

**МДК.01.03. Управление обслуживанием холодильного оборудования
(по отраслям) и контроль за ним****Тема 9.2. Регулирование заполнения испарителей
(4 часа)**

1. Оптимальное заполнение испарителей и способы его контроля.
2. Основные схемы заполнения испарителей.
3. Косвенные методы регулирования заполнения испарителей.

1. Оптимальное заполнение испарителей и способы его контроля

Работа испарителя наиболее эффективна при соприкосновении жидкого холодильного агента со всей теплопередающей поверхностью, т. е. при 100% -ном заполнении. Испаритель рассчитан на максимальные теплопритоки, поэтому с уменьшением тепловой нагрузки и при постоянной поддаче жидкости из испарителя, кроме пара, начнет выходить жидкость (перелив). В некоторых схемах выходящая из испарителя жидкость попадает в отделитель жидкости, откуда насосом или путем эжекции снова подается в испаритель. Регулировать заполнение испарителя в таких схемах не требуется, так как оно остается 100%-ным. В схемах, где возможно попадание жидкости в компрессор, регулировать подачу жидкости в испаритель необходимо, так как перелив жидкости снижает производительность компрессора и создает опасность гидравлического удара. В таких схемах во избежание перелива оптимальное заполнение испарителя должно составлять 80—90%. При дальнейшем снижении заполнения в испарителе устанавливается пониженное давление и компрессор работает неэкономично.

Контроль заполнения испарителя ведется по уровню жидкости в нем или по перегреву пара, выходящего из испарителя.

Уровень жидкости определяет степень заполнения только в испарителях затопленного типа (с нижней подачей). Однако и в этом случае уровень не всегда однозначно определяет степень заполнения. С увеличением тепловой нагрузки (интенсивное кипение) в кожухотрубных испарителях значительная часть трубок, находящихся над уровнем жидкости, смачивается в результате разбрызгивания хладагента. Особенно существенно это во фреоновых испарителях, где полная смачиваемость поверхности в случае интенсивной нагрузки достигается при высоте уровня 30—40%.

По перегреву пара на выходе из испарителя можно значительно точнее определить степень заполнения, чем по уровню жидкости, а в проточных испарителях («сухих»), где нет определенного уровня, контролировать заполнение можно только по перегреву. Снижение перегрева до 0° С указывает на 100%-ное заполнение или на переполнение.

В схемах с одним испарителем уменьшение уровня в испарителе вызывает повышение уровня в конденсаторе или ресивере, что позволяет применить косвенное регулирование. Выбор того или иного вида регулирования во многом зависит от схемы подачи и распределения жидкого хладагента по испарителям.

2. Основные схемы заполнения испарителей

Применяются три основные схемы подачи жидкости в испарительную систему:

- 1) непосредственная подача жидкости в испаритель за счет разности давлений ($p_k - p_0$);
- 2) под напором столба в отделителе жидкости (безнасосная схема);
- 3) циркуляционным насосом (насосная схема).

Заполнение испарителей под действием разности давлений конденсации и кипения.

В малых фреоновых установках для улучшения возврата масла в компрессор применяют

прямоточные змеевиковые испарители. Регулирование заполнения осуществляется поддержанием заданного перегрева плавным изменением подачи жидкого фреона с помощью *ТРВ* (рис.9.16,а).

Один *ТРВ* иногда применяют для подачи холодильного агента в несколько параллельных испарителей, например, секций многосекционного воздухоохладителя. Для равномерности заполнения их устанавливают на одном уровне или прокладывают уравнильные жидкостные и паровые линии. Если испарители расположены на разных уровнях, необходимо применять распределители жидкости *РЖ*, выравнивающие сопротивление секций (рис.9.16,б).

ТРВ универсальны в использовании, они одинаково успешно регулируют питание кожухотрубных и пластинчатых затопленных испарителей (с явно выраженным уровнем холодильного агента), воздухоохладителей с неявным уровнем, причем независимо от вида подачи — верхней или нижней.

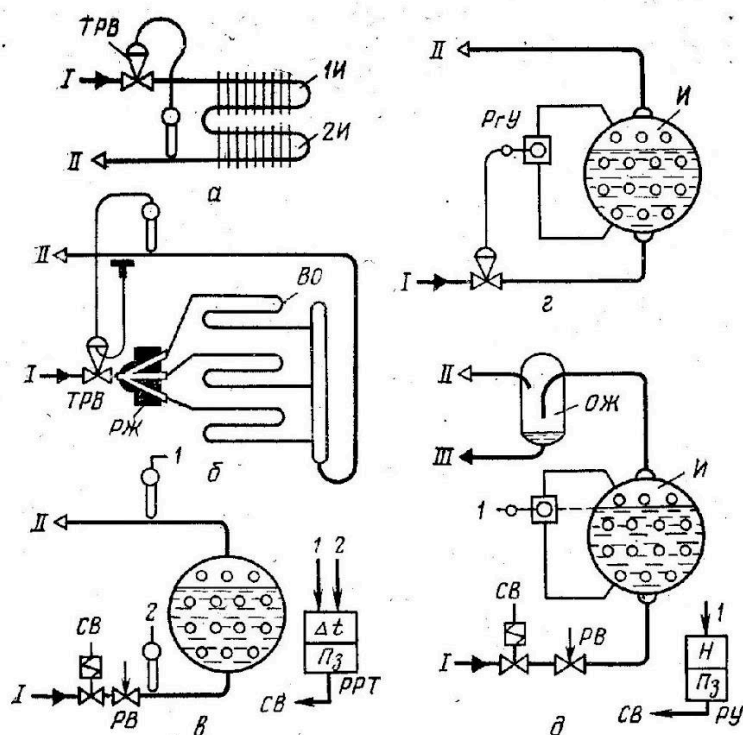


Рисунок 9.16. Заполнение испарителей под действием разности давлений p_k и p_0 :

а — плавное регулирование перегрева; б — то же, с РЖ по отдельным секциям воздухоохладителя; в — двухпозиционное регулирование перегрева; г и д — плавное и двухпозиционное регулирование уровня; I — жидкость из конденсатора; II — пар в компрессор; III — жидкость в дренажный ресивер

В установках средней производительности вместо *ТРВ* находит применение двухпозиционное регулирование перегрева (рис.9.16,в) с помощью реле разности температур *PPT*, которое управляет соленоидным вентилем *CB*. Регулирующий вентиль *PB* при этом открыт на постоянное сечение, соответствующее максимальной тепловой нагрузке. Эта схема удобна своей универсальностью, т.к. *PB* можно установить практически на любую холодопроизводительность (не требуется большой номенклатуры *ТРВ*).

На аммиачных установках, где уровень в испарителях более стабильный, применяют регуляторы уровня *P₂У* непрямого действия: плавного (рис.9.16,г) или двухпозиционного (рис.9.16,д). При двухпозиционном регулировании реле уровня *PV* управляет соленоидным вентилем *CB*, установленным перед *PB*, который открыт на постоянное сечение. На выходе из испарителя в аммиачных установках ставят дополнительно отделитель жидкости *ОЖ*, чтобы не допустить попадания жидкости в компрессор. Жидкость из *ОЖ* по трубопроводу *III* стекает в дренажный ресивер.

Если температура в камере поддерживается пропорциональным регулятором температуры, который при понижении $t_{об}$ плавно уменьшает подачу жидкости в испаритель (т.е. степень его заполнения), то регулировать заполнение испарителя уже не требуется.

Схема заполнения испарителей за счет разности давлений проста и удобна в эксплуатации, но при большом количестве испарителей требуется много регуляторов (перед каждым испарителем), что повышает стоимость установки и снижает ее надежность.

Заполнение испарителей под напором столба жидкости. В этой схеме (рис.9.17) разность давлений p_k и p_0 используется только для подачи жидкого хладагента в отделитель жидкости *ОЖ*. Питание одновременно всех испарителей осуществляется через жидкостный коллектор *ЖК* по принципу сообщающихся сосудов, т. е. за счет того, что *ОЖ* расположен выше испарителей. С увеличением тепловой нагрузки уровень жидкости H_2 во всасывающем коллекторе *БК* снижается и возникающая разность уровней H_1-H_2 обеспечивает пополнение испарителей (полное самовыравнивание). Регуляторы для заполнения испарителей здесь не нужны. Регулируется только уровень в отделителе жидкости *ОЖ*. На схеме реле уровня *ПУ* управляет соленоидным вентилем *СВ*. В случае неисправности регулятора и повышения уровня в *ОЖ* жидкость переливается в дренажный ресивер по трубе *III*.

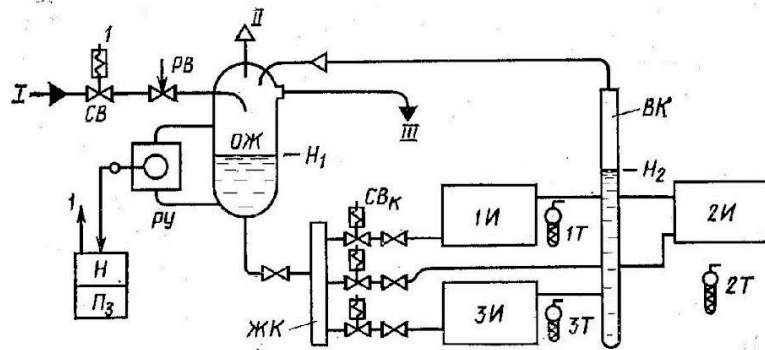


Рисунок 9.17. Заполнение испарителей под напором столба жидкости

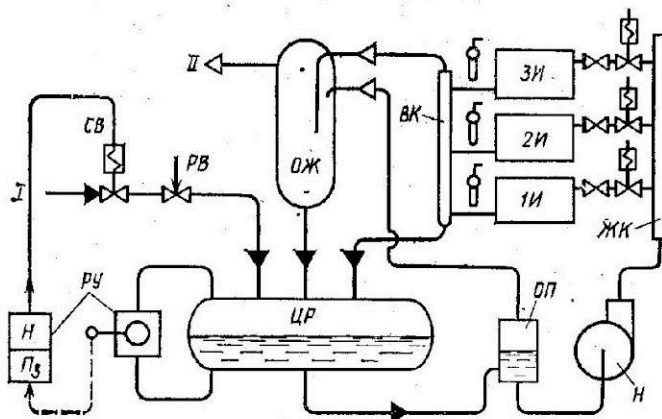
Однако опасность переполнения *ОЖ* и попадания жидкости в компрессор в этой схеме сравнительно высока, так как при резком увеличении тепловой нагрузки на испарители образуется сразу много пара, который вытесняет большие слои жидкости. При быстром переполнении *ОЖ* жидкость не успеет по трубе *III* перелиться в дренажный ресивер и попадет в компрессор.

Другой недостаток схемы — влияние столба жидкости на температуру кипения (в испарителе *3И* значение t_0 на несколько градусов выше, чем в *1И*). При низких температурах (-40°C и ниже) это заметно снижает холодопроизводительность.

Для регулирования температуры по этой схеме требуется установка соленоидных вентилей в камерах (*СВк*), открывающихся при отсутствии перепада давлений («бесперепадные»), т. е. с использованием силы электромагнита. Такие вентили на большие диаметры прохода не выпускаются.

По указанным причинам на крупных холодильниках эту схему почти не применяют.

Насосно-циркуляционная схема. Стабилизация оптимального заполнения достигается в этой схеме (рис.9.18) за счет избытка подаваемой жидкости.



Количество жидкости, подаваемой насосом из циркуляционного ресивера *ЦР* через жидкостный коллектор *ЖК* в испаритель, в 3—4 раза превышает количество жидкости, выкипающей при максимальной тепловой нагрузке. Неиспарившаяся жидкость вновь сливается в *ЦР*. При снижении тепловой нагрузки увеличивается количество неиспарившейся («вторичной») жидкости, а заполнение остается стабильным (100%-ное). Диаметр всасывающего коллектора *ВК* достаточно велик, чтобы обеспечить отвод пара из испарителей в отделитель жидкости и далее в компрессор, не препятствуя стеканию вторичной жидкости в ресивер. Отделитель пара *ОП*, установленный перед насосом, обеспечивает бесперебойную его работу. Вентили на входе в испаритель отрегулированы так, чтобы сопротивление испарителей было одинаковым.

Уровень *ЦР* в этой схеме должен находиться в заданных пределах. Из-за отсутствия самовыравнивания регулирование заполнения *ЦР* необходимо. В качестве регулятора применяют реле уровня в комплекте с соленоидным вентилем или плавные регуляторы непрямого действия.

Преимущества насосной схемы по сравнению со схемой заполнения испарителя под напором столба жидкости следующие: 1) отсутствие столба жидкости, что позволяет поддерживать более низкую температуру кипения при том же давлении; 2) меньшая вероятность попадания жидкости в компрессор (*ОЖ* при работе практически пустой); 3) увеличение коэффициента теплопередачи за счет большей скорости циркулирующей через испаритель жидкости; 4) автоматическое регулирование температуры облегчается, так как не требуются бесперепадные соленоидные вентили (напор, создаваемый насосом, достаточен для открытия *СВ* на входе в испаритель).

Насосные схемы могут быть с нижней подачей хладагента в испаритель и с верхней. Схема с верхней подачей имеет ряд преимуществ: 1) заполнение батарей жидким аммиаком не превышает 25% объема труб, т. е. в 3 раза меньше по сравнению с нижней подачей, что делает установку более безопасной; 2) не сказывается влияние столба жидкости на температуру кипения; 3) внутренняя поверхность меньше загрязняется маслом. Недостаток схемы с верхней подачей — ухудшение коэффициента теплопередачи, связанное с уменьшением поверхности непосредственного контакта жидкости с батареями.

Список рекомендованных источников

1. Полевой А.А. Автоматизация холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – СПб.: Профессия, 2011. – 244 с.
2. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.

Составить опорный конспект, сделать скрин и прислать – vitaliy.buruyan@mail.ru