

ЛК - 15

Оборудование систем тепло- и холодоснабжения

Насосные станции для холодоснабжения СКВ

Насосная станция для сети холодоснабжения с чиллером включает: циркуляционный насос (часто применяется 2 насоса – рабочий и резервный или сдвоенный насос); бак-аккумулятор, для обеспечения требуемой тепловой инерции; расширительный сосуд; предохранительный клапан; сетчатый фильтр; воздухоотводчик, запорная арматура; приборы КИП и автоматики. В некоторых чиллерах гидромодуль входит как составная часть.

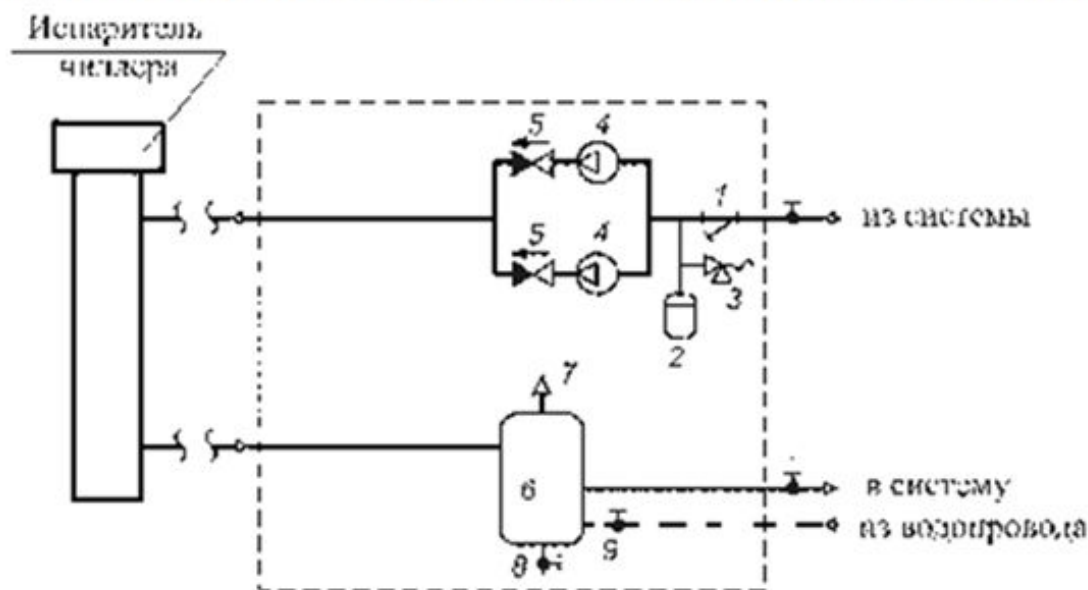


Схема насосной станции:

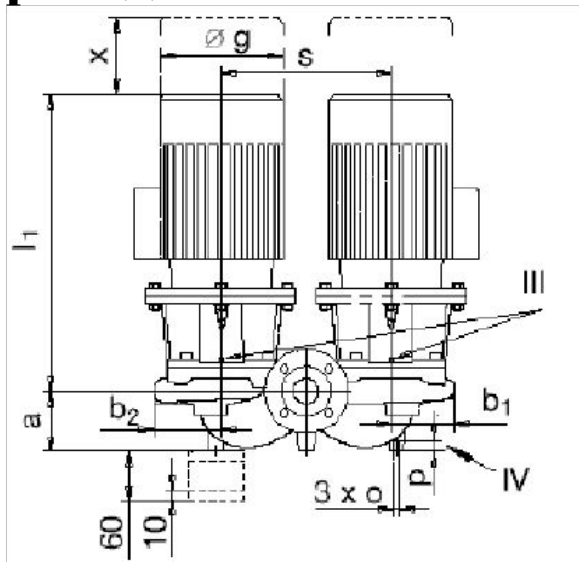
- 1 – фильтр, 2 – расширительный сосуд, 3 – предохранительный клапан, 4 – насос, 5 – обратный клапан, 6 – бак-аккумулятор, 7 – воздухоотводчик, 8 – сливной кран, 9 – кран для заполнения системы водой

Насосы

Обычно используются ц/б «ин-лайн» насосы (in line – в линию, англ.) У «ин-лайн» насоса всасывающий и нагнетательный патрубки находятся на одной линии, их можно монтировать непосредственно на трубопроводе.

Выпускаются одиночные и сдвоенные «ин-лайн» насосы, которые гидравлически отделены один от другого перекидным клапаном.

Подбор насосов производится по расходу жидкости и потерям давления в системе.



. Сдвоенный in line насос DL 50/160-0,75/4 фирмы “WILO”:

Бак-аккумулятор

Определенный объем жидкости в системе V (л), необходим, чтобы включение ступеней мощности компрессора происходило не чаще заданного временного интервала.

Фирма «CLIVET», задавая свои установки, использует формулу:

$$V = Q_{\text{ч}} / (40 \cdot N_{\text{с}}), \text{ если } Q_{\text{ч}} \text{ задавать в Вт.}$$

Объем жидкости в системе складывается из объемов: в испарителе чиллера $V_{\text{ИС}}$, во всех теплообменниках $\Sigma V_{\text{ТО}}$, в трубной системе $V_{\text{ТР}}$.

Если суммарный объем жидкости больше требуемой величины V , аккумулярующий бак не требуется, если суммарный объем меньше требуемого V , тогда нужен аккумулярующий бак. Необходимый объем бака-аккумулятора равен:

$$V_{\text{АК}} = V - V_{\text{ИС}} - \Sigma V_{\text{ТО}} - V_{\text{ТР}}.$$

$$\text{Объем элементов трубной системы, л, } V_{\text{ТР}} = \sum_I 0,000785 \cdot d_i^2 \cdot l_i,$$

где d_i – внутренние диаметры участков системы, мм; l_i – длины участков, м.

Объемы жидкости в испарителе, в теплообменниках даются в каталогах.

Расширительный сосуд

В замкнутых системах предусматривается мембранный расширительный бак (МРБ). Часть его объема занята воздухом и отделена от жидкости гибкой мембраной. МРБ обычно входит в состав насосной станции и подключается перед насосом. МРБ вмещает объем воды от температурного расширения:

$$V_{МРБ} = V \cdot \beta_{ОБ} \cdot \Delta t / \left(1 - \frac{1 + P_{РАБ}}{1 + P_{ПР}}\right),$$

где Δt – возможное изменения температуры жидкости; для охлаждающих систем $\Delta t = 36$ °С; для систем, работающих с режимом ТН, $\Delta t = 56$ °С;

$\beta_{ОБ}$ – коэффициент объемного расширения жидкости, зависит от ее состава и температуры, для холодной воды $\beta_{ОБ} \approx 0,00037$ 1/°С, а для воды в ТН – $\beta_{ОБ} \approx 0,00061$ 1/°С.

$V_{МРБ}$ зависит от рабочего $P_{РАБ}$ и предельного $P_{ПР}$ давлений (избыт., в бар).

Если верх жидкостного контура расположен выше МРБ, то $P_{РАБ}$ равно гидростатическому давлению + давление заправки, $P_{ЗАП} = 0,5$ бар (50 кПа). Тогда,

$$P_{РАБ} = \rho_W \cdot g \cdot h / 10^5 + P_{ЗАП},$$

где h – превышение верхней точки контура над местом установки МРБ, м.

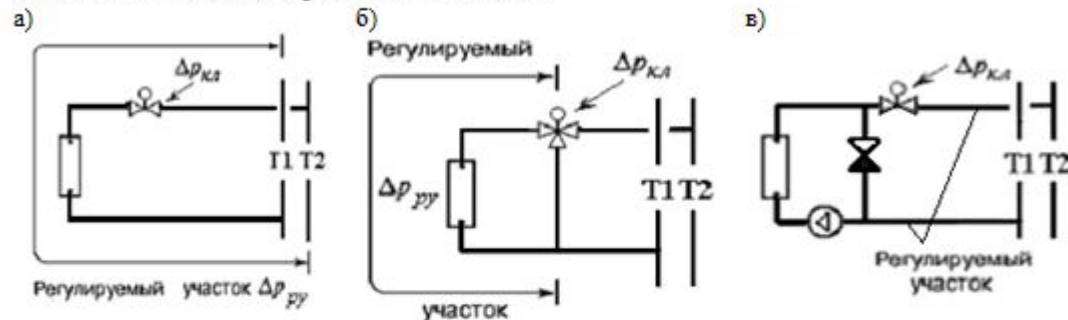
Если МРБ расположен в высшей точке, рекомендуется $P_{РАБ} = 1,5$ бар (150 кПа).

$P_{ПР}$ определяется прочностью самых слабых элементов – это МРБ и бак-аккумулятор. Часто предохранительный клапан устанавливается на подводке к МРБ и $P_{ПР}$, определяемое прочностью МРБ – это давление настройки предохранительного клапана. При повышении давления выше $P_{ПР}$ клапан сбрасывает порцию жидкости, и давление в системе снижается.

Узлы регулирования холодопроизводительности воздух охладителей

Клапан регулирует качественно, если $\Delta P_{кл}$ открытого клапана при расчетном расходе жидкости составляет не менее половины потери давления на регулируемом участке $\Delta P_{ру}$, $\Delta P_{кл} \geq 0,5 \cdot \Delta P_{ру}$.

Регулируемый участок – это ответвление сети, на котором действие клапана изменяется расход жидкости.



Регулируемый участок:

а – с двухходовым клапаном, б – с трехходовым клапаном; в – при смешительном насосе. Клапан характеризует пропускная способность K_v , м³/ч, а серию клапанов – K_{vS} . Зная K_v или K_{vS} , можно рассчитать потерю давления на клапане $\Delta P_{кл}$, кПа, при заданном расходе воды G_w , м³/ч, $\Delta P_{кл} = 100 \cdot (G_w / K_v)^2$.

Клапан подбирают по номограмме, которая отражает эту зависимость.

Чаще в узлах присоединения для регулирования воздух охладителя используется трехходовой регулирующий клапан.

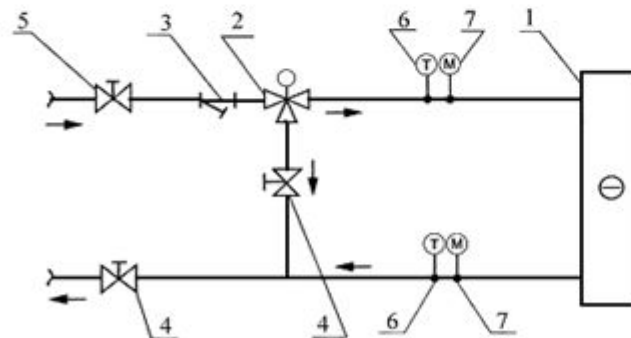


Схема узла присоединения воздух охладителя:
 1 – теплообменник, 2 – трехходовой регулирующий клапан, 3 – фильтр, 4 – балансировочный клапан, 5 – запорный клапан, 6 – термометр, 7 – манометр

Мощность охлаждения регулируется изменением расхода воды через теплообменник. При этом расход воды в остальной части гидравлической системы остается неизменным. Запорные и балансировочные клапаны, фильтр выбираются по диаметру труб, на которых они устанавливаются.

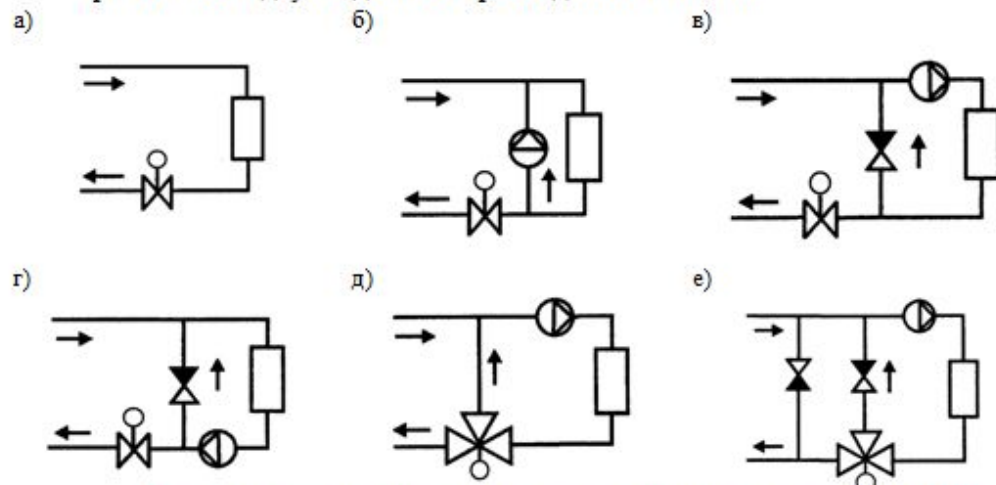
Узлы регулирования мощности воздухонагревателей

Источники горячей воды т/сети, котельные. Возможно зависимое и независимое присоединение (через водоводяной теплообменник).

Тепловая мощность воздухонагревателя может регулироваться:

- количественно, изменением расхода воды через теплообменник;
- качественно, изменением температуры воды на входе в теплообменник;
- изменением расхода воздуха, (используется байпас с клапанами).

Применяются двухходовые и трехходовые клапаны.



Некоторые схемы регулирования тепловой мощности воздухонагревателей (основные элементы: воздухонагреватель, регулирующий клапан, насос, обратный клапан)

Количественное регулирование (а) при снижении нагрузки приводит к уменьшению расхода и скорости воды в теплообменнике. При отрицательной t_H малая скорость воды грозит замораживанием нагревателя первой ступени.

Предпочтительно качественное регулирование со смесительным насосом (б – е), которое изменяет температуру воды на входе в теплообменник. При этом расход воды через теплообменник мало изменяется, скорость воды в трубках остается $\sim 0,8 - 1,0$ м/с, что препятствует замораживанию.

Смесительные схемы подходят и для регулирования второго подогрева при непосредственном присоединении к т/сети.

Регулирующий клапан устанавливается на подающем или на обратном трубопроводе. Смесительный насос – на перемычке, на обратном или на подающем трубопроводе.

Предпочтительно размещение клапана и насоса на обратном трубопроводе, тогда через них проходит вода со сниженной температурой.

В схемах со смесительным насосом его давление P_H равно потерям давления во вторичном контуре, который включает: воздухонагреватель, подводы к нему от перемычки до воздухонагревателя, перемычку.

Насос на перемычке (б) смешивает, но не влияет на циркуляционное давление во вторичном контуре, и через насос проходит только расход подмешиваемой воды G_{WTI} . При других размещениях насоса – весь расход воды воздухонагревателя G_W . Поскольку $G_W > G_{WTI}$, мощность насоса на перемычке будет меньше, чем в других схемах.

Насос на перемычке используется только для второго подогрева, когда расход подмешиваемой воды достаточен для надежной работы насоса.

Смесительный насос на обратном трубопроводе понижает давление в контуре воздухонагревателя ниже, чем в подающем трубопроводе в месте присоединения, насос на подающем трубопроводе – поднимает давление выше, чем в обратном трубопроводе в месте присоединения.

Во всех точках системы давление P не должно быть ниже атмосферного, а при перегретой воде – выше давления вскипания P_{BCK} .

Поэтому, при выборе места установки смесительного насоса учитывают гидростатическое давление в подающем и обратном трубопроводе.

На схемах б, в, г показан двухходовой клапан. Функционально близки к ним схемы с трехходовым клапаном, например (д).

В небольших системах с местной котельной требуется сохранять постоянный расход теплоносителя. Здесь более уместна схема (е), байпас позволяет поддерживать расход в общем контуре циркуляции.