливным устройством. Конструкция аккумулятора должна предусматривать слив горячей воды на высоте 1 м от днища бака и отвод воды в систему горячего водоснабжения на высоте не менее 50 мм от днища. Этими условиями уменьшается насыщение воды воздухом и вынос шлама из бака.

При нижнем расположении аккумуляторов используют только цилиндрические баки, рассчитанные на рабочее давление не менее 0,6 МПа. В качестве аккумуляторов пригодны также механические фильтры (без внутреннего устройства). Нижние баки-аккумуляторы всегда находятся под давлением, поэтому должны иметь предохранительные клапаны. Количество баков-аккумуляторов принимается не менее двух, каждый по 50% рабочего объема.

Водомеры в тепловых пунктах устанавливаются на линиях водопроводной воды с температурой до 30°C. По конструкции различают водомер-

ры крыльчатые и турбинные. Водомеры подбираются по калибрам, определяемым диаметром проточной части. При выборе водомеров руководствуются характерным расходом ($V_{\text{хар}}$), при котором потеря напора в водомере составляет 10 м. Длительная работа водомера на характерном расходе недопустима по соображениям прочности счетного механизма. При минимальных расходах воды показания прибора становятся неустойчивыми. Нормальная работа, характеризующаяся устойчивой точностью измерений, соответствует расходу воды 20% (для турбинных) и 30% (для крыльчатых) от характерного расхода. При максимально допустимом расходе воды допустимая потеря напора не должна превышать 2,5 м в крыльчатых и 1,5 м в турбинных водомерах. Для длительной эксплуатации водомера рекомендуется принимать потери напора не более 1 м для крыльчатых и 0,5 м для турбинных водомеров, при этом суточный расход воды ($V_{\text{сут}}$) не должен превышать значения $2V_{\text{хар}}$.

Насосы в системах горячего водоснабжения применяются в основном на циркуляционных линиях с температурой воды до 60°C. Потери напора в циркуляционных трубопроводах невелики, поэтому используются малонапорные насосы. Зарядочные и подкачивающие насосы работают в условиях, подобных циркуляционным насосам. Таким условиям наиболее соответствуют характеристики насосов типов К, ВК, ВС, ЦНШ, ЦНИНС. Количество насосов, установленных в тепловом пункте, должно быть не менее двух, один из них принимается резервным.

3.16 Компоновка оборудования горячего водоснабжения

Под компоновкой понимают размещение оборудования, коммуникаций и арматуры с целью определения габаритных размеров помещения, обеспечивающих безопасное обслуживание и ремонт. Размещение оборудования и приборов производится с соблюдением правил и норм проектирования. Компоновку начинают с выбора места для основного крупногабаритного оборудования.

Емкие водонагреватели устанавливают на напольном основании, выполненном из кирпичной кладки, бетона или металлоконструкций. Высота основания выбирается из условия удобства присоединения труб к патрубкам под подогревателем, при этом расстояние между низом подогревателя и полом принимается не менее 0,3 м. Между основанием и корпусом прокладывается асбестовый картон толщиной 3 – 5 мм, корпус укладывается с уклоном 0,01 в сторону дренажного патрубка.

Секционные подогреватели закрепляют на кронштейнах, заделанных в стене, или на рамной конструкции. Зазор между поверхностью изоляции подогревателя и стеной принимают не менее 0,15 м, а между рядами параллельно установленных секций подогревателя – 0,4 – 0,6 м. Принятое

положение емких и секционных подогревателей должно обеспечивать свободное извлечение змеевика или трубного пучка во время ремонта. Если помещение не позволяет осуществить такое размещение подогревателей, то стена со стороны вытаскивания поверхностей нагрева выполняется в виде разборной перегородки.

Напорные баки, размещаемые на чердаках, укладывают на деревянное основание, покрытое поддоном из *листового* оцинкованного или кровельного железа. Стыки листов пропаиваются во избежание утечки воды и подмачивания чердачного перекрытия. Поддон окрашивается масляной краской. Для удобства осмотра и ремонта аккумулятора зазор между днищем и поддоном принимают не менее 0,5 м.

Водонагреватели и баки в плане размещаются так, чтобы на высоте, до 2 м между ними и выступающими конструкциями и трубопроводами оставался свободный проход для обслуживания и ремонта. Водонагреватели и баки с горячей водой теплоизолируются по металлической сетке, затем обертываются мешковиной и окрашиваются масляной краской.

В МТП, размещенных в подвальных помещениях, большие трудности представляет борьба с шумом работающих насосов. Для снижения шума рекомендуется размещать насосы вне жилых зданий, в пристройках подвалов, на виброизолирующих фундаментах и на фундаментах, не связанных со строительными конструкциями здания. Насосы рекомендуется соединять с трубами с помощью гибких вставок, которые снижают распространение шума и вибраций по разводящей системе трубопроводов. Вставка выполняется из резинотканевого армированного проволочной спиралью шланга, надеваемого с обоих концов на патрубки с фланцами. Фланцы затем присоединяются к трубам и насосам.

В общественных зданиях насосные тепловых пунктов можно не выносить в пристройки, но не располагать их под классами, палатами и помещениями, в которых возможно длительное пребывание людей.

Водомерные узлы устанавливаются обязательно с обводной линией, необходимой для резервирования подачи воды при снятом для ремонта водомере. Для получения точных замеров водомеры монтируются только на горизонтальных и прямолинейных участках, труб на расстоянии от точек возмущения водяного потока (поворот, арматура) не менее 8 диаметров и за водомером по ходу воды не менее 3 диаметров. На паропроводах необходимая длина прямого участка перед паромером по ходу пара составляет 4 диаметра трубы, за измерительной диафрагмой – 10 диаметров

Все тепловые пункты оборудуются освещением, вентиляцией а при наличии водоподогревателей и насосов – телефонной или телемеханической связью с диспетчерским пунктом тепловой сети

Из теплового пункта трубопроводы разводятся по всему зданию. Трубы с нижней разводкой прокладывают в подпольных каналах или в

технических подвалах. При верхней разводке трубы прокладывают на чердаке с трубами отопления и по возможности в общей изоляции. В банях, прачечных и производственных помещениях допускается прокладка труб под потолком.

Внутри жилых и общественных помещений трубы прокладывают открытым способом в специальных бороздах или углублениях, облегчающих наблюдение за состоянием прокладок и замену труб при ремонте. В зданиях с повышенными требованиями к внутренней отделке помещений применяется скрытая прокладка труб.

Стояки горячего водоснабжения прокладывают в ванных комнатах или санитарных узлах правее стояков холодного водопровода. Расстояние между осями неизолированных стояков с наружными диаметрами до 32 мм принимают 80 мм. Трубы закрепляют на стенах хомутами, при этом оставляют зазор между штукатуркой и поверхностью трубы 30 – 40 мм.

Отводы от стояков к водоразборным приборам прокладывают на высоте 100 мм от пола для холодной воды и на 200 мм – для горячей. Горизонтальные участки труб прокладывают с уклоном 0,002 – 0,005 для выпуска воздуха и спуска воды из системы. При верхней разводке труб и отсутствии верхних аккумуляторов в верхних участках труб устанавливают автоматические воздухоотводчики или другие заменяющие их устройства. При нижней разводке воздух из системы выпускается через водоразборные краны верхних этажей здания. В нижних точках горизонтальных участков устанавливаются сливные краны.

Прямые участки труб должны иметь П-образные компенсаторы для компенсации температурных удлинений; их устанавливают между неподвижными опорами. В местах прохода через перекрытия и стены трубы заключаются в металлические гильзы.

Монтаж систем горячего водоснабжения в многоэтажных зданиях требует точного размещения на всех этажах друг под другом всех санитарных приборов. В целях индустриализации строительства предложено применять в крупнопанельном строительстве санитарно-технические кабины заводского изготовления. Санитарно-техническая кабина представляет собой ванную или туалетную комнату, в которой полностью смонтированы все санитарные приборы, арматура и трубопроводы. Междуетажные коммуникации прокладываются в специальной шахте, отделенной от помещения кабины перегородкой. Размещение трубопроводов в шахте позволяет легко и быстро производить соединения труб между этажами. Применение санитарно-технических кабин облегчает монтаж и в 7 – 8 раз сокращает трудозатраты на строительство по сравнению с традиционными методами монтажных работ и значительно повышает качество строительства.

Контроль параметров воды ведут по показаниям манометров и термометров. Манометры размещаются на линии до и после циркуляционного насоса и на разводящем трубопроводе. Термометры устанавливаются до и после водонагревателя или смесителя, а также на циркуляционном трубопроводе перед местом его врезки к циркуляционному насосу.