

Тема 8. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

8.1. Классификация способов охлаждения камер холодильника

Для отвода теплоты и влаги из охлаждаемых помещений и технологических аппаратов в них устанавливают теплообменные аппараты, носящие название охлаждающих приборов. Поддержание заданного температурного и влажностного режима в камерах холодильника достигается совокупной работой холодильной машины и охлаждающих приборов.

В зависимости от вида охлаждающей среды способы охлаждения делятся на следующие группы:

- непосредственное охлаждение с помощью кипящего хладагента: при этом способе теплота, воспринимаемая охлаждающими приборами, передаётся непосредственно кипящему в них хладагенту; в этом случае охлаждающие приборы, расположенные в охлаждаемом помещении, являются испарителями холодильной установки (температура охлаждающей среды $t_a = t_0$);
- охлаждение хладоносителем (рассольное): здесь теплота в охлаждаемых приборах передаётся промежуточной среде – хладоносителю, с помощью которого она переносится к хладагенту, находящемуся в испарителе холодильной установки, обычно расположенном на некотором удалении от охлаждаемого объекта; при этом способе охлаждения отвод теплоты от охлаждаемого объекта вызывает повышение температуры хладоносителя в охлаждающих приборах без изменения его агрегатного состояния (охлаждающей средой является хладоноситель со средней температурой $t_a = t_s > t_0$).

В зависимости от конструкций приборов охлаждения различают:

- трубчатое или батарейное охлаждение (при использовании батарей – охлаждающих приборов со свободным движением воздуха);
- воздушное охлаждение (при использовании воздухоохладителей – охлаждающих приборов с вынужденным движением воздуха);
- смешанное охлаждение (при использовании батарей и воздухоохладителей).

По условиям теплоотвода различают:

- охлаждение, при котором все проникающие в грузовое помещение теплопритоки отводятся от воздуха камеры;
- охлаждение с «перехватом» внешних теплопритоков: в этом случае в охлаждаемой камере устанавливаются приборы охлаждения (батареи, возду-

хоохладители), обеспечивающие отвод теплопритоков с поступающим грузом Q_2 , при вентилировании Q_3 и эксплуатационных Q_4 , а внешний теплоприток Q_1 «перехватывается» путем применения воздушного охлаждения со специальным воздухораспределением; приборами охлаждения, устанавливаемыми в теплозащитной рубашке холодильника; панельными батареями, экранирующими наружные ограждения или устройством динамической изоляции.

Выбор того или иного способа охлаждения определяется технико-экономическим сравнением различных систем охлаждения с учетом реальных особенностей монтажа и эксплуатации холодильной установки в каждом частном случае. В целом в настоящее время существует тенденция преимущественного применения систем непосредственного охлаждения, как более экономичных по первоначальным затратам, эксплуатационным расходам и более долговечных по сравнению с системами охлаждения посредством хладоносителей.

8.2. Батарейное охлаждение

При батарейной системе охлаждения возникает свободная конвекция воздуха, вызываемая разностью плотностей воздуха у охлаждающих приборов и у поверхности охлаждаемых тел.

Охлаждающие приборы могут располагаться у потолка (потолочная батарея) или у стен (пристенная батарея).

При батарейном охлаждении из-за малой и неравномерной скорости свободного движения воздуха возникает большая разница между значениями температуры и влажности воздуха в различных зонах помещения. Усиления циркуляции воздуха достигают установкой около батарей направляющих циркуляционных щитов.

Батареи целесообразно рассредоточивать по всей площади ограждений с наибольшими теплопритоками, чтобы полностью их закрыть. Батареи конструктивно выполняются из гладких или оребренных труб.

8.2.1. Непосредственное батарейное охлаждение

При этом способе охлаждения жидкий хладагент при давлении кипения p_0 и температуре кипения t_0 поступает в батареи непосредственного охлаждения, установленные в охлаждаемом помещении. В батареях хладагент кипит, отнимая теплоту от воздуха охлаждаемой камеры, и образуя-

щийся пар отсасывается компрессором. В компрессоре пар сжимается от давления кипения до давления конденсации, в конденсаторе конденсируется и через регулирующий вентиль жидкий хладагент вновь направляется в батареи.

Непосредственное батарейное охлаждение – наиболее экономичный способ охлаждения. Это обусловлено следующим:

- нет промежуточных переносчиков теплоты и имеется только один перепад температур;
- нет расхода электроэнергии на работу насосов и вентиляторов;
- нет дополнительной нагрузки на компрессор вследствие превращения работы насосов и вентиляторов в теплоту;
- нет первоначальных затрат на дополнительное оборудование – испарители, рассольные насосы, вентиляторы;
- уменьшена необходимая площадь компрессорного цеха;
- снижена коррозия оборудования, т.к. современные хладагенты не взаимодействуют с металлами.

Недостатками непосредственного охлаждения являются:

- сравнительно большая вместимость оборудования по холодильному агенту;
- опасность попадания хладагента в охлаждаемые помещения при нарушениях плотности системы;
- сложность обслуживания при большом количестве испарительных систем и трудность поддержания строго постоянных температур охлаждаемого воздуха в камерах;
- малая аккумулирующая способность батарей непосредственного охлаждения;
- большой расход бесшовных труб.

8.2.2. Батарейное охлаждение хладоносителем

Охлаждение посредством хладоносителя иногда называют также рассольным охлаждением, так как на холодильниках в качестве хладоносителей могут применяться рассолы (водные растворы солей CaCl_2 или NaCl). Кроме этого, в качестве хладоносителей используется вода (при температурах выше $+1^\circ\text{C}$) или органические соединения (этиленгликоль, толуол, изопентан и т. д.)

Такой вид охлаждения осуществляется в результате теплообмена между охлаждаемым воздухом и хладоносителем. Хладоноситель, охлаж-

денный в испарителе, центробежным насосом подается в батареи, установленные в охлаждаемой камере. В батареях он нагревается на 2...3°C, охлаждая воздух камеры, и возвращается в испаритель.

При батарейном охлаждении хладоносителем имеется два циркуляционных кольца: во-первых, хладагент циркулирует через компрессор, конденсатор, регулирующий вентиль и испаритель; во-вторых, хладоноситель проходит через испаритель, насос и батареи камеры. Наличие двойного перепада температур между хладагентом и хладоносителем и между хладоносителем и охлаждаемым воздухом и требует поддержания более низких температур кипения, что уменьшает холодопроизводительность машины и увеличивает расход электроэнергии на получение холода.

Потребность энергии на работу насосов, дополнительные первоначальные затраты на испарители и насосы, увеличение площади машинного отделения снижают экономичность рассольного охлаждения. Оно применяется:

- в местах больших скоплений людей, где по правилам техники безопасности нельзя применять непосредственное охлаждение;
- когда по условиям осуществления технологического процесса необходим непосредственный контакт хладоносителя с воздухом;
- когда разветвлённую систему при большой её вместимости в случае непосредственного охлаждения пришлось бы заполнять сравнительно дорогостоящим хладагентом, например многокомпонентными фреонами R402, R407;
- в установках, работающих в условиях, при которых трудно обеспечить плотность соединений;
- в установках, в которых по условиям эксплуатации требуется периодическое разъединение трубопроводов, например в холодильной установке изотермического поезда.

8.3. Воздушное охлаждение

Такое охлаждение камер осуществляется путем предварительного охлаждения воздуха, подаваемого в камеру, в воздухоохладителе, в который поступают жидкий хладагент (при непосредственном способе охлаждения) или охлажденный хладоноситель (при рассольном способе охлаждения). Вентилятором холодный воздух из воздухоохладителя нагнетается в камеру, соприкасаясь с продуктом, теплеется, увлажняется и вновь поступает в воздухоохладитель для охлаждения и осушения. Кроме рецирку-

ляционного в воздухоохладитель для охлаждения может поступать также наружный воздух, необходимый для вентиляции камеры.

При непосредственном охлаждении применяют только сухие воздухоохладители, в которых теплообмен между воздухом и хладагентом происходит через стенки труб; при использовании хладоносителей воздух может охлаждаться также при непосредственном контакте хладоносителя и воздуха (мокрые воздухоохладители с форсунками или с орошаемыми керамическими кольцами).

По способу подачи воздуха в камеры различают канальную и бесканальную системы циркуляции воздуха.

Воздушное охлаждение – распространенный и перспективный способ охлаждения. Его преимущества:

- более равномерное распределение температуры и влажности по объему камеры, чем при батарейном охлаждении;
- большая скорость движения воздуха, значительно интенсифицирующая процессы термообработки грузов (охлаждение и замораживание), сокращающая ее продолжительность и увеличивающая производительность камер предварительного охлаждения и морозилок;
- возможность вентилировать камеры и регулировать влажность воздуха, что необходимо при хранении многих грузов и невозможно при батарейном охлаждении.

К недостаткам воздушного охлаждения относятся:

- расход электроэнергии на работу вентиляторов;
- потребность в увеличении холодопроизводительности компрессора, вызванной наличием теплопритоков от работы вентилятора;
- дополнительные первоначальные затраты на воздухоохладители, вентиляторы, воздуховоды;
- значительная усушка груза при долгосрочном хранении в камерах.