

Лекция 8

Оборудование систем тепло-холодоснабжения СКВ в составе гидромодуля: насосы, расширительный бак, аккумуляторы теплоты и холода, расчет и подбор

В системе холодоснабжения устанавливаются гидромодули, как готовые к монтажу единицы. В последнее время многие модели чиллеров выпускают со встроенным гидравлическим модулем. Гидравлические схемы гидромодуля и основные элементы гидравлического контура, поставляемые комплектно в гидромодуле, представлены на рис.1 и рис.2

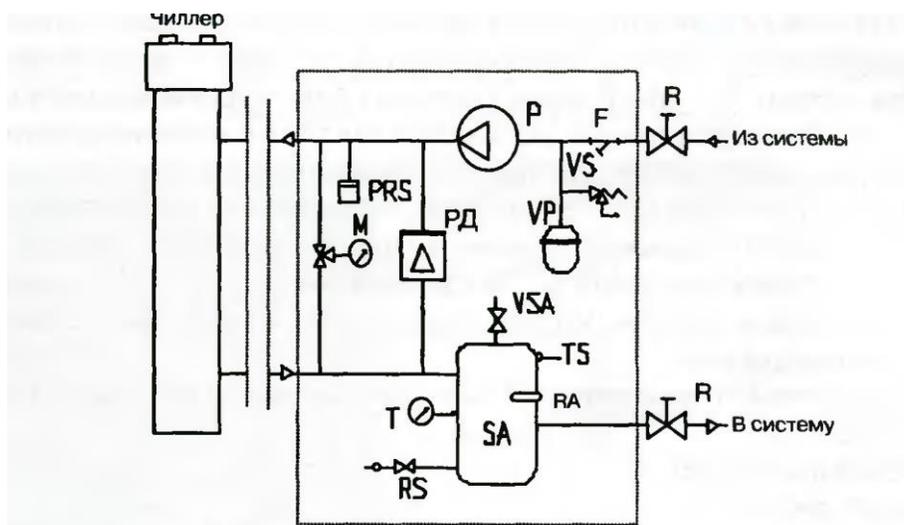


Рис. 1. Гидравлическая схема гидромодуля с одним насосом:

P - центробежный насос с двухполюсным электродвигателем; F - латунный фильтр; VP - мембранный расширительный бак; VS предохранительный клапан; SA - аккумулирующий бак; VSA - автоматический воздухоотводчик; RS - спускные краны; R - запорные латунные шаровые краны; T термометр для измерения температуры охлажденной воды; M - манометр для измерения перепада давлений с трехходовым клапаном; PRS - предохранительное реле давления, отключающее чиллер при снижении давления ниже 1,2 бар, что свидетельствует о недостатке жидкости в системе; RA - электронагреватель защиты от замерзания; TS-термостат

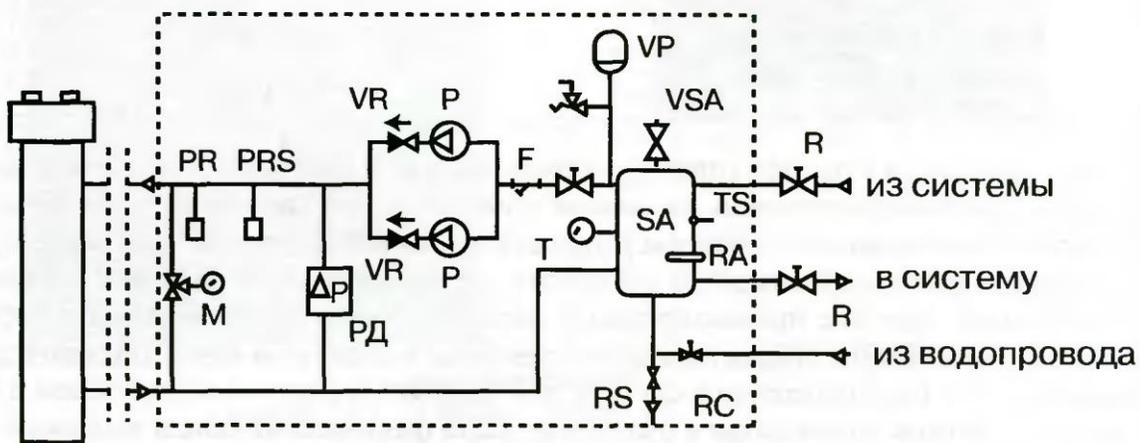


Рис. 2. Гидравлическая схема гидромодуля с двумя насосами:

P - центробежный насос с электродвигателем; *F* - латунный фильтр; *VP* - мембранный расширительный бак; *VS* предохранительный клапан; *SA* - аккумулирующий бак; *VSA* - автоматический воздухоотводчик; *RS* - спускные краны; *R* - запорные латунные шаровые краны; *T* термометр для измерения температуры охлажденной воды; *M* - манометр для измерения перепада давлений с трехходовым клапаном; *PRS* - предохранительное реле давления, отключающее чиллер при снижении давления ниже 1,2 бар, что свидетельствует о недостатке жидкости в системе; *RA* - электронагреватель защиты от замерзания; *TS* - термостат; *РД* - предохранительное реле давления; *VR* - обратные клапаны; *RC* - вентиль для подачи воды; *PR* - предохранительное реле давления для запуска резервного насоса при снижении давления в системе ниже 1,6 бар

Дополнительно необходимо заказывать дифференциальное реле давления, обеспечивающее постоянство расхода воды через теплообменник чиллера для устойчивой работы последнего, резервный насос с автоматическим пуском, комплект гибких соединений для подключения к чиллеру длиной по выбору (2, 1,5 или 0,8 м), дополнительные нагревательные элементы для предотвращения замерзания воды в аккумулирующем баке с защитным термореле, запорные шаровые краны для варианта с двумя контурами, аккумулирующий бак емкостью 2400 л. Электрическая панель включает пусковое устройство насоса, сетевой разъединитель, магнитный разцепитель, выключатель «включено»/«выключено», клеммную коробку для повода питания и соединительных проводов, устройство аварийной сигнализации при блокировке насоса, сигнализацию и защитное отключение при понижении давления.

При подборе гидромодуля и заказе оборудования требуется проверка соответствия фактического объема расширительного бака требуемому объему, полученному при расчете (зависит от высоты здания, предельных рабочих давлений, давления насоса и т. д.). Для упрощения расчетов в каталоге приводится для каждого типа гидромодуля таблица, в которой в зависимости от высоты установки расширительного бака по варианту А (бак расположен ниже самых высоких элементов гидравлической сети) приводится требуемое давление предварительной настройки расширительного бака (давление азота в буферной полости), абсолютное гидростатическое давление в системе в точке подключения расширительного бака (давление в системе при запуске) и максимальный объем в системе для двух режимов: охлаждения и отопления. Если фактический объем жидкости в системе больше, чем значение, приводимое в таблице при одинаковых условиях (высота установки, режим работы системы, параметры жидкости минимальные и максимальные, чистая вода), то требуется установка расширительного бака большего размера, значение которого определяют расчетом. Если в качестве жидкости используется водный раствор этиленгликоля или пропиленгликоля, то требуется значительно больший объем расширительного бака, чем для чистой воды. При установке расширительного бака в верхней точке системы по варианту В предварительное давление настройки бака должно составлять 150 кПа(1,5 бар). В этом случае обычно не требуется проверка соответствия объема бака расчетному.

При стандартной комплектации гидромодуля поставляются расширительные баки с давлением предварительной настройки 150 кПа(1,5 бар), рассчитанные на максимальное давление 800 кПа(8 бар), предохранительные клапаны, которые срабатывают при превышении давления в системе 600 кПа(6 бар). В каталоге в таблице технических данных приводится объем расширительного бака, которым комплектуется соответствующий тип гидромодуля в зависимости от объема бака-аккумулятора. Если при расчете объем расширительного бака окажется

больше табличного значения, следует при заказе оборудования указать требуемый объем расширительного бака и параметры его настройки(предварительное давление настройки).

Подбор насосов гидромодуля осуществляется по характеристикам насосов, представленным в каталоге для соответствующих типов насосов, которыми могут комплектоваться гидромодули. Особенностью характеристик является то, что напор соответствует разности давлений на выходе и входе жидкости из гидромодуля, а не напору отдельно взятого насоса. Таким образом потери давления в трубопроводах и арматуре обвязки насосов часто уже учтены в представленных кривых. При использовании блока с двумя насосами следует учитывать дополнительные потери в обратном клапане, определяемые по графику, приводимому в каталоге для соответствующего типа гидромодуля. При использовании незамерзающих растворов следует учитывать, что давление насоса уменьшается.

При выборе гидромодуля необходимо проверить соответствие характеристик насоса, размеров расширительного бака, аккумулирующего бака, настройки предохранительного клапана гидравлического модуля требуемым значениям параметров конкретной системы тепло-холодоснабжения фэнкойлов и поверхностных воздухоохладителей, которые определяются расчетом. При проектировании нестандартного гидравлического модуля также необходимо подобрать соответствующее оборудование в каждом циркуляционном контуре, которых в зависимости от выбранной или разработанной схемы тепло-холодоснабжения может быть несколько. Например, контур циркуляции холодной воды через фэнкойлы и пластинчатый теплообменник, контур циркуляции водного раствора этиленгликоля через испаритель чиллера и пластинчатый теплообменник, контур циркуляции горячей воды через теплообменник горячей воды и источник теплоты, контур циркуляции жидкости, охлаждающей конденсатор, и т. д.

Подбор циркуляционных насосов

Циркуляционные насосы, используемые в системах холодоснабжения поверхностных теплообменников и фэнкойлов, подбирают по двум значениям: подаче насоса, равной объемному расходу тепло- хладоносителя через поверхностный теплообменник, и напору, развиваемому насосом.

Подачу насоса – объемное количество жидкости, перемещаемое за час, определяют по известному массовому расходу жидкости в циркуляционном контуре

$$Q = \frac{G_w}{\rho_w},$$

где G_w – расчетный массовый расход жидкости в циркуляционном контуре, кг/час, определяемый по формуле

$$G_w = \frac{1,1 \cdot 3,6Q}{c_{ж} (t_{жк} - t_{жн})},$$

где

Q - количество теплоты, которое обеспечивает перемещаемая жидкость, Вт;

$c_{ж}$ - удельная теплоемкость жидкости, кДж/кг К;

$t_{жн}, t_{жк}$ - температура жидкости начальная и конечная, °С;

ρ_w – плотность жидкости при температуре перемещаемой среды, кг/м³.

Под напором насоса понимают удельную энергию, которую сообщает насос единице веса жидкости(массовый расход, умноженный на ускорение свободного падения g), выражается в м . Напор насоса определяют по значению давления P_n , развиваемого насосом

$$H = \frac{P_n}{\rho_w g}.$$

Давление, развиваемое насосом, определяется в зависимости от схемы тепло- и холодоснабжения поверхностного теплообменника и фэнкойлов, и складывается из потерь давления в трубопроводах, регулирующей, запорной арматуре, водо-водяных теплообменниках при независимой схеме, поверхностном теплообменнике или теплообменнике фэнкойла. Потери давления в отдельных элементах гидравлической сети вычисляют при подборе соответствующего оборудования. Потери давления в трубопроводах определяют в результате гидравлического расчета, назначая диаметр трубопровода, ориентируясь на скорость движения жидкости не более 1-1,5 м/с.

Подбор насоса осуществляют наложением характеристики гидравлической сети на универсальную характеристику насоса. Характеристика насоса - зависимость напора, развиваемого насосом, потребляемой мощности от расхода перемещаемой среды. Характеристики насосов приводятся в каталогах фирм-производителей. На первоначальном этапе необходимо выбрать тип насоса и соответствующую характеристику. Выбор типа насоса в зависимости от расчетных значений параметров работы проводят по сводным характеристикам с учетом необходимости, выбранного способа и диапазона регулирования расхода жидкости в циркуляционном контуре.

Насосы выпускаются в нескольких модификациях в зависимости от способа регулирования производительности: стандартные со ступенчатым регулированием числа оборотов, с электронным управлением с частотным преобразователем и на основе ЕСМ технологии.

Использование электронного управления позволяет посредством изменения скорости вращения электродвигателя автоматически поддерживать заданную величину некоторых технологических параметров. В замкнутом циркуляционном контуре такими параметрами могут быть перепад давления, расход жидкости, а также температура жидкости.

Для систем тепло-холодоснабжения с изменяемой характеристикой гидравлической сети (термостаты, двухходовые регулирующие клапаны у фэнкойлов) возможно:

- поддержание постоянного перепада давления;
- регулирование перепада давления в зависимости от подачи (по прямой);
- регулирование перепада давления в зависимости от температуры;

Для систем с неизменяемой характеристикой гидравлической сети (трехходовые клапаны у фэнкойлов, контур охлаждения конденсатора) :

- регулирование по перепаду температур;
- управление по температуре.

При этом фактическое значение параметра измеряется с помощью соответствующего датчика. и после преобразования в стандартный электрический сигнал заводится в качестве обратной связи на элемент сравнения регулятора. При отклонении в ту или иную сторону фактической величины параметра от заданной появляется сигнал рассогласования, который обрабатывается автоматическим регулятором, что приводит к уменьшению или увеличению скорости вращения двигателя, и , соответственно, к изменению физического параметра до достижения им заданного значения.

Во встроенных в чиллер гидромодулях без аккумулирующего бака применяют энергосберегающее решение - распределение максимального расхода охлаждаемой в испарителе воды на несколько насосов, работающих совместно параллельно. Для повышения надежности работы чиллера, уменьшения расхода электроэнергии, потребляемой насосами, при регулировании холодопроизводительности применяется в зависимости от типоразмера чиллера от двух (один резервный) до шести насосов. При выходе из строя одного из двух циркуляционных насосов расход воды составляет не менее 60% от максимального значения, что обеспечивает более высокую надежность по сравнению с одним насосом большего типоразмера. Для более высокой надежности в блоках с двумя основными насосами может быть

предусмотрен третий резервный насос, что гарантирует расчетное значение расхода при выходе из строя одного из насосов, так как третий резервный насос включается автоматически в этом случае. Для чиллеров средней холодопроизводительности гидромодуль включает три основных насоса.

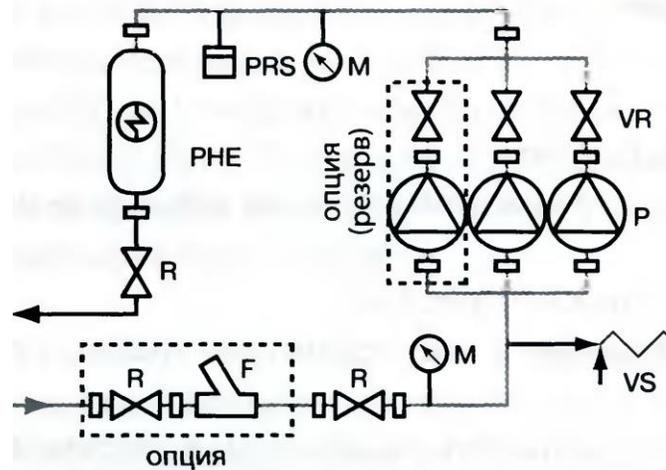


Рис.3. Схема встроенного гидромодуля чиллера с тремя насосами (один-резервный)

R-запорные клапаны; *f*- стальной сетчатый фильтр; *M*-маномеры; *VS*- предохранительный клапан; *P*-циркуляционные насосы; *VR*-обратные клапаны; *PRS*-датчик заполнения системы; *PHE*- испаритель

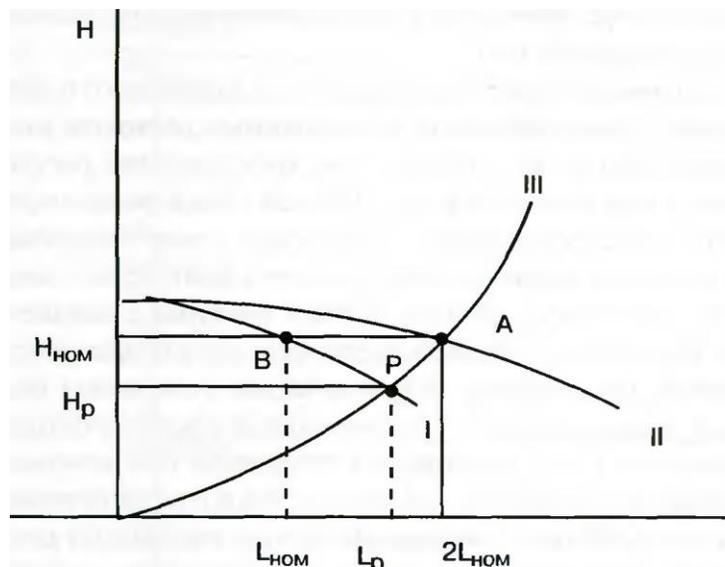


Рис.4. Параллельная работа двух насосов:

I-характеристика одного насоса, *II*- характеристика совместно работающих одинаковых насосов, *III*-характеристика сети; *A*-точка совместной работы двух насосов, *B*- точка работы одного насоса при

Обычно с целью повышения надежности работы системы устанавливаются два насоса: один рабочий, другой резервный. В настоящее время ряд фирм предлагают сдвоенные насосы, когда два насосных блока размещены в одном общем корпусе и отделены друг от друга перекидным клапаном. Сдвоенные насосы могут быть использованы для работы в двух принципиально различных режимах:

- работа с резервированием, когда расчетная производительность обеспечивается работой одного насоса (основного), второй насос остается в резерве, готовый к переключению по времени или к включению в случае отказа основного насоса;
- совместная работа, когда расчетная (максимальная) производительность обеспечивается совместной работой обоих насосов, при неполной нагрузке пиковый насос может отключаться.

При параллельной работе насосов их общая подача определяется суммарной характеристикой и характеристикой сети (рис. 4). Предположим, что каждый насос работает в номинальном режиме с $L_{ном}$ и $H_{ном}$, так что суммарная производительность насосов составляет $2L_{ном}$. При отключении одного из насосов, режим насоса, который остался в работе, изменяется соответственно его H-L характеристике (от точки А к точке Р). При этом его подача, обусловленная точкой постоянной работы Р, возрастет от $L_{ном}$ к L_p . Таким образом при отключении одного насоса подача в магистрали снижается менее чем в 2 раза. Чем меньше статический напор, тем в меньшей мере снижается подача, тем менее эффективный данный способ регулирования. Следует обратить внимание, что двигатель, который остался в работе, оказывается перегруженным по сравнению с номинальным режимом при совместной работе. Действительно, при “пологой” характеристике насоса напор снижается в меньшей степени, чем увеличивается подача, то есть

$H_{ном} L_{ном} < H_p L_p$. Итак, мощность на валу двигателя возрастет в отношении:

$$\frac{N_p}{N_{ном}} = \frac{H_p L_p}{H_{ном} L_{ном}}.$$

Поэтому при использовании данного способа регулирования производительности необходимо предусмотреть определенный запас по мощности двигателей.

Распределение максимальной расчетной нагрузки на оба агрегата сдвоенного насоса, работающих совместно параллельно, отключение одного насоса при неполной нагрузке способствует снижению расхода электроэнергии и годовых эксплуатационных расходов на 50-70%, повышает надежность системы благодаря наличию резервного агрегата.

Основным показателем, которым следует руководствоваться при выборе насоса, является его коэффициент полезного действия в расчетном режиме. Иногда более высокому к.п.д. соответствует насос большего размера, что увеличивает инвестиционные вложения. Однако это удорожание весьма быстро окупается уменьшением эксплуатационных расходов в результате экономии электроэнергии.

Насосы со ступенчатым изменением числа оборотов (стандартные) применяют в циркуляционных контурах с неизменной характеристикой сети и постоянным расходом жидкости (контур через испаритель чиллера, контур через фэнкойлы с трехходовыми регулирующими клапанами, контур охлаждения конденсатора и т.д.). Насосы с электронным управлением и с ЕС электродвигателями – преимущественно в контурах с изменяющейся характеристикой сети и переменным расходом жидкости (контур через фэнкойлы с двухходовыми регулирующими клапанами), хотя могут применяться и в контурах с неизменной расчетной характеристикой сети. В реальных условиях характеристика гидравлической сети не является постоянной кривой. При наладке гидравлической сети может оказаться, что она не совпадает с расчетной. Причина этого - неправильный расчет сети (расчет сети с запасом или недоучетом давления), или отклонения от проекта при монтаже. В процессе эксплуатации могут наблюдаться

изменение характеристики гидравлической сети вследствие отключения или дросселирования ее отдельных частей, вызванных регулированием двухходовыми регулирующими клапанами на подводках к теплообменникам фэнкойлов. Применение насосов с плавно регулируемой скоростью вращения позволяет добиться соответствия подачи и напора насоса расчетным значениям расхода и потерь давления в гидравлической сети изменением скорости вращения электродвигателя, снизить потребление электроэнергии в процессе эксплуатации за счет уменьшения расхода перемещаемой среды, отказаться от дорогих автоматических балансировочных клапанов.

Расширительный бак и предохранительный клапан

Тепло-хладоноситель циркулирует в гидравлической сети, которая представляет замкнутый объем конечных размеров, при изменении температуры тепло- хладоносителя объем его изменяется: при повышении температуры – увеличивается, при понижении – уменьшается. Так как увеличение объема теплоносителя ограничено замкнутым пространством, то при повышении температуры происходит увеличение внутреннего гидростатического давления, что может привести к разрушению элементов гидравлической сети. Особенно «тонкими» являются места соединений трубопроводов и соединения трубопроводов с фэнкойлами. Для компенсации увеличения объема в системе следует предусматривать расширительный бак. Расширительные баки бывают открытыми, сообщающимися с атмосферой, закрытыми без мембраны с регулируемым избыточным давлением, закрытыми с мембраной.

Расширительный бак в замкнутой гидравлической системе выполняет следующие функции:

а) воспринимает излишки воды (увеличение объема), образующиеся при ее нагревании;

- б) возмещает убыль воды в системе (уменьшение объема) при ее охлаждении;
- в) поддерживает постоянство давления в «нулевой» точке гидравлической системы, в том числе гидростатическое давление при отключении насосов, чтобы не допустить «ухода» воды из верхних точек системы;
- г) поддерживает избыточное давление в гидравлической системе в определенном диапазоне от минимального до максимального значения;
- д) сигнализирует об уровне воды в системе и управляет работой подпиточных насосов;
- д) через открытый расширительный бак излишки воды удаляются в канализацию;
- е) открытый расширительный бак может выполнять функцию воздухоотделителя и воздухоотводчика.

Все функции можно разделить на тепловые а), б) и гидравлические в), г), д).

Открытые расширительные баки громоздки, применяются только для небольших систем, при сообщении с атмосферой происходит поглощение воздуха теплоносителем, что ухудшает его циркуляцию и способствует коррозии трубопроводов.

Закрытые расширительные баки с воздушной или газовой «подушкой» герметичны, способствуют уменьшению коррозии в элементах системы, обеспечивают в широком диапазоне переменное давление, их применение уменьшает стоимость монтажа, так как не требуется установка баков в верхних точках системы. В закрытом баке без мембраны избыточное давление поддерживается сжатым воздухом от специального компрессора или инертным газом из баллона со сжатым газом. Действие компрессора автоматизируется. Чаще всего применяются закрытые расширительные баки с мембраной.

Закрытый расширительный бак с мембраной представляет стальной цилиндрический сосуд, разделенную на две части резиновой мембраной, в одной части которой под определенным давлением находится газ (обычно азот), другая

часть соединяется с гидравлической сетью и заполняется водой (рис.).

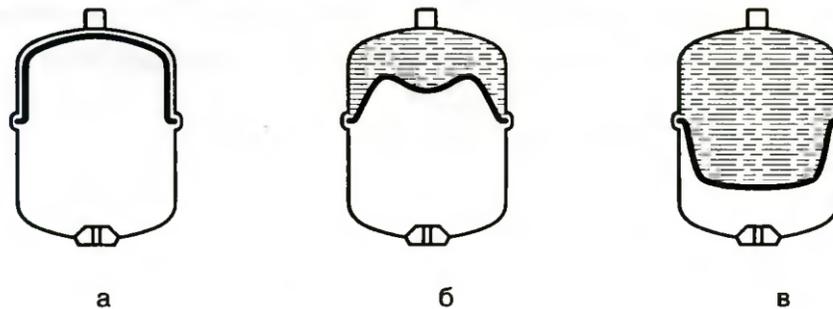


Рис.5. Схема мембранного расширительного бака:

а) исходное состояние перед заправкой; б-после заправки системы, в- при максимальном расширении жидкости(под максимальным давлением)

В нерабочем состоянии мембрана находится в положении а), при заполнении системы тепло-хладоносителем мембрана находится в промежуточном положении б) при нагревании жидкости увеличивается ее объем и мембрана прогибается до положения в). Избыток объема воды поступает в бак, сжимая газ, находящийся в нем. Если объем бака выбран меньше, чем необходимо, то давление в низших точках системы может превысить максимально допустимое. При понижении температуры воды давление в высших точках системы может оказаться ниже максимального необходимого.

Объем закрытого расширительного бака обусловлен диапазоном изменения давления в системе (от минимального до максимального). Он зависит также от объема и расчетной температуры воды в системе, от давления циркуляционного насоса, от места расположения расширительного бака. Место расположения расширительного бака в системе выбирается в зависимости от требуемого давления в системе с учетом того, что в точке установки расширительного бака поддерживается постоянство давления, независимо от того работает насос или он отключен.

На рис.6 показано какое давление будет поддерживаться в гидравлической системе

до и после насоса а) при установке расширительного бака на всасывающей стороне насоса и б) на нагнетательной стороне насоса при работающем насосе и отключенном насосе.

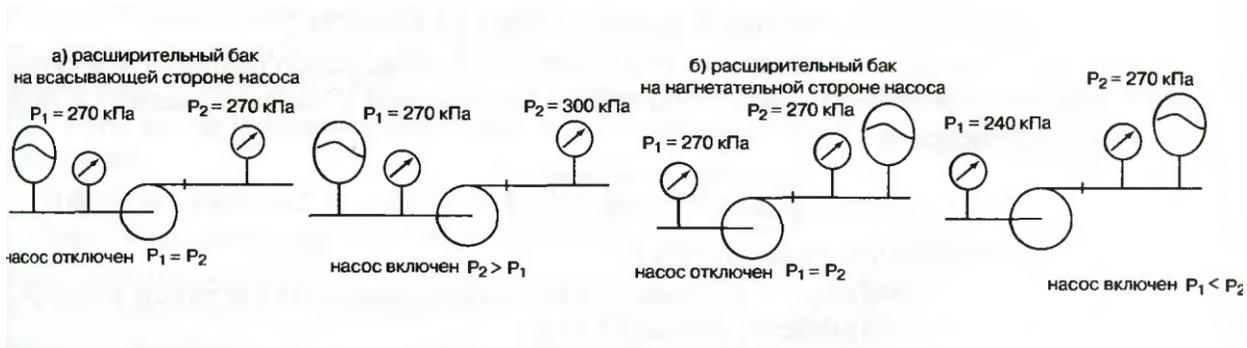


Рис. 6. Давление на всасывающей и нагнетательной стороне насоса в зависимости от места установки расширительного бака

Когда насос отключен, давление до насоса P_1 и после насоса P_2 равно гидростатическому давлению в точке подключения насоса, называемой нулевой точкой. Когда насос работает и расширительный бак установлен на всасывающей стороне насоса, давление P_1 равно давлению в нулевой точке, давление P_2 больше давления в нулевой точке. При установке расширительного бака на нагнетательной стороне, давление на всасывающей стороне насоса P_1 меньше давления в нулевой точке. Давление на всасывающей стороне насоса не должно быть ниже давления насыщенных водяных паров при температуре жидкости для предотвращения кавитации. В этом случае требуется бак больших размеров. В зарубежной практике, когда циркуляционный насос устанавливается в подающей магистрали системы отопления, расширительный бак размещают после циркуляционного насоса. Обычно в системах тепло-холодоснабжения циркуляционный насос устанавливается в обратной магистрали и расширительный бак размещают в точке перед насосом.

Для компенсации увеличения объема в замкнутом гидравлическом контуре трубопроводов, обычно при независимой схеме, следует предусматривать закрытый расширительный бак. Полезный объем закрытого расширительного бака определяют по формуле

$$V_{pb} = 0,0006 \Delta t V_c \frac{P_{max} P_{min}}{(P_{max} - P_{min}) P_{пр}},$$

где Δt - изменение температуры воды от минимального до максимального значения в системе, °С:

$$\Delta t = t_{max} - t_{min}.$$

В режиме охлаждения минимальная температура принимается равной +4°С, максимальная равна температуре окружающего воздуха 35-40°С, в режиме нагрева максимальная температура принимается равной расчетной температуре теплоносителя;

V_b - объем воды в системе тепло- холодоснабжения поверхностных теплообменников и фэнкойлов, определяется суммированием объема воды в отдельных элементах: испарителе чиллера, трубопроводах, воздухоохладителе при зависимом присоединении, водоводяном теплообменнике, воздухоохладителе или теплообменниках фэнкойлов, трубопроводах при независимом присоединении;

P_{min} - абсолютное минимальное давление в расширительном баке, кПа(бар);

$P_{пр}$ - абсолютное давление в баке до его подключения к системе, кПа, или давление предварительной настройки, определяемое как:

$$P_{пр} = P_{min} - 5.$$

P_{max} - абсолютное максимальное давление воды в баке, кПа.

Минимальное давление в закрытом расширительном баке равно гидростатическому давлению на уровне установки бака с некоторым запасом при установке насосов и бака в нижних точках системы:

$$P_{мин} = P_a + \rho g H + P_{зан},$$

где $P_{зан}$ - запас давления для создания избыточного давления в верхней точке системы, кПа, принимается равным 5 кПа;

H – высота от уровня воды в расширительном баке до верхней точки системы тепло-холодоснабжения, м;

ρ – плотность тепло-хладоносителя при минимальной температуре, кг/м³.

Если расширительный бак устанавливается в верхней части системы, то минимальное давление принимается 150 кПа (1,5 бар) независимо от перепада высоты между точкой установки бака и потребителем (фэнкойлом, теплообменником). Объем закрытого бака уменьшается при переходе его в верхнюю часть здания.

Максимальное допустимое давление воды на всасывающей стороне насоса принимается равным:

$$P_{макс} = P_a + P_{раб} - (P_n + P_1),$$

где $P_{раб}$ – рабочее давление, допустимое для элементов системы тепло-холодоснабжения в низшей ее точке, кПа; для кожухотрубного испарителя чиллера 1000 кПа (10 бар), для разборного пластинчатого испарителя – 500 кПа (5 бар), для балансировочного клапана ASV – 1000 кПа (10 бар), для теплообменника фэнкойла - 1600 кПа (16 бар);

P_n – давление, развиваемое насосом, кПа;

P_1 – гидростатическое давление столба жидкости высотой h_1 , определяемой, как расстояние от уровня установки насоса до уровня воды в расширительном баке. Бак подбирается по объему и предварительному давлению настройки бака. Давление предварительной настройки - исходное давление азота в буферной области обеспечивает оптимальное положение мембраны бака после заполнения системы жидкостью и компенсацию уменьшения объема при снижении

температуры жидкости ниже температуры заправки. Предварительное давление настройки бака определяют по формуле, кПа:

$$P_{np} = P_{мин} - (0,5 \div 5).$$

Предохранительный клапан, устанавливаемый вместе с расширительным баком, подбирается на максимальное давление в системе. Клапан срабатывает, если давление превышает максимально допустимое, во избежание аварии часть воды выпускается из системы. Если объем бака слишком мал, то клапан будет срабатывать очень часто.

Если отдельные элементы системы изолированы от расширительного бака, и давление в отдельных точках может превысить рабочее давление, на которое рассчитаны эти элементы, то необходимо в этих точках устанавливать предохранительные клапаны. Чрезмерное превышение давления возможно при заполнении системы, при термическом расширении жидкости в замкнутом контуре, изолированном от расширительного бака, при колебаниях и вибрации, гидравлическом ударе. Предохранительные клапаны необходимы для защиты теплообменников, чиллеров, работающих в режиме теплового насоса, если расширительный бак изолирован от этих элементов системы. Предохранительный клапан так же устанавливается на линии заполнения системы жидкостью после водомерного и регулирующего узла, но он не должен быть отделен от общей системы трубопроводов запорной арматурой.

Гидромодуль поставляется при давлении в расширительном баке 150 кПа (1,5 бар). При давлении, отличном от указанного, необходимо в заказе указать требуемое давление настройки.

Аккумулирующий бак

Водяные системы тепло-холодоснабжения должны иметь емкости, выполняющие одну или несколько функций:

1. Аккумулятора холода, позволяющего применить чиллеры с меньшей часовой производительностью, чем максимальная часовая потребность в холоде.
2. Сглаживания неравномерности выработки холода при работе чиллера в режиме пуска и остановки, чтобы избежать частых пусков и остановок компрессора.
3. Расширителя, воспринимающего изменение объема жидкости.
4. Приемника периодических стоков из аппаратов и трубопроводов, которые расположены выше этой емкости при остановке насосов, чтобы сохранить хладоноситель в системе – для разомкнутых – открытых систем.

Для снижения установленной мощности холодильного оборудования при значительной неравномерности нагрузки по холоду в течение суток применяют баки-аккумуляторы, что целесообразно при наличии льготного ночного тарифа на электроэнергию. Бак-аккумулятор включается в схему холодоснабжения параллельно основному циркуляционному кольцу.

Баки-аккумуляторы применяются для того, чтобы снизить часовую производительность чиллеров от максимальной часовой до среднесуточной.

Расход холода в расчетные сутки определяется для каждого часа на основе расчета почасовых теплоступлений в помещения. Для определения суточного расхода холода строят почасовой график (рис.).

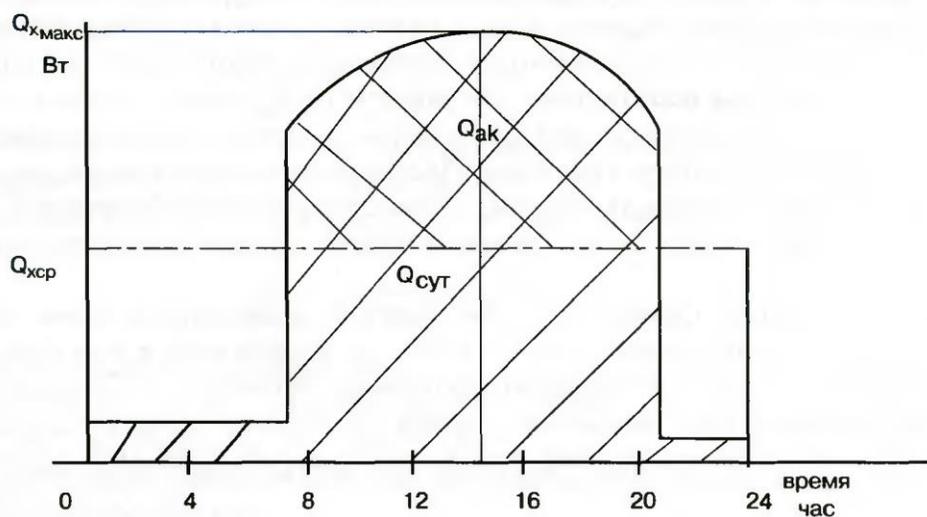


Рис.7. Суточный ход расхода холода

Площадь фигуры под графиком определит общий расход холода за сутки.

Полезная холодопроизводительность чиллера определяется:

$$Q_{xcp} = \frac{Q_{сут}}{3600 \tau},$$

где Q_{xcp} – среднечасовой расход холода за сутки, кВт;

$Q_{сут}$ – общий расход холода за сутки, кДж;

τ – продолжительность работы чиллера в сутки, принимается 20 ÷ 22 ч.

Количество холода, которое может быть аккумулировано $Q_{ак}$, кВт, – площадь, ограниченная сверху кривой расхода холода, а снизу прямой, определяющей полезную часовую производительность.

Объем жидкостного бака-аккумулятора определяют по формуле:

$$V_{ак} = \frac{Q_{ак}}{\rho_x c_x (t_{жк} - t_{жн})} - V_{тр},$$

Q_x – количество холода, аккумулированного в баке (пропорционально площади между кривой суточного расхода холода и полезной холодопроизводительностью чиллера), кВт;

ρ_x, c_x – плотность и удельная теплоемкость хладоносителя, кг/м³, кДж/кг К;

$t_{жн}, t_{жк}$ – конечная и начальная температура хладоносителя, °С;

$V_{тр}$ – объем трубопроводов системы холодоснабжения, м³.