

Министерство сельского хозяйства РФ

Мичуринский филиал
ФГБОУ ВО "Брянский государственный аграрный университет"

Бохан К.А.

Системы кондиционирования воздуха

Учебное пособие

Специальность 15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация
холодильно-компрессорных машин и установок

Брянск, 2018

УДК 697.1(07)
ББК 38.762.3
Б 86

Бохан, К.А. Системы кондиционирования воздуха: учебное пособие / К.А. Бохан. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 174 с.

В учебном пособии сформулированы задачи кондиционирования воздуха; приведена классификация систем кондиционирования воздуха (СКВ); рассмотрены основные типы кондиционеров, их устройство и характеристика; особое внимание уделено качественному регулированию и проектированию СКВ; подробно описан процесс монтажа; детально рассмотрены вопросы, связанные с техническим обслуживанием; приведена пошаговая инструкция по выявлению и устранению неисправностей СКВ.

Пособие сопровождается контрольными вопросами и заданиями, облегчающими самостоятельную работу студентов. В конце приведены приложения, содержащие справочные данные, необходимы для расчетов при проектировании СКВ.

Рецензент:

Н.И. Демченко, председатель ЦМК профессиональных модулей Мичуринского филиала ФГБОУ ВО Брянского ГАУ.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала Брянского ГАУ, протокол № 3 от 10.01.2018 г.

© Бохан К.А., 2018
© Мичуринский филиал ФГБОУ
ВО «Брянский государственный
аграрный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА (СКВ).	5
1.1 Задачи кондиционирования воздуха и состав СКВ.	5
1.2. Классификация СКВ.	7
РАЗДЕЛ 2. КОНДИЦИОНЕРЫ: ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ХАРАКТЕРИСТИКИ.	12
2.1. Основные типы кондиционеров.	12
2.2. Основные конструктивные элементы. Хладагенты климатических систем.	28
2.3. Принцип и основные режимы работы кондиционеров.	49
РАЗДЕЛ 3. КАЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКВ.	58
3.1. Автоматизация кондиционирования воздуха.	58
3.2. Типовые функции управления и методы их реализации.	61
РАЗДЕЛ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКВ.	72
4.1. Графо-аналитические расчеты при проектировании СКВ	72
РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ СКВ.	96
5.1. Инструменты и приспособления для монтажа и сервиса оборудования.	96
5.2. Особенности монтажа подсистем холодоснабжения СКВ.	101
5.3. Особенности монтажа сплит-систем, фэнкойлов и чиллеров.	105
5.4. Особенности монтажа кондиционеров, работающих на HFC хладагентах.	119
5.5. Контроль качества монтажных работ.	121
5.6. Испытания и сдача законченных монтажом СКВ.	127
РАЗДЕЛ 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СЕРВИС И РЕМОНТ СКВ.	138
6.1. Общие сведения об эксплуатации и сервисе СКВ.	138
6.2. Организация сервиса СКВ.	141
6.3. Неисправности СКВ методы их обнаружения и устранения.	148
6.4. Основные операции при техническом обслуживании кондиционеров.	158
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	170
ПРИЛОЖЕНИЯ	171

ВВЕДЕНИЕ

Современную жизнь довольно трудно себе представить без кондиционера. Зачастую, особенно в летний период, температура окружающего воздуха поднимается до довольно высоких значений. Во многих регионах климат континентальный, для него характерны большие суточные перепады температуры. А это очень тяжело переносит организм человека.

Самочувствие и работоспособность во многом зависят от воздушной среды. Мы не можем повлиять на воздушное пространство, на загазованность атмосферы городов. Но позаботиться о чистом воздухе в помещении вполне в наших силах.

Оптимальными параметрами воздушной среды в помещениях, где человек чувствует себя комфортно, в холодный период года считаются: температура 18...22°C, относительная влажность воздуха 30...60%, скорость движения воздуха до 0,2 м/с. В летний сезон температура в помещении должна составлять 20.25 °С, влажность воздуха — 30.70 %, скорость движения воздуха — до 0,3 м/с. Такие параметры воздушной среды способны поддерживать только современные системы кондиционирования.

В данном учебном пособии сформулированы задачи кондиционирования воздуха; приведена классификация систем кондиционирования воздуха (СКВ); рассмотрены основные типы кондиционеров, их устройство и характеристика; особое внимание уделено качественному регулированию и проектированию СКВ; подробно описан процесс монтажа; детально рассмотрены вопросы, связанные с техническим обслуживанием; приведена пошаговая инструкция по выявлению и устранению неисправностей СКВ.

Пособие сопровождается контрольными вопросами и заданиями, облегчающими самостоятельную работу студентов. В конце приведены приложения, содержащие справочные данные.

При написании пособия использовались труды многих ученых и специалистов, в том числе: Оболенского Н.В.; Коляды В.В.; Бурцева С.И.; Колача С.Т.; Свердлова Г.З. и др.

Информационной и справочной базой послужили многочисленные интернет-ресурсы.

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА (СКВ)

ТЕМА 1.1. ЗАДАЧИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И СОСТАВ СКВ

1. *Задачи кондиционирования воздуха*
2. *Состав СКВ*

1. Задачи кондиционирования воздуха

Кондиционирование воздуха — отрасль техники (а также совокупность процессов), обеспечивающая поддержание в помещениях заданных параметров воздуха, оптимальных с точки зрения самочувствия людей (комфортное кондиционирование воздуха) или необходимых для проведения какого-либо технологического процесса (технологическое кондиционирование воздуха).

Производства многих отраслей промышленности: электронной, приборостроительной, химической, текстильной, радиотехнической, оптической, пищевой, машиностроительной и других предъявляют определенные требования к состоянию воздушной среды в помещениях для ведения технологических процессов.

Основными нормируемыми параметрами в помещениях являются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. К состоянию воздушной среды могут предъявляться дополнительные требования по очистке воздуха от пыли, а в специальных помещениях (больницах, операционных и т. п.) – по очистке его от бактериальных загрязнений.

В отдельных отраслях промышленности (пищевой, медицинской и др.) предъявляются определенные требования к состоянию воздуха внутри аппаратов, обусловленные особенностями технологических процессов.

В горячих цехах различных отраслей промышленности, угольных шахтах, на теплоэлектростанциях и т. п. для улучшения условий труда и повышения его производительности также необходимо обеспечить нормируемые параметры воздушной среды.

Для обеспечения указанных требований предназначены системы кондиционирования воздуха (СКВ), задачами которых в производственных помещениях являются создание и автоматическое поддержание заданных параметров воздушной среды при изменяющихся метеорологических условиях и различных тепло- и влагопоступлениях.

Задачи кондиционирования воздуха в зрелищных и спортивных зданиях, универсальных магазинах, библиотеках, музеях, железнодорожных и авиационных вокзалах, гостиницах и других культурно-бытовых и административных зданиях заключаются в обеспечении санитарно-гигиенических требований к параметрам воздушной среды, оказывающим благоприятное влияние на самочувствие людей и условия эксплуатации самих зданий.

В соответствии с изложенными задачами кондиционирование воздуха применяют для следующих целей:

- ✓ достижение установленных нормами метеорологических условий и чистоты

воздуха в помещениях, если они не могут быть обеспечены естественной или принудительной вентиляцией, в том числе с испарительным (изоэнтальпическим) охлаждением воздуха;

- ✓ создание и поддержание метеорологических условий и чистоты воздуха в помещениях или части их по технологическим требованиям;
- ✓ создание и поддержание в производственных помещениях оптимальных метеорологических условий или промежуточных между оптимальными и допустимыми метеорологическими условиями, если это экономически оправдано;
- ✓ создание и поддержание оптимальных метеорологических условий и чистоты воздуха, установленных для помещений жилых и общественных зданий и вспомогательных зданий предприятий.

2. Состав СКВ

Кондиционирование воздуха осуществляется системой кондиционирования воздуха (СКВ), т. е. комплексом технических средств и устройств для приготовления приточного воздуха с заданными автоматическими регулируемые параметрами в целях поддержания в помещениях требуемого состояния воздуха независимо от изменения режима поступления вредных выделений и состояния наружного воздуха. Такая система в отличие от вентиляционной обеспечивает не только смену воздуха в помещении по принципу общеобменной вентиляции, но и автоматически поддерживает необходимые метеорологические условия в нем независимо от времени года и переменных поступлений теплоты и влаги в помещение. Система кондиционирования может обеспечить чистоту воздуха в помещении, его газовый состав, ароматические запахи, содержание легких ионов, а в ряде случаев определенное давление воздуха.

В состав СКВ входят устройства, осуществляющие требуемую обработку воздуха (фильтрацию, охлаждение, подогрев, осушку, увлажнение), транспортирование его, распределение по обслуживаемым помещениям, источники тепло- и холодоснабжения, средства автоматического регулирования, контроля и управления, а также вспомогательное оборудование (местные подогреватели, эжекционные и вентиляционные кондиционеры-доводчики, глушители аэродинамического шума). Основное оборудование для обработки и перемещения воздуха, как правило, komponуется в одном агрегате — кондиционере.

Таким образом, кондиционер — это та же холодильная машина, но предназначенная для тепловлажностной обработки воздушного потока. Кроме того, кондиционер обладает существенно большими возможностями, более сложной конструкцией, многочисленными дополнительными опциями и т.п.

Обработка воздуха предполагает придание ему определенных параметров, таких как температура и влажность, а также направление движения и подвижность (скорость движения).

ТЕМА 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ СКВ

1. Системы прямоточные и рециркуляционные
2. Центральные и местные системы
3. СКВ различной степени автономности
4. СКВ с агрегированными и неагрегированными кондиционерами

1. Системы прямоточные и рециркуляционные

Системы кондиционирования воздуха могут быть классифицированы по следующим признакам:

1. По назначению: *комфортные* (устраивают в жилых, общественных и административных зданиях для создания благоприятных условий труда и отдыха), *технологические* (применяют в производственных зданиях для обеспечения оптимальных параметров воздушной среды, обусловленных требованиями технологических процессов. При этом заданные параметры не должны превышать допустимых санитарно-гигиенических норм для пребывания людей);

2. По режиму работы (по признаку сезонности): для холодного или теплого периода, полного или круглосуточного действия;

3. По степени использования наружного воздуха - на системы прямоточные, в которых воздух используется однократно, системы рециркуляционные, предусматривающие многократное использование одного и того же воздуха, и системы с частичной рециркуляцией;

4. По степени централизации - на системы центральные, обслуживающие из одного центра несколько помещений, и местные, устраиваемые для отдельных помещений и располагающиеся, как правило, в самих обслуживаемых помещениях;

5. По принципу получения кондиционером тепла и холода: автономные и неавтономные;

6. По давлению, развиваемому кондиционерами: низкого давления (до 100 кг/м²); среднего давления (до 300 кг/м²); высокого давления (свыше 300 кг/м²);

7. По количеству обслуживаемых помещений: однозональные и многозональные. Последние могут быть однотрубные и с доводчиками параметров кондиционируемого воздуха и двухтрубные со смесителями.

8. По способу комплектации узла для обработки воздуха - на системы с агрегированными кондиционерами, в которых этот узел представляет собой один агрегат, составленный из нескольких аппаратов, и системы, в которых применяются самостоятельные аппараты для различных процессов обработки воздуха.

Кроме того, все разновидности систем кондиционирования наземных зданий в соответствии с действующими нормами (СНиП 41 -01 -2003) делятся на три класса в зависимости от возможности обеспечивать заданные условия воздушной среды в помещениях объекта.

Системы, рассчитываемые по параметрам наружного воздуха *A*, обладают наименьшими возможностями и допускают отклонения указанных условий в летнее время в среднем в течение 400 часов. Для систем, рассчитываемых по параметрам *B*,

число часов составляет 200, для систем B отклонения не допускаются.

Рассмотрим подробнее различные типы систем кондиционирования.

Прямоточные и рециркуляционные системы.

В прямоточных СКВ, принципиальная схема которых представлена на рис. 1 используется только наружный воздух. Эти системы забирают наружный воздух, обрабатывают его до необходимых параметров и подают в обслуживаемые помещения. Из помещений воздух удаляется системами вытяжной вентиляции.

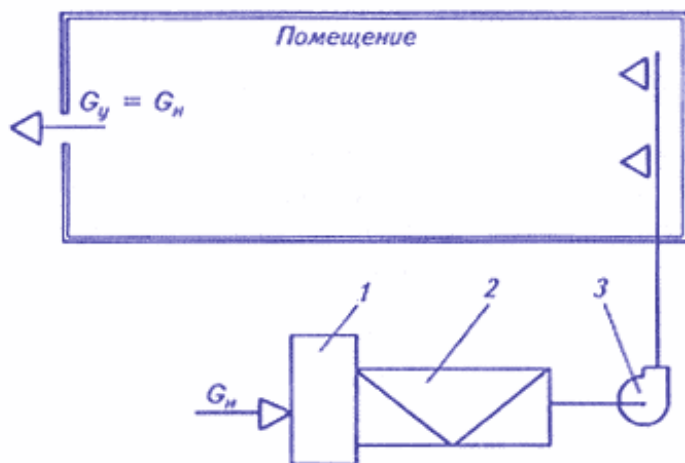


Рис. 1.1. Принципиальная схема прямоточной СКВ:

1 - воздухоприемная камера; 2 - центральный кондиционер; 3 - приточный вентилятор

Прямоточные СКВ применяют для помещений, в которых выделяются токсичные пары и газы, пыль и содержатся болезнетворные микроорганизмы, исключающие повторное использование удаляемого из помещения воздуха. Такие же системы применяют для помещений, в воздухе которых содержатся резко выраженные неприятные запахи, а также для помещений с выделениями взрывоопасных и пожароопасных веществ.

Прямоточные системы вентиляции характеризуются большим расходом подаваемого воздуха и, как следствие, увеличенными эксплуатационными затратами. Их применение целесообразно в тех случаях, когда невозможно использование систем с рециркуляцией (например, при высоких концентрациях вредных веществ или болезнетворных микроорганизмов).

В рециркуляционных (замкнутых) СКВ (рис. 1.2.) многократно используется один и тот же воздух, который забирается из помещения, подвергается в кондиционере необходимой обработке и снова подается в помещение. Таким образом осуществляется полная рециркуляция воздуха. Рециркуляционные системы применяют для помещений, в которых образуются только тепло- и влагоизбытки и в которых отсутствуют выделения вредных паров, газов и пыли. Если в воздух помещений поступают вредные пары, газы и пыль, то применять СКВ с полной рециркуляцией можно лишь при включении в комплект устройств по обработке воздуха, специальных аппаратов для очистки воздуха от вредных примесей, что весьма усложняет системы и обычно экономически нецелесообразно. К такому решению прибегают тогда, когда нельзя использовать наружный воздух.

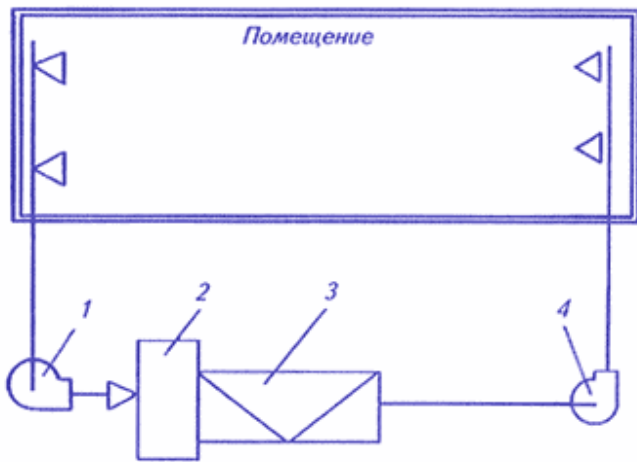


Рис.1.2. Принципиальная схема рециркуляционной (замкнутой) СКВ:
 1 - вытяжной вентилятор;
 2 - воздухоприемная камера;
 3 - центральный кондиционер;
 4 - приточный вентилятор

Рециркуляционные системы эффективны для кондиционирования помещений, в которых отсутствуют загрязнения воздуха в виде токсичных или огнеопасных газов, нет больших объемов пыли или пара, а наблюдаются лишь избыточные теплоты или влаговыделения. К числу таких помещений относятся многие технологические помещения с тепловыделяющим оборудованием (залы вычислительных машин, радиоцентры и т. п.).

Самой удобной и распространенной является система кондиционирования, сочетающая как приток, так и рециркуляцию воздуха. В такой системе часть воздуха из помещения смешивается с поступающим в агрегаты наружным воздухом, проходит вместе с ним обработку и вновь возвращается в помещение. Для того чтобы использовать рециркуляцию, необходимо проследить, что концентрация вредных веществ в подаваемом в помещение воздухе не превышает 30% от предельно допустимой. Количество поступающего наружного воздуха определяется по санитарно-гигиеническим нормам и не должно быть меньше санитарной нормы.

2. Центральные и местные системы

Центральными называют СКВ, обслуживающие одно или несколько крупных помещений или большое число мелких помещений путем подачи в них по системе воздуховодов кондиционированного воздуха, поступающего от центрального кондиционера, расположенного вне обслуживаемых помещений. Если обслуживается несколько помещений, то возможна дополнительная тепловлажностная обработка воздуха в специальных доводчиках.

Центральные СКВ оборудуются, как правило, неавтономными кондиционерами, размещенными вне обслуживаемых помещений.

По давлению, развиваемому вентиляторами, кондиционеры делятся на три категории: низкого давления (до 1000 Па), среднего давления (до 3000 Па) и высокого давления (свыше 3000 Па).

Различают *однозональные* (для одного крупного помещения) и *многозональные* (для группы помещений) центральные системы кондиционирования воздуха.

Наиболее распространены центральные СКВ в одноканальном исполнении, однако в отдельных случаях применяется и двухканальный вариант, т. е. к кондиционируемым помещениям подводится по двум параллельным каналам

горячий и холодный воздух, а регулирование температуры осуществляется комнатным терморегулятором, управляющим смесительным клапаном, изменяющим температуру подаваемого в помещения воздуха.

Местными называют системы кондиционирования воздуха с кондиционерами, установленными в самих помещениях. Такие системы либо имеют централизованные источники холодоснабжения (системы с местными неавтономными кондиционерами), либо получают холод от встроенных в кондиционеры холодильных машин (системы с местными автономными кондиционерами).

Такие системы обеспечивают заданные условия воздушной среды не во всем объеме большого помещения (например, в горячем цехе), а только в его части. Местные СКВ также могут обслуживать небольшие помещения (рабочие кабинеты, лаборатории, торговые залы, жилые комнаты и пр.).

Для кондиционирования воздуха в небольших помещениях применяются комнатные кондиционеры оконного типа производительностью от 300 до 500 м³/ч.

3. СКВ различной степени автономности

Для работы системы кондиционирования воздуха требуется снабжать соответствующие аппараты электроэнергией и теплом, а также, отводить тепло от некоторых устройств. Отвод тепла часто называют снабжением холодом. Полностью автономные системы кондиционирования воздуха как правило не встречаются, поскольку снабжение электроэнергией почти всегда производится от внешнего по отношению к системе источника.

Системы кондиционирования снабжаются теплом двумя способами:

1) тепло подается от внешних источников (котельной или ТЭЦ) вместе с теплоносителем (обычно горячей водой);

2) воздух подогревается с помощью электрических нагревателей.

В последнем случае система кондиционирования воздуха автономна по теплу.

По снабжению холодом, системы кондиционирования воздуха делятся на системы, использующие кондиционеры, укомплектованные холодильными машинами, вырабатывающими необходимый для обработки воздуха холод, и системы, которые снабжаются охлаждающей воздух средой извне (чаще всего холодной водой).

Кондиционеры, включающие холодильные машины, принято считать автономными, хотя степень автономности таких систем различна для разных типов кондиционеров.

В случае если тепло от конденсатора холодильной машины отводится водой, автономность такой системы по холоду ограничена, поскольку необходимо предусмотреть снабжение ее водой из внешнего источника и отвод отработанной воды в канализацию.

Наиболее полной степенью автономности по холоду обладают местные кондиционеры оконного и подоконного типов, у которых тепло отводится от конденсатор холодильной машины наружным воздухом.

4. СКВ с агрегированными и неагрегированными кондиционерами

Современные системы кондиционирования (как центральные так и местные) преимущественно выполняются с кондиционерами, укомплектованными сразу всеми необходимыми для обработки воздуха аппаратами, собранными в одном агрегате.

Однако возможно выполнение систем кондиционирования воздуха, где процессы приготовления воздуха происходят в нескольких самостоятельных аппаратах.

Выбор в пользу той или иной системы кондиционирования определяется рядом факторов и зависит, как и выбор систем вентиляции, от конкретных условий строительства и эксплуатации.

Как правило, применение центральных систем кондиционирования воздуха выглядит предпочтительнее. Однако, в ряде случаев, установка местных систем вполне оправдана, например, в когда количество тепловыделений сильно отличается для различных помещений или неравномерно по времени.

Довольно часто наилучшие результаты дает совместное применение центральных систем кондиционирования и местных кондиционеров, которые устанавливаются в помещениях со специфическими тепловлажностными нагрузками.

Для некоторых зданий предпочтительнее использование зональных систем кондиционирования. В таких случаях помещения группируются по зонам, каждая из которых характеризуется определенной величиной удельной тепловлажностной нагрузки (количеством тепла и влаги, приходящихся на единицу площади или объема помещения), технологическими особенностями и местом расположения помещений в общем объемно-планировочном решении здания. В каждой из зон применяется та или иная из рассмотренных систем кондиционирования воздуха.

Контрольные вопросы задания: 1. Что такое комфортное и технологическое кондиционирование воздуха? 2. Перечислите основные задачи кондиционирования воздуха. 3. Приведите классификацию СКВ? 4. Что такое центральные СКВ?

РАЗДЕЛ 2. КОНДИЦИОНЕРЫ: ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, УСТРОЙСТВО И ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТЕМА 2.1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНДИЦИОНЕРОВ

1. Общая классификация кондиционеров

2. Основные типы кондиционеров

1. Общая классификация кондиционеров

Кондиционеры принято делить на три большие группы:

- бытовые кондиционеры RAC (Room Air Conditions);
- полупромышленные кондиционеры PAC (Packages Air Conditions);
- промышленные кондиционеры (Unitary).

К бытовым кондиционерам, как правило, относят кондиционеры, используемые для кондиционирования относительно небольших помещений площадью до ста квадратных метров. В большинстве случаев это квартиры, небольшие офисы, маленькие магазины, отдельные комнаты коттеджей и т.д. В эту группу входят так называемые моноблоки, то есть оконные и мобильные (напольные) кондиционеры, а также настенные сплит-системы (и мультисплит-системы), имеющие мощность в пределах семи-восьми киловатт.

Как мы видим, бытовые кондиционеры получили свое название по месту их применения, а именно в быту. Как правило, к ним не предъявляется каких-либо повышенных требований по точности поддержания заданной температуры или влажности воздуха.

Полупромышленные кондиционеры. В эту группу входят все сплит-системы и мультисплит-системы, имеющие мощность более восьми киловатт. К ним относятся кассетные кондиционеры, напольно-потолочные кондиционеры, а также каналные кондиционеры и колонные кондиционеры. Некоторые другие типы кондиционеров также принято относить к этой группе.

Эти кондиционеры устанавливаются в помещениях, имеющих площадь до трехсот-четырехсот квадратных метров, их средняя мощность составляет около десяти-пятнадцати киловатт. К полупромышленным кондиционерам предъявляются уже совершенно другие требования, и по своим техническим возможностям некоторые из них начинают приближаться к промышленным системам вентиляции.

Промышленные кондиционеры (их еще называют системами промышленной вентиляции.) К ним относятся системы, имеющие мощность более двадцати - двадцати пяти киловатт. Это центральные кондиционеры, прецизионные кондиционеры, крышные кондиционеры, а также VRV и VRF системы и системы чиллер-франкойл.

Эта группа кондиционеров используется для кондиционирования жилых и административных зданий, больших спортивных комплексов и стадионов, торговых залов в супермаркетах, а также производственных помещений и крупных цехов.

2. Основные типы кондиционеров

Оконные кондиционеры

Предназначены для охлаждения воздуха в помещениях площадью более 70 м² при высоте потолков до 3 м.

Оконные моноблоки монтируются как в оконном, так и в дверном проемах. Часть забираемого комнатного воздуха (до 10%) они выпускают на улицу, обеспечивая тем самым принудительную вытяжную вентиляцию. Однако уменьшают световую площадь окна и, соответственно, освещенность помещения, требуют переделки проема, да и дребезжание стекол – не слишком приятный фон для жизни. К тому же эти приборы совершенно несовместимы с современными окнами со стеклопакетами.

Оконные модели мощностью от 1,5 до 6 кВт предлагают практически все производители. Наиболее простые могут только охлаждать воздух, более дорогие имеют режим нагрева и пульт дистанционного управления.

Достоинства:

- 100 % забор свежего воздуха при работе в режиме вентиляции;
- не занимают полезной площади пола;
- простота конструкции;
- простота монтажа, не требующего специального инструмента;
- удобны в обслуживании;
- относительно невысокая цена;
- надежны и долговечны (срок службы 10...15 лет).

Существенными недостатками оконных кондиционеров являются:

- создают много шума, т.к. у всех моноблоков компрессор находится внутри помещения;
- жестко привязаны к оконному проему. По этой причине кондиционировать комнату сложной формы не всегда возможно. Если шторы или жалюзи закрывают оконный кондиционер, он будет поддерживать приятную прохладу не в помещении, а между окном и тем, чем оно занавешено;
- уменьшают площадь остекления, а, следовательно, ухудшают освещенность;
- на первых этажах проблему могут создать декоративные решетки, при наличии стеклопакета установка кондиционера обойдется дороже самого кондиционера и др.

Кондиционеры типа сплит и мультисплит.



Кондиционеры сплит-систем бывают следующих типов:

- настенные (холодопроизводительность 1,5-5,0 кВт);
- напольно-потолочные (холодопроизводительность 4,0-9,0 кВт);
- колонного типа (холодопроизводительность 5,0-14,5 кВт);
- кассетного типа (холодопроизводительность 5,0-14,0 кВт);

- многозональные с изменяемым расходом хладагента.

Сплит-система (разделенный кондиционер) получила название от английского слова split – расщеплять. В этой конструкции конденсатор и испаритель разнесены по разным блокам: внешнему и внутреннему. Внешний с конденсатором, вентилятором и шумным компрессором вывешивается снаружи на стену здания или монтируется на балконе, а внутренний с испарителем, фильтром и собственным вентилятором может быть установлен в любом месте комнаты: под потолком, за фальшпотолком, на стене, на полу.

Блоки соединяются между собой трубопроводами для подачи фреона. Он переносит тепло от внутреннего блока к внешнему, так что температура теплообменника внешнего блока оказывается выше уличной, а внутреннего – ниже комнатной. Вентилятор внутреннего блока обдувает радиатор испарителя, на котором охлаждается воздух, подающийся затем в помещение. Другой вентилятор, смонтированный во внешнем блоке, служит для охлаждения конденсатора, но свежий воздух с улицы при этом не направляется в помещение.

Все современные сплит-системы снабжены пультом дистанционного управления (ДУ) с жидкокристаллическим дисплеем. Возможности пультов управления отличаются друг от друга, но, как правило, все они позволяют:

1. Задать режим работы кондиционера: обогрев, охлаждение, осушка, вентиляция, а также ночной режим.
2. Определить фактическую температуру в помещении (в зоне нахождения пульта дистанционного управления) и задать кондиционеру требуемую температуру, которую он должен автоматически поддерживать.
3. Выбрать режим работы вентилятора.
4. Настроить таймер, который включит или выключит кондиционер в заданное время. Это позволяет создать комфортные условия в вашей квартире (офисе) еще до того, как вы там появитесь.
5. Автоматически регулировать положение направляющих шторок и изменять таким образом направление воздушного потока.

Достоинства и недостатки.

Кондиционер этого типа охлаждает лишь тот воздух, который находится в комнате. Благодаря конструкции приборы обладают целым рядом достоинств, среди которых высокая эффективность, низкий уровень шума, свобода выбора места расположения и типа внутреннего блока.

Основное преимущество кондиционера сплит-системы – относительная простота конструкции, позволяющая получить достаточно низкую стоимость кондиционера при быстрой и легкой установке.

Недостатком кондиционера сплит-системы (настенного типа) можно считать невозможность подачи в помещение свежего воздуха. Только модели большой мощности позволяют организовать подмес свежего воздуха.

Основные нарекания в адрес сплит-систем вызваны тем, что внешний блок, который непременно должен обдуваться уличным воздухом, чаще всего крепится к стене дома и портит его внешний вид.

Еще один существенный недостаток: поскольку свежий воздух не поступает в помещение, концентрация вредных веществ в нем возрастает. Комнату приходится

периодически как-то вентилировать. С другой стороны, такой режим работы наиболее экономичен (кондиционер не охлаждает улицу).

В квартирах чаще всего устанавливают настенные внутренние блоки. С помощью подвижных жалюзи настенного блока можно менять направление потока воздуха. Но мощность настенных блоков специально ограничена – иначе сильная струя холодного воздуха будет просто сдувать все на своем пути.

Мультисплит-системы

В таких системах к одному наружному блоку подключено от двух до пяти внутренних, для каждого предусмотрен индивидуальный пульт ДУ. В зависимости от выбранного режима работы приборы способны охлаждать, обогревать или одновременно охлаждать и нагревать воздух в разных комнатах. Кроме того, мультисплит-системы оснащены встроенными фильтрами, некоторые имеют режим осушения. Большинство кондиционеров оснащено внутренними блоками настенного типа, хотя встречаются и модели с канальными блоками. Компрессоры наружного блока часто имеют инверторное управление, которое обеспечивает повышенный комфорт и энергосбережение.

Мультисплит-системы выпускают практически все ведущие производители климатического оборудования. Вопреки распространенному мнению, замена нескольких сплит-систем на одну мультисплит-систему не приводит к выигрышу в цене, поскольку стоимость оборудования примерно такая же, а трудоемкость и стоимость монтажа в 1,5-2 раза выше из-за более длинных коммуникаций. Кроме этого, при выходе из строя внешнего блока мультисплит-системы перестают работать все внутренние блоки, с этой точки зрения надежность нескольких сплит-систем выше.

Одним из преимуществ сплит и мультисплит-систем является большой выбор различных типов внутренних блоков. Среди них выделяют следующие модификации: настенный кондиционер, канальный кондиционер, кассетный кондиционер, потолочный кондиционер и колонный кондиционер.

Благодаря автоматическим жалюзи, которыми оснащены практически все современные сплит-системы, воздушный поток не только равномерно распределяется в помещении, но и направляется в ту сторону, в какую пожелает хозяин кондиционера.

Напольно-потолочные сплит-системы

Кондиционирование больших помещений без подвесных потолков требует оборудования с большой производительностью (от 10 кВт). К таким относятся напольно-потолочные системы, которые крепятся на потолке или на стене ближе к полу. При этом поток воздуха в первом случае направляется горизонтально вдоль потолка, во втором – вверх. Подобная конструкция позволяет равномернее распределять охлажденный воздух по помещению и избегать попадания прямого потока на людей. Кондиционеры этого типа применяются для охлаждения помещений сложной формы.

Существуют модели потолочных кондиционеров, распределяющие

охлажденный воздух сразу по четырем направлениям, причем сила потока регулируется отдельно по каждому из направлений.

Кассетные сплит-системы

Устанавливаются над подвесным потолком. Современные кассетные блоки имеют чрезвычайно малую высоту и направляют поток подготовленного воздуха в двух или четырех направлениях. В отличие от канального кондиционера кассетник распределяет охлажденный воздух через нижнюю часть блока. Соответственно, нижняя часть такого кондиционера имеет размер стандартной потолочной плитки 600х600 мм, а при большой мощности вдвое больше - 1200х600 мм и закрывается декоративной решеткой с распределительными жалюзи.



Преимущество кассетного кондиционирования – равномерное распределение воздушного потока в четырех направлениях.

Основное достоинство кассетного кондиционера – незаметность, поскольку видна только декоративная решетка. Еще одно его преимущество – равномерное распределение воздушного потока по четырем направлениям, что позволяет использовать всего один кассетный кондиционер для охлаждения большого помещения (при использовании настенных сплит-систем для достижения аналогичного эффекта пришлось бы использовать 2-3 кондиционера меньшей мощности).

Колонный кондиционер

Используется там, где требуется большая холодопроизводительность, нет жестких требований к дизайну помещения или нежелательно трогать стены и потолок – театры, музеи, холлы, рестораны. Эти кондиционеры по габаритам напоминают холодильник, имеют большой вес и устанавливаются на полу. Колонные кондиционеры требуют сравнительно большой площади для размещения, поскольку создают сильный поток охлажденного воздуха и не позволяют находиться в непосредственной близости от кондиционера.

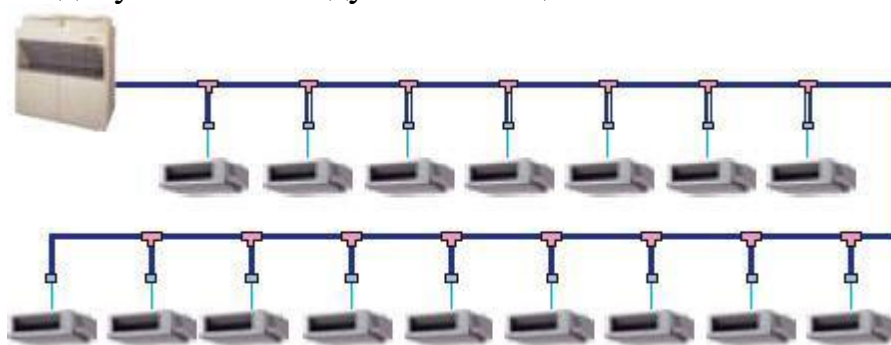


Прецизионные кондиционеры являются разновидностью колонных кондиционеров. Они используются в компьютерных залах, АТС, то есть там, где много дорогой электроники. Эти надежные кондиционеры могут поддерживать с высокой точностью не только заданную температуру ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), но и влажность воздуха ($\pm 2^{\circ}\text{C}$). Прецизионные кондиционеры круглый год обеспечивают оптимальную температуру, влажность, чистоту и подвижность воздуха. Другая отличительная черта –

возможность работы в широком температурном диапазоне наружного воздуха (нижняя граница – до минус 35°C).

VRF-системы

Климатическая техника с переменным расходом холодильного агента (VariableRefrigerantFlow) состоит из нескольких внутренних и наружных блоков, где расположено основное машинное оборудование. Внутренние блоки, которые охлаждают, подогревают, очищают от пыли и распределяют по помещению подготовленный воздух, соединены с наружным двумя или тремя трубами, по которым циркулирует фреон, и управляющими коммуникациями. Работой кондиционера управляет встроенная многофункциональная система автоматики. В комплект также может входить приточная вентиляционная установка, обеспечивающая подачу свежего воздуха в помещения.



VRF-кондиционеры положили начало новому направлению в развитии систем центрального кондиционирования. Ведь они позволяют создавать комфорт сразу в 4-48 помещениях, общей площадью от 100 до 1000 квадратных метров, решая проблемы вентиляции и кондиционирования воздуха в комплексе.

Важным достоинством систем типа VRF является разнообразие внутренних блоков. Они могут быть настенными, кассетными, канальными, подпотолочными, напольными, что дает возможность эффективно охлаждать помещения любой планировки, не вторгаясь в существующие интерьеры. А неправдоподобно большие расстояния между внутренними и внешними блоками (до 100 метров) позволяют спрятать последние в любое малоприметное место.

Ко всему прочему такие системы на редкость долговечны и экономичны. Они рассчитаны на эксплуатацию в течение 20-25 лет, против 6-8 у бытовых сплит-систем, а по способности беречь электроэнергию им вообще нет равных. Они тратят не более 37 Вт на квадратный метр обслуживаемой площади, что на 20-40 процентов ниже, чем у других кондиционеров. Но особенно большая экономия достигается, если часть внутренних блоков работает на холод, а другая - на тепло. Умная система просто перенесет излишки тепла из одного помещения в другое, вдвое сократив потребляемую мощность.

Чиллеры и фенкойлы

Одной из разновидностей VRF-систем является фенкойловая. Она обладает всеми достоинствами центральных систем кондиционирования, а также низкой инерционностью и гибкостью конфигурации. С ее помощью можно кондиционировать воздух в здании с любым количеством комнат.

В переводе с английского chiller – это холодильная машина, а fancoil состоит из двух слов: fan – вентилятор и coil – теплообменник, что вместе можно перевести как обдуваемый вентилятором теплообменник с водой.

Главными частями чиллера являются испаритель, конденсатор и компрессор, соединенные трубопроводом с фреоном. Вещество переходит в газообразное состояние, отбирая тепло у омывающей испаритель воды. При этом ее удается охладить до 5-7°C. В конденсаторе, наоборот, пары хладагента превращаются в жидкость с выделением тепла, так что конденсатор необходимо охлаждать. Поэтому чиллер выносят на улицу или располагают в помещении, откуда необходим отвод тепла.

Чиллер и фенкойлы соединяются трубопроводом, по которому в качестве теплоносителя течет обычная вода. Чиллер охлаждает воду, затем она поступает в фенкойлы, расположенные в комнатах.

Возможности системы

Как и сплит-система, чиллер с фенкойлами могут работать в 2 режимах: только охлаждение, охлаждение плюс нагрев (в этом случае чиллер называют реверсивным, а режим – режимом теплового насоса). При работе в первом режиме вода сначала охлаждается с помощью испарителя до 5-7°C, после чего поступает в фенкойл, где охлаждает подаваемый вентилятором воздух. В режиме теплового насоса воду направляют на конденсатор, где она, отбирая у него тепло, нагревается до температуры 45-55°C и по трубопроводу подается в фенкойл, через который нагревает воздух в помещении.

Контуры тепла и холода

Трубопровод для циркуляции воды может быть одноконтурным, то есть представлять собой один замкнутый контур труб, а может быть и двухконтурным. Если у вас использована одноконтурная схема и стоит реверсивный чиллер, это позволяет охлаждать помещения летом и обогревать в межсезонье. Но на зиму трубопровод придется отключить от чиллера. Причем горячую воду с температурой 80-90°C в фенкойлы можно подавать от котла. В таком случае фенкойл превращается в радиатор водяного отопления. Но чтобы прибор успешно справлялся с новыми функциями, по исполнению он должен быть напольным и располагаться под окном. Так удастся равномернее и без сквозняков прогреть комнату. Перед каждым фенкойлом устанавливают трехходовой клапан, автоматически пускающий воду мимо при выключенном вентиляторе. Но главный недостаток одноконтурных схем – все помещения обслуживаются в одном режиме: охлаждения или нагрева.

При двухконтурном трубопроводе все иначе. По одному контуру пускают холодную воду от чиллера, а по другому – горячую от котла. Естественно, в каждом контуре должен быть установлен свой насос. В фенкойл конкретного помещения подают либо ту, либо другую воду и тем самым охлаждают или обогревают комнату независимо от других.

Плюсы и минусы системы

Система «чиллер – фенкойл» позволяет экономить на хладагенте. При холодопроизводительности этого оборудования 19 кВт масса фреона составляет всего лишь 5,4 кг (в сплит-системе – около 14 кг).

Хотя, с другой стороны, использование для создания домашнего климата

дополнительного теплоносителя (воды) на 50-70% повышает текущий расход электроэнергии по сравнению с фреоновой системой.

Между подающей и возвратной ветвями трубопровода параллельно подключают несколько фенкойлов – обычно по одному в каждом помещении. Температуру воздуха изменяют путем увеличения или уменьшения расхода поступающей от чиллера (или котла) воды. А вентилятор интенсивно перемешивает слои воздуха и выравнивает температуру в помещении. Но поскольку эффективность передачи тепла в 1,2 раза, а перепад температур воздуха и воды в 1,3 раза меньше по сравнению с фреоновой системой, то производительность фенкойла почти на 50% ниже производительности внутреннего блока аналогичной по размеру сплит-системы.

Другим недостатком является наличие в системе двух баков: накопительного и расширительного. Первый нужен для улучшения работы чиллера при неполной нагрузке (например, в случае отключения ряда фенкойлов), второй – для компенсации увеличения объема воды при большой разнице ее температур в подающей и возвратной ветвях (скажем, в очень жаркую погоду). Дополнительный объем воды в накопительном баке замедляет выход системы на тепловой режим. Иными словами, при желании охладить или нагреть воздух в помещении ждать придется дольше, чем в случае со сплит-системой.

Немало хлопот может доставить эстетическое несовершенство аппаратуры, в частности большое количество труб: при использовании двухконтурного трубопровода к каждому фенкойлу подключают 5 штук (по две на холодную и горячую воду плюс еще одна для дренажа накапливающегося конденсата). Правда, их укладка в стены полностью снимет проблему. Да и сами трубы могут быть не медными, как в случае с фреоновой системой, а металлопластиковыми или стальными.

Достоинства:

1. К одному чиллеру можно подключить больше фенкойлов, чем внутренних блоков к одному наружному блоку сплит-системы при одинаковой холодопроизводительности.

2. Между чиллером и фенкойлами допустимо любое расстояние – лишь бы хватило мощности насоса да был хорошо изолирован трубопровод (чтобы вода не успела нагреться или охладиться на пути к фенкойлу).

3. Регулировать тепловой режим можно как изменением температуры воды в чиллере, так и изменением скорости теплопередачи в фенкойле, причем при необходимости каждый фенкойл в любой момент легко выключить.

4. Подсоединение к котлу контура трубопровода позволяет отказаться от батарей водяного отопления и использовать вместо них фенкойлы (имеющие примерно такую же теплоотдачу).

Канальные кондиционеры

Канальные кондиционеры предназначены, как правило, для кондиционирования нескольких помещений одновременно.

Канальный кондиционер, прежде всего, рассчитан на работу в режиме

рециркуляции, и в таком качестве он более близок к кондиционерам сплит-систем, рассмотренным ранее.

Основное отличие заключается в том, что внутренние блоки канальных кондиционеров устанавливаются за подшивным потолком, а воздух забирается и раздается воздуховодами по кондиционируемым помещениям.

Внутренний блок имеет более простую конструкцию, т.к. к нему не предъявляется требований дизайна в отличие от кондиционеров сплит-систем.

Схема установки внутреннего блока канального кондиционера показан на рис. 2.1.

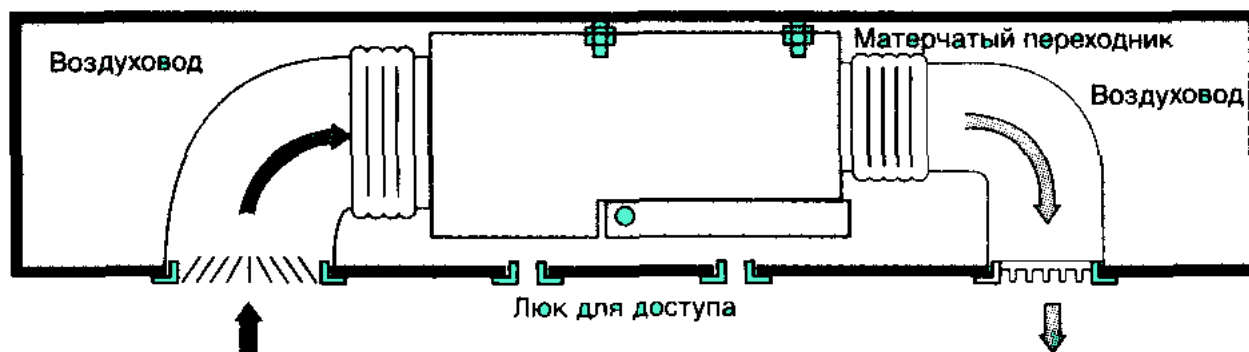


Рис. 2.1. Схема установки внутреннего блока канального кондиционера

Воздух забирается из помещения через заборную решетку, проходит внутренний блок и системой воздуховодов снова подается в помещения через распределительные решетки.

Блок имеет более мощный вентилятор, позволяющий преодолеть сопротивление распределительных воздуховодов и решеток.

Канальный кондиционер, также как и обычный кондиционер сплит-системы, состоит из двух блоков – компрессорно-конденсаторного (наружного блока) и испарительного (внутреннего блока).

Номенклатурный ряд таких кондиционеров по теплопроизводительности не превышает, как правило, 17 кВт.

Канальный кондиционер рассчитан в основном на работу только на рециркуляцию и не всегда может подавать в помещение свежий воздух. Это вызвано тем, что температура подаваемого в рабочую зону воздуха согласно требованиям СНиПа не должна быть ниже 14 – 16 °С. Поэтому при меньших температурах наружного воздуха необходимо обязательно подогревать забираемый с улицы воздух, даже при работе системы в режиме охлаждения.

Подогрев свежего воздуха в прохладное время года может обеспечиваться применением моделей кондиционеров с тепловым насосом. Однако в холодное время года при температуре наружного воздуха ниже 10 – 15 °С теплопроизводительности кондиционера становится недостаточно.

Для обеспечения круглогодичной подачи свежего воздуха в дополнение к канальному кондиционеру необходимо устанавливать специальные электрические или водяные нагреватели, обеспечивающие необходимый подогрев подаваемого воздуха в прохладное время года, или применять отдельные приточные установки со встроенными нагревателями.

Крышные кондиционеры

Крышные кондиционеры представляют собой холодильную машину, конструктивно выполненную в виде моноблока, предназначенного для установки на плоских кровлях зданий. Если крыша имеет наклон, то кондиционер устанавливается на специальных рамах.

Крышные кондиционеры позволяют одновременно осуществлять вентиляцию и регулировать температуру воздуха в помещении.

Обычно крышные кондиционеры применяются для кондиционирования и вентиляции больших супермаркетов, спортивных сооружений, конференц-залов, т.е. больших открытых залов с общей крышей.

Типовая схема крышного кондиционера показана на рис. 2.2.

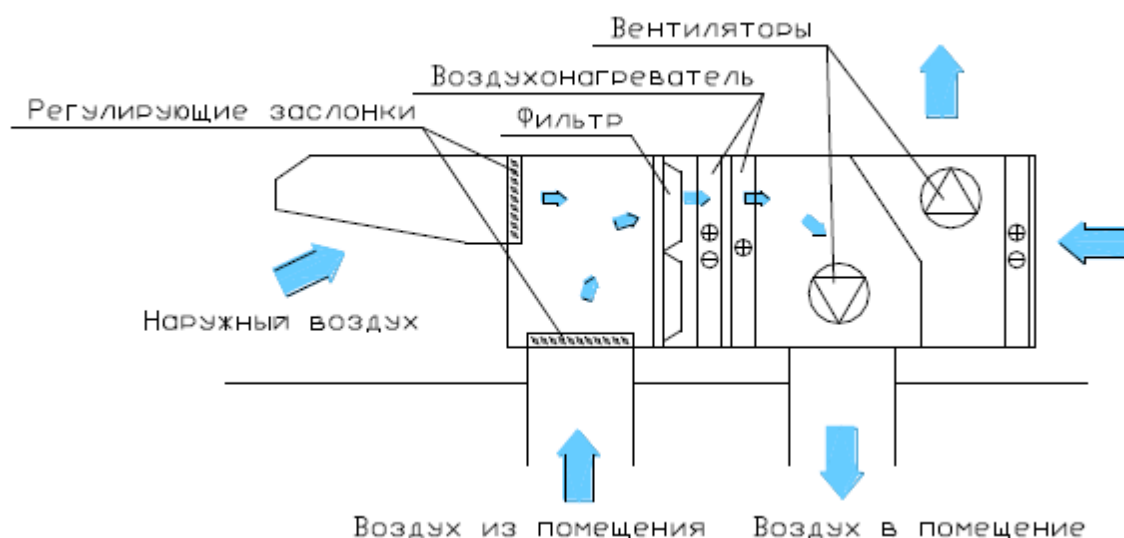


Рис. 2.2. Схема крышного кондиционера

Свежий воздух забирается с улицы через заборную решетку кондиционера. Рециркуляционный воздух забирается из помещения по системе воздуховодов и подается в смесительную камеру, где смешивается со свежим воздухом. Необходимое соотношение свежего и рециркуляционного воздуха обеспечивается изменением положения заслонок.

В кондиционерах малой мощности может отсутствовать смесительная камера с жалюзийными заслонками, поэтому смешение в этом случае необходимо выполнять в подводящем воздуховоде.

Из смесительной камеры воздух проходит через фильтр и подается к теплообменнику (испарителю или конденсатору) холодильной машины, где он охлаждается или нагревается (в кондиционерах с тепловым насосом).

Для подогрева воздуха в кондиционер может встраиваться дополнительный электрический или водяной нагреватель.

После теплообменников воздух с требуемой температурой подается центробежным вентилятором в систему распределительных воздуховодов.

Воздух для охлаждения конденсатора холодильного цикла забирается из атмосферы специальным вентилятором, также входящим в конструкцию кондиционера, и затем выбрасывается на улицу.

Крышные кондиционеры характеризуются:

- Широким диапазоном мощностей – от 8 до 140 кВт по холоду и теплу, и соответствующими расходами воздуха от 1500 до 25000 м³/ч;
- Простотой монтажа и установки;
- Компактностью;
- Высокой надежностью и экономичностью в эксплуатации;
- Единой системой автоматики, позволяющей при задании необходимой температуры в помещении, автоматически выбирать режим работы;
- Работой с низкими шумовыми характеристиками.

Все рассматриваемые кондиционеры имеют воздушное охлаждение конденсаторов с помощью встроенных осевых вентиляторов. Поэтому при установке кондиционера необходимо обеспечить условия для беспрепятственного подхода и выхода воздуха и исключить возможность попадания воздуха с выхода на вход вентилятора. Необходимо также обеспечить свободный доступ для проведения монтажных, пусконаладочных и эксплуатационных работ. Следует также учесть, что при работе в режиме охлаждения кондиционер «сбрасывает» в окружающую среду большое количество тепла.

Шкафные кондиционеры

Шкафные кондиционеры представляют собой, как правило, законченный моноблок, предназначенный для установки в помещении, где необходимо круглосуточно и ежедневно регулировать температуру и чистоту воздуха. Холодильная мощность шкафных кондиционеров составляет примерно от 11 до 80 кВт.

Основным преимуществом шкафных кондиционеров является простота монтажа и обслуживания. Основные компоненты кондиционера расположены во внутреннем блоке, доступ к которым обеспечивается с лицевой стороны кондиционера.

Шкафные кондиционеры выполняются как с воздушным, так и с водяным охлаждением конденсатора.

Кондиционеры с водяным охлаждением конденсатора не имеют теплового насоса, но режим обогрева в этих моделях может обеспечиваться при использовании встроенных электронагревателей.

Они проще по конструкции, более мобильны по своей установке, так как могут устанавливаться практически в любой точке помещения, куда можно подвести охлаждающую воду.

Кроме того, кондиционеры с водяным охлаждением конденсатора имеют меньшую стоимость по сравнению со шкафными кондиционерами с воздушным охлаждением.

Основная проблема в случае применения шкафных кондиционеров с водяным охлаждением – необходимость использования системы оборотного водоснабжения (системы охлаждения воды, циркулирующей через горячий конденсатор).

В шкафных кондиционерах подвод рециркуляционного воздуха из помещения может выполняться как с передней, так и с нижней или задней панели кондиционера.

Шкафные кондиционеры рассчитаны на работу с подходящими по мощности выносными конденсаторами. Количество конденсаторов определяется количеством холодильных контуров кондиционера.

Подача подготовленного воздуха производится центробежным вентилятором вверх через решетки на верхней панели кондиционера либо непосредственно в помещение, либо через распределительные воздуховоды с напором не более 240 Па.

Воздух из помещения забирается, как правило, через решетку с фильтром на передней панели, хотя можно забирать воздух и через нижнюю или заднюю панель кондиционера.

Такие схемы удобны при наличии фальшпола или в случае установки кондиционера в соседнем помещении, когда рециркуляционный воздух из кондиционируемого помещения забирается через отверстие в стене и затем, после обработки в кондиционере, воздуховодом подается обратно в кондиционируемое помещение.

Моноблочные шкафные кондиционеры включают все необходимые элементы и представляют собой компрессорно-конденсаторную и испарительную секции, объединенные в едином корпусе (моноблоке) (рис. 2.3.).

Воздух для охлаждения конденсатора (3) подается по воздуховоду или непосредственно через отверстие в стене и выбрасывается на улицу встроенным центробежным вентилятором (5). Величина напора, обеспечиваемого вентилятором, зависит от типоразмера и может составлять 70 – 200 Па.

Рециркуляционный воздух из помещения очищается фильтром (7), расположенным на передней панели испарительной секции, охлаждается в испарителе (4) и центробежным вентилятором (6) подается непосредственно в помещение или в распределительные воздуховоды.

В конденсаторной секции располагаются компрессор и конденсатор, а в испарительной — испаритель, терморегулирующий клапан, встроенный пульт управления и автоматика.

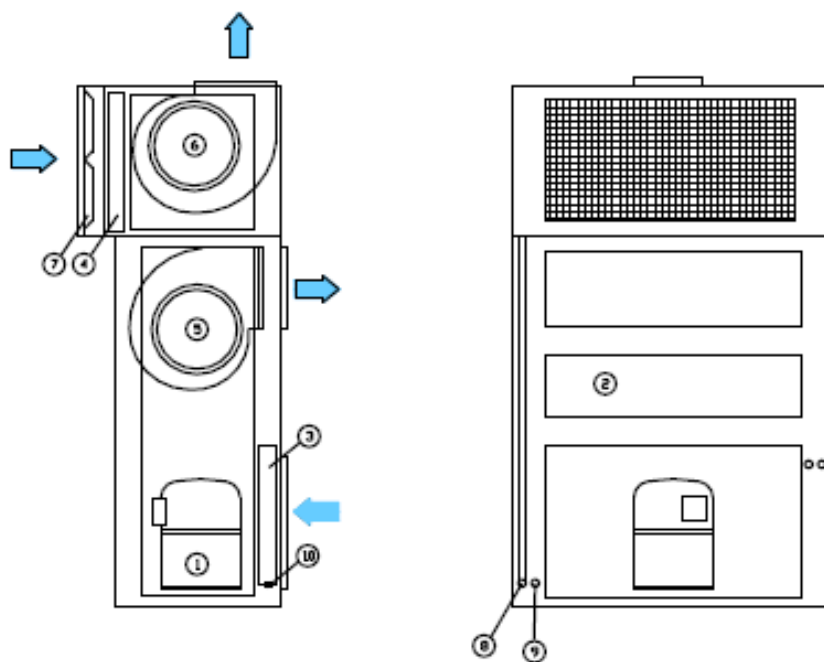


Рис. 2.3. Схема шкафного кондиционера, выполненного в виде моноблока

Испарительная секция устанавливается непосредственно в кондиционируемом помещении, а конденсаторный блок с центробежным вентилятором устанавливается в каком-либо подсобном помещении (на чердаке, в подвале, в техническом помещении или соседней комнате).

На лицевой панели кондиционера установлен пульт управления, с которого можно задавать температуру воздуха в помещении и управлять работой кондиционера.

Центральные кондиционеры, нашедшие самое широкое применение в комфортном и технологическом кондиционировании, представляют собой неавтономные кондиционеры, снабжаемые извне холодом (подводом холодной воды или незамерзающих жидкостей), теплом (подводом горячей воды или пара) и электроэнергией для привода вентиляторов, насосов, запорно-регулирующих аппаратов на воздушных и жидкостных коммуникациях и пр.

Центральные кондиционеры предназначены для обслуживания нескольких помещений или одного большого помещения. Иногда несколько центральных кондиционеров обслуживают одно помещение больших размеров (театральный зал, закрытый стадион, производственный цех и т.п.).

Центральные кондиционеры выпускаются в секционном исполнении и состоят из унифицированных типовых секций, предназначенных для регулирования, смешивания, нагревания, охлаждения, очистки, осушки, увлажнения и перемещения воздуха.

Классификация центральных кондиционеров приведена на рис. 2.4.

Прямоточные центральные кондиционеры обрабатывают только наружный воздух, кондиционеры с рециркуляцией обрабатывают смесь наружного и рециркуляционного (вытяжного) воздуха.

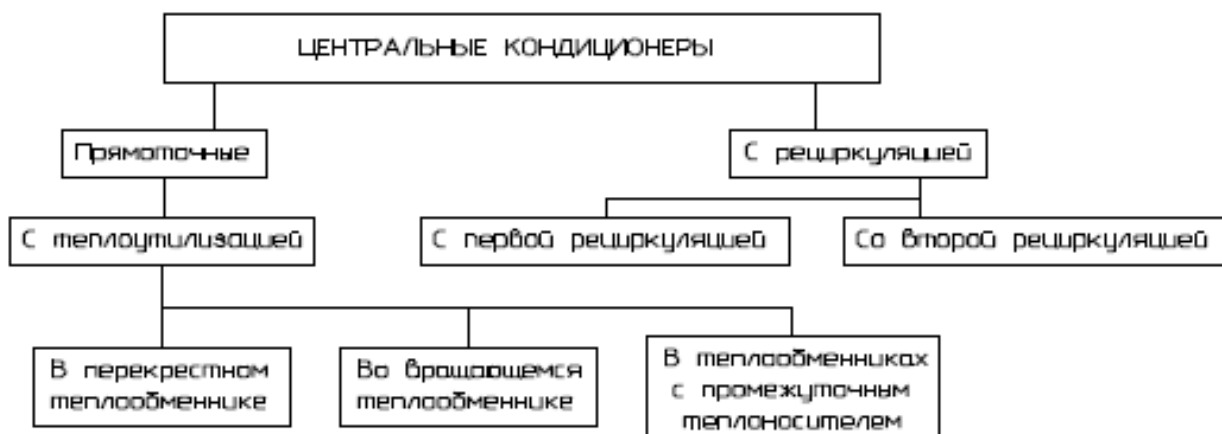


Рис. 2.4. Классификация центральных кондиционеров

1-я рециркуляция представляет собой подмешивание рециркуляционного воздуха к наружному перед теплообменником 1-го подогрева, что значительно снижает потребление тепла на 1-й подогрев.

2-я рециркуляция представляет собой подмешивание рециркуляционного воздуха к наружному воздуху, прошедшему обработку в воздухоохладителе или камере орошения перед вентилятором. При этом отпадает необходимость включения в работу теплообменника 2-го подогрева в летний период.

Кондиционер с теплоутилизацией – это прямоточный кондиционер с центральным теплоутилизатором, в котором нет смешения потоков наружного и рециркуляционного воздуха, а передача тепла от удаляемого воздуха к наружному происходит в специальном теплообменнике.

Использование в центральном кондиционере рециркуляции и теплоутилизации позволяет существенно сократить затраты тепловой энергии, связанные с обогревом воздуха в холодное время года.

Если рециркуляция воздуха недопустима в связи с технологическими особенностями обслуживаемого помещения, то применяют центральную прямоточную схему кондиционера.

Конструкция центрального кондиционера.

Центральный кондиционер состоит из отдельных типовых секций, герметично соединенных между собой. Корпус кондиционера исполнен на базе каркаса из алюминиевых профилей, к которым крепятся постоянные и съемные (для доступа к агрегатам) панели.

Панели состоят из наружного и внутреннего оцинкованных листов, между которыми устанавливается минераловатная теплоизоляционная прокладка.

С целью облегчения подхода к узлам установки предусмотрены открываемые смотровые двери или съемные панели со стороны обслуживания.

Требования к параметрам кондиционируемого воздуха лежат в основе технологической компоновки, поэтому набор секций может быть весьма разнообразен.

Секции могут быть скомпонованы в двухъярусном исполнении или с учетом рельефов помещений, в которых устанавливается кондиционер.

Кроме стандартных типовых компоновок существует возможность создания собственной уникальной компоновки кондиционера.

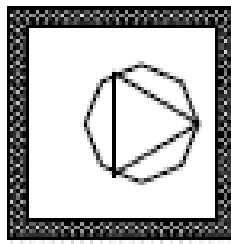
Размеры секций унифицированы и зависят, как правило, от расхода и скорости обрабатываемого в кондиционере воздуха.

Среди основных секций, используемых при компоновке центрального кондиционера: вентиляторная секция, секция охлаждения, нагрева, увлажнения, фильтрации, шумоглушения и теплоутилизации.

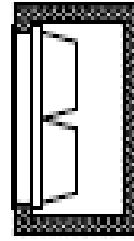
На рис. 2.5. приводятся условные обозначения типовых секций, используемых при технологической компоновке центральных кондиционеров.

Выбор той или иной компоновки (технологической линии обработки воздуха) зависит от многих факторов, в первую очередь, от назначения и режима использования помещений, конструктивных особенностей здания, а также от санитарно-гигиенических, строительно-монтажных, архитектурных, эксплуатационных и экономических требований.

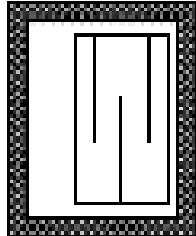
Примеры технологической компоновки центральных кондиционеров представлены на рис. 2.6.



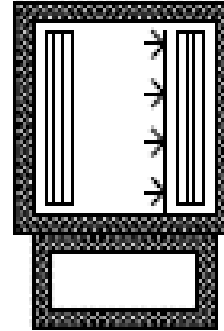
Вентиляторная
секция



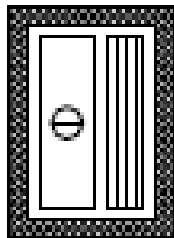
Секция
фильтрации



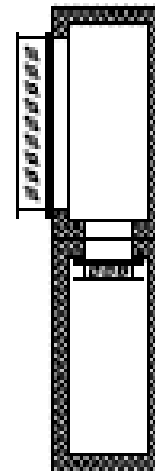
Секция
шумоглушения



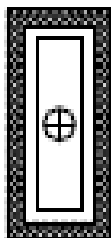
Камера
орошения



Секция
воздухоохлаждения
с отделителем
капельной влаги



Секция
смешения



Секция
воздухоподогревателя

Рис. 2.5. Условные обозначения секций центральных кондиционеров

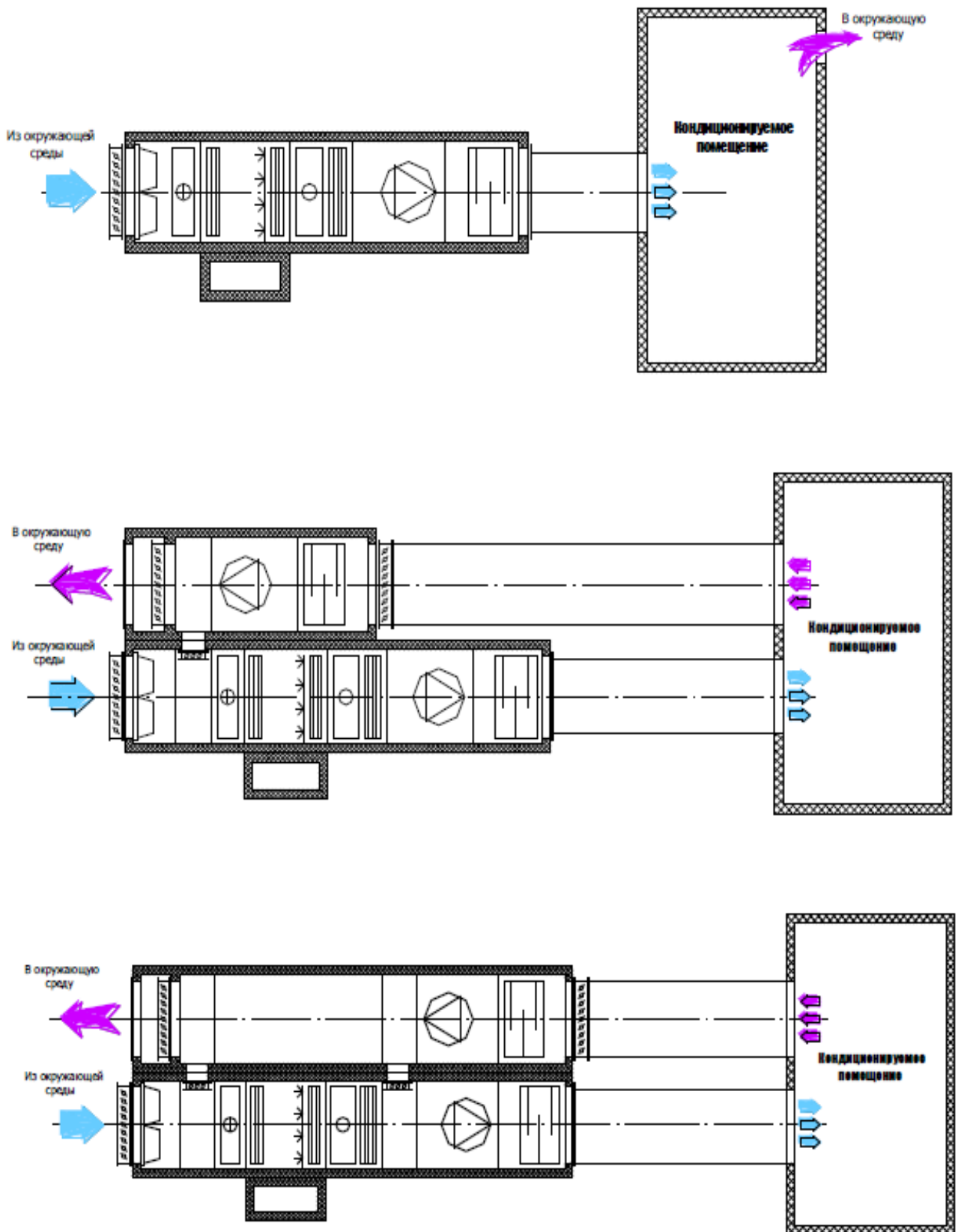


Рис. 2.6. Примеры технологической компоновки центральных кондиционеров

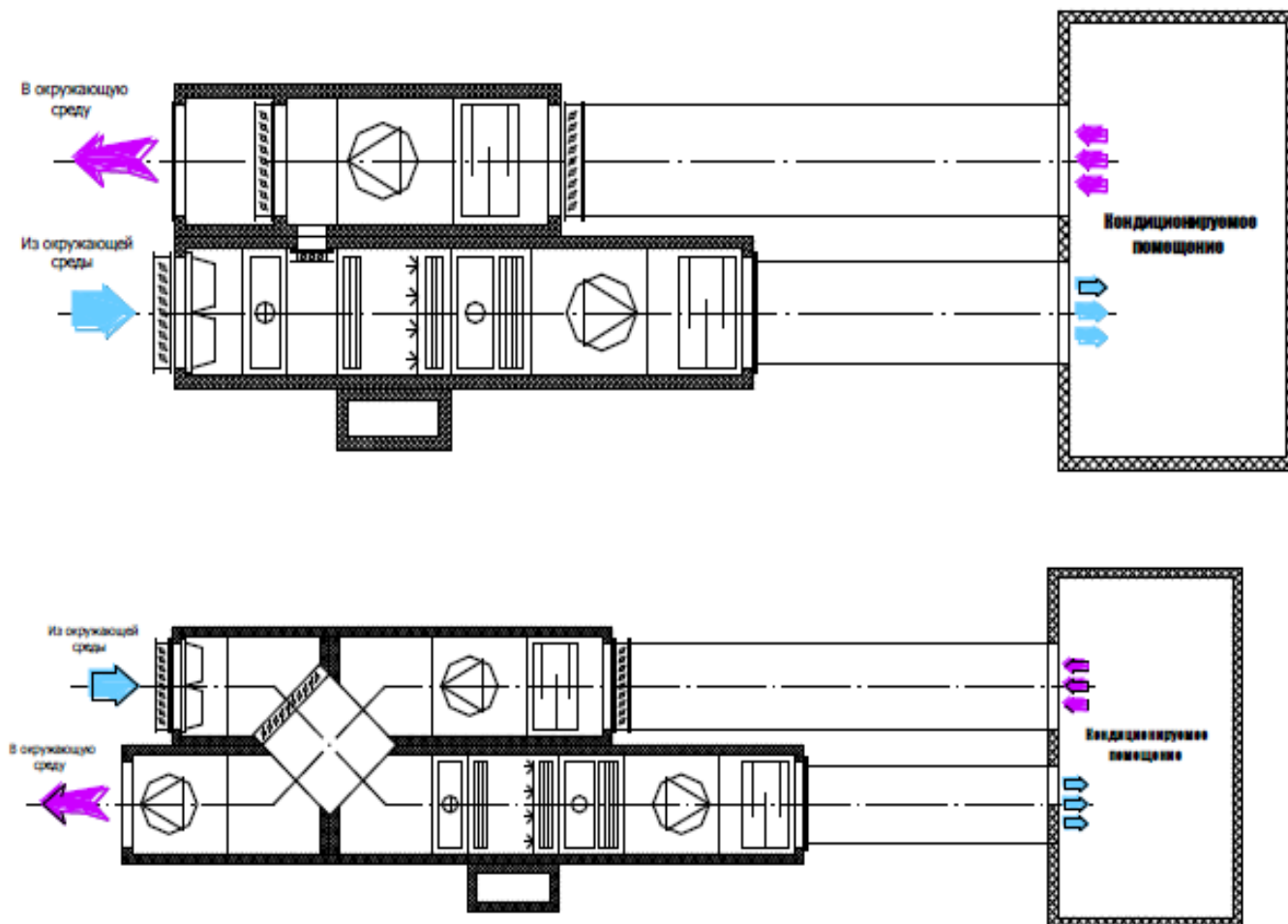


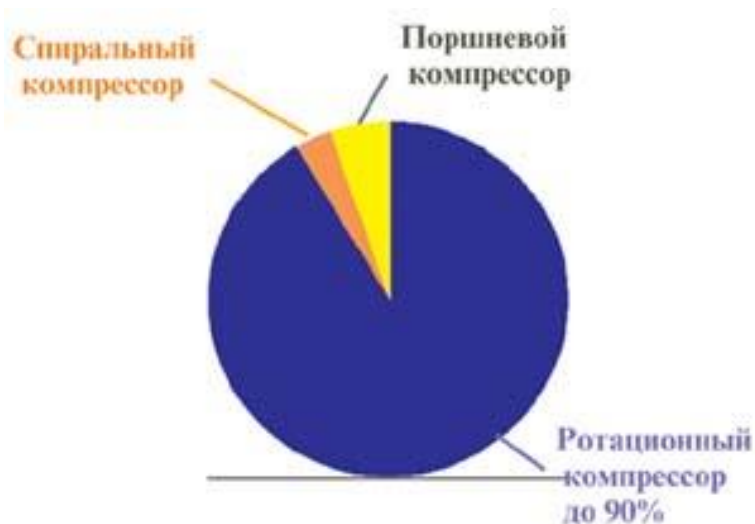
Рис. 2.6. Примеры технологической компоновки центральных кондиционеров(продолжение)

Контрольные вопросы задания: 1. Какие существуют основные типы кондиционеров? 2. Назовите преимущества и недостатки кондиционеров сплит-систем. 3. Какие преимущества и недостатки канальных кондиционеров вы знаете?. 4. В чем заключаются особенности крышных кондиционеров? 5. Шкафные кондиционеры: преимущества и недостатки. 6. Приведите классификацию центральных кондиционеров. 7. Каковы основные секции центрального кондиционера?

ТЕМА 2.2. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНДИЦИОНЕРА. ХЛАДОГЕНТЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.

1. Компрессоры: ротационные, спиральные, поршневые.
2. Трехсекционный теплообменник: конструкция, применение.
3. Регулятор потока хладагента.
4. Клапаны: четырехходовой, электромагнитный.
5. Ресивер и накопитель хладагента.
6. Фильтры.
7. Дренажный насос.
8. Вентиляторы.
9. Хладагенты климатических систем.

1. Компрессоры: ротационные, спиральные, поршневые



В бытовых и полупромышленных кондиционерах в настоящее время используются три основных типа компрессоров — ротационный, спиральный и поршневой, причем на долю ротационных компрессоров приходится около 90% (рис. 2.7.). В климатических системах большой мощности (от 160 до 3500 кВт) применяются винтовые компрессоры. Срок эксплуатации кондиционера обычно определяется сроком годности компрессора и составляет от 7 до 10 лет.

Рис. 2.7. Доля различных типов компрессоров в общем объеме производства кондиционеров.

Ротационные компрессоры (рис. 2.8.) осуществляют всасывание и сжатие газа с помощью вращающегося на валу ротора. За счет вращательного движения рабочих органов в компрессорах этого типа (также как в спиральных и винтовых) существенно снижены пульсации давления и пусковые токи).

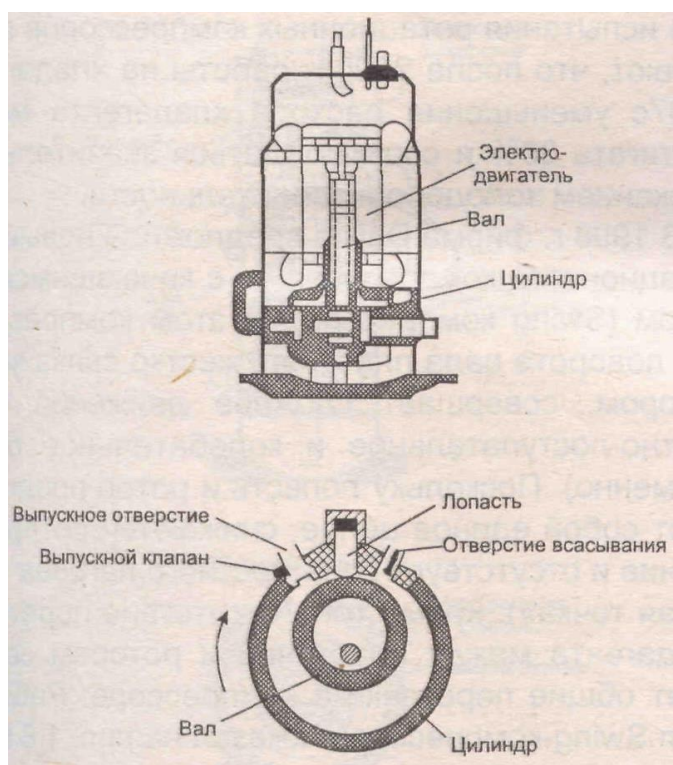


Рис. 2.8. Устройство ротационного компрессора

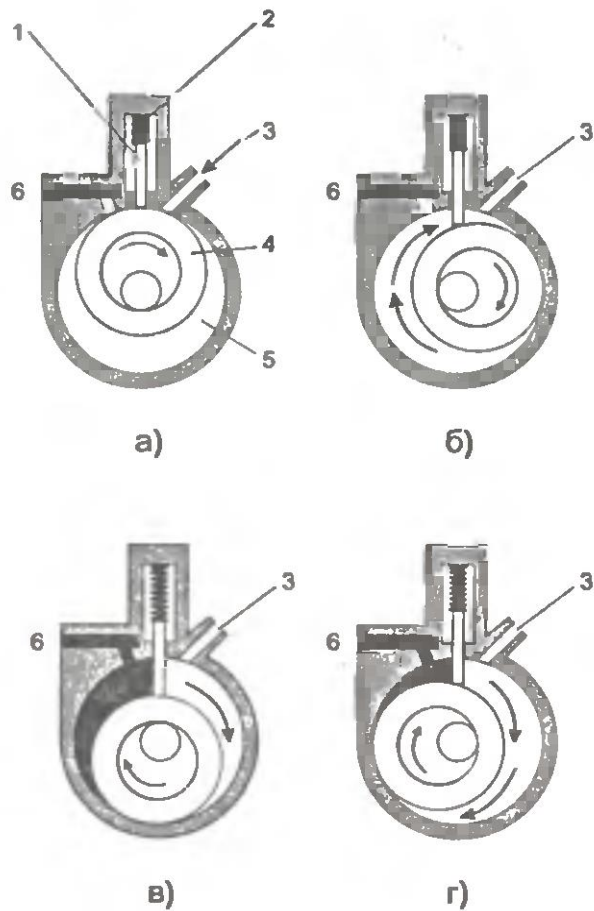


Рис. 2.9. Рабочий цикл ротационного компрессора со стационарными пластинами:
 а — рабочий объем цилиндра заполнен хладагентом, б — начало сжатия хладагента (слева от ротора) и всасывание новой его порции (справа), в — продолжение сжатия и всасывания, г — завершение сжатия и заполнение рабочего объема цилиндра новой порцией хладагента.
 1 — пластина, 2 — пружина, 3 — отверстие всасывания, 4 — ротор, 5 — рабочий объем цилиндра, 6 — выпускной клапан

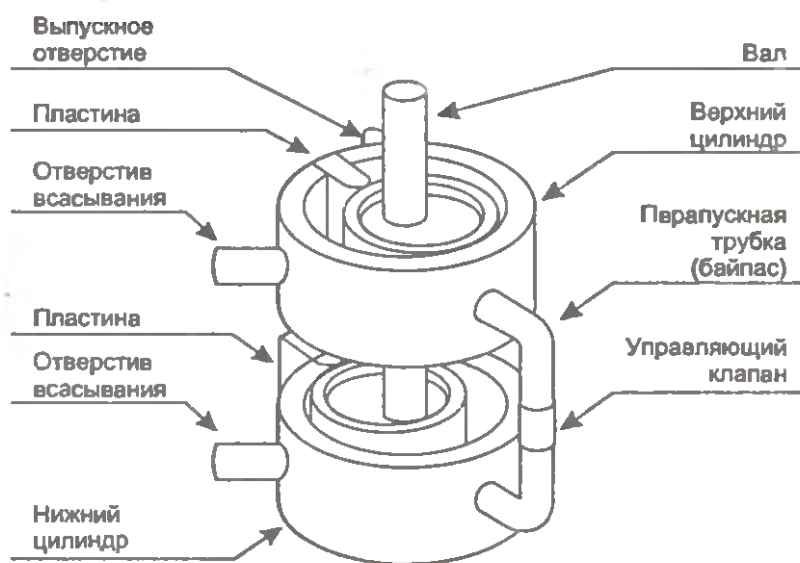


Рис. 2.10. Ротационный компрессор с двумя роторами

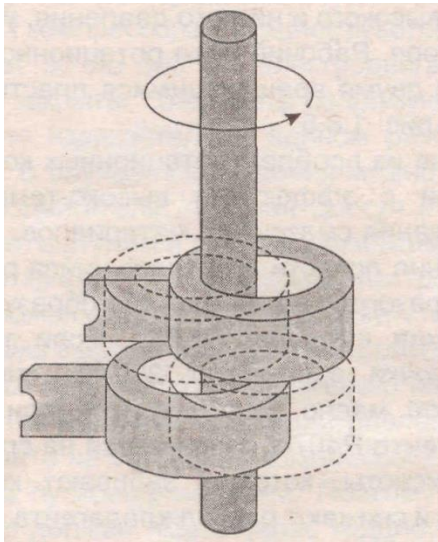


Рис. 2.11. Противофазное расположение роторов на валу двухроторного компрессора.

Ротационные компрессоры производятся в двух вариантах: со стационарными и вращающимися пластинами. Рабочий цикл компрессора со стационарной пластиной показан на рис. 2.9. Ротор эксцентрично закреплен на валу компрессора. При вращении вала эксцентрик обкатывается по внутренней поверхности цилиндра, сжимая перед собой очередную порцию хладагента. Пластина разделяет области высокого и низкого давления.

Ряд фирм-производителей (Panasonic, Sanyo и др.) применяют в своих мультисплит-системах ротационные компрессоры с двумя роторами (рис. 2.10). На валу компрессора эксцентрично вращаются два ротора, каждый из которых осуществляет сжатие хладагента в своем цилиндре. Эксцентрики расположены на валу противофазно (рис. 2.11.), благодаря чему уменьшается суммарная вибрация при их совместной работе. Цилиндры двухроторного компрессора соединены между собой перепускной трубкой (байпасом) с управляющим клапаном, что позволяет эффективно регулировать производительность при использовании компрессоров данного типа в мультисплит-системах.

В компрессорах с вращающимися пластинами эти пластины (две или более), разделяющие области высокого и низкого давления, установлены на роторе. Рабочий цикл ротационного компрессора с двумя вращающимися пластинами показан на рис. 2.12.

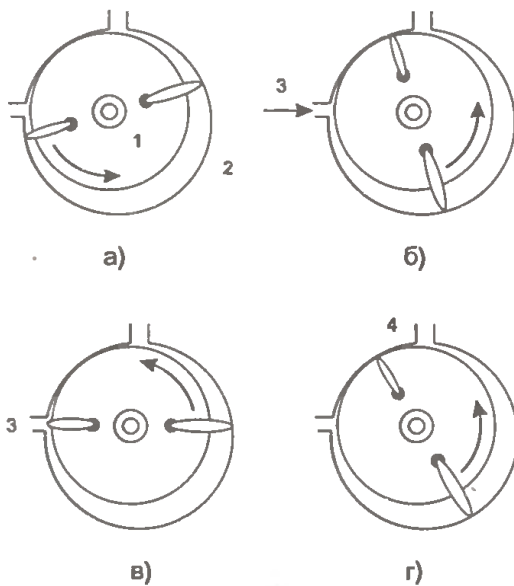


Рис. 2.12. Рабочий цикл ротационного компрессора с вращающимися пластинами:

а — рабочий объем цилиндра заполнен хладагентом, б — начало сжатия хладагента и всасывание новой его порции, в — продолжение сжатия и всасывания, г — завершение сжатия и заполнение рабочего объема цилиндра новой порцией хладагента.

1 — ротор, 2 — цилиндр, 3 — отверстие всасывания, 4 — выпускное отверстие

Одна из проблем ротационных компрессоров связана с эффектами высокотемпературного разложения смазочных материалов. В результате трения лопасти о вращающийся ротор происходит разогрев ее кромки, где образуются так

называемая «горячая точка». Если температура этой точки превышает 200 °С, синтетическое эфирное масло, используемое при работе на хладагенте R407с, разлагается на спирт и жирные кислоты, которые забивают капиллярные трубки и снижают расход хладагента. Лабораторные испытания ротационных компрессоров показывают, что после 2000 ч работы на хладагенте R407с уменьшение расхода хладагента может достигать 30% и сопровождаться значительным снижением холодопроизводительности.

В 1998 г. фирма Daikin предложила новый вид ротационного компрессора — с качающимся ротором (Swing-компрессор). В этом компрессоре при повороте вала пластина, жестко связанная с ротором, совершает сложное движение (возвратно-поступательное и колебательное одновременно). Поскольку лопасть и ротор представляют собой единое целое, снижаются потери на трение и отсутствует зона местного нагрева («горячая точка»). Кроме того, отсутствие перетечек хладагента между пластиной и ротором сокращает общие перетечки в компрессоре. Рабочий цикл Swing-компрессора показан на рис. 2.13.

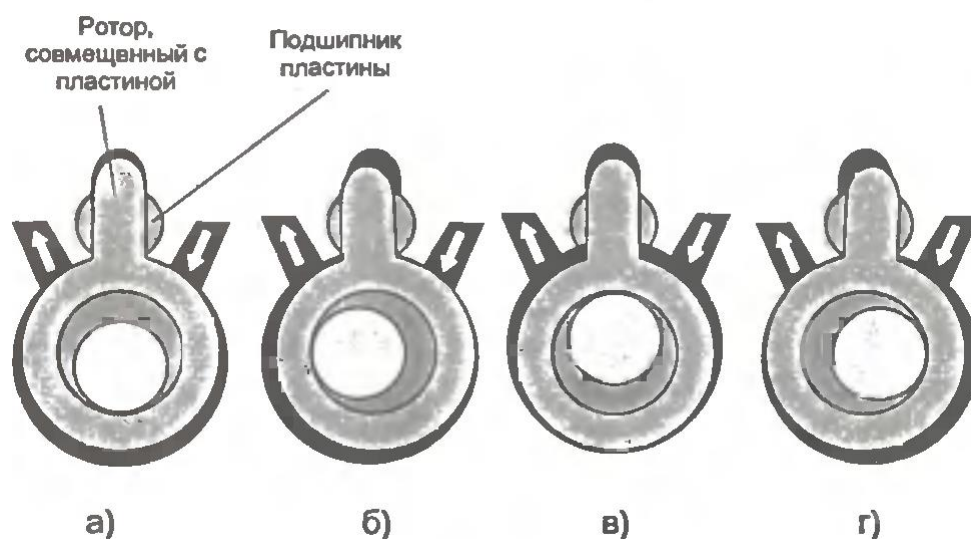


Рис. 2.13. Рабочий цикл Swing-компрессора:

а — рабочий объем цилиндра заполнен хладагентом, б — начало сжатия хладагента и всасывание новой его порции, в — продолжение сжатия и всасывания, г — завершение сжатия и заполнение рабочего объема цилиндра новой порцией хладагента

В климатических системах малой и средней мощности (от 5 до 40 Вт) используются также спиральные компрессоры (компрессоры Scroll). Компрессор (рис. 2.14.) состоит из двух стальных спиралей, расширяющихся от центра к периферии цилиндра и вставленных одна в другую. Одна из спиралей закреплена неподвижно, вокруг нее вращается подвижная спираль. Профиль спиралей образован эвольвентной кривой. Подвижная спираль установлена на эксцентрикe и при вращении ее внешняя поверхность как бы катится по внутренней поверхности неподвижной спирали. Благодаря этому точка контакта спиралей постепенно перемещается от периферии к центру, сжимая перед собой пары хладагента и вытесняя их в центральное отверстие в верхней крышке цилиндра. Так как точек контакта несколько (они расположены на каждой витке подвижной спирали, то

происходит более плавное сжатие паров, уменьшается нагрузка на электродвигатель, особенно в момент пуска.

В технологическом плане компрессор Scroll более сложен, поскольку необходимо обеспечить герметичность по торцам спиралей и очень точное прилегание профилей спиралей. Поэтому компрессоры данного типа пока нашли ограниченное применение.

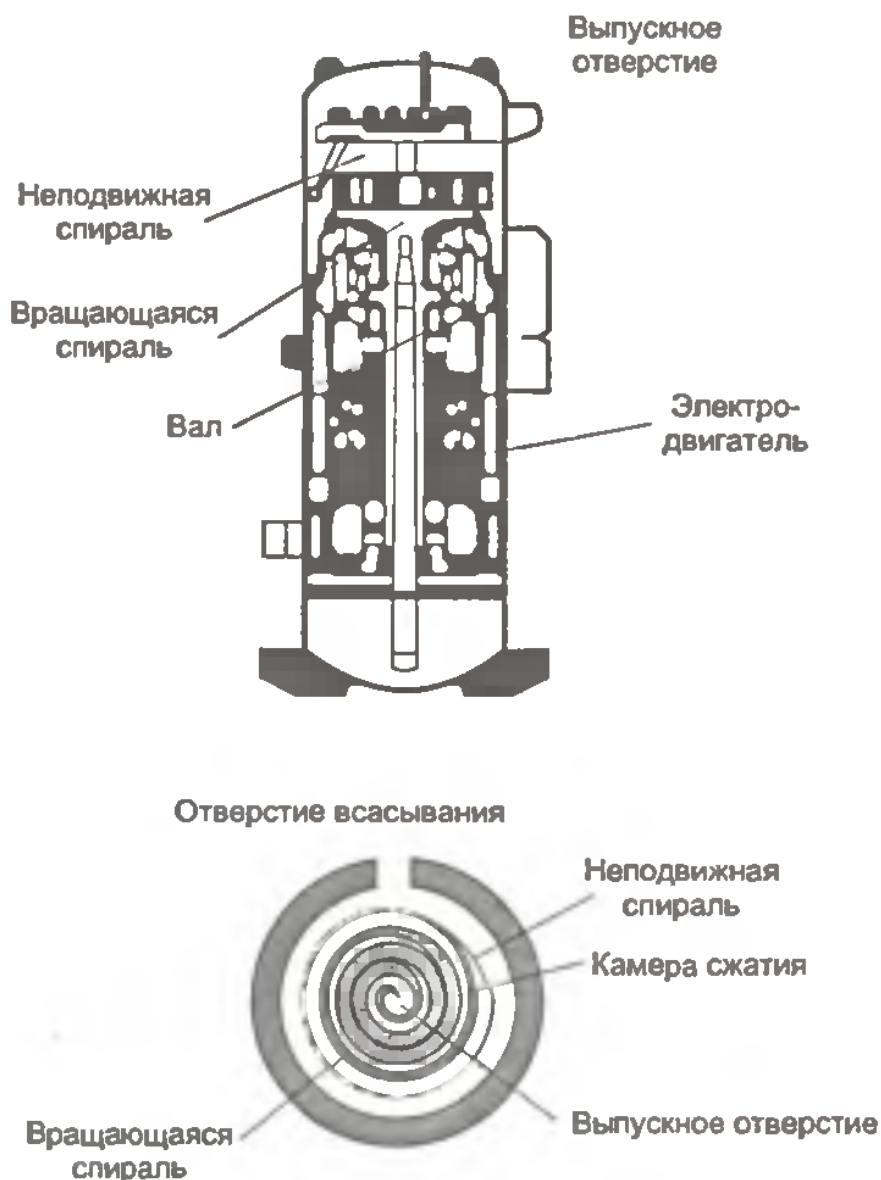


Рис.2.14 Спиральный компрессор (компрессор Scroll)

В поршневом компрессоре (рис. 2.15.) сжатие газа происходит при возвратно-поступательном движении поршня в цилиндре. В фазе всасывания (а) поршень движется вниз от верхней, так называемой «мертвой точки». При этом над поршнем создается разрежение и через открытый впускной клапан хладагент поступает в цилиндр. В фазе сжатия (б) поршень движется вверх и сжимает хладагент, который выходит из цилиндра через выпускной клапан. При движении в цилиндре поршень никогда не касается головки клапанов, оставляя свободное пространство, которое называют «мертвым объемом».

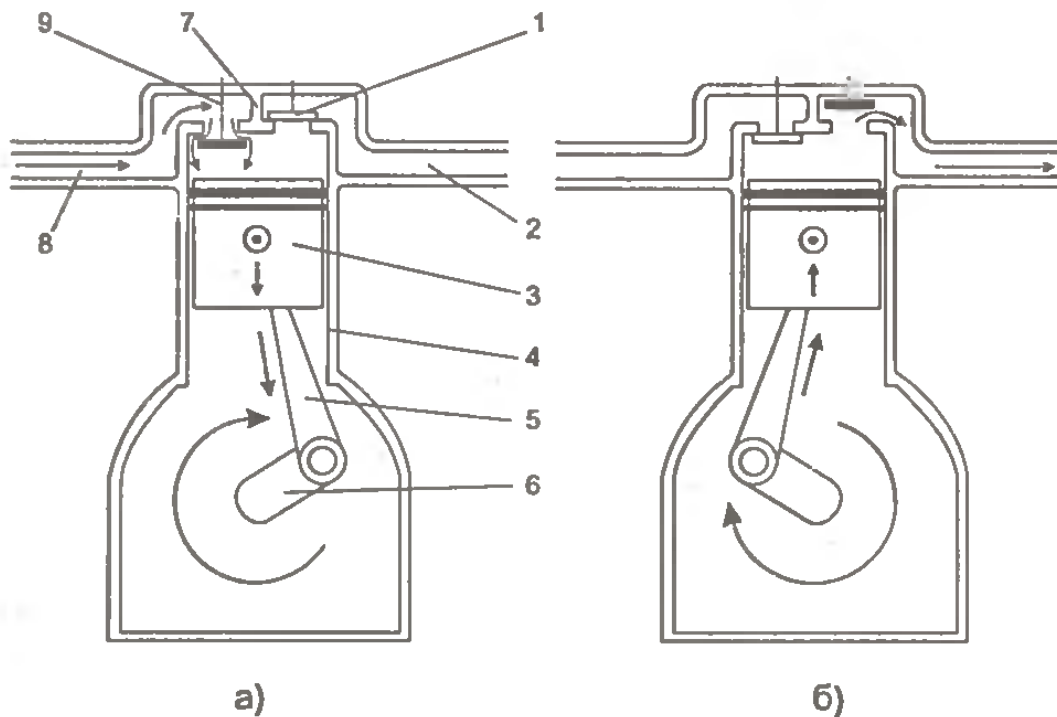


Рис. 2.15. Поршневой компрессор:

а — фаза всасывания хладагента, *б* — фаза сжатия и выпуска хладагента высокого давления. 1 — выпускной клапан, 2 — линия нагнетания хладагента, 3 — поршень, 4 — цилиндр, 5 — шатун, 6 — коленчатый вал, 7 — головка клапанов, 8 — линия всасывания хладагента, 9 — впускной клапан

В зависимости от типа конструкции различают герметичные, полугерметичные и открытые поршневые компрессоры. В герметичном компрессоре электродвигатель и компрессор находятся в едином герметичном корпусе. Такие компрессоры, мощностью 1,7...35 кВт применяются в холодильных машинах малой и средней мощности. В полу-герметичных компрессорах, мощность которых варьируется от 30 до 300 Вт, электродвигатель и компрессор закрыты, соединены напрямую и расположены по горизонтали в едином разборном контейнере. В случае повреждения можно извлекать электродвигатель, получая доступ к клапанам, поршню, шатунам и другим элементам конструкции. В открытых компрессорах электродвигатель расположен снаружи (вал с соответствующими сальниками выведен за пределы корпуса).

Основным недостатком поршневого компрессора является наличие пульсаций давления паров хладагента на выходе из компрессора, а также большие пусковые нагрузки. Поэтому электродвигатель должен иметь запас мощности для пуска компрессора и иметь акустическую защиту для снижения уровня шума.

Количество запусков компрессора является наиболее критичным для его срока службы. Именно на режиме запуска происходит наибольшее количество отказов, поэтому приходится ограничивать время между повторными пусками компрессора (как правило, не менее 6 мин), и время между остановом компрессора и его повторным пуском (2...4 мин).

2. Трехсекционный теплообменник: конструкция, применение

Теплообменники кондиционеров обычно изготавливают из медных трубок диаметром от 6 до 19 мм. Трубки многократно пронизывают пакет радиаторных пластин, расстояние между которыми обычно составляет 1.5...3 мм (рис. 2.16.). Пакет пластин и трубки могут иметь различную конфигурацию, например, пластины могут быть гофрированными, иметь сквозные отверстия, просечки, выступы, а трубки могут иметь как гладкую, так и рифленую внутреннюю поверхность, пронизывать пакет пластин в шахматном порядке и т. д. Все эти приемы служат решению задачи максимальной интенсификации теплообмена между протекающим по трубкам хладагентом и обтекающим теплообменник воздухом. Однако развитие наружной поверхности теплообмена и турбулизация потока воздуха вблизи поверхности пластин оборачивается ростом гидравлического сопротивления устройства, что требует повышения мощности вентилятора.

Скорость воздушного потока, проходящего через теплообменник, обычно составляет 1,0 ..3,5 м/с.

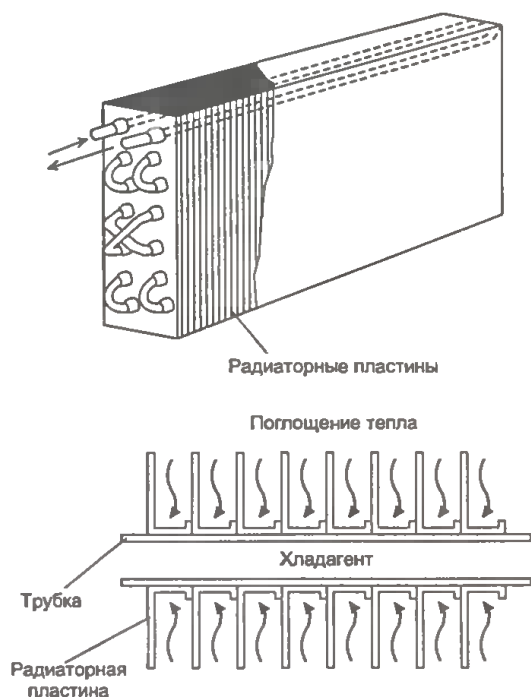


Рис. 2.16. Устройство теплообменника.

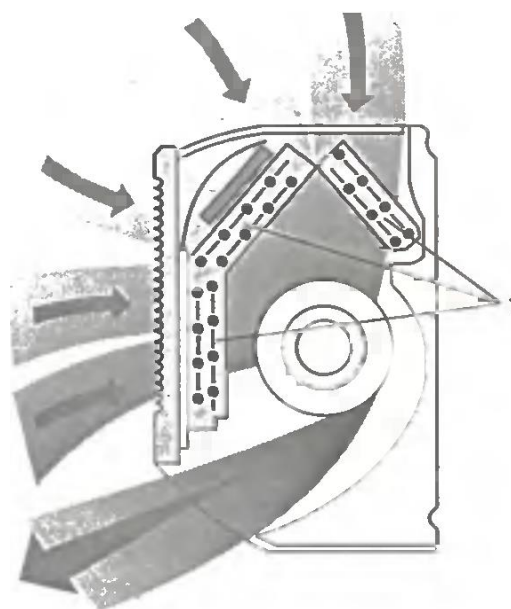


Рис. 2.17. Трехсекционный теплообменник сплит-систем Panasonic. 1 — секции теплообменника.

Для максимальной интенсификации процесса теплоотдачи теплообменник выполняется сочлененным из нескольких (до 4) секций. В современных сплит-системах теплообменник как бы обнимает крыльчатку вентилятора, из-за чего внутренние блоки стали «круглее». Фирмы-производители называют такие конструкции С - образными (Sanyo), лямбда-образными (Fujitsu General) и т. п. На рис. 2.17. показана, например, конструкция трехсекционного (triple-bend) теплообменника, применяемого во внутренних блоках сплит-систем Panasonic.

Рядом фирм разработаны специальные антикоррозийные покрытия поверхности теплообменников (Blue Fin в кондиционерах Panasonic. Gold Fin в

кондиционерах LG), благодаря нанесению которых увеличивается срок службы этого элемента конструкции, особенно в районах с морским климатом.

3. Регулятор потока хладагента.

Регулятор потока служит для дозированной подачи жидкого хладагента из области высокого давления (от конденсатора) в область низкого давления (к испарителю).

Простейшим регулятором потока служит свернутая в спираль тонкая длинная трубка (капиллярная трубка), диаметром 0,6...2,25 мм (рис. 2.18.). Благодаря низкой стоимости, надежности и простоте конструкции капиллярные трубки широко применяются в сплит-системах малой мощности.



Рис. 2.18. Капиллярная трубка

Недостатком этого простого устройства является то обстоятельство, что расход хладагента через трубку зависит только от перепада давления на ней и не поддается регулированию при изменении условий работы кондиционера. Например, при понижении давления конденсации из-за снижения температуры наружного воздуха заполнение испарителя хладагентом окажется недостаточным, вследствие чего упадет холодопроизводительность кондиционера.

В более мощных установках применяется терморегулирующий вентиль (ТРВ), регулирующий подачу хладагента в испаритель таким образом, чтобы поддерживать заданное давление испарения и перегрев в испарителе при изменении условий работы климатической системы.

На рис. 2.19. показан ТРВ с внутренним уравниванием, применяемый в климатических системах малой и средней мощности.

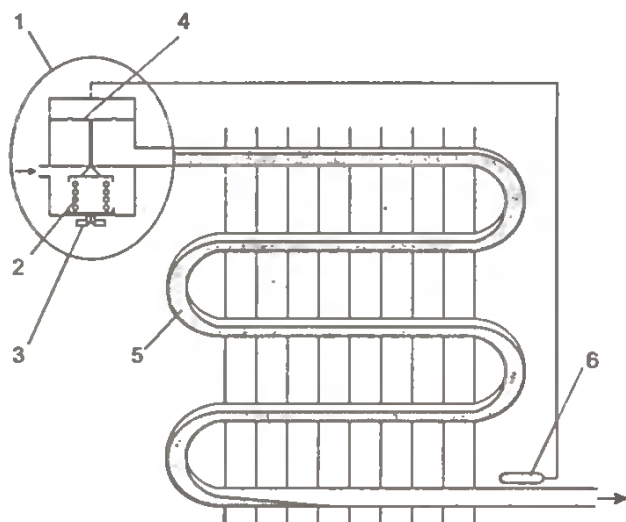


Рис. 2.19. с внутренним уравниванием.
1 — ТРВ, 2 — пружина, 3 — регулировочный винт, 4 — мембрана, 5 — испаритель, 6 — термобаллон

Расход хладагента через ТРВ определяется проходным сечением регулирующего клапана. На регулируемую мембрану 4 воздействует усилие пружины 2 и давление за клапаном (давление испарения), направленное на закрытие проходного сечения ТРВ. Над мембраной 4 термобаллоном 6 создается давление, направленное на открытие проходного сечения ТРВ.

Термобаллон крепится к трубопроводу на выходе испарителя, поэтому давление в баллоне и, следовательно, над мембраной, определяется температурой на выходе испарителя (или перегревом в испарителе).

При увеличении температуры наружного воздуха хладагент начинает кипеть более интенсивно. Перегрев хладагента увеличивается, и, соответственно, растет температура термобаллона. Возросшее давление в баллоне воздействует на мембрану и открывает проходное сечение ТРВ, увеличивая подачу хладагента в испаритель и восстанавливая состояние равновесия.

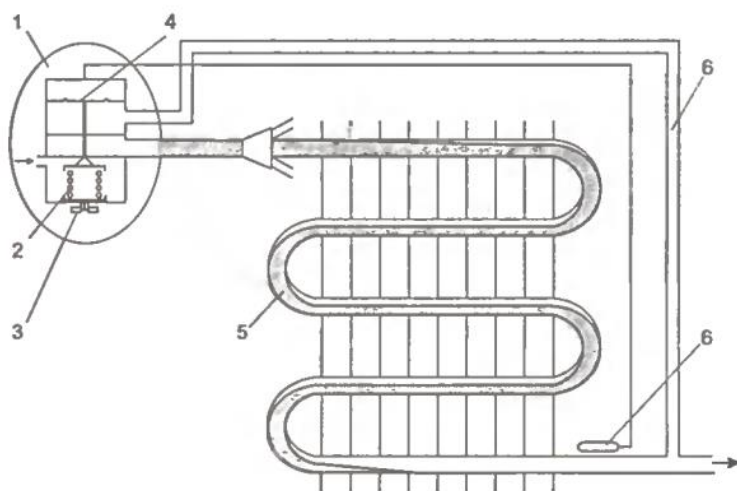


Рис. 2.20. Терморегулирующий вентиль с внешним уравниванием. 1 — ТРВ, 2 — пружина, 3 — регулировочный винт, 4 — мембрана, 5 — испаритель, 6 — термобаллон, 7 — управляющая трубка

При уменьшении температуры наружного воздуха процесс идет в обратную сторону: ТРВ прикрывается и уменьшает подачу хладагента в испаритель.

С помощью регулировочного винта можно изменять настройку ТРВ.

Однако при изменении гидравлического сопротивления испарителя вследствие изменений условий работы климатической системы ТРВ с внутренним уравниванием не позволяет точно поддерживать постоянное давление испарения на выходе. В климатических системах средней и большой мощности применяют ТРВ с внешним уравниванием (рис. 2.20), в котором давление замеряется не за клапаном, а на выходе из испарителя с помощью дополнительной управляющей трубки. Благодаря такому подключению, ТРВ обеспечивает стабильное поддержание давления испарения и перегрева при переменном гидравлическом сопротивлении в испарителе.

4. Клапаны: четырехходовой, электромагнитный.

Четырехходовой (реверсивный) клапан применяется в кондиционерах, имеющих как режим охлаждения, так и режим обогрева, и служит для переключения между этими режимами (реверсирования цикла). Схема работы четырехходового клапана показана на рис. 2.21.

В режиме охлаждения (а) обмотка соленоида обесточена и управляющий клапан соединяет левую полость поршня клапана с линией всасывания перед компрессором. Поршень смещен влево и соединяет выход компрессора с теплообменником наружного блока, в вход — с теплообменником внутреннего блока.



Теплообменник внутреннего блока

Теплообменник наружного блока

Поршень

Компрессор

В режиме обогрева (б) электропитание подается на обмотку соленоида и управляющий клапан соединяет правую полость поршня с линией всасывания перед компрессором. Поршень смещается вправо и соединяет выход компрессора с теплообменником внутреннего блока, а вход — с теплообменником наружного блока.



Теплообменник внутреннего блока

Теплообменник наружного блока

Поршень

Компрессор

Описанная схема работы четырехходового клапана предполагает подачу тока на обмотку соленоида только в режиме обогрева. Однако существуют разновидности четырехходового клапана, в которых обмотка соленоида запитывается, наоборот, только в режиме охлаждения.

Рис. 2.21. Работа четырехходового клапана:
а) в режиме охлаждения, б) в режиме обогрева

Электромагнитный клапан

Электромагнитные клапаны (ЭК) предназначены для перекрытия отдельных участков контура циркуляции хладагента. Схема ЭК показана на рис. 2.22. При замыкании электрической цепи клапана под действием магнитного поля катушки 1 электромагнита в нее втягивается сердечник 3, вследствие чего открывается проходное отверстие клапана. При размыкании электрической цепи ЭК сердечник электромагнита под действием силы пружины опускается, перекрывая проходное отверстие.

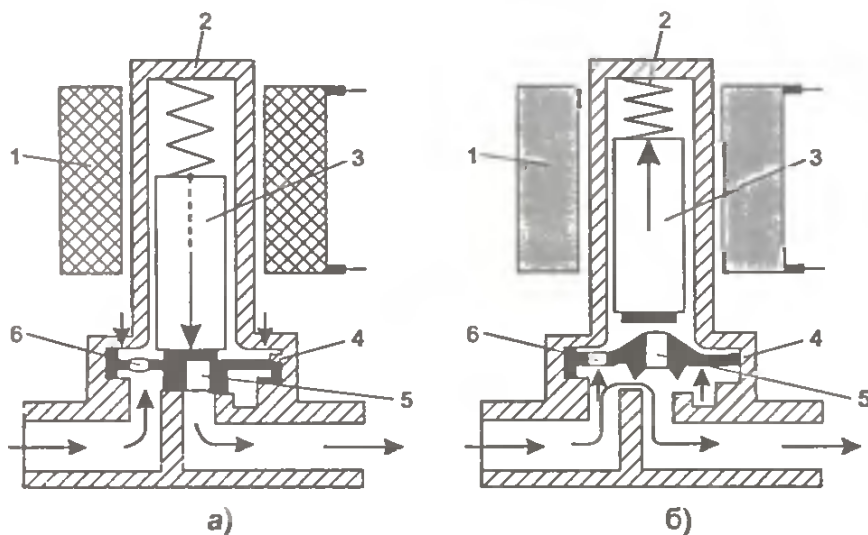


Рис. 2.22. Схема электромагнитного клапана:
 а) — клапан закрыт; б) — клапан открыт.
 1 — электромагнит; 2 — пружина; 3 — сердечник электромагнита; 4 — мембрана клапана; 5 — проходное отверстие; 6 — уравнивающее отверстие

Обратный клапан

Обратный клапан (рис. 2.23.) позволяет хладагенту течь только в одном направлении. При возникновении возвратного потока хладагента шток клапана перекрывает его проходное сечение.

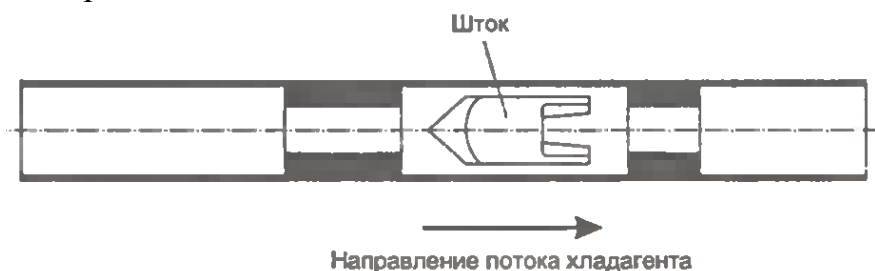


Рис. 2.23. Обратный клапан

5. Ресивер и накопитель хладагента

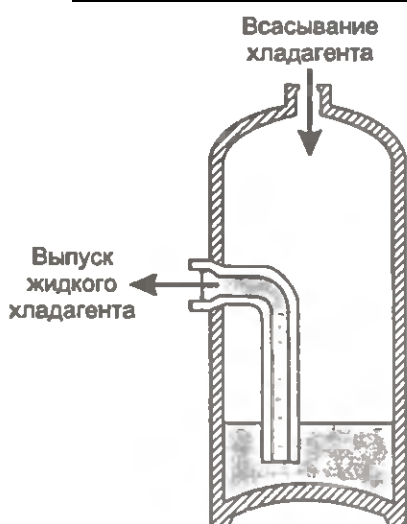


Ресивер

Ресивер или отделитель жидкости (рис. 2.24.) устанавливают перед компрессором, чтобы исключить попадание жидкого хладагента в компрессор при изменении режима работы кондиционера с охлаждения на обогрев и обратно. В англоязычной технической документации он обозначается «accumulator» и иногда переводится на русский язык также как «аккумулятор», хотя этот термин имеет устоявшийся электротехнический смысл.

Рис. 2.24. Ресивер (отделитель жидкости)

Накопитель хладагента



Изменения объема хладагента в контуре климатической системы, вызванные процессами конденсации и испарения, могут привести к уменьшению производительности кондиционера. Для компенсации этих изменений в резервуаре накопителя (рис. 2.25.) имеется некоторое дополнительное количество хладагента.

Рис. 2.25. Накопитель хладагента

6. Фильтры

Фильтр-осушитель

Вода плохо растворяется в хладагентах климатических систем, а присутствие свободной влаги может вызвать коррозию металлических частей, пробой электрической изоляции электрических компонентов, ухудшение смазки и другие отклонения от нормальной работы кондиционера. Для осушения контура циркуляции хладагента применяются фильтры-осушители (рис. 2.26.), подобные тем, что используются в холодильных системах. Фильтр-осушитель может быть заполнен насыпным адсорбентом влаги, либо иметь внутреннюю кассету, содержащую адсорбент.

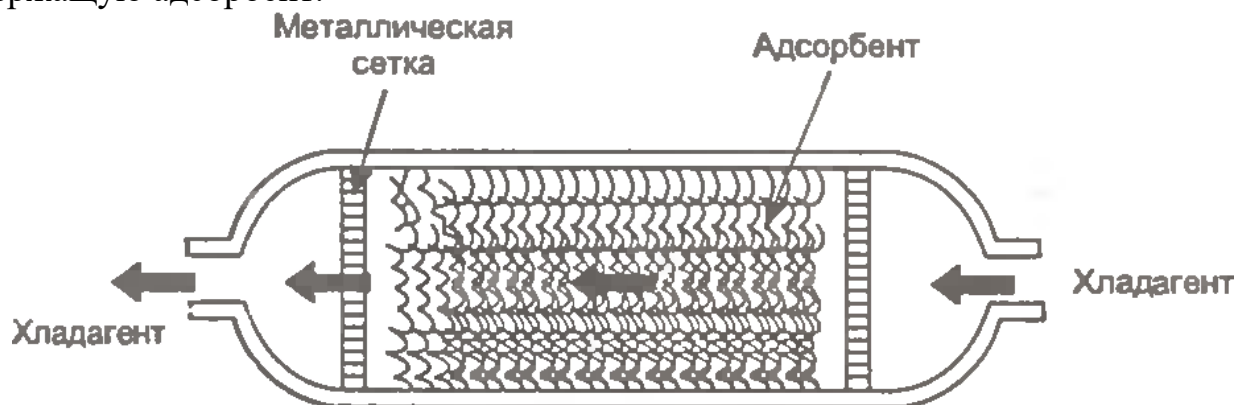


Рис. 2.26. Фильтр-осушитель

Сеточный фильтр

Попадание пыли, металлической стружки или иных загрязнений в контур циркуляции хладагента может привести к засорению капиллярной трубки, клапанов и других элементов конструкции кондиционера. Для улавливания этих загрязнений применяются фильтры из тонкой металлической сетки (рис. 2.27.).

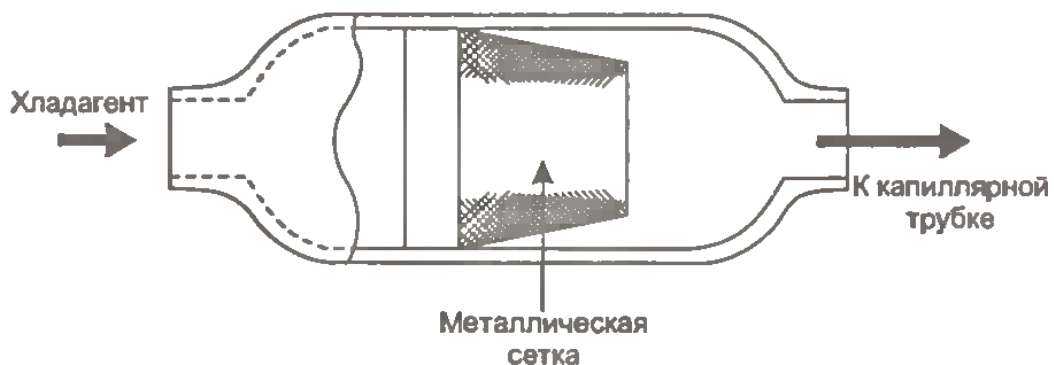


Рис. 2.27. Сеточный фильтр

7. Дренажный насос

При работе кондиционера в режиме охлаждения на поверхности испарителя происходит конденсация влаги из окружающего воздуха. По специальной дренажной трубке производится вывод конденсата в дренажный поддон или непосредственно в систему его удаления (канализацию, на улицу и т. д.). В крупных климатических системах, где объем образующегося конденсата велик, в качестве вспомогательного оборудования применяются дренажные насосы (помпы), позволяющие эффективно откачивать конденсат. Один из вариантов конструкции такого насоса показан на рис. 2.28. Крыльчатка насоса, приводимая в движение электродвигателем, создает напор, достаточный для вывода конденсата на уровень, превышающий уровень расположения емкости для сбора конденсата. Насос может иметь датчик уровня конденсата в дренажном поддоне либо включаться в работу одновременно с включением кондиционера в режиме охлаждения.

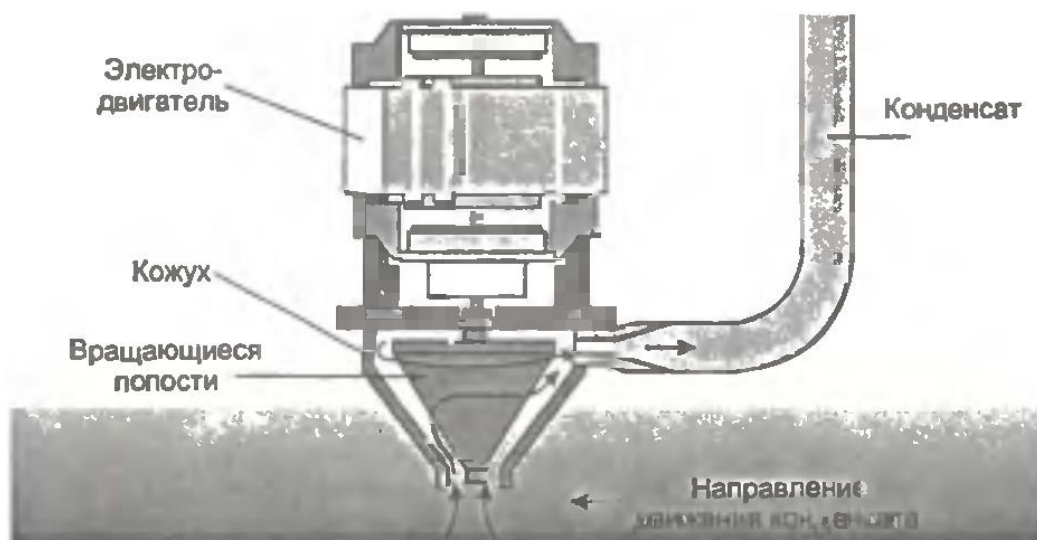


Рис. 2.28. Дренажный насос

8. Вентиляторы

В наружных блоках сплит-систем применяются вентиляторы осевого типа с 3...6 лопастями (рис. 2.29), в которых воздух не меняет направления своего движения. Статическое давление, создаваемое такими вентиляторами, невелико, но они обеспечивают достаточную производительность при работе и, как следствие, эффективную теплоотдачу на пластинах теплообменника наружного блока.

При необходимости изменения направления воздушного потока применяются

реверсивные вентиляторы (реверс осуществляется изменением направления вращения вала на обратное). При этом принимаются меры по улучшению их реверсивных свойств, обеспечивающие идентичность характеристик при обоих направлениях движения воздуха за счет совершенствования формы лопастей. Для улучшения акустических характеристик вентилятора уменьшают количество лопастей до трех, придавая им большую ширину.

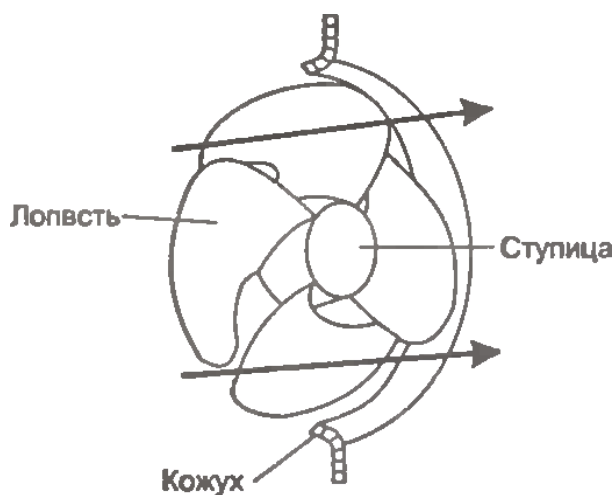


Рис. 2.29. Вентилятор наружного блока сплит-системы

Для того, чтобы снизить гидравлические потери и шум при работе вентилятора, связанные с отрывом пограничного слоя на его лопастях, фирмы-производители совершенствуют аэродинамику вентиляторов. Так, в сплит-системах Panasonic применен реверсивный вентилятор с лопастями в виде крыла чайки, которые более эффективно перемещают воздух. На поверхности лопастей выполнены углубления (рис. 2.30.), благодаря которым происходит турбулиизация пограничного слоя и вследствие смещения точки отрыва пограничного слоя снижается гидравлическое сопротивление лопасти. Эти меры позволили снизить уровень шума при работе вентилятора.

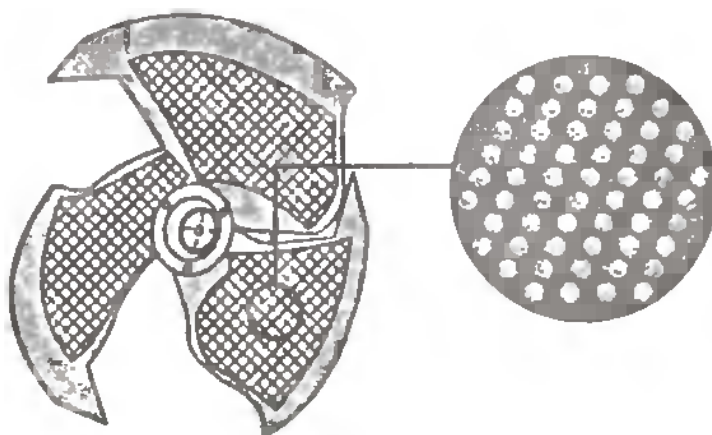


Рис. 2.30. Реверсивный вентилятор сплит-систем Panasonic лопастями в виде крыла чайки углублениями на поверхности лопастей

Вентилятор внутреннего блока.

Во внутренних блоках сплит-систем применяются вентиляторы с крыльчаткой тангенциального типа, поток воздуха в которых поступает в крыльчатку с одной стороны, а выходит с другой, изменив направление своего движения.

Поперечное сечение такого вентилятора показано на рис. 2.31. Срыв потока с кромок лопаток крыльчатки приводит к образованию ядра завихрения, служащего источником шума и гидравлических потерь устройства. Для обеспечения максимального акустического комфорта при работе сплит-системы и максимальной дальности воздушной струи фирмы-производители уделяют большое внимание отработке конфигурации направляющего аппарата.

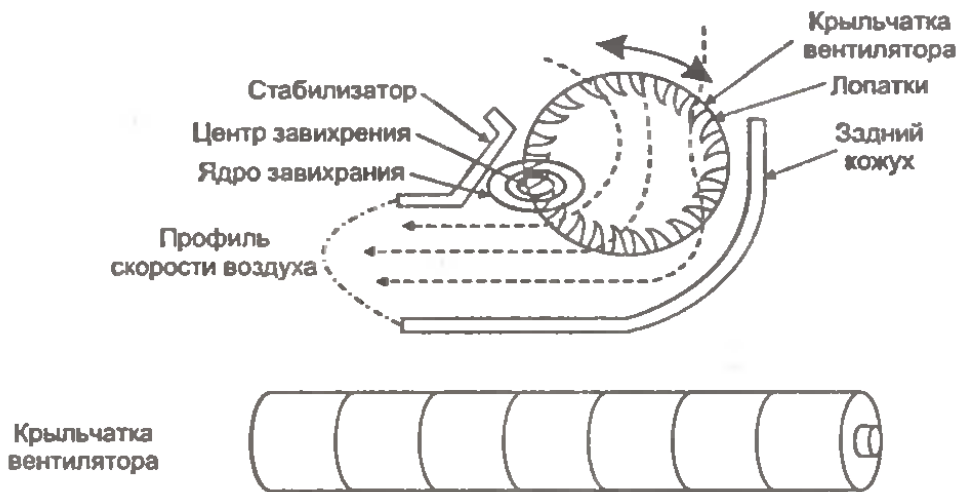
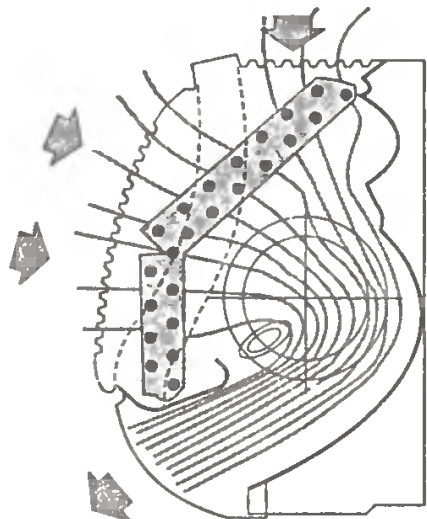


Рис. 2.31. Вентилятор внутреннего блока сплит-системы

В ряде моделей кондиционеров Daikini Toshiba крыльчатка вентилятора имеет переменный шаг лопастей, что исключает возможность возникновения резонансных частот и связанного с ними шума.



На рис. 2.32. показана картина течения воздуха в тщательно спроектированном воздушном тракте внутреннего блока сплит-системы LG. Совершенствование аэродинамики позволило снизить шум при работе внутреннего блока до уровня 26...27 дБ, что соответствует уровню шепота, слышимого на расстоянии порядка 3 м.

Рис. 2.32. Картина течения во внутреннем блоке сплит-системы LG

Конструкторы внутренних блоков сплит-систем стараются увеличить диаметр крыльчатки вентилятора, чтобы при том же расходе воздуха снизить его скорость. Чтобы избежать возникновения пульсаций воздушного потока на резонансных частотах, лопасти вентилятора располагают под разными углами к оси вращения. Эти приемы, а также минимизация отрывных зон в воздушном тракте, наличие таких элементов конструкции, как глушитель, амортизирующие опоры компрессора, звукопоглощающие фетровые панели и т. д., служат решению задачи ослабления шума, возникающего при работе кондиционера. Для большинства бытовых кондиционеров уровень шума внутреннего блока составляет 26...36 дБ, наружного блока 38...54 дБ. Каждый из режимов работы кондиционера имеет свой уровень шума. Многие производители в каталогах приводят уровень шума кондиционера для трех скоростей вращения крыльчатки вентилятора внутреннего блока — низкой, средней и высокой. При оптимальной проработке всех элементов внутреннего блока эти значения могут составлять примерно 27 — 31 — 34 дБ соответственно.

Рекордными показателями на сегодняшний день являются звуковые

характеристики инверторных сплит-систем MitsubishiElectric:

- 22 дБ на низкой скорости вращения вентилятора (модель MSZ-G09SVпроизводительностью 9000 БТЕ/ч);
- 25 дБ на низкой скорости вращения вентилятора (модель MSZ-G129SVпроизводительностью 12000 БТЕ/ч).

Такое значение уровня шума достигнуто за счет оптимизации конструкции внутреннего блока: увеличения диаметра крыльчатки вентилятора, применения теплообменника, состоящего из четырех секций, заново спрофилированного геометрии выходного воздушного сопла (рис. 2.33.).

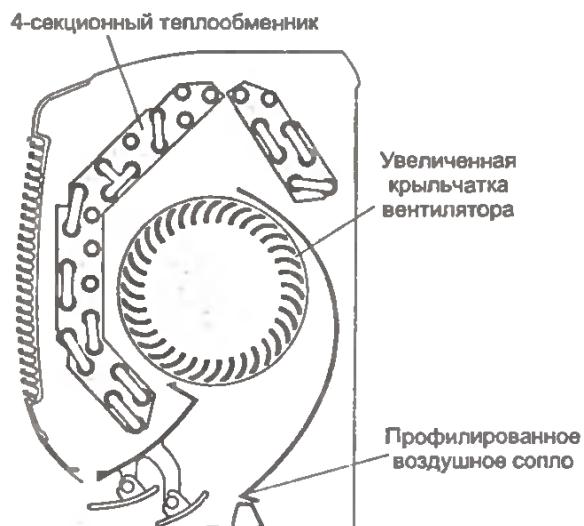


Рис. 2.33. Усовершенствованные элементы конструкции сплит-систем MitsubishiElectric

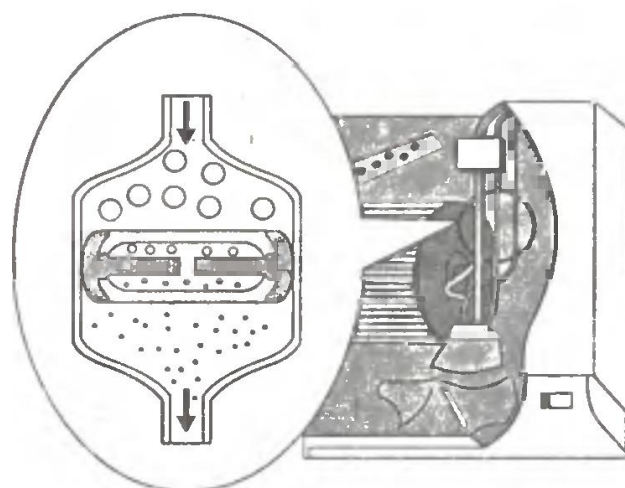


Рис. 2.34. Глушитель сплит-системы MitsubishiElectric

В сплит-системе MitsubishiElectric производительностью 12000 БТЕ/ч используется ротационный компрессор с двойным ротором, благодаря чему снижаются вибрация и шум наружного блока.

Сообщается, что для внутреннего рынка Японии фирмой MitsubishiElectric разработана модель с уровнем шума 19 дБ. Поскольку при уровне шума ниже 22 дБ основным его источником становится не истекающий в комнату воздух, а циркулирующий в контуре системы хладагент, рекордно низкий уровень шума был достигнут благодаря применению специальных глушителей в контуре циркуляции хладагента. На рис. 2.34. показан разрез глушителя, представляющего собой камеру с резким расширением потока перед гидравлическим сопротивлением и столь же резким последующим сужением потока до прежнего проходного сужения.

9. Хладагенты климатических систем

Первый, признанный историками техники комнатный кондиционер, выпущенный в 1929 году компанией GeneralElectric, работал на аммиаке. Это вещество небезопасно для человека, что в значительной мере сдерживало развитие холодильной техники. Проблема была разрешена в 1931 году, когда были синтезированы безвредные для человеческого организма хладагенты – низкокипящие хлорфторуглероды (фреоны). В иностранной литературе для

обозначения этого класса хладагентов используется аббревиатура CFC, в отечественной — ХФУ, по первым буквам названий химических элементов: хлор - фтор-углерод (chlorine— fluorine— carbon). Обозначение каждого хладагента этого класса включает в себя букву R (refrigerant— хладагент). Впоследствии было синтезировано более четырех десятков различных фреонов, отличающихся друг от друга по свойствам и химическому составу. Наиболее дешевыми и эффективными оказались R-12 (фреон-12 или дифтордихлорметан CF_2Cl_2), который чаще всего использовался в бытовой холодильной технике и R-11 (фреон-11 или фтортрихлорметан CCl_3F) - в системах кондиционирования воздуха. Вплоть до последней четверти XX в. они всех устраивали, пока не попали в немилость из-за своих озоноразрушающих свойств.

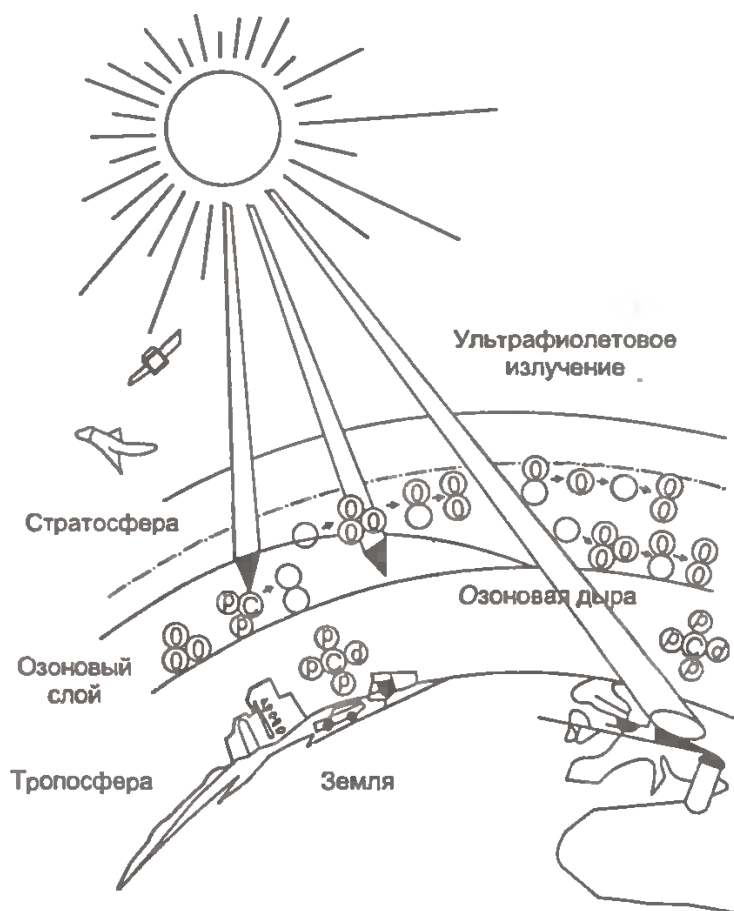


Рис. 2.35. Разрушение озонового слоя.

Ими было показано, что молекула оксида хлора и атом хлора — сильные катализаторы, способствующие разрушению озона. Последующие исследования подтвердили это предположение, что послужило толчком к принятию международным сообществом ряда политических решений.

Уже в 1977 г. в Вашингтоне представители 32 стран выработали «план действий по озоновому слою». Результатом встречи стало введение в США, а затем

В 1952 г. был получен хладагент R502 (азеотропная ¹ смесь хладагентов R22 и R115), заменивший R22 в низкотемпературных холодильных установках, что позволило снизить температуру нагнетания в компрессорах, характерную для R22.

Начиная с 60-х гг. хладагенты R22 и R502 стали основными хладагентами, применяющимися в системах кондиционирования воздуха.

В 1974 г. ученые Калифорнийского университета (США) Марио Молина и Шервуд Роуленд впервые выдвинули гипотезу о том, что попадание в атмосферу хлорфторуглеродов является причиной разрушения озонового слоя Земли (рис. 2.35.).

¹Термодинамическое поведение азеотропной смеси подобно поведению чистого вещества (одинаковый состав жидкой и паровой фазы, совпадение давлений в точках росы и кипения). Напротив, в зеотропной (неазеотропной) смеси концентрации паровой и жидкой фаз в условиях термодинамического равновесия различаются.

в Швеции, Норвегии и Канаде запрета на использование ХФУ в аэрозольных упаковках. В октябре 1987 г. в Монреале представители 36 стран подписали Протокол по веществам, разрушающим озоновый слой («Монреальский протокол»). В рамках этого документа было предусмотрено заморозить на уровне 1986 г. производство пяти наиболее применяемых ХФУ, а затем сократить их производство на 20% к 1993 г. и на 30% — к 1998 г. В 1990 г. в Лондоне правительствами 92 стран подписано соглашение о полном прекращении производства ХФУ к 2000 г. В 1992 г. в Копенгагене на очередной встрече стран — участниц Монреальского Протокола была принята более жесткая редакция этого документа. В частности, предусматривалось прекращение производства R11 и R12 с 1 января 1996 г. Монреальский Протокол был подписан Советским Союзом, а позже Россия, Украина и Беларусь подтвердили свои обязательства по его выполнению.

По степени озоноразрушающей активности хладагенты разделены на три группы:

- хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью, к которым относятся ХФУ (по международному обозначению, CFC): R11, R12, R115, R502 и др.;
- хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью, к которым относятся ГХФУ (HCFC): R21, R22 и др.;
- хладагенты, не содержащие атомов хлора (фторуглероды ФУ, гидрофторуглероды ГФУ (HFC), углеводороды и др., которые считаются полностью озонобезопасными (R134, R134a, R600, R600a и др).

В качестве альтернативы хладагенту R12 был предложен озонобезопасный хладагент R134a. Платой за «экологичность» R134a являются его более низкие (по сравнению с R12) энергетические характеристики. Кроме того, R134a требует иных компрессорных масел, чем традиционные ХФУ, поэтому ретрофит (перевод холодильного оборудования на озонобезопасный хладагент) состоит в одновременной замене хладагента и компрессорного масла.

Для замены R22 и R502 созданы сервисные смеси, относящиеся к группе ГХФУ (R402A и др.) и озонобезопасные смеси группы ГФУ, к которым относится R407C, и другие смеси. Однако ни один из новых хладагентов не обладает в полной мере комплексом свойств, которые присущи запрещенным хладагентам.

Таким образом, в связи с тем, что используемые в кондиционерах и холодильниках фреоны были названы главными виновниками печально известных озоновых дыр (что весьма сомнительно), производители вынуждены отказаться от использования фреона R-22, на котором сегодня работает 90% всех кондиционеров. И в большинстве европейских стран продажа кондиционеров на этом фреоне была прекращена в 2002-2004 годах. Новые модели поставляются в Европу только на озонобезопасных хладагентах – R-407C и R-410A.

В отличие от традиционных хладагентов, R-407C и R-410A являются смесями различных фреонов, а потому менее удобны в эксплуатации. Так в состав R-407C, созданного в качестве альтернативы R-22, входят три фреона: R-32 (23%), R-125 (25%) и R-134a (52%). Каждый из них отвечает за обеспечение определенных свойств: первый способствует увеличению производительности, второй исключает возгорание, третий определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Эта смесь не является изотропной, а потому при любых утечках хладагента его

фракции улетучиваются неравномерно, и оптимальный состав меняется. Таким образом, при разгерметизации холодильного контура кондиционер нельзя просто дозаправить. Остатки хладагента необходимо слить и заменить новым. Именно это и стало основным препятствием для распространения R-407C.

К тому же его «экологичность» на практике может привести к дополнительной нагрузке на окружающую среду. Эвакуированный из кондиционеров фреон необходимо утилизировать, а в России или странах Азии с этим никто не станет связываться. Его просто стравят в ближайшей подворотне. И хотя для озонового слоя R-407C не опасен, он является одним из наиболее сильных «парниковых газов».

Хладагент марки R-410A, состоящий из R-32 (50%) и R-125 (50%) является условно изотропным. То есть при утечке смесь практически не меняет своего состава, а потому кондиционер может быть просто дозаправлен. Однако и R-410A не лишен некоторых недостатков. В отличие от R-22, который хорошо растворим в обыкновенном минеральном масле, новые хладагенты предполагают использование синтетического полиэфирного масла. Что это означает на практике?

Таблица 2.1.

Сравнение хладагентов по отдельным показателям

Показатели	Хладагент		
	R-22	R-410A	R-407C
Изотропность (возможность дозаправки кондиционера при утечке)	да	да	да
Масло	минеральное	полиэфирное	полиэфирное
Давление при температуре конденсации +43°C	16 атм.	26 атм.	18 атм.
Цена за килограмм USD	4,8	32,7	29,4

Полиэфирное масло обладает одним очень существенным недостатком – оно быстро поглощает влагу, теряя при этом свои свойства. Причем при хранении, транспортировке и заправке необходимо исключить не только попадание капельной влаги, но и контакт с влажным воздухом, из которого масло активно впитывает воду. К тому же оно не растворяет любые нефтепродукты и органические соединения, которые становятся потенциальными загрязняющими веществами. Кроме того, само климатическое оборудование на R-410A при той же производительности получается существенно дороже. Причина в более высоком рабочем давлении. Так при температуре конденсации +43°C, у R-22 оно составляет около 16 атм., а у R-410A – порядка 26 атм (табл. 2.1.). По этой причине все узлы и детали холодильного контура кондиционера на R-410A, включая компрессор, должны быть более прочными. Это существенно увеличивает расход меди и делает всю систему более дорогой. И, наконец, сами озонобезопасные хладагенты стоят в

несколько раз дороже традиционных. Так за килограмм R-410A придется выложить в 7 раз больше, чем за килограмм привычного R-22. Немного дешевле R407C, на который активно переводится полупромышленная гамма оборудования. Здесь будет 6-кратная разница, а с учетом того, что при любой утечке его надо сливать, реальные расходы на фреон вырастут на порядок. Следует учесть и тот факт, что с ростом рабочего давления количество утечек неизбежно увеличится, поскольку прочность паяных, а главное вальцованных соединений остается прежней.

Подытожим:

- Кондиционеры на новом фреоне ничуть не лучше оборудования на R22.
- Сегодня подобная забота об окружающей среде может только навредить.
- Новые фреоны обладают чрезвычайно высокой текучестью и, следовательно, вероятность утечки и остановки кондиционера возрастает даже при грамотном и аккуратном монтаже.
- Системы с новым фреоном почти всегда дороже аналогов на R22.
- И самое главное: если Вы решили приобрести кондиционер на R-410A по очень низкой цене, то есть ниже среднерыночной, будьте готовы к тому, что при поломке кондиционера к Вам никто не придет исправить положение. Суды не помогают отловить однодневных "профессионалов". Поэтому новинки кондиционерного рынка следует приобретать исключительно у серьезных компаний.
- И последнее: на сегодняшний день так и нет достоверных доказательств того, что именно фреон R22, применяемый в большинстве современных холодильных установок, так опасен для озонового слоя. Есть расхожее мнение о том, что причина дискриминации R22 - чисто экономический интерес производителей.

Контрольные вопросы издания:

1. Какие типы компрессоров используются в настоящее время в бытовых и полупромышленных кондиционерах. 2. Каково устройство компрессоров, применяемых в агрегатах бытовых кондиционеров? 3. Изобразите и опишите рабочий цикл ротационного компрессора со стационарными пластинами. 4. Назовите преимущества ротационного компрессора с качающимся ротором. 5. Каково применение трехсекционного теплообменника? 6. Что может выступать в роли регулятора потока хладагента? 7. Каково назначение четырехходового и электромагнитного клапана? 8. Где и для чего устанавливают отделитель жидкости? 9. Каково назначение дренажных насосов? 10. Каким образом фирмы-производители совершенствуют аэродинамику вентиляторов? 11. Какие требования предъявляются к холодильным агентам? 12. Какими хладагентами можно заменить R22? 13. Какая классификация хладагентов по степени озонобезопасности существует? 14. Что называется азеотропной смесью?

ТЕМА 2.3. ПРИНЦИП И ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ КОНДИЦИОНЕРОВ

1. Основные узлы кондиционера.
2. Основные режимы работы кондиционера.
3. Кондиционер оконного типа БК-2300: устройство, принцип действия.
4. Сплит-система: работа в режимах «Охлаждение» и «Обогрев».

1. Основные узлы кондиционера.

У современного кондиционера имеется электронный блок, который управляет работой в зависимости от выбранного режима. Все современные модели имеют пульт дистанционного управления, позволяющий задавать параметры.

Наружный (внешний) блок кондиционера состоит из следующих основных узлов (рис.2.36.) :

1. Вентилятор, создающий поток воздуха для обдува конденсатора.
2. Конденсатор - это радиатор, в котором происходит охлаждение и конденсация фреона, воздух проходящий мимо конденсатора нагревается и уходит в окружающую среду.
3. Компрессор, осуществляющий сжатие хладагента и поддержание его движения по холодильному контуру.
4. Плата управления устанавливается, как правило, в инверторных кондиционерах. В неинверторных моделях всю электронику стараются размещать во внутреннем блоке.

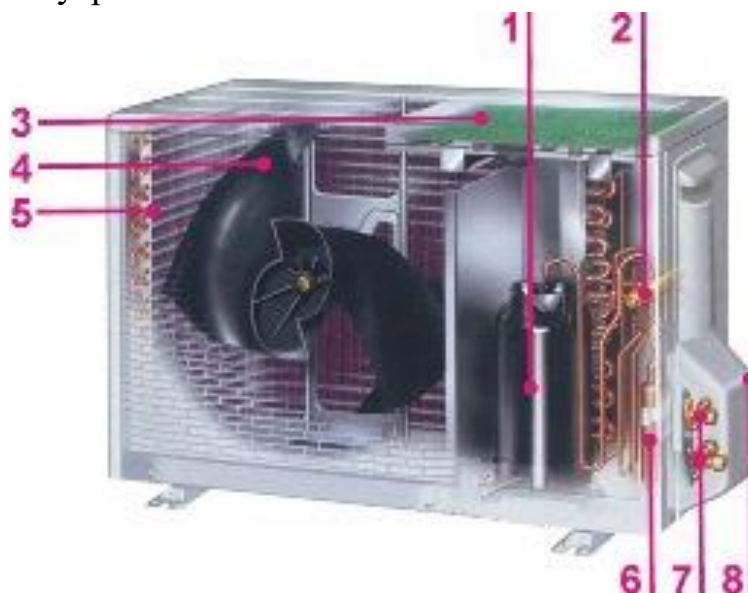


Рис.2.36. Наружный блок кондиционера

5. Четырехходовой клапан устанавливается в моделях с функцией подогрева. В режиме обогрева этот клапан изменяет направление движения фреона, при этом внутренний и наружный блоки как бы меняются местами: внутренний блок работает на обогрев, а наружный на охлаждение.
6. Штуцерные соединения (на рисунке не видны) для подключения медных

- труб, соединяющих наружный и внутренний блоки.
7. Фильтр фреоновой системы устанавливается перед входом компрессора и защищает его от частиц грязи, которые могут попасть в систему при монтаже кондиционера.
 8. Защитная крышка, которая закрывает штуцерные соединения и электрические разъемы.

Внутренний блок состоит из следующих основных узлов (рис.2.37.):

1. Передняя панель - это пластиковая решетка, через которую внутрь блока поступает воздух. Панель легко снимается для обслуживания кондиционера (чистки фильтров и т.п.)
2. Фильтр грубой очистки, представляющий пластиковую сетку. Он предназначен для задержки крупной пыли, шерсти животных, тополиного пуха и т.п. Для нормальной работы кондиционера фильтр необходимо чистить не реже двух раз в месяц.

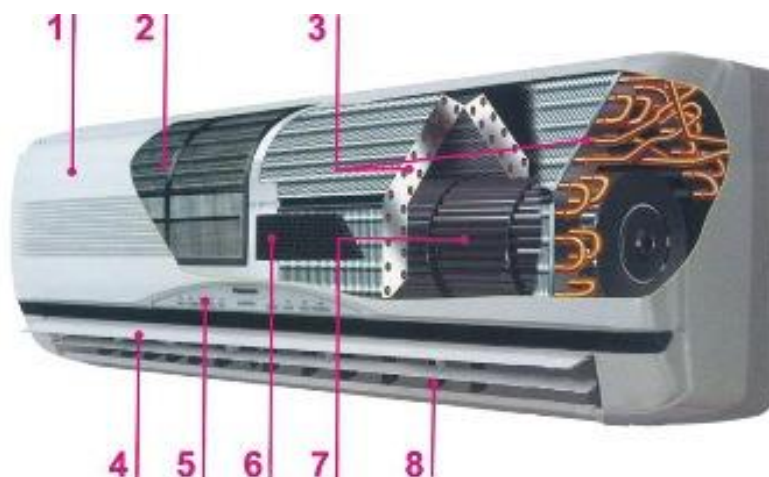


Рис.2.37. Внутренний блок кондиционера

3. Система фильтров состоит из различных фильтров тонкой очистки среди которых обычно бывают: угольный (удаляет неприятные запахи), электростатический (задерживает мелкую пыль), антибактериальные и т.п.
4. Вентилятор, предназначенный для циркуляции очищенного и охлажденного либо подогретого воздуха в помещении.
5. Испаритель - это радиатор (теплообменник), в котором происходит нагрев холодного хладагента и его испарение. Продуваемый через радиатор воздух, соответственно, охлаждается.
6. Горизонтальные жалюзи, предназначены для регулировки направление воздушного потока по вертикали. Эти жалюзи имеют электропривод и их положение может регулироваться с пульта дистанционного управления. Кроме этого, жалюзи могут автоматически совершать колебательные движения для равномерного распределения воздушного потока по помещению.

7. Индикаторная панель состоит из индикаторов (светодиодов), показывающих, в каком режиме работы кондиционера и сигнализирующие о возможных неисправностях.
8. Вертикальные жалюзи, которые регулируют направление воздушного потока по горизонтали.
9. Плата управления (на рисунке не показана), на которой размещен блок электроники с центральным микропроцессором.
10. Штуцерные соединения (на рисунке не показаны), расположены в нижней задней части внутреннего блока. К ним подключаются медные трубы, соединяющие наружный и внутренний блоки.

Следует отметить, что кондиционер не производит холод (или тепло), а переносит его из помещения на улицу. В зависимости от выбранного режима, кондиционер либо переносит тепло из помещения на улицу, либо с улицы в помещение (обогрев).

Чтобы охладить воздух в комнате, необходимо отвести тепло, полученное в результате охлаждения. Тепло - это энергия. А энергия, как известно, не может исчезнуть бесследно. Именно по этому кондиционер состоит из двух блоков: внутреннего и наружного. Существуют также одноблочные системы охлаждения, которые отводят тепло по выведенному наружу воздухопроводу.

2. Основные режимы работы кондиционера

Режим охлаждения

На режим охлаждения кондиционер включается при повышении температуры в помещении выше заданной. После достижения заданной температуры компрессор и вентилятор наружного блока отключаются.

Для большего комфорта скорость вращения вентилятора внутреннего блока автоматически снижается по мере приближения температуры к заданному значению. С пульта дистанционного управления можно задать желаемую скорость вентилятора, которая сохраняется постоянной даже при отключении компрессора наружного блока.

Обороты вентилятора наружного блока регулируются в зависимости от температуры теплообменника внутреннего блока, обеспечивая постоянное давление конденсации.

При понижении температуры наружного воздуха и, как следствие, снижении давления конденсации обороты вентилятора внешнего блок уменьшаются вплоть до полной его остановки.

Режим обогрева

В режиме обогрева кондиционер включается при понижении температуры в помещении ниже заданной. После достижения заданной температуры в помещении компрессор и вентилятор наружного блока отключаются.

Управление оборотами вентилятора внутреннего блока производится так же, как и в режиме охлаждения. Отличается только количеством "ступенек" скорости и

тем, что вентилятор не выводится на максимальную скорость.

После отключения компрессора внутренний блок еще некоторое время работает, что обеспечивает более равномерное распределение температуры.

Вентилятор внутреннего блока начинает работу после пуска компрессора с задержкой по времени в несколько минут.

Работа кондиционера в режиме обогрева при низких температурах наружного воздуха связана с уменьшением теплопроизводительности и возможностью обледенения теплообменника наружного блока.

Режим вентиляции

Этот режим особых пояснений не требует. Компрессор и вентилятор наружного блока выключены, а вентилятор внутреннего блока работает на скорости, заданной с пульта дистанционного управления. Естественно, что режим автоматического управления скоростью вентилятора не задействован.

Режим сушки

В принципе, работа кондиционера в режиме охлаждения в ряде случаев связана с конденсацией водяных паров, что приводит к осушке воздуха в помещении. Поэтому специальный режим осушки направлен на интенсификацию процесса конденсации.

Если температура воздуха в помещении соответствует заданной с пульта дистанционного управления или превышает ее не более чем на 4°C, то вентилятор внутреннего блока работает постоянно на минимальных оборотах в бесшумном режиме.

Компрессор и вентилятор наружного блока работают циклично, чтобы, с одной стороны, максимально снизить температуру воздуха, проходящего через теплообменник внутреннего блока, а с другой - как можно меньше понизить температуру воздуха в помещении, поскольку она и так уже близка к заданной.

Если температура воздуха в помещении превышает заданную температуру более чем на 4°C, то кондиционер работает в режиме охлаждения. При этом скорость вращения вентилятора внутреннего блока соответствует заданному значению с пульта управления.

Если температура в помещении ниже заданного значения, то компрессор и вентилятор наружного блока отключаются, а вентилятор внутреннего блока работает в бесшумном режиме.

3. Кондиционер оконного типа БК-2300: устройство, принцип действия

Кондиционер оконного типа БК-2300 (рис.2.38) предназначен для установки в помещениях площадью до 35 м² и служит для охлаждения, вентиляции, уменьшения влажности, очистки воздуха от пыли. Аппарат дает возможность снизить в помещении температуру на 5...10 °С по сравнению с температурой окружающей среды.

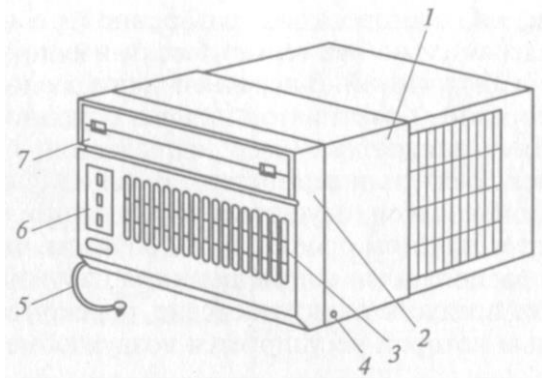


Рис. 2.38. Бытовой кондиционер оконного типа БК-2300:

1 — корпус; 2 — передняя панель; 3 — декоративная панель; 4 — декоративный винт; 5 — соединительный шнур; 6 — панель пульта управления; 7 — поворотная решетка.

Кондиционер оконного типа состоит из холодильного агрегата и вентиляторов, закрепленных на металлическом основании, корпуса и передней панели.

Холодильный агрегат включает в себя (рис. 2.39) наружный и внутренний теплообменники, ротационный компрессор, осушитель и расширитель, которые вместе с соединительными трубками образуют замкнутую герметичную систему, заполненную хладагентом (R22). Перед внутренним теплообменником помещается воздушный фильтр.

Оба вентилятора закреплены на валу двухскоростного электродвигателя.

Металлической перегородкой, приваренной к основанию, кондиционер разделяется на два герметически изолированных отсека: наружный и внутренний. В передней части расположены испаритель, центробежный вентилятор, панель с пультом управления и пускозащитная аппаратура (реле напряжения, пусковой конденсатор, переключатель и термостат). В задней части находится компрессор, конденсатор, осушитель и расширитель. Кондиционер монтируют в оконном проеме таким образом, чтобы его внутренний отсек располагался в помещении, а наружный — вне его. На перегородке предусмотрено отверстие, перекрываемое заслонкой, с помощью которой регулируется воздухообмен с наружной средой.

На передней панели имеются декоративная и поворотная решетки для прохода воздуха и окно для панели пульта управления, имеющей три ручки: переключателя режимов работы, регулятора температуры и привода заслонки.

Воздух помещения поступает в кондиционер через прорези передней панели, проходит через фильтр и внутренний теплообменник (испаритель) и охлажденным подается центробежным вентилятором через поворотную решетку обратно в помещение.

Наружный теплообменник (конденсатор) охлаждается наружным воздухом, который поступает в кондиционер через прорези в корпусе, осевым вентилятором подается на наружный теплообменник и выбрасывается наружу. Воздушное охлаждение наружного теплообменника интенсифицируется разбрызгиванием на него влаги, сконденсированной на поверхности внутреннего теплообменника.

Холодильный агрегат работает следующим образом. Пары хладагента нагнетаются компрессором в конденсатор, где они конденсируются за счет отвода теплоты наружным воздухом, продуваемым осевым вентилятором.

Жидкий хладагент поступает через осушитель в капиллярную трубку, где происходит процесс дросселирования, в результате чего давление хладагента

понижается. После этого хладагент подается в испаритель, где он кипит за счет поглощения большого количества теплоты от стенок испарителя и соприкасающегося с ними воздуха, засасываемого центробежным вентилятором из помещения.

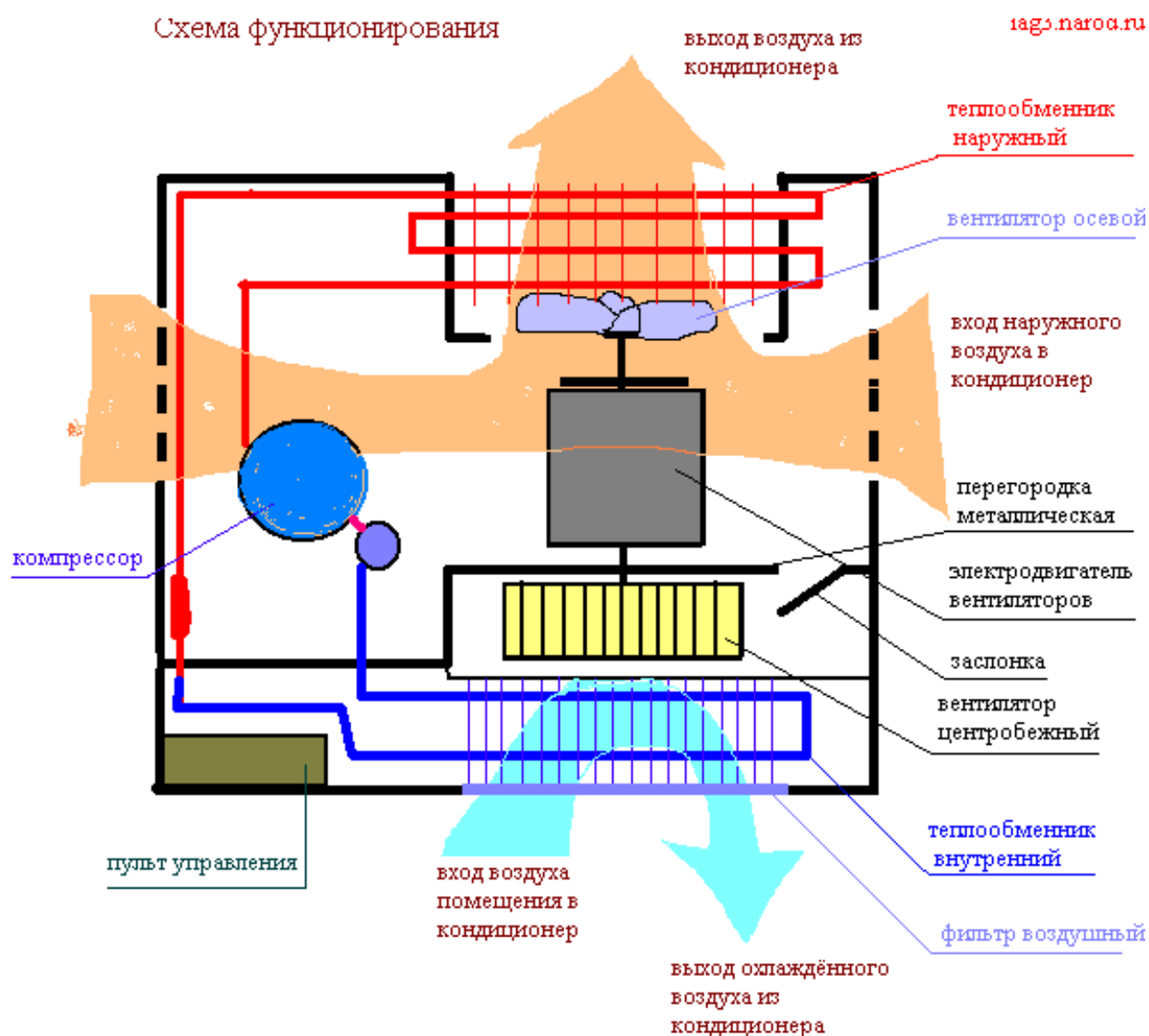
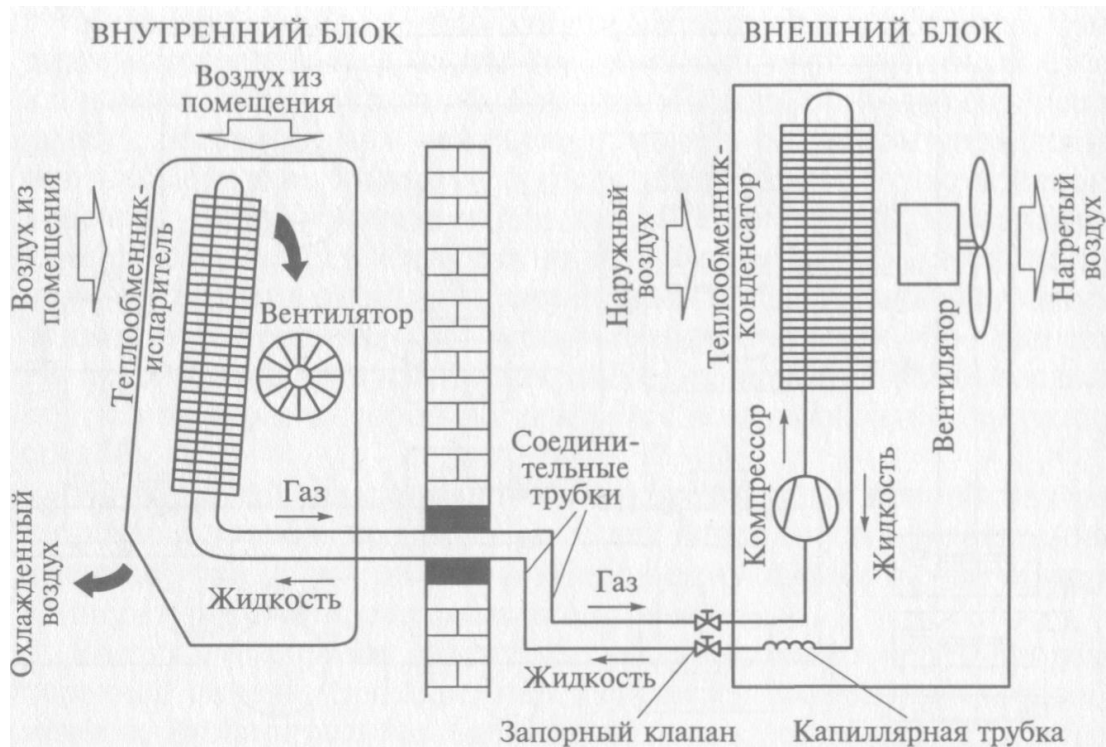


Рис. 2.39. Функциональная схема бытового кондиционера оконного типа БК-2300

4. Сплит-система: работа в режимах «Охлаждение» и «Обогрев»

Цикл работы простейшей сплит-системы, имеющей только режим охлаждения, аналогичен циклу работы оконного кондиционера. Отличия заключаются в компоновке отдельных элементов холодильного контура (рис. 2.40). В наружном блоке размещаются компрессор, конденсатор с вентилятором обдува и капиллярная трубка. Внутренний блок включает в себя теплообменник-испаритель, тангенциальный вентилятор и воздушные фильтры. Блоки соединяются между собой медными трубопроводами и электрическим кабелем.



*Рис. 2.40
Функциональная
схема сплит-
системы,
работающей
только в
режиме
«Охлаждение»*

Контур системы, работающей в режиме теплового насоса, т. е. не только на охлаждение, но и на обогрев помещения, устроен сложнее (рис. 2.41, а).

В конструкции кондиционера предусмотрен четырехходовой клапан, предназначенный для изменения направления движения хладагента (рис. 2.41, б). При смене режимов работы системы (с «Охлаждения» на «Обогрев») теплообменники наружного и внутреннего блоков меняются своими функциями (внутренний теплообменник становится конденсатором, а внешний — испарителем). Во время работы в режиме «Охлаждение» пар хладагента с высокой температурой и давлением через четырехходовой клапан поступает во внешний теплообменник. Во время работы в режиме «Обогрев» клапан направляет поток хладагента с высокой температурой и давлением во внутренний теплообменник.

После того как кондиционер переведен в режим «Обогрев» и четырехходовой клапан поменял направление потока хладагента в контуре, компрессор начинает всасывать хладагент из внешнего блока и нагнетать его во внутреннюю часть контура. Пары хладагента с высокой температурой и давлением поступают во внутренний теплообменник, где они конденсируются, отдавая тепло в кондиционируемое помещение. Нагрев воздуха в помещении происходит за счет тепла, отбираемого у наружного воздуха. С понижением температуры наружного воздуха увеличиваются энергетические затраты на перекачку тепла с улицы в помещение. В связи с этим не рекомендуется использовать кондиционер для обогрева при наружной температуре ниже -5°C : потребляемая мощность при этом возрастает, мощность обогрева падает, увеличивается износ компрессора.

Если следовать рекомендациям производителя, то лучший способ эксплуатации кондиционера в холодное время года при отрицательных температурах наружного воздуха — это его консервация.

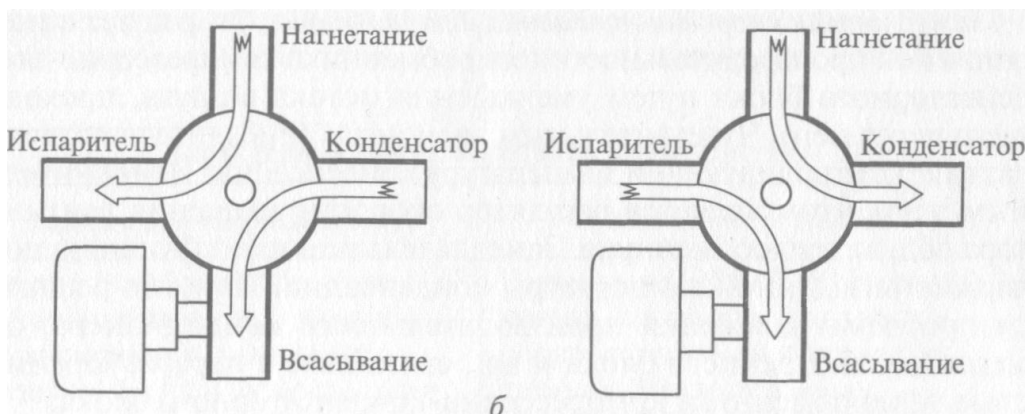
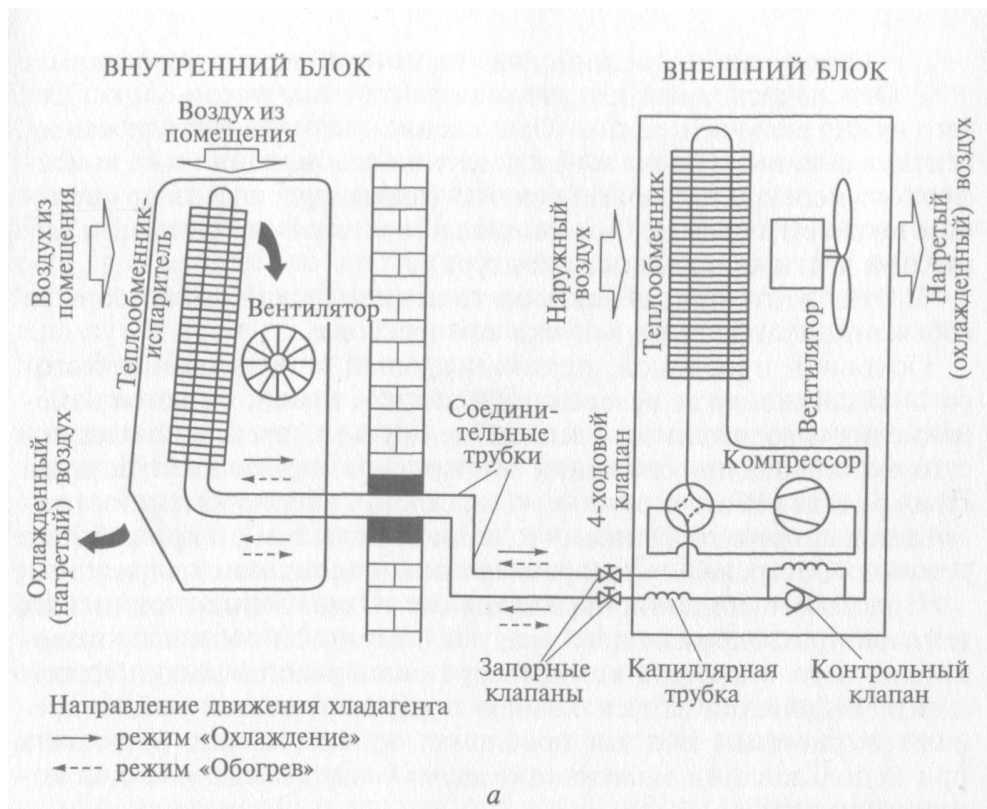


Рис. 2.41. Сплит-система, работающая в режимах «Охлаждение» и «Обогрев»: а — функциональная схема системы; б — направление потоков хладагента в четырехходовом клапане обратимости цикла в зависимости от состояния управляющего клапана.

Для консервации кондиционера на зимний период необходимо:

Обеспечить конденсацию хладагента в наружном блоке, для чего нужно включить режим «Охлаждение», перекрыть жидкостный вентиль внешнего блока и при давлении всасывания ниже атмосферного перекрыть газовый вентиль (вышеперечисленные операции позволят избежать потерь хладагента через неплотности наружной части холодильного контура).

Отключить или заблокировать цепи запуска компрессора во избежание ошибочного запуска компрессора.

Основной проблемой, ограничивающей использование бытового кондиционера с реверсивным циклом зимой, является изменение производительности теплообменника компрессорно-конденсаторного блока при снижении температуры окружающего воздуха. Причем при работе в режиме «Охлаждение» теплообменник

оказывается «переразмеренным» (слишком большим), а при работе в режиме «Обогрев» — «недоразмеренным» (слишком малым).

При работе кондиционера в режиме «Охлаждение» при низких температурах окружающего воздуха помимо снижения производительности в картере компрессора скапливается жидкий хладагент, ухудшается запуск компрессора, нарушается работа дренажной системы. Все эти проблемы, однако, можно разрешить при использовании *зимнего комплекта кондиционера*, в состав которого входят:

- *замедлитель скорости вращения вентилятора*. Он решает задачу снижения производительности теплообменника компрессорно-конденсаторного блока путем уменьшения потока воздуха, проходящего через него. Чувствительным элементом замедлителя является датчик, контролирующий температуру конденсации. Исполнительным элементом является регулятор скорости вращения вентилятора обдува теплообменника. Замедлитель реализует функцию поддержания заданной температуры конденсации. Попутно решаются проблемы снижения производительности кондиционера, обмерзания внутреннего блока и др., связанные с переразмеренностью теплообменника компрессорно-конденсаторного блока;
- *нагреватель картера компрессора*. Он решает проблемы пуска холодного компрессора, препятствуя его повреждению. Механизм защиты следующий: при остановке компрессора включается нагреватель картера, установленный на компрессоре. Даже небольшая разница температур компрессора и остальных элементов наружного блока, создаваемая нагревателем картера, исключает скапливание хладагента в картере. Масло не загустевает, вскипания хладагента при пуске компрессора не происходит;
- *дренажный нагреватель*. Он осуществляет отвод конденсата из кондиционера, если дренаж выведен наружу. В настоящее время используют несколько типов дренажных нагревателей. По способу установки их можно разделить на две группы: первая — дренажные нагреватели, устанавливаемые внутри дренажной магистрали; вторая — дренажные нагреватели, устанавливаемые снаружи дренажной магистрали.

При включении кондиционера в режим «Обогрев» при отрицательных температурах наружного воздуха происходит, в частности, образование льда внутри внешнего блока, что, в свою очередь, приводит к блокировке или разрушению лопастей вентилятора, а также попаданию неиспарившегося в теплообменнике жидкого хладагента в магистраль всасывания и далее внутрь компрессора, вызывая гидравлический удар.

Контрольные вопросы задания: 1. Из каких узлов состоит наружный блок кондиционера? 2. Как устроен внутренний блок кондиционера? 3. Опишите основные режимы работы кондиционера. 4. Как работает бытовой кондиционер? 5. Каково устройство сплит-системы, способной работать в режиме «теплого насоса»

РАЗДЕЛ 3. КАЧЕСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СКВ

ТЕМА 3.1. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Комфортные условия для работы людей и техники в производственных помещениях, проведения технологических процессов, хранения сырья и готовой продукции создают с помощью установок кондиционирования воздуха, состоящие из ряда механизмов, двух смесительных камер и калориферов первого и второго подогрева.

В зимнее время при работе установки наружный воздух, всасываемый через патрубок в первую смесительную камеру, смешивается с циркуляционным воздухом помещения. Соотношение между расходами наружного и циркулирующего воздуха определяется положением заслонок на патрубках. Воздух очищается фильтром от пыли, нагревается в калорифере первого подогрева и попадает в форсуночную камеру, разбрызгивающую воду для увлажнения воздуха в зимнее время и для охлаждения его в летнее время. Из поддона форсуночной камеры вода к форсункам подается насосом. Температура в поддоне поддерживается путем циркуляции воды через холодильный агрегат. Влажный воздух, состояние которого характеризуется точкой росы, пройдя через брызгоотделитель, подогревается в зимнее время калорифером второго подогрева, приобретая заданные температуру и влажность. Воздух всасывается вентилятором и подается в помещение из расположенной за калорифером второй смесительной камеры вместе с добавкой воздуха вторичной рециркуляции в летнее время.

Показателями эффективности работы установки кондиционирования воздуха являются точность поддержания выходных параметров — температуры и влажности воздуха в помещении, а также расход энергии на нагревание, увлажнение или охлаждение воздуха. Эти показатели зависят от многих входных и промежуточных величин: температуры и влажности наружного воздуха, температуры воды в поддоне форсуночной камеры; температуры насыщенного воздуха после брызгоотделителя и других факторов.

Поддержание заданного уровня влагосодержания воздуха после брызгоотделителя и стабильной температуры воздуха, подаваемого в помещение, служит условием кондиционирования воздуха в помещении. Насыщение воздуха влагой обеспечивается мелким разбрызгиванием воды в форсуночной камере.

В зимнее время при недостаточной температуре насыщенного воздуха его низкое влагосодержание не позволит достичь необходимой влажности воздуха в помещении, а повышенная температура после брызгоотделителя вызовет переувлажнение воздуха.

В летнее время при отклонениях температуры насыщенного воздуха от заданной регулирование температуры воздуха в помещении за счет вторичной рециркуляции усложняется.

В связи с особенностями этого процесса основные требования к автоматизации следующие: стабилизация температуры насыщенного воздуха после брызгоотделителя, стабилизация температуры воздуха в кондиционируемом помещении с учетом температуры воздуха во второй смесительной камере.

Система кондиционирования воздуха является сложным объектом автоматизации для построения систем регулирования: из-за распределенности параметров помещений и кондиционера, значительной постоянной времени и чистого запаздывания по каналам регулирования температуры, обусловленных большими размерами помещений, взаимосвязанности большинства параметров кондиционера, так как изменение одной из входных величин вызывает изменение сразу нескольких промежуточных и выходных параметров; значительных сезонных изменений параметров наружного воздуха, требующих различных способов введения регулирующих воздействий (зимой наружный воздух нагревают и увлажняют, летом охлаждают и осушают).

В связи с этим в летнее время поддержание относительной влажности воздуха в помещении достигается охлаждением наружного воздуха разбрызгиванием холодной воды в форсуночной камере. Температура воды в поддоне форсуночной камеры поддерживается с помощью холодильной установки. Первичная рециркуляция и калориферы в летнее время отключены. Нагрев до заданной температуры осуществляется добавлением к наружному воздуху во второй смесительной камере теплого воздуха вторичной рециркуляции из помещения. В зимнее время вторичная рециркуляция отключается, а температура воздуха поддерживается путем воздействия на подачу теплоносителя к калориферам. Регулирование относительной влажности воздуха в помещении по косвенному параметру обеспечивает высокую точность поддержания состояния точки росы после брызгоотделителя.

В связи со сложностью объекта с несколькими возмущающими воздействиями необходимо для этой системы применять многоконтурные автоматические системы регулирования с использованием информации об изменении промежуточных величин.

Системой автоматизации (рис. 3.1.) предусмотрено автоматическое регулирование температуры насыщенного воздуха после брызгоотделителя, которое осуществляется с целью поддержать влагосодержание воздуха в помещении, изменяя подачу воды к форсункам. В зимнее время контролируются расход теплоносителя в калорифер первого подогрева и соотношение расходов воздуха, проходящего через калорифер и по отводному патрубку. В этой схеме применена двухконтурная структура автоматической системы регулирования с использованием в качестве дополнительного сигнала изменения температуры воздуха после калорифера первого подогрева. Сигнал об изменении температуры после калорифера воспринимает регулирующий блок 3-5 и вырабатывает сигнал рассогласования (отклонения), направленный на компенсацию возникающего изменения входных и промежуточных параметров.

Если этого воздействия оказывается недостаточно для стабилизации выходной величины, регулирующий блок 3-5 вырабатывает добавочный корректирующий сигнал для доводки выходного параметра до заданного значения. Температура воздуха после калорифера и брызгоотделителя измеряется термометрами *ТЕ* 3-1 и *ТЕ* 3-2 с пневматической дистанционной передачей. Регулирующий блок 3-5 формирует сигнал, который от панелей управления *НС* 3-6 и 3-7, 3-8 поступает к исполнительным механизмам (клапаны) 3-11 и 3-12. Одновременно регулирующие воздействия вводятся секционной заслонкой с помощью исполнительного

механизма 3-10 и регулирующими клапанами 3-11 и 3-12. Исполнительные механизмы 3-10 и 3-11 отключаются с панелей *НС* 3-7 и *НС* 3-8 в летнее время.

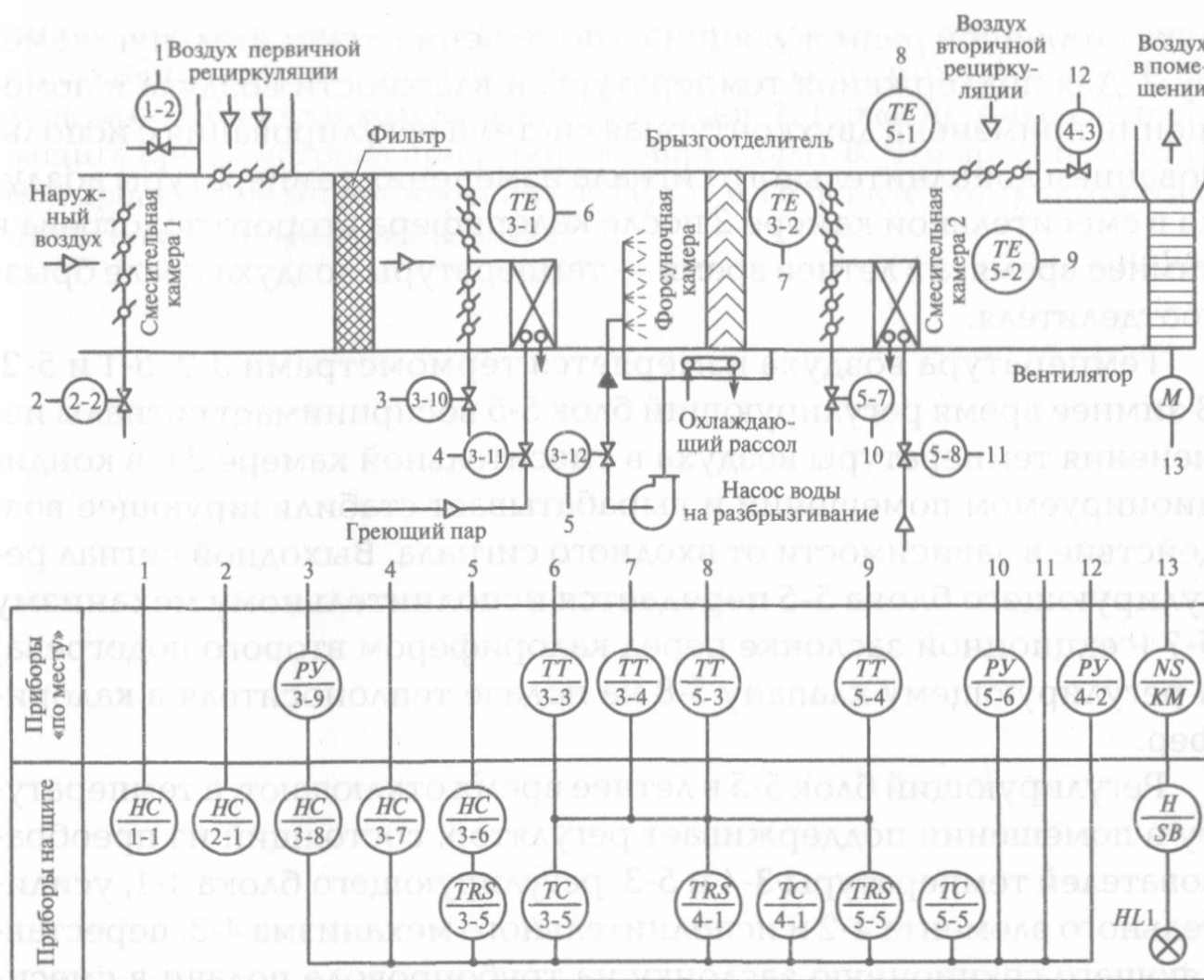


Рис. 3.1. Схема автоматизации кондиционирования воздуха

Температура воздуха в кондиционируемом помещении в зимнее время регулируется изменениями подачи теплоносителя к калориферу второго подогрева и соотношения расходов воздуха, проходящего через калорифер и по обводному патрубку. В летнее время температуры автоматически регулируются изменением подачи воздуха вторичной рециркуляции из помещения в смешивательную камеру 2. Для поддержания температуры и влажности воздуха в помещении применена двухконтурная система регулирования с использованием дополнительного сигнала изменения температуры воздуха в смешивательной камере 2 после калорифера второго подогрева в зимнее время, а в летнее время — температуры воздуха после брызгоотделителя.

Температура воздуха измеряется термометрами 3-2, 5-1 и 5-2. В зимнее время регулирующий блок 5-5 воспринимает сигналы изменения температуры воздуха в смешивательной камере 2 и в кондиционируемом помещении и вырабатывает стабилизирующее воздействие в зависимости от входного сигнала. Выходной сигнал регулирующего блока 5-5 передается исполнительному механизму 5-7

(секционной заслонке перед калорифером второго подогрева) и регулирующему клапану 5-8 на подаче теплоносителя в калорифер.

Регулирующий блок 5-5 в летнее время отключают, а температуру в помещении поддерживает регулятор, состоящий из преобразователей температуры 3-4 и 5-3, регулирующего блока 4-1, усилительного элемента 4-2 и исполнительного механизма 4-3, переставляющего секционную заслонку на трубопроводе подачи в смесительную камеру воздуха второй рециркуляции.

Параметры процесса кондиционирования автоматически контролируются и исполнительные механизмы дистанционно управляются с панелей дистанционного управления 3-6... 3-8, предназначенных для отключения исполнительных механизмов при переходе от одного сезонного режима работы к другому.

Исполнительными механизмами 1-2, 2-2 (секционными заслонками на патрубках первой рециркуляции и поступления наружного воздуха) управляют с панелей дистанционного управления 1-1 и 2-1.

Работа вентилятора сигнализируется лампой *HL1* от блокировочных контактов магнитного пускателя электродвигателя вентилятора.

ТЕМА 3.2. ТИПОВЫЕ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

- 1. Контроль и регистрация параметров***
- 2. Оперативное и программное управление***
- 3. Защитные функции и блокировки***
- 4. Контроль загрязненности фильтра***
- 5. Регулирующие функции***
- 6. Комплексная реализация функций управления***

В основу функционирования систем автоматического управления СКВ, как и любой системы управления, положен принцип обратной связи: выработка управляющих воздействий на основе информации об объекте, полученной с помощью датчиков, установленных на объекте.

Анализ технических решений современных СКВ передовых фирм – производителей климатического оборудования показал, что управляющие функции можно условно разделить на две категории. Первая объединяет функции управления, определяемые технологией и оборудованием обработки воздуха. Вторая – дополнительные функции, которые большей частью являются сервисными, представляются как ноу-хау фирм (здесь не рассматриваются).

Технологические функции управления СКВ практически неизменны, т.е. являются типовыми и различаются в основном способом реализации, а, следовательно, качеством и надежностью работы. Большинство этих функций определяется требованиями, предъявляемыми к системам автоматического управления (САУ) нормативными документами (СНиП, ПУЭ, ГОСТ и др.)

В общем виде основные технологические функции управления СКВ могут быть разделены на следующие группы (рис.3.1.):



Рис. 3.1. Основные технологические функции управления СКВ.

- контроль и регистрация параметров;
- оперативное и программное управление;
- функции защиты и блокировки;
- регулирующие функции.

Рассмотрим указанные функции более подробно.

1. Контроль и регистрация параметров

Обязательными параметрами контроля являются:

- температура и давление в общих подающем и обратном трубопроводах и на выходе каждого теплообменника;
- температура воздуха наружного, рециркуляционного и приточного после теплообменника, а также температура и относительная влажность (при ее регулировании) в помещении в системах кондиционирования.

Другие параметры в системах вентиляции и кондиционирования контролируются по требованию технических условий на оборудование или по условию эксплуатации.

Дистанционный контроль предусматривают для измерения основных параметров технологического процесса или параметров, задействованных в реализации других функций управления. Такой контроль осуществляется с помощью датчиков и измерительных преобразователей с выводом (при необходимости) измеренных параметров на индикатор или экран управляющего прибора.

Для измерения других параметров обычно используют местные (переносные или стационарные) приборы – показывающие термометры, манометры или термоманометры. На рис. 3.2. показаны варианты размещения местных измерительных приборов для различных схем управления теплообменниками.

Применение местных контролирующих приборов не нарушает основной принцип систем управления – принцип обратной связи. В этом случае он реализуется с помощью человека (оператора или обслуживающего персонала).

Регистрацию основных параметров следует предусматривать только по технологическим требованиям.

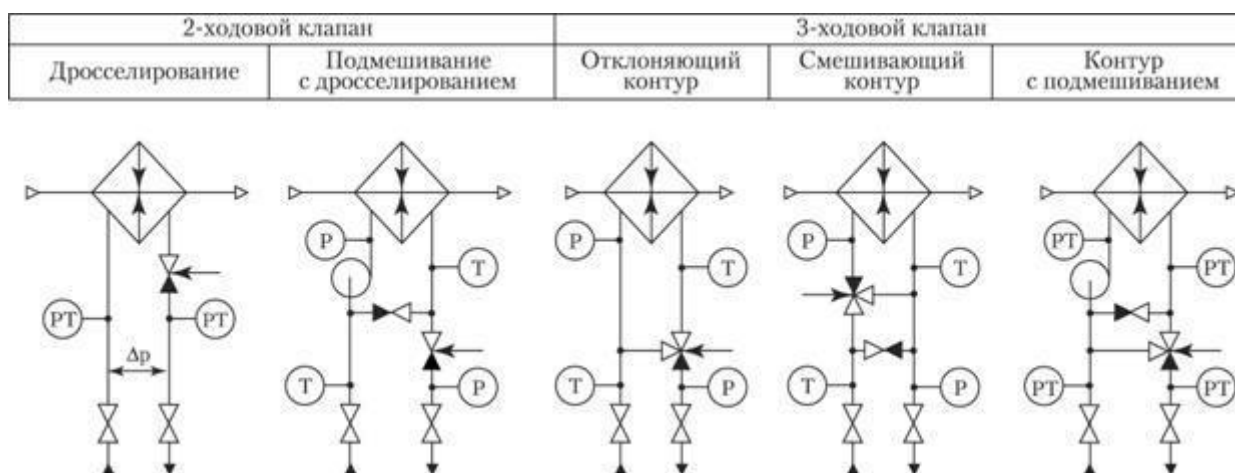


Рис. 3.2. Варианты размещения местных измерительных приборов для различных схем управления теплообменниками: P – манометр; T – термометр; PT – термоманометр.

2. Оперативное и программное управление

Последовательность пуска. Для обеспечения нормального пуска системы кондиционирования или вентиляции следует учитывать:

- Предварительное открытие воздушных заслонок до пуска вентиляторов. Это выполняется в связи с тем, что не все заслонки в закрытом состоянии могут выдержать перепад давлений, создаваемый вентилятором, а время полного открытия заслонки электроприводом доходит до двух минут.
- Разнесение моментов запуска электродвигателей. Асинхронные электродвигатели имеют большие пусковые токи. Так, компрессоры холодильных машин имеют пусковые токи, в 5–7 раз превышающие рабочие (до 100 А и более). Если одновременно запустить вентиляторы, холодильные машины и другие приводы, то из-за большой нагрузки на электрическую сеть здания сильно упадет напряжение, и электродвигатели могут не запуститься. Поэтому запуск электродвигателей, особенно большой мощности, необходимо разносить по времени.
- Предварительный прогрев калорифера. Если включить кондиционер, не прогрев водяной калорифер, то при низкой температуре наружного воздуха может сработать защита от замораживания (см. функции защиты и блокировки). Поэтому при включении кондиционера необходимо открыть заслонки приточного воздуха, открыть трехходовой клапан водяного калорифера и прогреть калорифер. Как правило, эта функция включается при температуре наружного воздуха ниже 12 °С.

Последовательность остановки. При отключении системы следует учитывать:

- Задержку остановки вентилятора приточного воздуха в установках с

электрокалорифером. После снятия напряжения с электрокалорифера следует охлаждать его некоторое время, не выключая вентилятор приточного воздуха. В противном случае нагревательный элемент калорифера (тепловой электрический нагреватель – ТЭН) может выйти из строя.

- **Задержку выключения холодильной машины.** При выключении холодильной машины хладагент сосредоточится в самом холодном месте холодильного контура, т. е. в испарителе. При последующем пуске возможен гидроудар. Поэтому перед выключением компрессора, сначала закрывается клапан, устанавливаемый перед испарителем, а затем при достижении давления всасывания 2,0–2,5 бар, компрессор выключается. Вместе с задержкой выключения компрессора производится задержка выключения приточного вентилятора.

Резервирующие и дополняющие функции закладываются при работе в схеме нескольких одинаковых функциональных модулей (электрокалориферов, испарителей, холодильных машин), когда в зависимости от затребованной производительности включаются один или несколько элементов. Для повышения надежности устанавливаются резервные вентиляторы, электронагреватели, холодильные машины. При этом периодически (например, через 100 ч) основной и резервный элементы меняются функциями, выравнивая, таким образом, их время наработки.

Немаловажное значение имеют функции программного управления, такие как смена режимов «зима-лето» и «день-ночь». Особенно актуальна реализация этих функций в современных условиях дефицита энергетических ресурсов. В нормативных документах выполнение этой функции носит рекомендательный характер – «для общественных, административно-бытовых и производственных зданий следует, как правило, предусматривать программное регулирование параметров, обеспечивающее снижение расхода теплоты».

В простейшем случае эти функции предусматривают или вообще отключение СКВ в определенный момент времени, или снижение (повышение) заданного значения регулируемого параметра (например, температуры) в зависимости от периода суток («день-ночь») или изменения тепловых нагрузок в обслуживаемом помещении.

Более эффективным, но и более сложным в реализации, является программное управление, предусматривающее автоматическое изменение структуры СКВ и алгоритма ее функционирования не только в традиционном режиме «зима-лето», но и в переходных режимах. Анализ и синтез структуры СКВ и алгоритма ее функционирования обычно производится на основе их термодинамической модели.

При этом основной мотивацией и критерием оптимизации, как правило, является стремление обеспечить, возможно, минимальное потребление энергии при ограничениях на капитальные затраты, габариты и т.д.

3. Защитные функции и блокировки

Защитные функции и блокировки общие для систем автоматики и электрооборудования (защита от короткого замыкания, перегрева, ограничения

перемещения и т.п.) оговорены межведомственными нормативными документами. Такие функции, обычно, реализуются отдельными аппаратами (предохранителями, устройствами защитного отключения, конечными выключателями и т.д.). Их применение регламентируется правилами устройства электроустановок (ПУЭ), нормативными правовыми актами по охране труда (НПА ОП) и правилами пожарной безопасности (ППБ).

Защита от замерзания. Функция автоматической защиты от замерзания должна быть предусмотрена в районах с расчетной температурой наружного воздуха для холодного периода минус 5°C и ниже. защите подлежат теплообменники первого подогрева и рекуператоры.

Причиной возможного замерзания воды в трубах является ламинарное движение воды при отрицательной температуре наружного воздуха и переохлаждении воды в аппарате. При диаметре трубки теплообменника $d_{тр} \leq 2,2$ см и скорости воды меньшей 0,1 м/с скорость воды у стенки практически равна нулю и вследствие малого термического сопротивления трубки температура воды у стенки приближается к температуре наружного воздуха. Особенно подвержена замерзанию вода в первом ряду трубок со стороны потока наружного воздуха.

Выделим три основных фактора, способствующих замерзанию воды:

- ошибки, допущенные при проектировании и связанные с завышенной поверхностью нагрева, обвязкой по теплоносителю и способом управления;
- превышение температуры горячей воды, и как следствие резкое снижение скорости движения воды, из-за чего создается опасность замерзания воды в теплообменнике;
- опасность замерзания в нерабочее время при перетекании холодного воздуха из-за негерметичности клапана наружного воздуха и при полном закрытии плунжера водяного клапана.

Обычно защита от замерзания теплообменников выполняется на базе датчиков или датчиков-реле температуры воздуха за аппаратом и температуры теплоносителя в обратном трубопроводе.

Опасность замораживания прогнозируют по температуре воздуха перед аппаратом ($t_n < 5$ °C) и одновременным понижением температуры охлажденной воды, например, $t_{wmin} < 20$ °C. При достижении указанных значений полностью открывают клапаны и останавливают приточный вентилятор.

В нерабочее время для систем с защитой от замерзания клапан должен оставаться приоткрытым (5–25 %) при закрытой заслонке наружного воздуха. Для большей надежности защиты при отключенной системе иногда реализуют функцию автоматического регулирования (стабилизации) температуры воды в обратном трубопроводе.

Защита технологической аппаратуры и электрооборудования.

4. Контроль загрязненности фильтра

Контроль загрязненности фильтра оценивается падением давления на нем, которое измеряется дифференциальным датчиком давления. Датчик измеряет разность давлений воздуха до и после фильтра. Допустимое падение давления на фильтре указывается в его паспорте (обычно 150–300 Па). Эта разность

устанавливается при наладке системы на дифференциальном датчике (уставка датчика). При достижении уставки от датчика поступает сигнал о предельной запыленности фильтра и необходимости его обслуживания или замены. Если в течение определенного времени (обычно 24 часов) после выдачи сигнала предельной запыленности фильтр не будет очищен или заменен, необходимо предусмотреть аварийную остановку системы.

Аналогичные датчики устанавливаются на вентиляторах. Если выйдет из строя вентилятор или ремень привода вентилятора, то система должна быть остановлена в аварийном режиме.

Защиты и блокировки электрического калорифера. Особые меры защиты и блокировок необходимы при использовании в системах вентиляции и кондиционирования электрического калорифера.

Если при низкой температуре наружного воздуха полной мощности электрического калорифера для поддержания заданной температуры недостаточно, то снижается производительность (скорость вращения) вентиляторов. Следует помнить, что при снижении скорости вращения вентиляторов количество поступившего в помещение воздуха может не соответствовать требованиям санитарных норм. Однако это позволяет обеспечить работу центрального кондиционера до температуры наружного воздуха минус 20–25 °С.

Кроме того, при отсутствии потока воздуха электрокалорифер выйдет из строя через 10–15 секунд, что недопустимо. Поэтому для защиты электрокалорифера при отсутствии потока воздуха необходимо его отключение по команде датчика потока или блокирование его работы при неработающем вентиляторе.

В калориферах, как правило, устанавливают еще два ступени защиты:

- первая ступень – защита от перегрева с самовозвратом (температура срабатывания 50 °С);
- вторая ступень – защита от возгорания с ручным возвратом (температура срабатывания 150 °С).

Первая ступень срабатывает обратимо, то есть после того, как температура воздуха за электрокалорифером снизится до 40 °С, калорифер включается снова. Однако, если такое выключение случится несколько раз в течение определенного времени (например, одного часа), то необходимо аварийное отключение системы. При срабатывании второй ступени система должна отключиться, включить ее повторно можно только вручную после устранения неисправности.

Кроме того, автоматические блокировки регламентированы для:

- открывания и закрывания клапанов наружного воздуха при включении и отключении вентиляторов;
- открывания и закрывания клапанов систем вентиляции, соединенных воздухопроводами для полной или частичной взаимозаменяемости при выходе из строя одной из систем;
- закрывания клапанов систем вентиляции для помещений, защищаемых установками газового пожаротушения при отключении вентиляторов систем вентиляции этих помещений;
- обеспечения минимального расхода наружного воздуха в системах с переменным расходом и др.

5. Регулирующие функции

Регулирующие функции – автоматическое поддержание заданных параметров являются основными для систем воздушного отопления, приточной и вытяжной вентиляции, работающей с переменным расходом, рециркуляцией воздуха, систем кондиционирования, холодоснабжения и местного увлажнения воздуха в помещениях. При этом для систем кондиционирования точность поддержания параметров воздуха (если отсутствуют специальные требования), составляет в точках установки датчиков ± 1 °С по температуре и ± 7 % по относительной влажности.

Эти функции выполняются с помощью замкнутых контуров регулирования, в которых принцип обратной связи присутствует в явном виде: информация об объекте, поступающая от датчиков, преобразуется регулирующими устройствами в управляющие воздействия. На рис. 3.3. приведен пример контура регулирования температуры приточного воздуха в канальном кондиционере. Температура воздуха поддерживается водяным калорифером, через который пропускается теплоноситель. Воздух, проходя через калорифер, нагревается. Температура воздуха после водяного калорифера измеряется датчиком (Т), далее ее величина поступает на устройство сравнения (УС) измеренного значения температуры и температуры уставки. В зависимости от разности между температурой уставки ($T_{уст}$) и измеренным значением температуры ($T_{изм}$) устройство управления (Р) вырабатывает сигнал, воздействующий на исполнительный механизм (М – электропривод трехходового клапана). Электропривод открывает или закрывает трехходовой клапан до положения, при котором ошибка $\varepsilon = T_{уст} - T_{изм}$ будет минимальной.

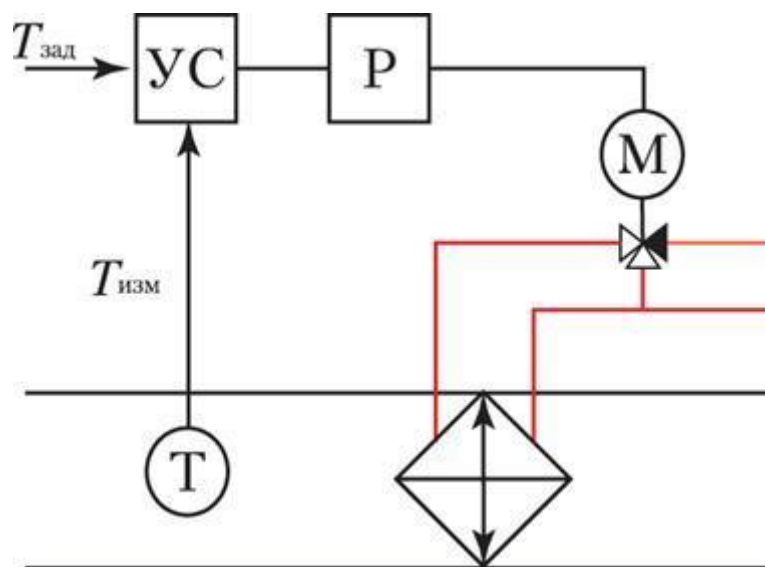


Рис. 3.3. Контур регулирования температуры приточного воздуха в воздуховоде с водяным теплообменником: Т - датчик; УС - устройство сравнения; Р - регулирующее устройство; М - исполнительное устройство; РО - регулирующий орган; ОУ - объект управления

Таким образом, построение системы автоматического регулирования на основании требований к точности и другим параметрам ее работы (устойчивости, колебательности и др.) сводится к выбору ее структуры и элементов, а также к

определению параметров регулятора. Обычно, это выполняется специалистами по автоматизации с использованием классической теории автоматического регулирования. Отметим только, что параметры настройки регулятора определяются динамическими свойствами объекта управления и выбранным законом регулирования. Закон регулирования – взаимосвязь между входным (Δ) и выходным (U_p) сигналами регулятора.

Простейшим является пропорциональный закон регулирования, в котором Δ и U_p связаны между собой постоянным коэффициентом K_p . Этот коэффициент и есть параметр настройки такого регулятора, который называют П-регулятором. Его реализация требует применения регулируемого усилительного элемента (механического, пневматического, электрического и т. п.), который может функционировать как с привлечением добавочного источника энергии, так и без него.

Последняя разновидность П-регуляторов называется регуляторами прямого действия. Примером регулятора прямого действия в СКВ является – терморегулирующий вентиль (ТРВ), предназначенный для регулировки количества хладагента, подаваемого в испаритель, в зависимости от температуры перегретого пара на выходе испарителя. Изменение K_p (настройка ТРВ) производится с помощью вращения регулировочного винта.

Другой разновидностью П-регуляторов являются позиционные регуляторы, которые реализуют пропорциональный закон регулирования при K_p , стремящемся к бесконечности и формируют выходной сигнал U_p , имеющий определенное число постоянных значений, например, два или три, соответствующие двух- или трехпозиционным регуляторам. Такие регуляторы иногда называют релейными из-за сходства их графических характеристик с характеристиками реле. Параметром настройки таких регуляторов служит величина зоны нечувствительности $\Delta\varepsilon$.

В технике автоматизации систем кондиционирования и вентиляции двухпозиционные регуляторы в виду простоты и надежности нашли широкое применение при регулировании температуры (термостаты), давления (прессостаты) и других параметров состояния процесса.

Двухпозиционные регуляторы используются также в системах автоматической защиты, блокировок и переключения режимов работы оборудования. В этом случае их функции выполняют датчики-реле.

Несмотря на указанные достоинства П-регуляторов, они обладают большой статической ошибкой (при малых значениях K_p) и склонностью к автоколебаниям (при больших значениях K_p). Поэтому при более высоких требованиях к регулирующим функциям систем автоматики по точности и устойчивости применяют и более сложные законы регулирования, например, ПИ- и ПИД-законы.

ПИ-закон регулирования характеризуется наличием второй составляющей – интегральной (И), которая суммирует во времени сигнал Δ , тем самым заставляя регулируемый орган занять положение, соответствующее нулевой статической ошибке. Кроме K_p , ПИ – регулятор имеет второй параметр настройки T_i – время интегрирования. Сочетание значений этих параметров настройки определяет приемлемый характер протекания переходного процесса по его длительности и колебательности.

В ПИД – регуляторе, кроме упомянутых пропорциональной и интегральной

составляющих, введена еще дифференциальная (Д), которая вырабатывает регулирующее воздействие пропорциональное скорости изменения Δ и характеризуется параметром настройки T_d (постоянная времени дифференцирования). Такие регуляторы предпочтительны для объектов с резкими перепадами температур (скачкообразное изменение теплопритоков) или с большим транспортным запаздыванием (длинные трубо- и воздухопроводы).

Реализация ПИ и ПИД – регуляторов требует выполнения специальных вычислительных операций, которые могут быть осуществлены или аппаратно (аналоговые устройства на основе операционных усилителей), или программно (цифровые вычислительные устройства). Для регулирования основных технологических параметров СКВ (температура, влажность и т. п.) существует большой ассортимент как непрерывных, так и цифровых одно- и многоканальных регуляторов.

6. Комплексная реализация функций управления

Способ реализации функций управления в системах автоматики обычно определяется общим уровнем развития элементной базы. До 90-х годов прошлого столетия в промышленности (в том числе и в СКВ) доминировал принцип «аппарат-функция». Его суть заключалась в том, что конкретную функцию в локальных системах автоматики реализовало конкретное устройство, выполненное, как правило, на базе релейно-контакторной аппаратуры.

Такие схемные решения встречаются и в настоящее время в простейших системах приточно-вытяжной вентиляции. На рис. 3.4. представлена функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции на базе релейно-контакторной аппаратуры и измерителя-регулятора температуры, а на рис.3.5. – схема электрическая принципиальная такой системы.

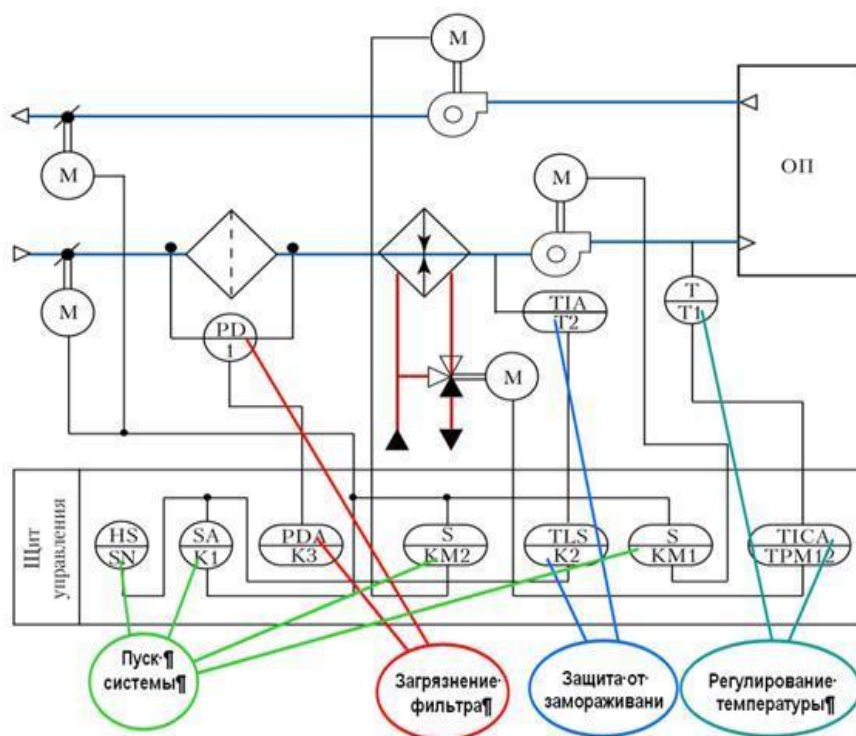


Рис. 3.4. Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции на базе релейно-контакторной аппаратуры и измерителя-регулятора температуры.

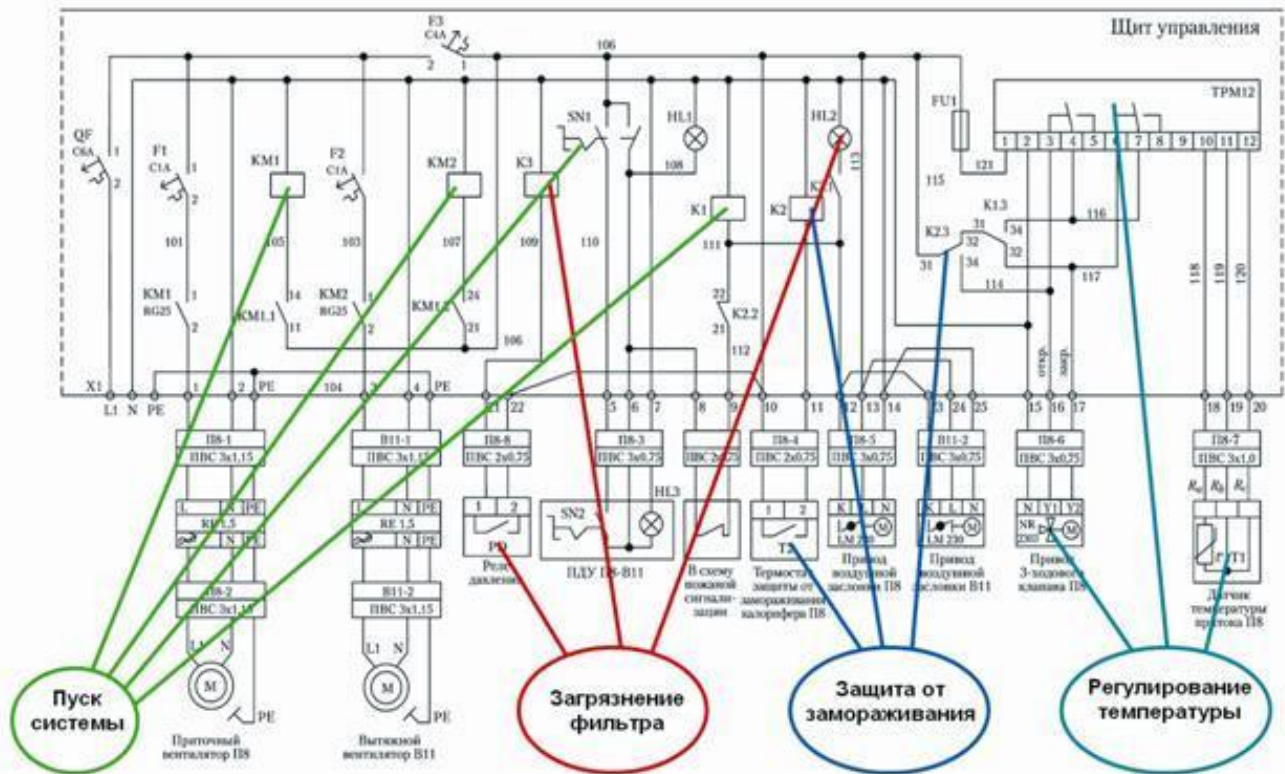


Рис. 3.5. Схема электрическая принципиальная автоматизации приточно-вытяжной вентиляции на базе релейно-контакторной аппаратуры и измерителя-регулятора температуры

Главную, регулирующую функцию, в этой системе выполняет одноканальный регулятор TRM12, функцию защиты от замораживания – термостат T2 и промежуточное реле K2, а контроль загрязнения фильтра – дифференциальное реле давления PD и промежуточное реле K3 и сигнальная лампочка HL2. Разработка таких схем, их монтаж и наладка требуют определенных знаний и навыков работы в области схемотехники.

Реализация более сложных систем управления по такому принципу построения в настоящее время практически не осуществляется. Современные САУ в качестве средств управления используют, как правило, электронные цифровые устройства на базе микропроцессоров. По своим техническим возможностям эти устройства позволяют обеспечить управление множеством параметров. Это пуск и остановка отдельных технологических аппаратов и всей системы в целом, блокировка и защита оборудования в аварийных ситуациях, индикация, переход с режима на режим и т. д. Устройства комплексно решающие функции управления и регулирования, называются управляющими контроллерами. При их использовании в большинстве случаев исключается необходимость применения таких элементов автоматики, как реле, преобразователи, переключатели, счетчики, индикаторы, измерительные приборы и т. п. Это в свою очередь позволяет:

- повысить точность поддержания регулируемых параметров и надежность работы системы;
- уменьшить габариты средств управления;
- упростить монтаж и сократить сроки его выполнения;
- облегчить эксплуатацию системы.

В ряде случаев, за счет перечисленных достоинств, можно уменьшить фактическую стоимость средства автоматики с учетом капитальных и эксплуатационных затрат.

Функциональная схема (рис. 3.6.) автоматизации приточно-вытяжной вентиляции на базе микропроцессорного контроллера (МК) наглядно показывает упрощение схемных решений. Все аппараты и устройства, установленные на объекте, соединены с МК по определенному принципу:

I – входные сигналы (от датчиков и преобразователей);

O – выходные сигналы (на исполнительные механизмы и регулирующие органы);

D – дискретный (импульсный) сигнал;

A – аналоговый (непрерывный) сигнал.

Многие микропроцессорные контроллеры оснащены универсальными входами – IU, которые позволяют подключать датчики и преобразователи с любым видом выходного сигнала (датчики-реле, термосопротивления, унифицированные сигналы 0-10В, 4-20mA и т.п.). Выбор типа необходимого сигнала производится при программировании или настройке МК.

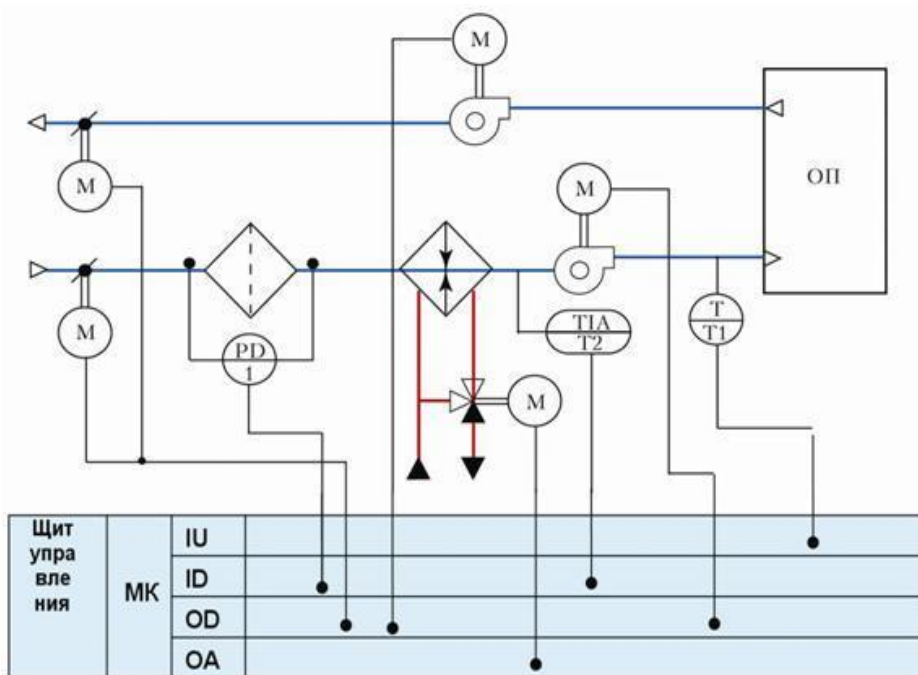


Рис. 3.6. Функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной вентиляции на базе микропроцессорного контроллера

Контрольные вопросы и задания: 1. Поясните схему автоматизации кондиционирования воздуха. 2. Каковы основные технологические функции управления СКВ? 3. Что относится к обязательным параметрам контроля? 4. Изобразите варианты размещения местных измерительных приборов для различных схем управления теплообменниками. 5. Каково назначение оперативного и программного управления? 6. Что относится к защитным функциям и блокировке? 7. Перечислите основные факторы, способствующие замерзанию воды в СКВ? 8. В чем заключается регулирующие функции? 9. Каково назначение управляющих контроллеров?

РАЗДЕЛ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКВ

ТЕМА 4.1. ГРАФО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ РАЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СКВ

1. Основные параметры влажного воздуха
2. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха
3. Изображение изменения параметров воздуха в $i - d$ диаграмме
4. Тепловлажностный баланс кондиционируемого помещения
5. Определение теплопритоков
6. Определение влагопритоков
7. Выбор параметров и количества воздуха, подаваемого в помещение
8. Особенности СКВ для предприятий мясной и молочной промышленности и общественного питания

1. Основные параметры влажного воздуха

В системах кондиционирования воздух подвергается различным видам обработки, при которых существенно меняются его параметры состояния.

Атмосферный воздух состоит из сухой части (азота, углерода, инертных газов) и водяных паров. Причем, если содержание газов в сухой части воздуха относительно стабильно, то количество водяных паров изменяется в широких пределах и зависит от времени года и местных климатических условий.

Поскольку в атмосферном воздухе всегда находится какое-то количество водяных паров, то он рассматривается как влажный воздух.

Влажный воздух можно в первом приближении рассматривать, как бинарную смесь, состоящую из водяного пара и однородного газа (сухой части атмосферного воздуха). Тогда барометрическое давление P_6 будет равно сумме давлений сухого воздуха p_B и водяного пара p_P , т.е.

$$P_6 = p_B + p_P. \quad (4.1.)$$

При обработке в системах кондиционирования влажного воздуха изменяется количество водяных паров, содержащихся в воздухе, содержание же сухого воздуха остается постоянным. Поэтому при расчетах процессов, связанных с увлажнением и осушкой воздуха, пользуются единицей измерения влажности, которая выражает отношение переменного количества водяных паров к неизменной массе сухого воздуха. Такой единицей измерения является *влагосодержание* (d в кг/кг).

Влагосодержание влажного воздуха представляет собой отношение массы пара к единице массы сухого воздуха, содержащегося в смеси, т.е.

$$d = \frac{M_P}{M_B} \cdot 1000, \quad (4.2.)$$

где M_P и M_B - соответственно масса пара и масса сухого воздуха.

Численные значения d обычно являются малой величиной, поэтому в практических расчетах удобнее пользоваться влагосодержанием в граммах влаги на 1 кг сухой части влажного воздуха.

Отношение весового количества водяного пара, содержащегося в 1 м³ воздуха при данных температуре и давлении, к тому количеству водяного пара, которое насыщало бы этот объем воздуха при тех же температуре и давлении называется *относительной влажностью* ϕ' . С достаточной точностью относительная влажность воздуха может быть вычислена как отношение влагосодержания в данном состоянии (d) к влагосодержанию при полном насыщении (d_H) при тех же значениях температуры и давления. Так же относительная влажность воздуха может быть выражена как отношение парциального давления водяного пара P_p , находящегося в воздухе, к парциальному давлению водяного пара $P_{пн}$, насыщающего данный объем при тех же температуре и давлении.

$$\phi' = \frac{d}{d_H} = \frac{P_p}{P_{пн}}, \quad (4.3.)$$

Давление насыщенного водяного пара является функцией только температуры и может быть найдено по таблицам.

Величину относительной влажности часто выражают в процентах, т.е.

$$\phi = \phi' \cdot 100\%. \quad (4.4.)$$

Энтальпия влажного воздуха представляет собой количество теплоты, содержащееся во влажном воздухе, сухая часть которого имеет массу 1 кг.

Энтальпия влажного воздуха складывается из энтальпий сухой его части и энтальпии водяных паров.

В результате конвективного теплообмена сухой части воздуха передается (или от него отводится) теплота, температура воздуха повышается или понижается и, соответственно, увеличивается или уменьшается его энтальпия.

При поступлении водяного пара от внешних источников в воздух передается теплота парообразования, и энтальпия воздуха возрастает. Изменение энтальпии водяного пара в этом случае происходит за счет увеличения его массы. Температура воздуха при этом остается неизменной.

2. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха

Для большинства общественных зданий, в том числе для предприятий торговли и общественного питания, принимают такие значения расчетных параметров наружного воздуха (согласно СНиП 2.04.05—91** «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»):

- для летнего периода — температуру воздуха, более высокое значение, которой в данном пункте наблюдается 200 ч в году и менее, и такую энтальпию воздуха, более высокое значение которой наблюдается 200 ч в году и менее;
- для зимнего периода — среднюю температуру наиболее холодной пятидневки и энтальпию воздуха, соответствующую этой температуре и средней относительной влажности самого холодного месяца в 13 ч.

Расчетные параметры наружного воздуха (температура, относительная влажность, энтальпия и др.) для некоторых городов России указаны в приложении 1.

Для населенных пунктов не указанных в приложении 1, расчетную температуру наружного воздуха $t_{л}$ (°C) в теплый период можно определить по формуле:

$$t_{л} = (t_{с.л.} + t_{макс})/2 \quad (4.5.)$$

где $t_{с.л.}$ — средняя летняя температура (температура наиболее жаркого месяца в 13 ч), °C; $t_{макс}$ — максимальная летняя температура в данной местности, °C.

Данные принимают по климатологическим справочникам. Расчетную летнюю относительную влажность в этом случае определяют следующим образом. По климатическим данным находят среднюю относительную влажность $\varphi_{с.л.}$ воздуха в 13ч. самого жаркого месяца при $t_{с.л.}$ и определяют соответствующее влагосодержание воздуха $d_{с.л.}$. Далее по $d - i$ диаграмме влажного воздуха по известному $d_{с.л.}$ на пересечении с температурой $t_{л}$ находят отдельную влажность $\varphi_{л}$.

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха ограничиваются, с одной стороны, требованиями СанПиН 2.08.02—89, а с другой — технологическими требованиями, которые зачастую противоречат друг другу. Поэтому приходится идти на компромисс.

Под расчетными параметрами внутреннего воздуха понимают такие значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, которые должны поддерживаться в кондиционируемых помещениях либо по технологическим требованиям, либо из соображений комфорта.

В практике проектирования все параметры внутреннего воздуха принято считать на уровне «рабочей зоны» — в воздушном пространстве высотой 2...2,2 м над полом или площадкой, на которой находятся рабочие места. Расчетные параметры внутреннего воздуха для технологического кондиционирования в зависимости от назначения помещения приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Помещения	Расчетные параметры внутреннего воздуха	
	температура, °C	относительная влажность, %
Цехи мясных полуфабрикатов на предприятиях общественного питания	12	70...75
Цехи мясокомбинатов: убой скота и разделки туш, цех полуфабрикатов, машинный зал и шприцовочное отделение, сушильные камеры колбас	12	70...75
Камера воздушного охлаждения вареных колбас	2...8	95...90
Помещения для хранения:		
вареных колбас	0...8	90...85
варено-копченых колбас	12... 15	78...75
Отделение посола сыров	10...12	85...75
Камеры созревания сыров (в зависимости от их вида)	8...14	90...85
Камеры хранения сыров	5...8	80...75

Скорость движения воздуха для всех помещений не более 0,4 м/с.

При проектировании установок комфортного кондиционирования воздуха в жилых и общественных зданиях (залы кинотеатров, театров, магазинов, обеденные залы предприятий общественного питания) в качестве оптимальной расчетной температуры внутреннего воздуха для теплого периода года в средней полосе России принимают 22...25 °С, а для южных районов — более высокую температуру, но не выше 28 °С. Для холодного периода года оптимальной температурой внутреннего воздуха считают 20...22 °С. В качестве расчетной относительной влажности для всех периодов года принимают соответственно 60...30 %, при этом большей расчетной температуре должна соответствовать меньшая относительная влажность. Скорость движения воздуха должна быть не более 0,25 м/с.

3. Изображение изменения параметров воздуха в $i - d$ диаграмме

Л. К. Рамзин построил $i - d$ - диаграмму, которая широко применяется в расчетах кондиционирования воздуха и в ряде других расчетов, связанных с изменением состояния влажного воздуха. Эта диаграмма выражает графическую зависимость основных параметров воздуха (t , ϕ , d и I) при заданном барометрическом давлении (приложение 2).

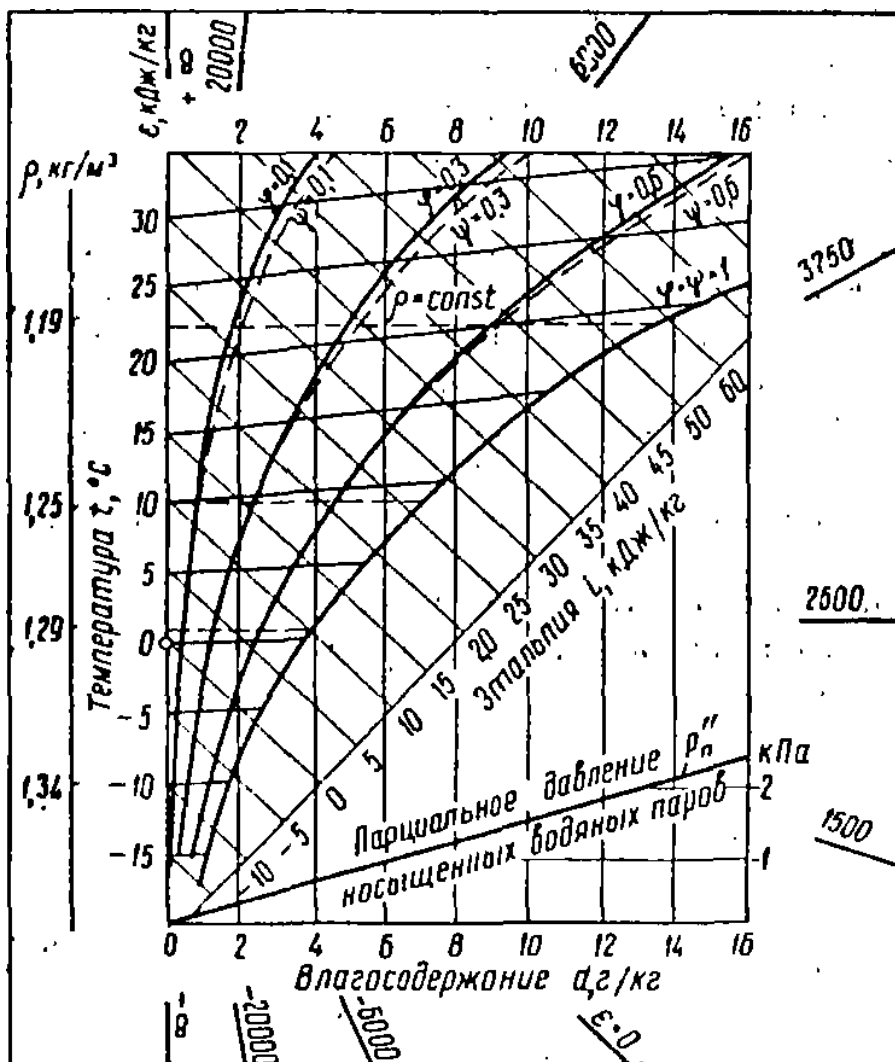


Рис.4.1. Схема $i - d$ - диаграммы влажного воздуха

Схема $i - d$ -диаграммы влажного воздуха представлена на рис. 4.1. На диаграмме нанесена сетка вертикальных линий $d = \text{const}$ и линий $i = \text{const}$, проведенных под некоторым углом к линиям d . Обычно этот угол принимают равным 135° . Кривая $\varphi = 1$ и линия $i = 0$ делят диаграмму на три области:

- область ненасыщенного влажного воздуха, лежащую выше кривой $\varphi = 1$;
- область водяного тумана, лежащую ниже линии $\varphi = 1$, но выше линии $i = 0$;
- область ледяного тумана, лежащую ниже кривой $\varphi = 1$ и ниже линии $i = 0$.

В области ненасыщенного влажного воздуха нанесены линии постоянной относительной влажности: $\varphi = 0,1; 0,2; \dots$. Иногда на диаграмме нанесены, линии постоянных значений степени насыщения $\psi = \text{const}$. Если эти линии не нанесены, то с погрешностью до 2—4% значения ψ можно брать равными значениям φ .

Линии $t = \text{const}$ на $i - d$ -диаграмме представляют собой прямые линии, расходящиеся по мере увеличения влагосодержания.

Линии постоянной плотности влажного воздуха ρ представляют наклонные линии, более пологие, чем линии t .

В нижней части диаграммы приведена кривая парциальных давлений водяных паров p_n . Поскольку значение p_n однозначно определяется соответствующим влагосодержанием воздуха, искомое значение p_n можно найти в точке пересечения заданного значения d с указанной кривой.

Поскольку d, i и ρ зависят от барометрического давления, для каждого его значения должна быть своя $i - d$ -диаграмма. Однако влияние барометрического давления не столь велико, поэтому; для обычных расчетов кондиционирования пользуются диаграммами, построенными для давлений $B = 0,099$ МПа (745 мм рт. ст.) $B = 0,101$ МПа (760 мм рт. ст.).

Состояние влажного воздуха в $i - d$ -диаграмме характеризуется точкой, лежащей на пересечении соответствующих двух линий; $d = \text{const}$ и $i = \text{const}$, либо $d = \text{const}$ и $i = \text{const}$ т. п. Нанеся эту точку, можно прочесть значения остальных параметров.

На некоторых диаграммах нанесены линии постоянных значений температуры воздуха по мокрому термометру t_m . Эти линии практически параллельны линиям $i = \text{const}$. Поэтому, если, линии t_m не нанесены, для определения t_m нужно из заданной точки состояния воздуха двигаться по линии, параллельной $i = \text{const}$, до ее пересечения с линией $\varphi = 1$. Температура насыщенного воздуха в точке пересечения и будет искомой температурой t_m .

Для нахождения температуры точки росы t_p нужно из заданной точки состояния воздуха двигаться вертикально вниз до пересечения с линией $\varphi = 1$. Температура насыщенного воздуха в точке пересечения является искомой температурой t_p .

При нагревании или охлаждении воздуха без добавления или удаления из него какого-то количества водяных паров происходит только изменение температуры воздуха без изменения его влагосодержания.

Теплоту, переданную воздуху или отнятую от него, называют явной («сухой») теплотой Q_y . Таковы процессы нагревания воздуха в воздухонагревателе, нагревания воздуха в помещении вследствие теплопритоков через наружные ограждения, от солнечной радиации, от работающих электродвигателей и т. п.

Добавление в воздух влаги (увлажнение воздуха) или удаление ее из воздуха

(осушение воздуха) в количестве $W(\text{кг/с})$ равнозначно добавлению или удалению скрытой теплоты $Q_{\text{скр}}$ (кВт):

$$Q_{\text{скр}} = Wr, \tag{4.6}$$

где r —теплота парообразования ($r = 2500$ кДж/кг).

Скрытой эту теплоту называют потому, что она как бы запасена в водяном паре и выделяется в воздух при конденсации водяных паров или затрачивается при испарении воды в воздух.

Полное количество добавляемой или удаляемой теплоты $Q_{\text{п}}$ равно сумме явной и скрытой теплоты:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{скр}} \tag{4.7}$$

При этом добавляемая к воздуху теплота считается положительной (со знаком «+»), а удаляемая — отрицательной (со знаком «-»).

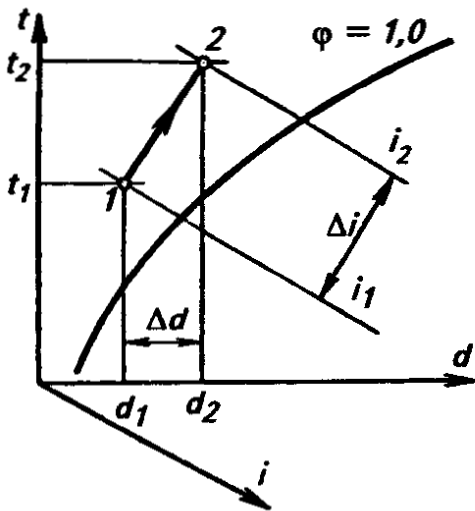


Рис.4.2.Изменение состояния воздуха при одновременном нагревании и увлажнении.

При тепловлажностной обработке воздуха, например добавлением явной теплоты $Q_{\text{я}}$ (кВт) и водяного пара W , энтальпия которого i_w , воздух перейдет из состояния, характеризуемого точками d_1, t_1 , в состояние d_2, t_2 (рис. 4.2.). Если при этом массовый расход обрабатываемого воздуха $M_{\text{вз}}$ (кг/с), то

$$i_2 = i_1 + \frac{Q_{\text{я}}}{M_{\text{вз}}} + \frac{W}{M_{\text{вз}}} i_w = i_1 + \frac{Q_{\text{п}}}{M_{\text{вз}}} \tag{4.8.}$$

Или

$$\Delta i = i_2 - i_1 = \frac{Q_{\text{я}}}{M_{\text{вз}}} + \frac{W}{M_{\text{вз}}} i_w = \frac{Q_{\text{п}}}{M_{\text{вз}}}. \tag{4.9.}$$

Аналогично

$$\Delta d = d_2 - d_1 = W/M_{\text{вз}}. \tag{4.10}$$

Разделив уравнение (4.9) на уравнение (4.10), получим

$$\varepsilon = \frac{i_2 - i_1}{d_2 - d_1} = \frac{\Delta i}{\Delta d} = \frac{Q_{\text{п}}}{W} = \frac{Q_{\text{я}}}{W} + i_w, \quad (4.11.)$$

где $i_1, i_2; d_1$ и d_2 — удельная энтальпия и влагосодержание воздуха в начале и конце процесса обработки; i_w —удельная энтальпия воды или пара, используемых для увлажнения воздуха.

Величину ε (кДж/кг) называют *тепловлажностным отношением*, или *угловым коэффициентом*. Выражение (4.11.) есть уравнение прямой линии. Таким образом, процесс изменения параметров воздуха в $i - d$ -диаграмме изображается прямой линией, направление которой характеризуется значением тепловлажностного отношения.

Для удобства построения процессов изменения состояния воздуха на $i - d$ -диаграмме нанесены значения ε от $-\infty$ до $+\infty$ в виде пучка лучей, исходящих из нулевой точки диаграммы ($i=0, t=0, d=0$). Однако, чтобы эти лучи не мешали основным линиям, наносят только концы лучей на поля диаграммы. Чтобы выяснить направление процесса с тепловлажностным отношением ε , нужно на полях $i-d$ -диаграммы найти конец луча с этим значением, соединить его с центром координат ($i = 0, d = 0, t = 0$) и провести из точки начального состояния воздуха d_1, i_1 линию, параллельную этому лучу-процессу.

4. Тепловлажностный баланс кондиционируемого помещения

Расчетные параметры воздуха в кондиционируемых помещениях устанавливаются в результате притока и отвода тепла и влаги в этих помещениях. Разность теплопоступлений и теплопотерь помещения называются теплоизбытками помещения (если разность больше нуля) или теплонедостатками (если разность отрицательна). В вентилируемых помещениях, как правило, даже в холодный период года (при работающем отоплении) имеют место теплоизбытки.

Тепло, поступающее в помещение (со знаком +) или уходящее из него (со знаком —), подсчитывают по формуле:

$$\sum Q = Q_{\text{л}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} \pm Q_{\text{м}} \pm Q_{\text{огр}} \pm Q_{\text{рад}} \pm Q_{\text{инф}} \quad (4.12.)$$

где $Q_{\text{л}}$ -от людей;

$Q_{\text{об}}$ -от технологического оборудования, расположенного в помещении;

$Q_{\text{осв}}$ -от искусственного освещения;

$Q_{\text{м}}$ -от обрабатываемых технологических материалов ;

$Q_{\text{огр}}$ - теплопритоки через ограждающие конструкции;

$Q_{\text{рад}}$ -от солнечной радиации;

$Q_{\text{инф}}$ -от инфильтрации наружного воздуха.

Общее количество влаги, поступающее в помещение (со знаком +) либо поглощаемое в нем (со знаком —), подсчитывают по формуле:

$$\Sigma W = W_{л} + W_{об} \pm W_{м} \pm W_{инф} \quad (4.13.)$$

где $W_{л}$ — влагопритоки от людей;

$W_{об}$ — влагопритоки от технологического оборудования;

$W_{м}$ — влагопритоки от обрабатываемых материалов;

$W_{инф}$ — влагопритоки от инфильтрации наружного воздуха.

Результаты расчетов сводят в таблицы.

5. Определение теплопритоков

Теплопритоки от людей

Тепловыделения от людей зависят от интенсивности выполняемой работы и параметров окружающего воздуха. Тепло, выделяемое людьми, складывается из ощутимого (явного), т.е. передаваемого в воздух помещения путем конвекции и лучеиспускания, и скрытого тепла, затрачиваемого на испарение влаги с поверхности кожи и из легких. Соотношение между количеством ощутимого и скрытого тепла зависит от интенсивности мускульной работы, производимой человеком, и от параметров окружающего воздуха.

Количество тепла, выделяемого людьми, $Q_{л}$ (в Вт) определяют по формуле:

$$Q_{л} = q_{чел} n, \quad (4.14.)$$

где $q_{чел}$ - величина тепловыделения одним человеком в зависимости от температуры воздуха в помещении и рода выполняемой работы;

n — число людей, одновременно находящихся в помещении (в торговых залах предпринял питания принимается равным числу посадочных мест).

Тепло- и влаговыделения от людей (в расчете на 1 человека) приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2.

Количество теплоты и влаги, выделяемой взрослыми людьми

Показатели	Температура воздуха в помещении, °С							
	10-12	14-16	17-19	20-22	23-25	26-28	30-32	35
<i>В состоянии покоя</i>								
тепловыделение (Вт)	105	86	79	72	68	49	35	11,6
влаговыделение $W_{чел.} * 10^6$ (кг/с)	9,16	11,9	14,7	17,7	19,4	27	32,2	32,2
<i>При легкой работе (кассиры, посетители столовых, магазинов и др.)</i>								
тепловыделение (Вт)	147	116,3	98	95	70	60	46,5	5,8
влаговыделение $W_{чел.} * 10^6$ (кг/с)	11,1	139,	21,4	22,2	32,2	36	41,6	55,5

<i>При работе средней тяжести (продавцы магазинов, официанты, уборщицы и т.п.)</i>								
тепловыделение (Вт)	157	130	140	112	80	70	46,5	5,8
влажновыделение $W_{\text{чел.}} * 10^6(\text{кг/с})$	20,8	32	34,7	39	51,5	55,5	69,5	79
<i>При тяжелой работе (персонал горячих цехов, кухни, рабочие обвалочных, разрубочных, жиловочных отделений)</i>								
тепловыделение (Вт)	198	158	163	130	89	64	35	8,2
влажновыделение $W_{\text{чел.}} * 10^6(\text{кг/с})$	37	52,7	51,4	64,5	80,5	90,5	101	94,5

Теплопритоки от оборудования

Количество тепла, выделяемого оборудованием, зависит от целого ряда причин: применяемого способа обогрева (газ или электричество), оснащённости данного предприятия оборудованием, режима работы предприятия, а также от мощности и режима работы каждой единицы технологического оборудования.

Для оборудования, обогреваемого природным газом, подсчет теплопритоков осложняется тем, что не все тепло, полученное при сгорании газа, выделяется в помещение. Часть его составляют потери тепла с уходящими газами:

$$Q_{\text{топ}} = Q_{\text{пом}} + Q_{\text{ух}}, \quad (4.15.)$$

где $Q_{\text{топ}}$ —тепло, выделяемое в топке при сгорании газа, кВт;

$Q_{\text{пом}}$ — тепло, выделяемое оборудованием в помещении (состоит из полезного тепла, расходуемого непосредственно на приготовление пищи, и из потерь тепла наружными ограждениями оборудования), кВт;

$Q_{\text{ух}}$ —потеря тепла с уходящими газами, кВт.

Количество тепла $Q_{\text{об}}^{\text{газ}}$ (в кВт), выделяемое газовым тепловым оборудованием, определяют по формуле:

$$Q_{\text{об}}^{\text{газ}} = Q_{\text{топ}} K K_0 K_n, \quad (4.16.)$$

где $Q_{\text{топ}} = B Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ —количество тепла, выделяемого при сгорании газа, кВт;

B —количество (расход) газа, $\text{нм}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ — теплотворная способность 1 нм^3 газа, равная 35600 кДж/ нм^3 ;

K —коэффициент, учитывающий соотношение между $Q_{\text{топ}}$ и $Q_{\text{ух}}$; $K = 0,8$;

K_0 — коэффициент, учитывающий одновременность работы однотипного оборудования (для столовых $K_0 = 0,8$; для ресторанов и кафе $K_0 = 0,6$);

K_n - коэффициент использования оборудования (выражает продолжительность непрерывной работы оборудования в течение смены в пересчете на 1 рабочий час), значение этого коэффициента приведено в таблице 4.3.

Коэффициент использования оборудования

Оборудование	Значение $K_{и}$
Кипятильники, кофеварки, печи шашлычные, электротермостаты	0,9
Печи электрические	0,7
Плиты газовые, котлы электрические и газовые, посудомоечные машины	0,6
Сковороды, жаровни, фритюрницы	0,5
Мармиты, стойки, шкафы жарочные, пекарские и кондитерские	0,4
Механическое оборудование	0,2

Тепловыделения от единицы оборудования, обогреваемого паром, можно принимать, равными 1,3 кВт на 1 м² наружной неполированной поверхности; 0,49 кВт—полированной и 0,33 кВт — для поверхности, покрытой изоляцией.

Для оборудования с электрическим обогревом тепловыделения (кВт) определяют по формуле:

$$Q_{об}^{эл} = \sum N_{эл.н} K_{и} K_{о}, \quad (4.17.)$$

где $\sum N_{эл.н}$ - суммарная мощность всех электронагревателей данного оборудования, кВт.

Теплоту, выделяемую электродвигателями механического оборудования, $N_{эл.дв}$ (кВт) определяют по формуле:

$$Q_{эл.дв} = \sum N_{эл.дв} K_{и} K_{о}, \quad (4.18)$$

где $\sum N_{эл.дв}$ - суммарная мощность всех электродвигателей механического оборудования, кВт.

Значения $K_{и}$ для предприятий питания приведены выше. Для перерабатывающих цехов мясокомбинатов принимают $K_{и} = 0,65$ для оборудования машинных залов (волчки, кутера) и $K_{и} = 0,25$ для оборудования шприцовочной.

Для предприятий питания, оснащенных только электрическим тепловым оборудованием, значение $Q_{об.мех}$ можно принимать равным 10 % от $Q_{об.теп}$

Теплопритоки от электрического освещения

В настоящее время в основном используются два типа осветительных приборов: лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Теплопоступления от ламп накаливания $Q_{осв}$ (Вт) определяются по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = \eta N_{\text{осв}}, \quad (4.19.)$$

где $N_{\text{осв}}$ -установленная мощность осветительной аппаратуры, Вт; $\eta = 0,92 \dots 0,97$ - коэффициент перехода электрической энергии в тепловую.

Световая нагрузка должна быть задана. Если она неизвестна, то для предварительных расчетов для хорошо освещенных помещений можно принимать $N_{\text{осв}} = 50 \dots 100$ Вт/м.

При использовании люминесцентных ламп принимают $\eta = 0,5 \dots 0,6$.

Теплопритоки от материалов

Для мясоперерабатывающих цехов и цехов полуфабрикатов:

$$Q_{\text{м}} = mc (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}), \quad (4.20.)$$

где $Q_{\text{м}}$ — количество тепла от обрабатываемых мясопродуктов, кВт;

m — масса обрабатываемых мясопродуктов, кг;

c —удельная теплоемкость, кДж/(кгК) [для мяса $c = 2,72 \dots 3,14$ кДж/(кгК), для колбасы $c = 2,51$ кДж/(кгК)];

$t_{\text{н}}$ и $t_{\text{к}}$ — начальная и конечная температура продукта, °С.

Начальная температура мяса зависит от того, в каком виде оно поступает в цех на переработку (охлажденное или парное).

Охлажденное мясо при переработке нагревается от 4 до 12° С; следовательно, но воспринимает часть выделенного в помещении тепла и в этом случае входит уравнение теплового баланса со знаком минус. Парное же мясо охлаждается с 36 до 12° С и, следовательно, выделяет тепло в процессе его обработки. В этом случае значение $Q_{\text{м}}$ будет положительным.

Для предприятий общественного питания объектами обработки являются горячие блюда, выпеченные изделия в кондитерских цехах, остывающая пища в обеденных залах, а также мясопродукты, обрабатываемые в холодных цехах.

Тепловыделения от остывающей пищи можно принять $Q_{\text{м}} = 17 \dots 25$ Вт на одного посетителя.

Теплопритоки через ограждающие конструкции (из-за разности температур)

Вычисляют через каждый элемент ограждающих конструкций и остекления по уравнению теплопередачи:

$$Q_{\text{огр}} = k \cdot F (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}) \quad (4.21.)$$

где k - нормативный коэффициент теплопередачи ограждения (действительный), Вт/м²К; F - площадь ограждения м²; $t_{\text{н}}$ - температура воздуха с наружной стороны ограждения °С, $t_{\text{в}}$ - температура воздуха в камере °С

$$k = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v}} \quad (4.22.)$$

где $\sum R$ - суммарное термическое сопротивление теплопередачи, (м²К)/Вт; α_n - коэффициент теплоотдачи с наружной стороны ограждения, Вт/(м² К); α_v - коэффициент теплоотдачи с внутренней стороны ограждения, Вт/(м²К); δ_i - толщина слоя, м; λ_i - коэффициент теплопроводности строительных слоев конструкции, Вт/(мК) см. прил. 3

Коэффициенты теплоотдачи с наружной и внутренней сторон ограждений приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4.

Коэффициенты теплоотдачи с наружной и внутренней сторон ограждений

Поверхность ограждения	$\alpha_n; \alpha_v,$ Вт/(м ² К)	$1/\alpha_n; 1/\alpha_v,$ (м ² К)/Вт
Наружная поверхность стен и бесчердачных покрытий	23,3	0,043
Внутренняя поверхность стен охлаждаемых помещений (естественная циркуляция воздуха)	8,0	0,125
Поверхность пола более теплой камеры при расположении под ней холодной камеры	7,0	0,143
Поверхность потолка холодной камеры при расположении над ней более теплой камеры	6,0	0,167
Поверхность потолка, стен и пола при умеренной циркуляции воздуха (хранение охлажденных грузов)	9,0	0,111
Поверхность потолка, стен и пола при интенсивной циркуляции воздуха (камеры тепловой обработки грузов)	10,5	0,095

Техническая характеристика витражей и стеклопакетов приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5.

Техническая характеристика витражей и стеклопакетов

Светопрозрачные ограждения	Число стекол	Расстояние между стеклами, мм	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² К)
Витрина: с одинарным остеклением	1	—	6,70
	2	70... 100	2,68

с двойным раздельным остеклением	2	450...600	2,45
Стеклопакет с двойным остеклением	2	10	2,30
	2	15	2,70
	2	20	2,74
Стеклопакет с тройным остеклением	3	15...20	1,9
Окна:			
с одинарным остеклением	1	—	3,3
со спаренным остеклением	2	30...60	2,0
с двойным раздельным остеклением	2	75... 100	1,9

Теплопритоки от солнечной радиации

Теплопритоки от солнечной радиации $Q_{\text{рад}}$ (Вт) в кондиционируемое помещение складываются из теплопритоков через массивные ограждения зданий (стены, кровли, покрытия и т. д.) и теплопритоков через световые проемы (окна, витрины и т. д.), т. е.

$$Q_{\text{рад}} = Q_{\text{рад}}^{\text{масс}} + Q_{\text{рад}}^{\text{свет}} \quad (4.23.)$$

Для кондиционируемых помещений теплопритоки через ограждения рассчитывают по формуле:

$$Q_{\text{рад}}^{\text{масс}} = k_d F \Delta t_c, \quad (4.24.)$$

где k_d — действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² • К); F — площадь поверхности ограждения, облучаемой солнцем, м²; Δt_c — избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, °С (табл. 4.6.).

Количество тепла солнечной радиации зависит от географической широты, характера поверхности и ориентировки по сторонам света.

Для плоской кровли избыточная разность температур зависит только от тона окраски и не зависит от ориентировки и широты. Для плоских кровель без окраски (темных) избыточную разность температур принимают 17,7°С, с окраской светлых тонов 14,9°С.

Теплоприток от солнечной радиации через световые проемы рассчитывается для теплого и холодного периодов года по формуле:

$$Q_{\text{рад}}^{\text{свет}} = q_p F c_z \quad (4.25.)$$

где q_p - количество теплоты, поступающей от солнечной радиации через

1 м^2 светового проема, Вт/м^2 ; F - площадь светового проема, м^2 ; c_3 - коэффициент солнцезащиты.

Таблица 4.6.

Дополнительная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации, Δt_c , $^{\circ}\text{C}$

Стена	Избыточная разность температур, $^{\circ}\text{C}$, при ориентировке по сторонам света									
	Ю		ЮВ	ЮЗ	В	З	СВ	СЗ	С	
	Географическая широта									
	40 $^{\circ}$	50 $^{\circ}$	60 $^{\circ}$	От 40 до 60 $^{\circ}$						
Бетонная	5,9	8,0	9,8	8,8	10,0	9,8	11,7	5,1	5,5	0
Кирпичная	6,6	9,1	11,0	9,9	11,3	11,0	13,2	5,8	6,3	0
Побеленная известью или оштукатуренная светлой штукатуркой	3,6	4,9	6,0	5,4	6,1	6,0	7,2	3,2	3,5	0
Покрытая темной штукатуркой	5,1	7,1	8,5	7,7	8,8	8,5	10,2	4,5	4,9	0
Облицованная белыми глазурованными плитами	2,3	3,2	3,9	3,5	4,0	3,9	4,7	2,0	2,2	0

Удельный теплоприток q_p от солнечной радиации через окно с одинарным остеклением в деревянных рамах, приведен в таблице 4.7. Коэффициент солнцезащиты (c_3) в зависимости от конструктивного оформления для некоторых типов светового проема приведен в табл. 4.8.

Таблица 4.7.

Удельный теплоприток от солнечной радиации q_p , Вт/м^2

Географическая широта	Июнь					Декабрь		
	С	СВ, СЗ	В, З	ЮВ, ЮЗ	Ю	В, З	ЮВ, ЮЗ	Ю
36	58	165	315	200	270	230	350	350
40	58	165	315	220	245	220	350	350
44	58	165	315	270	300	210	350	360
48	58	165	325	270	300	185	340	360
52	70	165	325	290	300	165	315	350
56	82	165	340	300	300	140	280	315
60	93	150	340	325	340	105	210	245
64	105	140	340	340	340	70	115	130

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Приведенные в таблице 4.7. величины следует умножить на поправочный коэффициент: для окон с двойным остеклением и деревянными рамами - 0,62; для окон с двойным остеклением и металлическими рамами - 0,7; для окон с одинарным остеклением и витрин в металлических переплетах - 1,25. 2. Теплопритоки через остекленные поверхности, ориентированные на север, в курсовых проектах можно не учитывать.

Коэффициент солнцезащиты

Затеняющее устройство	Значение коэффициента
Козырьки	0,95
Маркизы	0,75
Жалюзи, побелка остекления, штора наружная	0,7
<i>Штора</i>	
внутренняя при открытом окне	0,65
между переплетами	0,5
внутренняя при закрытом окне	0,4

Затеняющие устройства могут значительно уменьшить количество тепла, поступающего в кондиционируемое помещение за счет солнечной радиации, в результате чего снижаются капитальные затраты на устройство системы кондиционирования воздуха и расходы по ее эксплуатации.

Теплопритоки от солнечной радиации подсчитывают для каждого кондиционируемого помещения и сводят в таблицу, форма которой приведена ниже.

№ помещения	Стороны света	Тип остекления	Площадь светового проема, м ²	Теплоприток по табл. 4.7.	коэффициент солнцезащиты, c_3	$Q_{\text{рад}}^{\text{свет}}$, Вт.

Теплопритоки от инфильтрации и вентиляционного воздуха

Инфильтрацией называется проникновение наружного воздуха внутрь здания через неплотности наружных ограждений и через щели в окнах, а также при открывании дверей. Однако в кондиционируемые помещения обычно подают воздуха больше, чем удаляют из них. В результате в помещениях создается избыточное давление (подпор), препятствующее проникновению воздуха с инфильтрацией. Поэтому в курсовых и дипломных проектах теплоприток от инфильтрации можно принимать равным нулю.

Если в кондиционируемое помещение подается вентиляционный воздух от отдельной приточной установки без предварительной тепловлажностной обработки его, он приносит с собой тепло и влагу точно так же, как воздух, проникающий с инфильтрацией.

В этом случае теплоприток от вентиляционного воздуха (кВт) определяют по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = L_{\text{вент}} \rho (i_{\text{н}} + i_{\text{п}}), \quad (4.26.)$$

где $L_{\text{вент}}$ — количество вентиляционного воздуха, м³/с; ρ — плотность воздуха, кг/м³; $i_{\text{н}}$ и $i_{\text{п}}$ — удельная энтальпия наружного воздуха и воздуха в помещении, кДж/кг.

Определение суммарной тепловой нагрузки

Определяя суммарную тепловую нагрузку на систему кондиционирования воздуха по формуле (4.12.), необходимо учитывать, одновременно ли действуют теплопритоки от различных источников. Так, теплопритоки от солнечной радиации в дневное время могут не совпадать по времени с теплопритоком от освещения вечером. В этом случае определяют величину обеих нагрузок, но в расчет принимают только одну из них — большую. Поскольку отдельные составляющие теплового баланса в различные периоды года входят как со знаком «+», так и со знаком «—», тепловой баланс кондиционируемого помещения составляют как для летнего, так и для зимнего периодов года.

Форма сводной расчетной таблицы тепло- и влагопритоков приведена ниже.

Помещения	Размер (длина, ширина, высота)	Теплопритоки ΣQ , кВт								Влагопритоки ΣW , кг/с				е	п		
		через наружные ограждения	от людей	от теплового оборудования	от электродвигателей механического оборудования	от электрического освещения	от технологических материалов и полуфабрикатов	от солнечной радиации	от инфильтрации	итого	от людей	от оборудования	от пищи			от инфильтрации	итого

5. Определение влагопритоков

Влагопритоки от людей

Количество влаги, выделяемой людьми (кг/с), подсчитывают по формуле

$$W_{л} = w_{чел}n \quad (4.27.)$$

где $w_{чел}$ — влаговыделение одного человека, кг/с; n — число людей в помещении.

Влаговыделения в зависимости от температуры воздуха в помещении и рода выполняемой работы приведены в табл. 4.2.

Влагопритоки от инфильтрации

Влагоприток от инфильтрации через щели в окнах и другие неплотности принимаем равным нулю, поскольку в кондиционируемых помещениях

поддерживают избыточное давление воздуха.

Влагоприток с вентиляционным воздухом, подаваемым в помещение без предварительной тепловлажностной обработки, определяют по формуле:

$$W_{\text{вн}} = L_{\text{вент}} \rho (d_{\text{н}} + d_{\text{п}}), \quad (4.29.)$$

где $d_{\text{н}}, d_{\text{п}}$ - влагосодержание наружного воздуха и воздуха в помещении, кг/кг.

Влагопритоки от материалов

На предприятиях питания основными источниками влагопритоков являются остывающая пища, открытые поверхности кастрюль и т. п. Количество влагопритоков от пищи можно ориентировочно принимать $w_{\text{м}} = 20 \cdot 10^{-6}$ кг/сна одно посадочное место. Влаговыделения от кастрюль указаны в таблице 4.9.

Для предприятий по переработке мяса количество влагопритоков можно принимать по удельной нагрузке на 1 м^2 пола. Так, для помещений по переработке парного мяса $w_{\text{м}} = (11 \dots 17) 10^{-6}$ кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$), а для сушилок колбас $(30 \dots 50) 10^{-6}$ кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$).

Таблица 4.9.

Влаговыделения от кастрюль

Емкость оборудования	Площадь зеркального испарения, м^2	Количество испаряющейся влаги $w_{\text{м}} \cdot 10^3$, кг/с
125	0,29	2,77
250	0,50	4,56
400	0,74	6,40

Влаговыделения от оборудования

Влаговыделения от оборудования снабженного приточно-вытяжными локализирующими устройствами ПВЛУ, учитывать не следует (плиты, сковороды, котлы и т.п.).

Расчет влаговыделений от немодулированного технологического оборудования без ПВЛУ и теплового оборудования производится по формуле:

$$W_{\text{вл}} = m \cdot n \cdot k_3 + m \cdot F \quad (4.28.)$$

где: n - число варочных котлов;

m - влаговыделения от единицы оборудования, принимаемые по таблице 4.10., кг/ч;

F - площадь поверхности влаговыделения в плане, м^2 ;

k_3 - коэффициент загрузки ($k_3 = 0,3$ - при работе только 1 варочного котла;

$k_3 = 0,7$ - при работе двух и более котлов).

Влаговыделения от технологического оборудования

Наименование оборудования	Влаговыделения, кг/ч
Варочный котел емкостью, л:	
40	3
60	5
125	10
Тепловая стойка	0,7 на кв. м поверхности
Мармит	0,7 на кв. м поверхности

7. Выбор параметров и количества воздуха, подаваемого в помещение

Если в помещении с тепловыделениями ΣQ и влаговыделениями ΣW выключить установку кондиционирования воздуха, то его параметры будут изменяться. Так, в теплый период года температура, влажность и энтальпия воздуха начнут увеличиваться, и он из состояния, характеризуемого точкой B на $i - d$ -диаграмме влажного воздуха, перейдет в состояние B_1 (пунктирная линия на рис. 4.3.). Процесс этого изменения на $i - d$ -диаграмме изображается прямой линией, проходящей через точку B под углом, соответствующим значению тепловлажностного отношения ϵ_{π}

$$\epsilon_{\pi} = \Sigma Q / \Sigma W ; \quad (4.29.)$$

$$\epsilon_{\pi} = (\Sigma Q_{\text{я}} + \Sigma W i_{\pi}) / \Sigma W = \Sigma Q_{\text{я}} / \Sigma W + i_{\pi}, \quad (4.30.)$$

где ΣQ — суммарный приток полной теплоты, кВт; ΣW — суммарный влагоприток, кг/с; $\Sigma Q_{\text{я}}$ — суммарный приток явной («сухой») теплоты, кВт; i_{π} — удельная энтальпия водяных паров (кДж/кг) при температуре воздуха t , °C ($i_{\pi} = 2500 + 1,8t$)

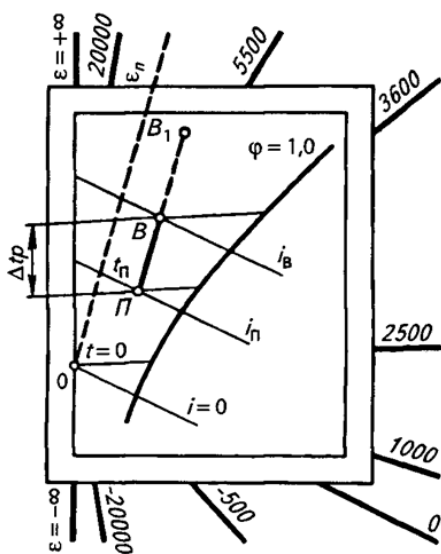


Рис. 4.3. Изображение процесса изменения параметров воздуха в кондиционируемом помещении в $i - d$ -диаграмме

При определении теплопритоков ΣQ необходимо учитывать характер тепловыделений: если теплопритоки от материалов, воздуха, людей определяли по полной теплоте (по разности конечной и начальной энтальпий) Q_{π} , то следует пользоваться формулой (4.29.). Если при

определении этих теплопритоков учитывали только явную теплоту $Q_{я}$ (по разности конечной и начальной температур), следует пользоваться формулой (4.30).

Чтобы температура и влажность воздуха в помещении были постоянными (т. е. чтобы положение точки B было неизменным), в помещение необходимо подать воздух с такими параметрами (точка $П$), чтобы после смешения с воздухом, состояние которого характеризуется точкой B_1 , в помещении вновь установились заданные параметры (точка B). В летнее время для этого подают более холодный и более сухой воздух, а зимой — более теплый и влажный. Точка $П$ должна лежать на той же прямой с наклоном, соответствующим $\epsilon_{п}$ (летом — ниже точки B , а зимой — выше нее), так как только при этом условии после смешения воздуха с состояниями $П$ и B_1 можно получить воздух с состоянием B .

Положение точки $П$ на линии с наклоном, соответствующим $\epsilon_{п}$, определяется допустимой (рабочей) разностью температур Δt приточного воздуха и воздуха в помещении (расстояние между точками B и $П$). Рабочую разность температур выбирают, исходя из принятого способа распределения воздуха, а также в зависимости от высоты помещения.

Для торговых залов предприятий общественного питания $\Delta t = 4 \dots 10$ °С. Для производственных помещений при подаче воздуха в рабочую зону $\Delta t = 6 \dots 9$ °С, а при подаче воздуха под потолком допустимая разность температур может быть увеличена до $12 \dots 14$ °С (меньшие значения соответствуют помещениям высотой до 3 м).

Объемный расход воздуха L (м³/с), который необходимо подавать в кондиционируемое помещение, определяют обычно из условия удаления теплопритоков:

$$L = \sum Q_{п} / \rho (i_{в} - i_{п}) = \sum Q_{я} / \rho c \Delta t \quad (4.31.)$$

где ρ — плотность воздуха при $t = t_{п}$, кг/м³; c — удельная теплоемкость воздуха при $t = t_{п}$, кДж/кг · К; Δt — допустимая (рабочая) разность температур, °С; $i_{в}, i_{п}$ — удельные энтальпии приточного и внутреннего воздуха (в точках $П$ и B) кДж/кг.

Ориентировочные значения тепловлажностного отношения $\epsilon_{п}$ (кДж/кг) для различных помещений приведены в таблице 4.11.

Полную или частичную замену воздуха в помещении называют воздухообменом.

Кратность воздухообмена показывает, сколько раз в течение часа сменяется воздух в помещении. Обычно для кондиционируемых помещений кратность воздухообмена составляет 5... 10 обменов в час и зависит от типа системы и назначения помещения.

Кратность воздухообмена:

$$k_o = L / V_{\text{нетто}}, \quad (4.32.)$$

где L — количество приточного воздуха, затем полностью удаляемого из помещения, м³/ч; $V_{\text{нетто}}$ — объем помещения.

Значения тепловлажностного отношения для различных помещений

Помещения	Тепловлажностное отношение ϵ_n	
	кДж/кг	ккал/кг
Квартиры, номера гостиниц	15000 – 17000	3500 – 4000
Предприятия торговли и общественного питания	8500 – 10000	2000 – 2500
Зрительные залы кинотеатров и театров	8500 – 10000	2000 – 2500
Помещения для разрубки, обвалки и жиловки мяса:		
охлажденного	10000 – 13000	2500 – 3000
парного	5000 - 6500	1200 – 1600
Помещения для переработки мяса:		
охлажденного	10000 – 13000	2500 – 3000
парного	6000 -7000	1400 – 1700
Сушилки для колбас	1900 – 2100	450 – 650
Камеры созревания сыров	8500 - 13000	2000 - 3000

8. Особенности СКВ для предприятий мясной и молочной промышленности и общественного питания

Предприятия мясной и молочной промышленности

В соответствии с требованиями технологии на этих предприятиях необходимо поддерживать оптимальные условия воздушной среды (см. табл. 4.1.).

На предприятиях мясной промышленности кондиционированием воздуха пользуются в цехах созревания и посола мяса, изготовления фарша, отделениях копчения, сушки в остывания колбасных изделий, цехах производства технических фабрикатов и медицинских препаратов.

При кондиционировании воздуха в помещениях мясоперерабатывающих и колбасных цехов необходимо учитывать следующие особенности:

1) сравнительно низкая температура воздуха, для достижения которой требуется низкая температура охлаждающей поверхности;

2) сравнительно малые значения тепловлажностного отношения ($\epsilon_n = 6500$ кДж/кг), что обуславливает необходимость применения в летнее время II (рис. 4.4.) подогрева.

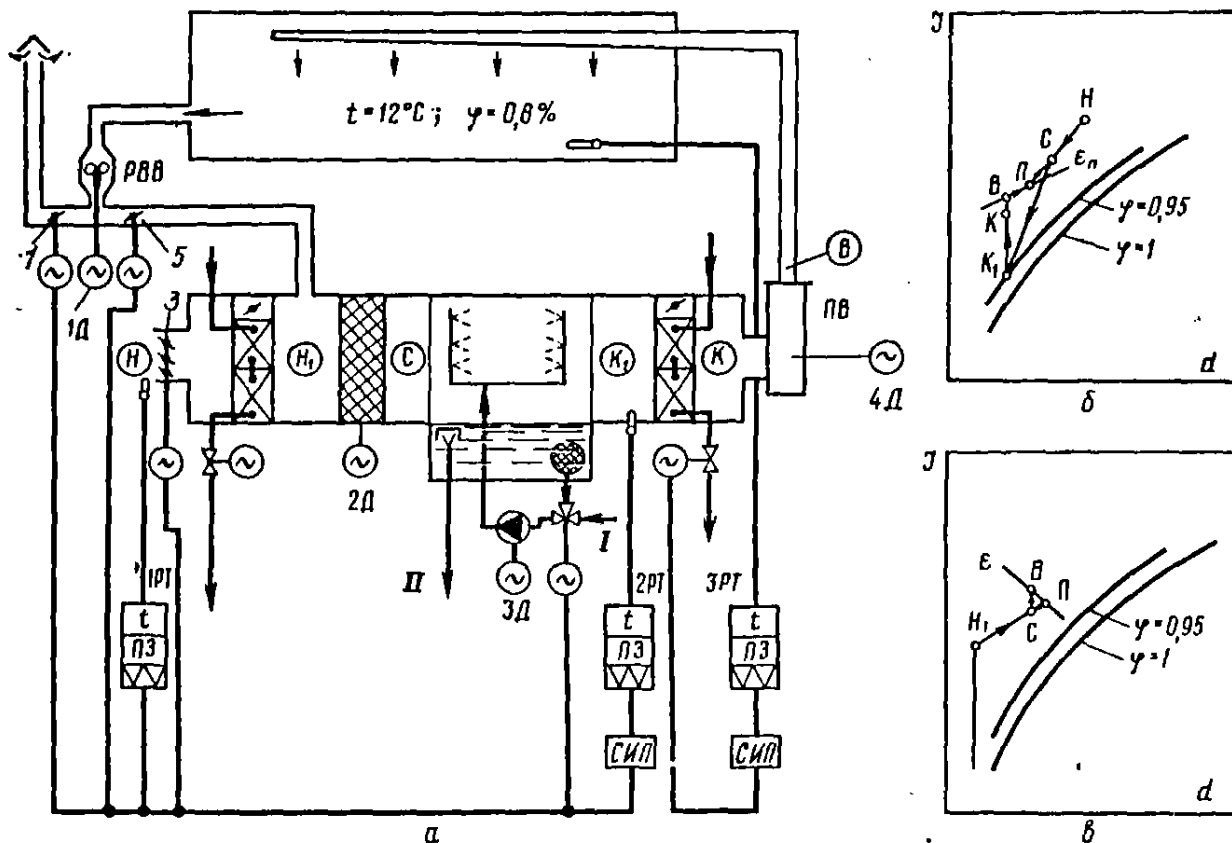


Рис. 4.4. Схема круглогодичной СКВ с частичной рециркуляцией и вторым подогревом (а) и изображение процесса в i – d - диаграмме в летнем (б) и зимнем (в) режимах работы.

Для указанных помещений применяют схему кондиционирования воздуха с частичной рециркуляцией и вторым подогревом. Перепад температур между приточным воздухом и воздухом в помещении принимают $\Delta t = 2 \dots 4^\circ\text{C}$. Принципиальная схема круглогодичной установки приведена на рис. 4.4, а. В летний период, когда температура наружного воздуха выше 12°C , по сигналу терморегулятора IPT заслонки 1, 3 и 5 открываются таким образом, чтобы наружный воздух подавался в минимальном количестве. Рециркуляционный воздух забирается из машинного помещения циркуляционно-вытяжным вентилятором PBB и подается в смешительную камеру. Там он смешивается с наружным воздухом и с состоянием C (см. рис. 4.4, б) поступает в форсуночный воздухоохладитель, где охлаждается и осушается до состояния K₁ нагревается в калорифере II подогрева до состояния K и подается приточным вентилятором кондиционера ПВ в помещение. Температура, соответствующая точке K₁ поддерживается с помощью терморегулятора точки росы 2PT, воздействующего в летний период на трехходовой клапан, который в необходимой пропорции смешивает холодную и циркуляционную воду, изменяя тем самым температуру воды перед форсунками. Заданная температура в помещении поддерживается терморегулятором 3PT, который воздействует на исполнительный механизм клапана и тем самым изменяет количество горячей воды, проходящей через калорифер второго подогрева. При температуре наружного воздуха от 12 до 5°C по сигналу терморегулятора IPT заслонки 1 и 3 открываются полностью, а заслонка 5 закрывается. В этот период установка работает на наружном воздухе без рециркуляции, что позволяет

экономить затраты на искусственное охлаждение воздуха с помощью холодильной машины. При температуре наружного воздуха ниже 5°C терморегулятор *1PT* переключает установку на работу по зимнему режиму. При этом терморегулятор *2PT* воздействует на исполнительные приводы заслонок 1, 3, и 5, открывая их таким образом, чтобы поддерживалась необходимая температура точки росы воздуха после его адиабатического увлажнения в форсуночной камере. Трехходовой смесительный клапан открыт так, что через него проходит только вода из поддона. Калорифер второго подогрева работает так же, как и в летнем режиме.

На предприятиях молочной промышленности воздух кондиционируется в цехах переработки молока и созревания молочных продуктов, а также в камерах дозревания и хранения сыров. В камерах созревания сыров имеют место большие влаговыделения (0,004 ... 0,006) 10^{-6} кг/(кг•с). В результате биохимических процессов, происходящих при созревании сыров, выделяется тепло в количестве 0,12 — 0,14 Вт/кг. Тепловлажностное отношение в летнее время составляет 3400 - 5000 кДж/кг. Кондиционер должен обеспечивать кратность циркуляции 8—12 объемов в час в зависимости от вида сыра и загруженности камеры. В летнее время воздух в камере необходимо охлаждать и осушать, а в зимнее — нагревать и увлажнять. Поэтому для кондиционирования воздуха в камерах созревания сыров применяют технологические кондиционеры, оснащенные устройствами для осуществления всех этих процессов.

Предприятия торговли и общественного питания

Кондиционирование воздуха на этих предприятиях необходимо для создания хорошего самочувствия людей. В связи с большими теплопритоками, вызываемыми скоплением людей, большой площадью остекления, тепловыделениями от оборудования, становится необходимым применение устройств для охлаждения воздуха. Однако в большинстве предприятий торговли основным средством для удаления теплоизбытков является система вентиляции.

На предприятиях общественного питания с числом посадочных мест не более 200 предусматривают устройство приточно-вытяжной вентиляции с подогревом приточного воздуха в зимнее время.

Самостоятельные общеобменные и вытяжные системы проектируют для торговых залов и прилегающих к ним помещений, а также кухонь, моечных, кондитерских цехов, вспомогательных и административных помещений, камер пищевых отходов, душевых и уборных.

Для удаления вредных выделений в местах, где это происходит (над кухонными плитами, варочными котлами, кондитерскими печами и мойками), предусматривают устройство местных отсосов, укрытий, завес, зонтов, кольцевых воздухопроводов.

Приточные системы кухонь и торговых залов предприятий питания с числом посадочных мест не более 100 допускается объединять в одну систему. По этой схеме (рис. 4.5, а) в кухне отсутствует организованный приток, а воздух удаляется через местные отсосы или общеобменной вытяжкой. Удаляемый из кухни воздух компенсируется воздухом из торгового зала. Задачу охлаждения и осушения воздуха в летний период выполняет автономный кондиционер, установленный в торговом

зале либо вне его. В последнем случае вместо решеток для входа и выхода воздуха устанавливают воздуховоды.

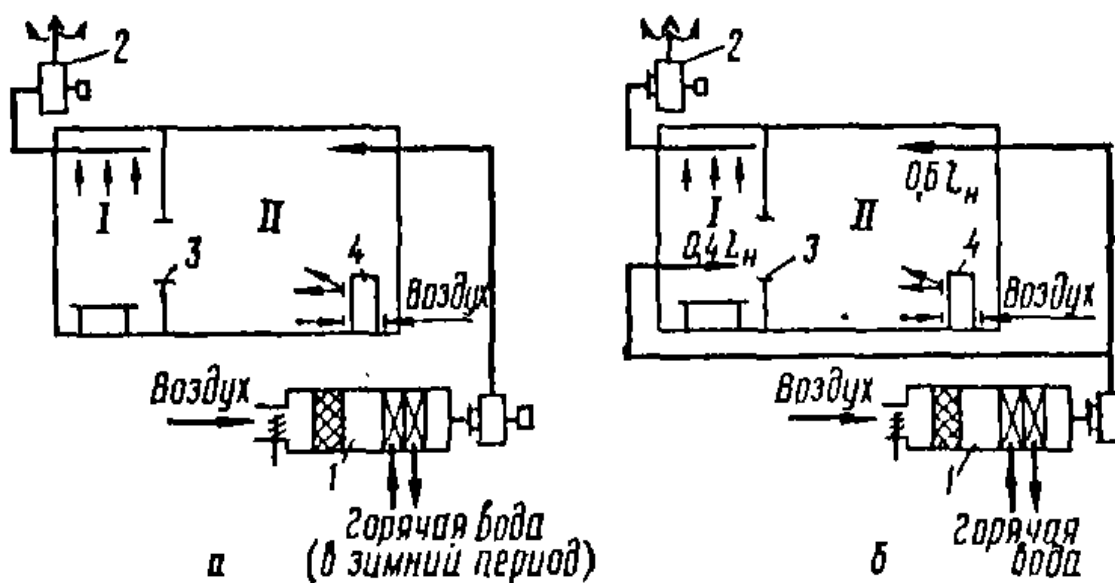


Рис. 4.5. Схема кондиционирования воздуха для небольших предприятий питания и торговли: а, б — схемы воздухообмена: I — кухня; II — торговый зал; 1 — приточная система; 2 — вытяжная система; 3 — раздаточный проем; 4 — автономный кондиционер.

Недостаток организации воздухообмена по схеме, приведенной на рис. 4.5, а, заключается в том, что ассимиляционная способность воздуха, поступающего на кухню, значительно (на 60—70%) снижена тепло- и влаговыведениями от пищи и людей в торговом зале. Кроме того, в раздаточных проемах, через которые сообщаются кухонный блок и торговый зал, наблюдается повышенная скорость воздуха (0,5 м/с и более).

Для предприятий питания с числом посадочных мест от 150 до 200 воздухообмен организуется по схеме, приведенной на рис. 4.5, б, предусматривающей дополнительную подачу приточного воздуха непосредственно в кухонный блок. Это позволяет более полно ассимилировать тепло- и влаговыведения в производственных помещениях и добиться в раздаточном проеме нормативных скоростей воздуха, перетекающего из обеденного зала в кухню (порядка 0,1—0,2 м/с). Функции охлаждения и осушения воздуха выполняет автономный кондиционер, устанавливаемый в торговом зале.

На крупных предприятиях питания с числом посадочных мест более 200 применяют, как правило, центральные одноканальные СКВ низкого и среднего давления. В целях экономии тепла и холода следует применять рециркуляцию воздуха из торгового зала. Однако при больших количествах наружного воздуха, подаваемого для целей вентиляции и компенсации местных отсосов, количество воздуха, забираемого на рециркуляцию, может остаться небольшим. В этом случае с целью упрощения системы воздуховодов иногда проектируют приточные СКВ, работающие только на наружном воздухе. Схема такой установки приведена на рис. 4.6.

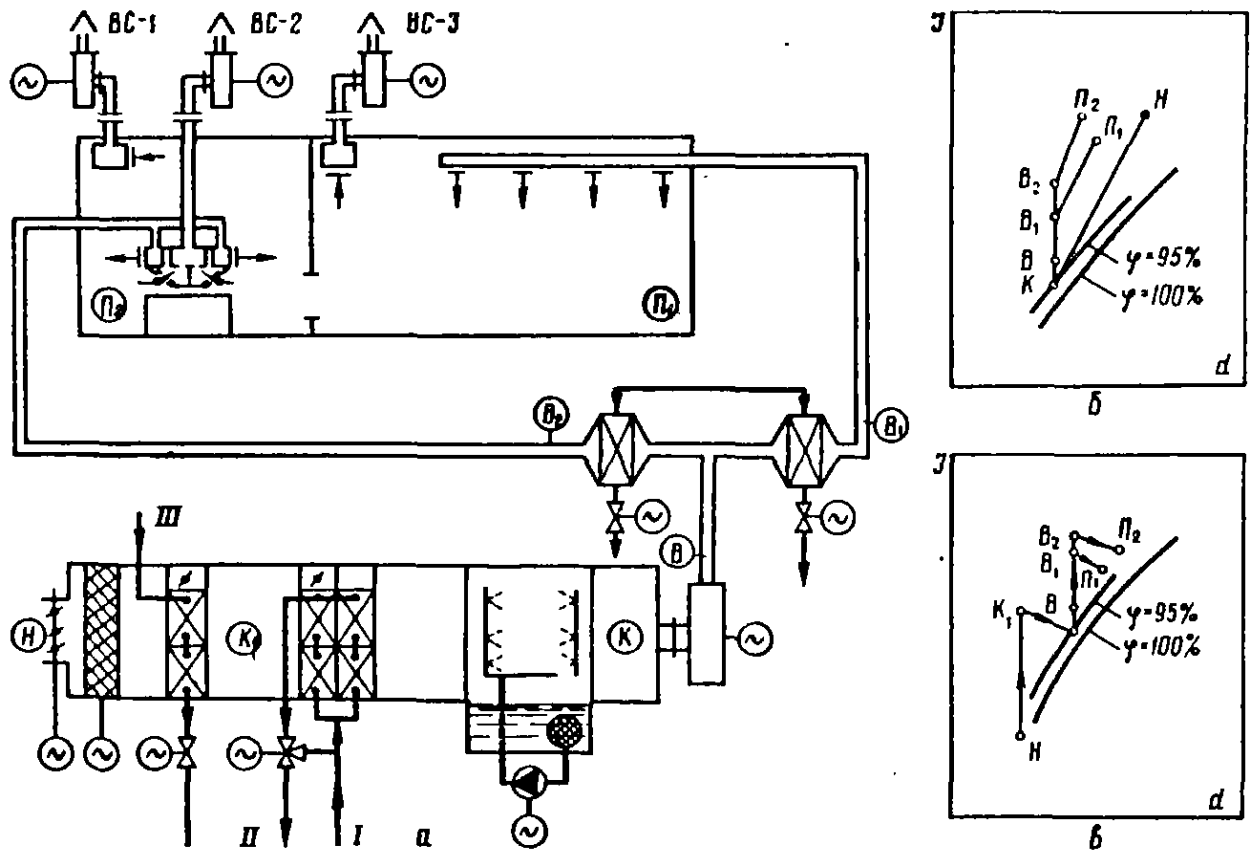


Рис. 4.6. Схема проточной системы кондиционирования воздуха низкого давления (а) и изображение процесса в $i - d$ - диаграмме в летнем (б) и зимнем (в) режимах работ.

Контрольные вопросы и задания: 1. Перечислите основные параметры влажного воздуха? 2. Какие параметры наружного воздуха принимают в качестве расчетных при проектировании СКВ? 3. Что понимают под расчетными параметрами внутреннего воздуха? 4. Расскажите о принципе построения $i - d$ - диаграммы влажного воздуха. 5. Какие параметры влажного воздуха можно определить по $i - d$ - диаграмме? 6. Какая температура называется температурой точки росы и температура мокрого термометра. Как они находятся на $i - d$ - диаграмме? 7. Что характеризует угловой коэффициент? 8. Как составить тепловлажностный баланс кондиционируемого помещения? 9. Как определить теплопритоки через ограждающие конструкции? 10. Как вычислить теплопритоки от солнечной радиации? 11. Как рассчитать теплопритоки с вентиляционным воздухом? 12. Как определить влагопритоки? 13. Приведите формулу для расчета объемного расхода воздуха, который необходимо подавать в кондиционируемое помещение. 14. Что такое кратность воздухообмена? 15. Перечислите особенности кондиционирования воздуха в помещениях мясоперерабатывающих и колбасных цехов? 16. Опишите схему кондиционирования воздуха с частичной рециркуляцией и вторым подогревом? 17. Перечислите особенности кондиционирования воздуха на предприятиях молочной промышленности. 18. Изобразите и опишите схему кондиционирования воздуха для небольших предприятий питания и торговли.

РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ СКВ

ТЕМА 5.1. ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ МОНТАЖА И СЕРВИСА ОБОРУДОВАНИЯ

1. *Инструмент для монтажа труб.*
2. *Устройства для вакуумирования и заправки системы.*
3. *Приборы для монтажа электрической схемы и схемы автоматизации.*

1. Инструмент для монтажа труб

Для проведения работ по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования рекомендуется следующий набор инструментов, приборов и приспособлений:

- инструмент для монтажа медных, латунных и стальных труб;
- приспособление для пайки и сварки труб;
- устройства для вакуумирования и заправки холодильной системы;
- приборы для определения места не герметичности холодильной системы;
- приборы для монтажа электрической схемы и схемы автоматизации.

При использовании при монтаже медных, латунных, стальных и пластиковых труб для качественного выполнения монтажных работ применяют различные инструменты:

- инструменты для монтажа медных и латунных труб;
- инструменты для монтажа стальных труб;
- инструменты для монтажа полимерных труб.

Труборез (рис. 5.1.) позволяет очень чисто отрезать медный трубопровод необходимой длины, а при использовании ножовки необходимо торцы трубопровода (как внутреннюю, так и наружную поверхность) обработать приспособлением (рис. 5.2.) для снятия заусенцев. На рис. 5.3. представлена развальцовка (разбортовка) под ниппельное соединение и труборасширитель (рис. 5.4.) с оправкой. Для сгибания трубопроводов используется трубогиб ручной (рис. 5.5.). При выполнении сварочных работ необходимо располагать сварочным или паяльным агрегатом.



Рис. 5.1. Труборез



Рис. 5.2. Приспособление для снятия заусенцев с торцов труб



Рис. 5.3. Разбортовка

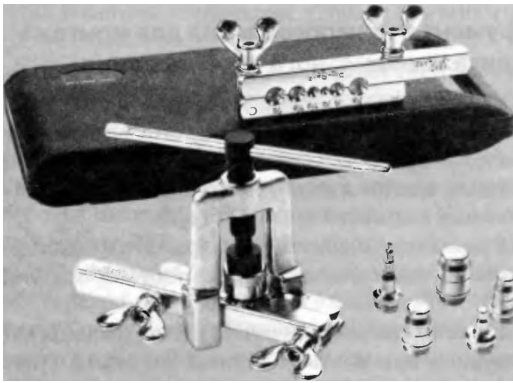


Рис. 5.4. Набор труборасширителей с оправкой



Рис. 5.5. Ручной трубогиб

Для трубопроводов небольших диаметров вместо сварки можно использовать пайку пропановыми горелками. Для трубопроводов больших диаметров используют сварочный агрегат с кислородно-ацетиленовой горелкой (рис. 5.6.).



Рис. 5. Кислородно-ацетиленовый сварочный агрегат



Рис. 5.7. Переносная заправочная станция

2. Устройства для вакуумирования и заправки системы

Для вакуумирования и заправки холодильной системы рекомендуется применять заправочную станцию (рис. 5.7.) или следующий комплект:

- манометрический коллектор с манометрами низкого и высокого давления, вакуумметром и комплектом шлангов (рис. 5.8.);
- двухступенчатый вакуумный насос с вакуумметром (рис. 5.7.);
- заправочный цилиндр для контроля заправки или заправочные весы.

Один из образцов коллектора и способы его подключения представлены на рис. 5.8. Такой коллектор имеет 4 шланга с накидными гайками и 4 вентиля.

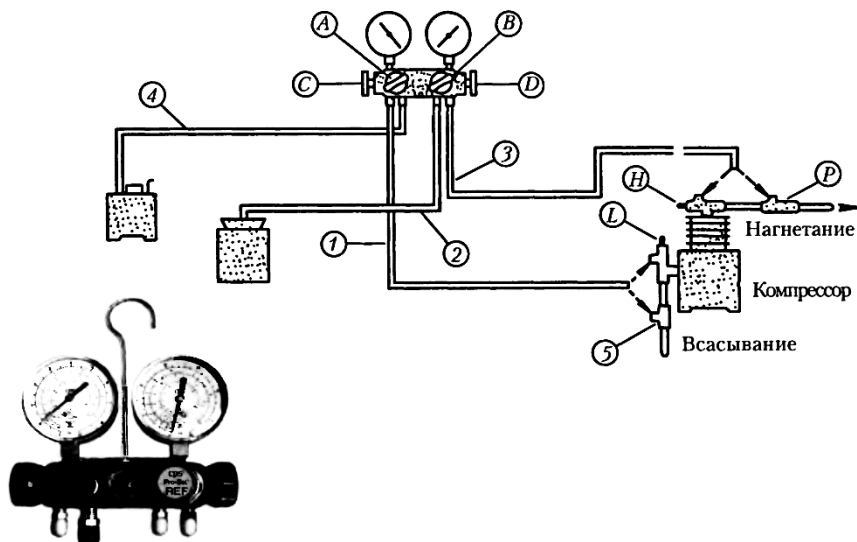


Рис. 5.8. Переносной манометрический коллектор и схема подсоединения гибких шлангов

Для продувки гибких шлангов:

А, С, D — открыты, В — закрыт (гибкий шланг № 2 под давлением) 1, 3, 4 — подсоединены к коллектору, как показано на схеме, но противоположные концы свободны; 2 — подсоединены, как показано на схеме, В — открыть, для того чтобы начать продувку.

Для контроля давления в контуре:

С и D - закрыты, А и В — открыты до упора, и подсоединены, как показано на схеме; Н и L — отвернуть до упора, затем завернуть на 1/3 оборота. Наблюдать за давлением.

Для продувки контура:

А и В - закрыты, С и D- открыты, 1 и 3 — подсоединены, как показано на схеме, 4 — подсоединен одним концом к коллектору, как показано на схеме, другой конец свободен, Н и L — отвернуть до упора, затем завернуть на 1/2 оборота, А — открыть в начале наружной продувки (через гибкий шланг 4).

Для заправки хладагента через всасывающую магистраль:

А, В, D — закрыты, С — открыт, 1, 2, — подсоединены, как показано на схеме, Н — отвернуть до упора, потом завернуть на 1/2 оборота, L — отвернуть до половины, В — медленно открывать, регулируя расход хладагента.

Для заправки масла через всасывающую магистраль контура:

А, В, D — закрыты, С — открыт, 1 — подключен как показано на схеме, 2 — подключен одним концом к коллектору, как показано на схеме, а другим концом к резервуару с маслом, Н — закрыть до упора, L — закрыть до упора, В — медленно открывать, регулируя расход масла.

Для вакуумирования и заправки контура:

А и В — закрыты, С и D — открыты, — подсоединены, как показано на схеме, Н и L — отвернуть до упора, затем завернуть на 1/2 оборота. Если манометры показывают остаточное давление, перед началом вакуумирования продуть контур, А - открыт, Н и L — наполовину открыты, 2 и 4 — подсоединены, как показано на схеме.

Запустить насос и завершить вакуумирование: А — закрыть, потом поставить насос, Н — отвернуть до упора, затем завернуть на 1/2 оборота, D — закрыт, В — медленно открывать, регулируя расход хладагента.

Для *определение утечки хладагента* независимо от его состава может быть использован метод обмыливания или с помощью лакмусовых бумажек (аммиак или R22, R502). Для определения утечек существует также различная аппаратура. На рис. 5.9. представлена галоидная лампа, она применяется для невоспламеняющихся хладагентов при избыточном давлении в системе. При специальной добавке к хладагенту может использоваться ультрафиолетовая лампа рис. 5.10. для обнаружения утечек за счет свечения индикаторного газа в ее лучах.



Рис. 5.9. Галоидная лампа



Рис. 5.10. Ультрафиолетовая лампа для обнаружения утечек за счет свечения индикаторного газа в ее лучах

Прибор, представленный на рис. 5.11, позволяет обнаруживать утечки как хладагентов категории CFC и HCFC, так и абсолютно не загрязняющих атмосферу хладагентов HFC (R134a). Прибор представленный на рис. 5.12., работа которого основана на принципе ионизации газа, находящегося между двумя электродами.

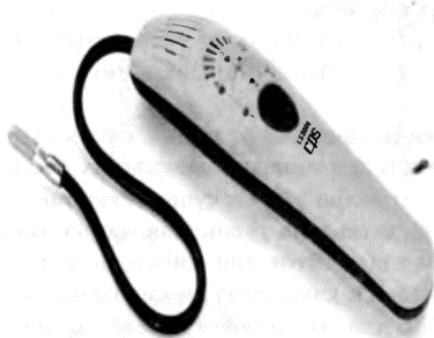


Рис. 5.11. Электронный течеискатель для хладагентов CFC, HCFC и YFC

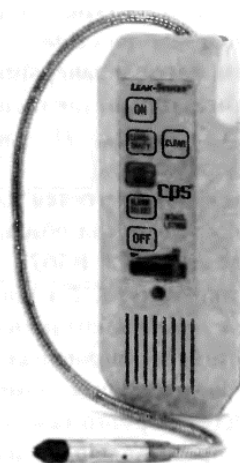


Рис. 5.12. Ионизационный течеискатель для хладагентов CFC, HCFC и HFC

3. Приборы для монтажа электрической схемы и схемы автоматизации

Для определения неисправностей в электрических схемах специалистом-холодильщиком существуют токоизмерительные клещи (рис. 5.13), которые позволяют измерять напряжение (в вольтах) и электрическое сопротивление (в омах).

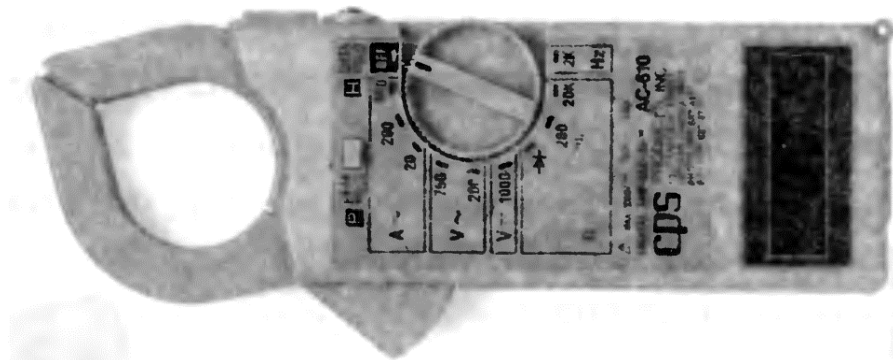


Рис. 5.13. Токоизмерительные клещи

Использование токоизмерительных клещей в режиме омметра позволяет:

- проверить косвенным путем сопротивление обмоток электродвигателей компрессора, вентилятора на соответствие техническим условиям;
- обнаружить замыкание на массу в обмотке электродвигателя;
- установить принадлежность клемм электродвигателя к пусковой и ходовой обмоткам путем измерения их сопротивлений;
- выявить короткозамкнутые обмотки;
- проверить контакты реле или контактора.

Использование токоизмерительных клещей в режиме вольтметра позволяет:

- проверить напряжение на клеммах электродвигателя;
- выявить линейную и нулевую фазы, а также заземляющий провод;
- проверить правильность заземления электрических систем; проверить плавкие предохранители;
- обнаружить скачки напряжения или блуждающие токи.

Использование токоизмерительных клещей в режиме амперметра позволяет:

- проверить силу пускового тока;
 - проверить электрические системы по нарастающей;
 - отрегулировать разгрузку при запусках с нарастанием по времени;
 - проверить первичную обмотку в трансформаторе тока;
 - отличить соединение звездой от соединения треугольником;
 - проверить разбалансировку фаз;
- проверить силу тока застопоренного ротора на соответствие данным, указанным на корпусе двигателя.

Контрольные вопросы и задания: 1. Что входит в набор инструментов для проведения работ по монтажу? 2. Каково назначение переносного манометрического коллектора? 3. Как определяют утечку хладагента? 4. Расскажите о возможностях использования токоизмерительных клещей в разных режимах.

ТЕМА 5.2. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПОДСИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ СКВ

- 1. Монтаж трубопроводов для хладагентов**
- 2. Теплоизоляционные работы**
- 3. Монтаж трубопроводов гидравлических систем холодоснабжения СКВ: стальных, полимерных**

1. Монтаж трубопроводов для хладагентов

Монтаж холодильного оборудования выполняют согласно проекту (по типовому или индивидуальному проекту) или схеме, которая прилагается к поставляемому оборудованию и описана в заводской инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию.

При составлении монтажной схемы и плана размещения оборудования надо минимизировать длину прокладываемых трубопроводов.

Последовательность проведения монтажных и пуско-наладочных работ систем холодоснабжения может быть следующей:

- установка холодильного оборудования;
- монтаж трубопроводов и приборов автоматики;
- монтаж электрических систем;
- испытание системы давлением на герметичность;
- вакуумирование системы;
- заправка системы хладагентом;
- пуск системы;
- регулировка приборов автоматики;
- контроль, регистрация и вывод на рабочие параметры.

Монтаж холодильного оборудования принципиально не отличается от монтажа оборудования СВ и СКВ. Специфические особенности монтажа излагаются в технической документации, которая поступает на объект совместно с оборудованием и приборами КИПа.

Холодильное оборудование для систем СКВ поставляется в основном агрегатированное — блоками, после установки холодильного оборудования производят монтаж соединительных трубопроводов: трубопроводов для хладагентов и трубопроводов гидравлических систем. Условием длительной работоспособности холодильной системы является отсутствие в холодильном контуре посторонних частиц, влаги и загрязнений. Для выполнения этого условия трубопроводы для хладагента перед сборкой тщательно очищают. Монтаж должен выполняться профессионалами, имеющими опыт установки систем холодоснабжения. Для выполнения монтажных работ монтажники пользуются специальным комплектом инструментов. Монтаж различных видов трубопроводов имеет свои особенности, они более подробно будут описаны далее.

Как правило, фреоновые трубопроводы изготавливаются из двух основных типов специальных медных трубопроводов, предназначенных для холодильных установок.

1. Трубы диаметром до 7/8 дюйма (2,2 см) из отожженной меди, поставляемые в бухтах различной длины, которые хорошо гнутся при помощи пружинных оправок или трубогибов. Они хорошо развальцовываются, что позволяет использовать штуцерное соединение трубопроводов. Как правило, используют комплекты из сдвоенных гибких медных труб в теплоизоляции.

2. Трубы диаметром более 7/8 дюйма из обычной меди, поставляемые отрезками не более 4 м. Такие трубы трудно гнуть, поэтому стыковка отрезков и изгибы трубопроводов выполняются специальными элементами (фитингами) и соединяются при помощи пайки различными припоями.

Для пайки обычно используют серебряный или медно-фосфористый припой. У них высокая прочность на растяжение и вибростойкость. Припой выпускают в виде стержней 3,2 x 3,2 x 500 мм и прутков диаметром 1,6 мм. Различные припои содержат от 40 до 56 % серебра. Для получения идеального соединения трубок используют кислородосодержащие флюсы.

Трубы прокладываются по трассе в соответствии с проектом или монтажной схемой и в основном располагаются горизонтально или вертикально. Исключение составляют горизонтальные участки всасывающего и нагнетательного трубопроводов, которые выполняют с уклоном не менее (5 %) в сторону компрессора или конденсатора для облегчения возврата масла.

В нижних частях восходящих вертикальных участков всасывающих и нагнетательных магистралей высотой более 3 м необходимо монтировать маслоподъемные петли. На рис. 5.14. представлены схемы установки маслоподъемных петель на восходящих участках трубопроводов длиной более 7,5 м, а на рис. 5.15. приведена возможная конструкция маслоподъемной петли и ее рекомендуемые размеры.

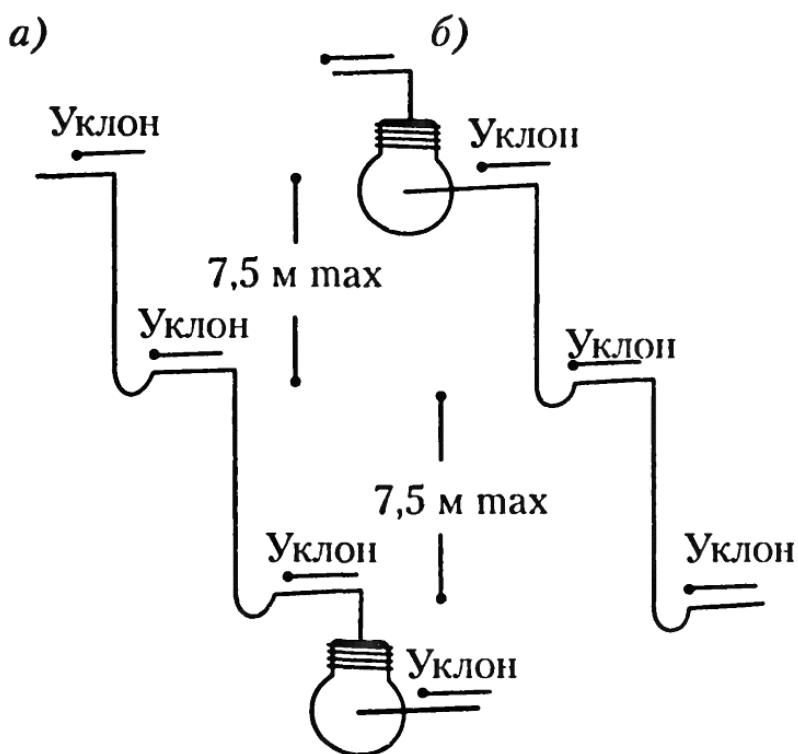
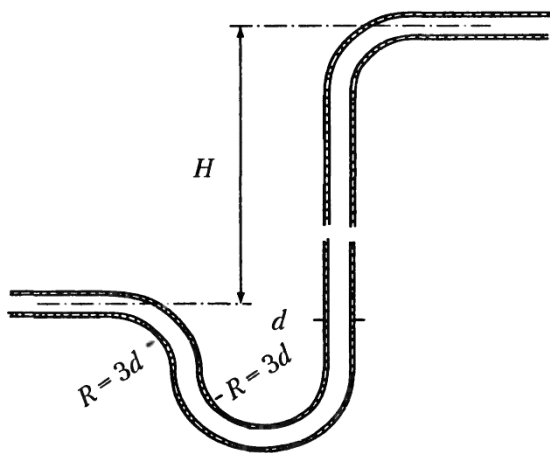


Рис. 5.14. Схема установки маслоподъемных петель на восходящих участках трубопроводов длиной более 7,5 м: а — нагнетательный трубопровод; б — всасывающий трубопровод



H не более 7,5 м, уклон — 12 мм на 1 м

Рис. 5.14. Рекомендуемые размеры
маслоподъемной петли

2. Теплоизоляционные работы

Расчет, проектирование и монтаж тепловой изоляции выполняется по СНиП 41-03-2003 (введен взамен СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов») и СП 41-103-2000 (методика расчета) с учетом требований пожарной безопасности, санитарно-гигиенических норм и норм проектирования, принятых в отдельных отраслях промышленности.

В 2003 г. НТП «Трубопровод» (программное обеспечение) и ОАО «Теплопроект» (расчетные методики и информационная база) разработали компьютерную программу автоматизированного проектирования тепловой изоляции оборудования и трубопроводов «Изоляция». При изоляции технологических трубопроводов применяются различные виды изоляции в зависимости от технических требований. Прогрессивными типами изоляции можно считать изоляцию на основе вспененного каучука или полиэтилена. Каждый тип имеет свои плюсы и минусы. Позитивные свойства изоляции могут быть сведены к нулю при некачественном монтаже. Ведущие производители вспененной изоляции из вспененного полиэтилена («Thermaflex International Holding BV», «Mirel Trading», «Энерго- флекс») и синтетического каучука («Lisolante K-Flex») «Armacell Europa GmbH», «Wihelm Kaimann GmbH & Co» «Aeroflex International Co, Ltd.» «YSOLIS».

При монтаже изоляции надо придерживаться следующих правил:

1. Операцию изолирования всегда проводить на холодном оборудовании и трубопроводах.
2. При резке и подгонке изоляционных труб применять только качественные вспомогательные инструменты, используя профессиональный набор изолировщика, состоящий из:
 - деревянного приспособления для резки и длинного острого ножа;
 - шаблонов;
 - набора круговых нержавеющей ножей.
3. Стыки швов склеивать специальным клеем на основе полихлоропрена при температуре не ниже 10 °С.

На рис. 5.15. и 5.16. представлены перечисленные выше инструменты.

Ошибки, связанные с неправильным монтажом изоляции, могут привести к получению трудноразрешимых проблем, к которым относятся:

- произвольная замена маркировки изоляции;
- неправильный подбор аксессуаров для монтажа;
- переход на меньшую толщину тепловой изоляции;
- нарушение температурного диапазона эксплуатации;
- неправильная подготовка системы и ее поверхности;
- неправильная работа с клеем;
- применение вспененной изоляции для работы на улице без дополнительной защиты.

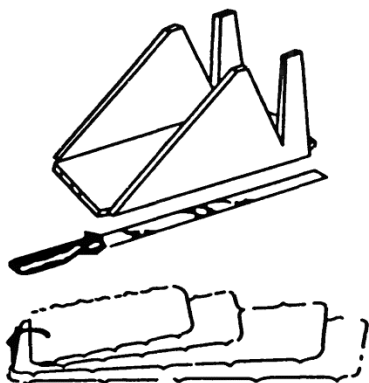


Рис. 5.15. Шаблоны

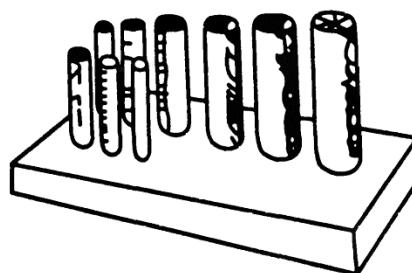


Рис. 5.16. Круговые ножи

3. Монтаж стальных трубопроводов гидравлических систем холодоснабжения СКВ

Монтаж гидравлических систем холодоснабжения СКВ может осуществляться всеми промышленными методами, обеспечивающими качество соединений, в соответствии действующими нормативными документами. Существует три основных метода соединения: сварка, соединение на резьбе и склеивание стальных трубопроводов. Соединения сварные стальных трубопроводов могут выполнять сварщики при наличии у них документов о сдаче испытаний в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков», утвержденными Госгортехнадзором. Сварка производится в соответствии с ГОСТом 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов».

Другой метод соединения – соединения на резьбе при помощи фитингов (фасонных частей). Универсальный набор для монтажника состоит из следующих инструментов:

- труборез для резки труб диаметром до 1¹/₄”;
- приспособление для нарезки резьбы диаметром до 1”;
- сантехнические клещи;
- универсальный угловой ключ СУПЕР S1.

Клеевые соединения согласно могут применяться при монтаже трубопроводов из углеродистой и низколегированной сталей (в том числе имеющих коррозионно-стойкие покрытия — оцинкованных, эмалированных, иллюминированных и т. п.) до D_y 100 мм, работающих при избыточном давлении до 1,0 МПа, рабочей температуре

от -60 до 90 ° С и предназначенных для транспортирования различных веществ, к которым при указанных параметрах химически стойки эпоксидные клеи или стеклопластик на эпоксидной основе.

Контрольные вопросы и задания: 1. Какова последовательность проведения монтажных работ? 2. Какова технология монтажа трубопроводов для хладагентов? 3. Перечислите правила, которые необходимо соблюдать при монтаже изоляции. 4. Назовите методы соединения стальных трубопроводов гидравлических систем холодоснабжения СКВ.

ТЕМА 5.3. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА СПЛИТ-СИСТЕМ, ФЭНККОЙЛОВ И ЧИЛЛЕРОВ

- 1. Особенности монтажа кондиционеров сплит-систем**
- 2. Особенности монтажа фэнкойлов и чиллеров**

1. Особенности монтажа кондиционеров сплит-систем

На практике монтаж малых холодильных установок подразделяется на стандартный и нестандартный. Под *стандартным* подразумевается монтаж с длиной трассы хладагента до 5 м, диаметром всасывающей магистрали до 16 мм, расположением щитка подключения и управления на расстоянии до двух метров от агрегата, с одним воздухоохладителем, без выносного конденсатора и маслоподъемных петель и наличие питания необходимой мощности.

Стандартный монтаж включает в себя:

- доставку оборудования;
- установку агрегатов на стене на специально подготовленные кронштейны;
- пробивку одного отверстия для соединительных коммуникаций;
- прокладку трассы длиной до 5 м без устройства маслоподъемных петель;
- электрические соединения и соединения трубопроводов системы;
- проверку системы на герметичность (на давление и вакуум);
- заправку хладагентом;
- пуско-наладочные работы.

Под *нестандартным* монтажом подразумевается монтаж с учетом дополнительных требований заказчика. Например, установка выносного конденсатора, наличие в помещении двух и более воздухоохладителей, увеличение общей длины трубопровода больше 5 м, прокладка трубопроводов через несколько стен (перегородок), прокладка трубопроводов в декоративных коробах и т. д.

Сплит-система состоит из двух отдельных блоков, которые могут устанавливаться на значительном расстоянии друг от друга. *Внутренний блок* устанавливается в кондиционируемом помещении, а *внешний блок* — на внешней стороне здания. В установках этого типа используются осевые вентиляторы, чтобы агрегат нормально работал, не должно быть препятствий потокам воздуха, нужно соблюдать минимальные зазоры, указанные в инструкциях к агрегату. Преобладающее направление воздуха не должно быть направлено на установку. В

квартирах и небольших офисах используют *сплит-системы настенного типа*. При большей холодопроизводительности в помещениях сложной формы — *кассетные* или *канальные*, в помещениях со стеклянными перегородками — *потолочные*, в залах ресторанов и больших холлах — *колонные*. Если количество внутренних блоков становится больше шести, а максимальные расстояния между блоками достигает 100 м, такие системы называют *мультизональными (зонально-модульными) или VRF-системами*.

Обычно монтаж кондиционера начинается с установки *внутреннего блока*. Для этого необходимо разметить отверстия для его крепления к стене. У большинства современных моделей задняя крепежная панель съемная, поэтому при разметке ей можно пользоваться как трафаретом.

При этом есть два момента, на которые необходимо обратить внимание.

Во-первых, блок должен висеть горизонтально. Иначе собирающийся в поддоне конденсат потечет не в дренажный шланг, а на пол. Проверка горизонтальности блока производится с помощью строительного уровня.

Во-вторых, сам блок необходимо установить так, чтобы его захваты плотно вошли в заднюю панель.

Иначе между блоком и стеной останется зазор, который сведет на нет весь эстетический эффект.

Внутренний блок, по возможности, устанавливается ближе к окну или стене, выходящей на улицу, чтобы сократить трассу трубопроводов для хладагента. Максимальное расстояние не должно превышать 15 м. На пути воздушного потока, подаваемого в рабочую зону, не должны находиться высокие предметы обстановки, а настилая струя охлажденного потока должна охватывать максимальную площадь помещения. Так как подача воздуха в *кассетных* модулях происходит в четырех направлениях, она не должна монтироваться близко к стене, а все коммуникации располагаются за подвесным потолком, как и у *канальных систем*; свободное пространство должно быть не менее 350 мм. Внутренние блоки *канальных систем* должны монтироваться недалеко от наружной стены, так как они позволяют подмешивать до (10-20 %) свежего воздуха. Так как *напольно-потолочные* и *кассетные модули* комплектуются дренажной помпой, надо стараться располагать их недалеко от канализационных трубопроводов для вывода дренажа.

Внешний блок монтируется на внешней стороне здания недалеко от окна, чтобы была возможность проводить сервисные работы. Блок следует устанавливать так, чтобы он хорошо обдувался наружным воздухом и был защищен от попадания прямых солнечных лучей. Монтаж внешнего блока должен осуществляться на достаточно прочной стене. Для защиты от влаги рекомендуется устанавливать наружный блок на опорах (бетонных блоках, брусках) высотой не менее 15 см рассчитанном на вес 80 кг. и для уменьшения вибраций крепить блок к опорам анкерными болтами (рис. 5.17.). Не допускается установка наружного блока в зоне попадания горячего воздуха от вытяжной вентиляции (рис. 5.18).

Независимо от высоты установки наружного блока над ним необходимо установить защитный козырек, прикрывающий блок от падения снега и сосулек, либо разместить блок под иным имеющимся навесом (рис. 5.19.).

Таким образом монтаж внешнего блока, включает в себя следующие операции:

- Выбор места для установки блока.
- Установку поддерживающих кронштейнов на анкерных болтах.
- Укрепление внешнего блока на кронштейнах.
- Просверливание отверстия диаметром 50...60 см в наружной стене для соединительных коммуникаций между внешним и внутренним блоками сплит-системы.
- Вставку в отверстие «гидроизоляционного стакана» и укладку в «стакан» соединительных коммуникаций.



Рис. 5.17. Размещение наружного блока на опорах

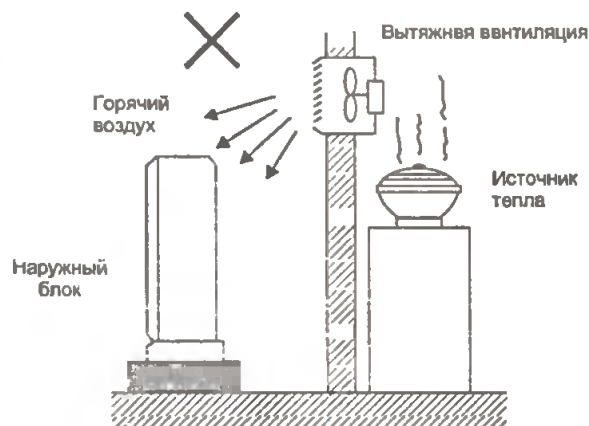


Рис. 5.18. Недопустимое расположение наружного блока

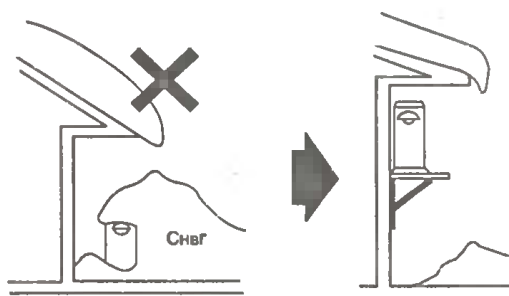


Рис. 5.19. Защита наружного блока сплит-системы от падения снега

При выборе места для установки внутреннего блока необходимо учитывать следующие требования:

- нельзя размещать блок рядом с источниками тепла и влажности;
- нельзя устанавливать блок вблизи дверного проема;
- не должно быть никаких препятствий для воздуха, выдуваемого из внутреннего блока;
- в месте установки блока должен быть организован надежный слив конденсата (дренаж);
- место установки блока должно выбираться таким образом, чтобы не было непосредственной (прямой) подачи охлажденного воздуха на людей;
- расстояния от внутреннего блока до стен, потолка и пола должны быть не менее определенных значений (рис. 5.20.).

При установке внутреннего блока под потолком необходимо обеспечить возможность съема фильтра для очистки.

Кондиционеры колонного типа устанавливаются на полу и при возможности крепятся к стене для придания жесткости конструкции.

Внутренний и внешний блоки соединяются между собой медными трубками в теплоизоляции.

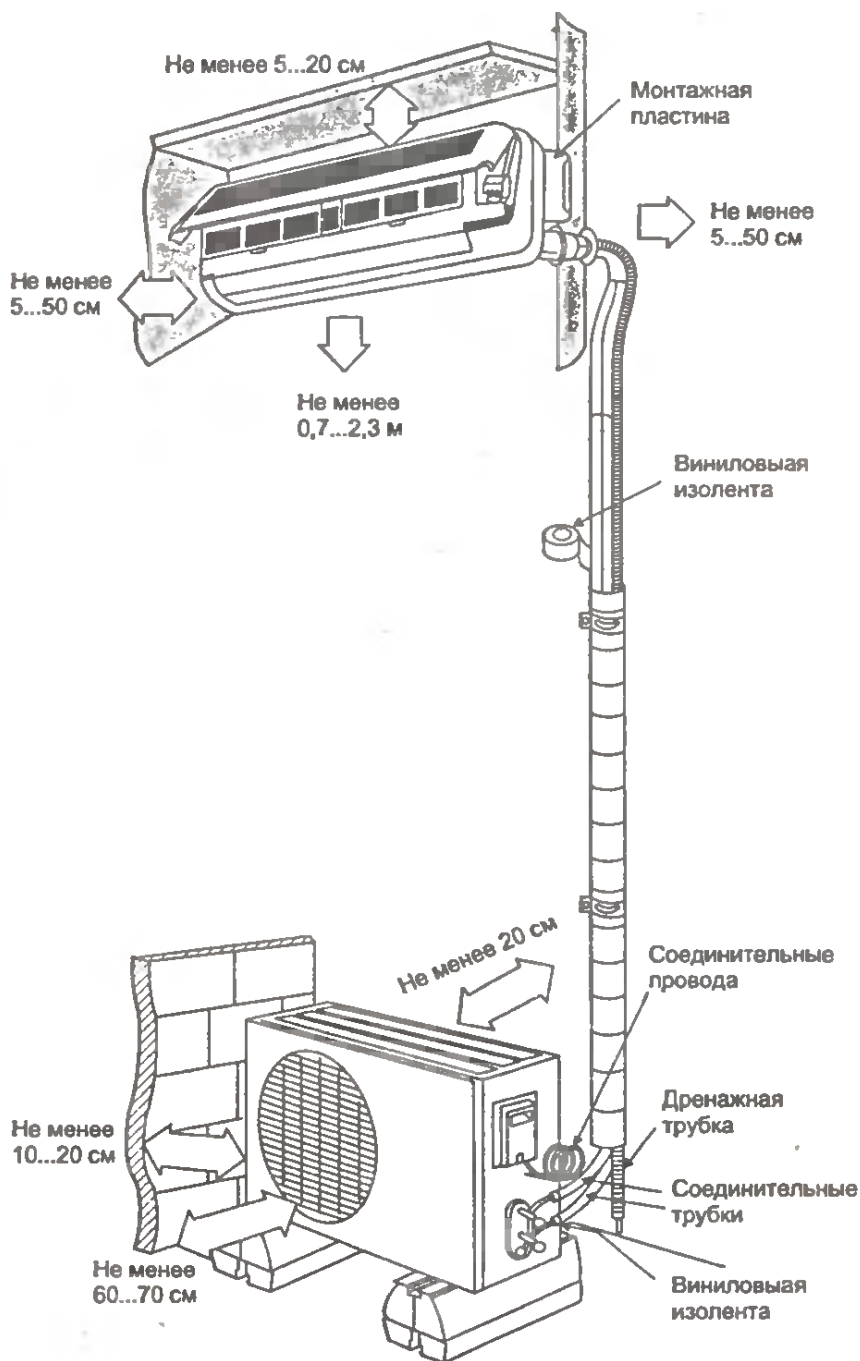


Рис. 5.20. Расположение внутреннего и внешнего блоков сплит-системы относительно стен, пола и потолка помещения.

Соединение блоков системы, включает в себя следующие операции:

1. Штробление стены или пола для укладки коммуникаций и проводов, либо укрытие их декоративным коробом.

2. Соединение медных трубок и электрических проводов, соединяющих внешний и внутренний блоки, с помощью стыковочных штуцеров и фитингов.

3. Прокладку дренажной магистрали. Для этого:
- выполняют штробление стены для укладки дренажной трубки;

- в канализационной магистрали сверлят отверстие, в которое врезают сифон для задержки запаха;

- к сифону подсоединяют дренажную трубку внутреннего блока.

Для слива конденсата устанавливается специальный дренажный трубопровод, выполняемый обычно из мягкой гофрированной трубки. Иногда применяется жесткая гладкая трубка, например, при прокладке дренажного трубопровода в подвесных потолках при небольших уклонах.

С учетом того, что, в зависимости от модели, кондиционер удаляет из воздуха

от 1 до 2 литров воды в час, вывод дренажной трубки в канализацию является наилучшим вариантом отвода воды. Если по каким-либо причинам это невозможно, дренажный трубопровод выводят на улицу. Для предохранения от замерзания выходного участка дренажного трубопровода могут использоваться специальные электрические обогреватели или обогревательные кабели соответствующей мощности. Их электропитание должно производиться независимо от остальной электрической цепи и подаваться постоянно, за исключением случаев проведения технического обслуживания кондиционеров. При отводе дренажа через стену на улицу необходимо сверлить отверстие с наклоном (наружный край ниже внутреннего). Наихудшим вариантом является сбор конденсата в какую-нибудь емкость, которую нужно периодически опоражнивать. Если по каким-либо причинам невозможно организовать слив конденсата самотеком, то необходимо использовать дренажные насосы.

Протягивая медные трубки, кабель управления и дренажную трубку через отверстие, необходимо следить за тем, чтобы на дренажной трубке не было изломов, прорывов, замятий. Недопустимо касание дренажной трубки оголенной, т. е. незащищенной теплоизоляцией газовой магистрали, особенно для модулей с тепловым насосом. При работе кондиционера в режиме обогрева температура газовой магистрали может достигать величины, достаточной для плавления материала, из которого изготовлена дренажная трубка, что может привести к закупорке дренажной системы.

Дренажная трубка должна иметь необходимую пропускную способность и прокладываться с уклоном не менее 1 % таким образом, чтобы на протяжении трубы не было подъемов и провисания.

Рекомендуется отводить конденсат в канализацию внутри помещения. Перед местом сбора конденсата в канализацию на линии должен устанавливаться сифон, предотвращающий проникновение неприятных запахов в помещение.

4. Проведение процедуры вакуумирования в течение 50 мин для удаления из контура воздуха и влаги.

5. Пробное включение и проверку работы системы.

Расположение внутреннего и внешнего блоков сплит-системы относительно стен, пола и потолка помещения показано на рис. 5.20. Указанные расстояния являются приблизительными и могут существенно различаться в зависимости от производительности кондиционера и габаритов внутреннего и внешнего блоков. При установке блоков необходимо руководствоваться указаниями, приведенными в технической документации производителя.

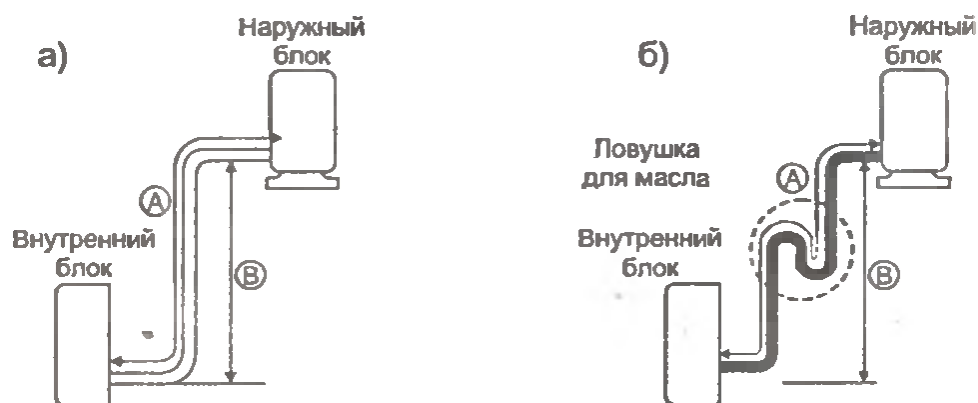


Рис. 5.21. Общая длина соединительных трубок (А) и перепад высоты между внутренним и наружным блоками сплит-системы (В); а) длина трубок менее 5 м, б) длина трубок свыше 5 м.

Максимально допустимая общая длина соединительных трубок (величина А на рис. 5.21.) и допустимый перепад высоты между внутренним и наружным блоками (величина В) также могут различаться в зависимости от модели кондиционера. Так, общая длина трубок может составлять 12...30 м, а перепад высоты — 15 м. В случае, если длина трубок превышает 5 м, производителями сплит-систем рекомендуется через каждые 5...7 м устраивать ловушки для масла (маслоподъемные петли) в виде изогнутого колена (рис. 5.21, б).

Необходимость в организации таких ловушек связана с тем, что при работе компрессора (и особенно при его включении) заливаемое в картер компрессора смазочное масло выбрасывается вместе с газообразным хладагентом в линию нагнетания. Вернуться в компрессор оно может только пройдя весь контур циркуляции хладагента. Для облегчения этого движения масла рекомендуется, в частности, на горизонтальных участках предусматривать небольшой уклон трубопроводов (порядка 5%) в направлении движения газового потока. Наибольшим препятствием для движения масла являются вертикальные участки трубопровода, где под действием силы тяжести масло стекает вниз. Дополнительную опасность представляет возможный гидроудар, который может возникнуть при попадании стекающего масла во всасывающую полость компрессора при его запуске.

Работа маслоподъемной петли показана на рис. 5.22. По мере накопления масла в сифоне петли, его уровень поднимается, снижая проходное сечение для газа, что вызывает увеличение скорости движения газа в колене петли. Повышение скорости газа приводит к разрушению масляной поверхности с образованием мелких капелек и увлечению масла в вертикальный трубопровод в виде масляного тумана и масляной пленки, движущейся по стенкам трубопровода. Для эффективного переноса масла скорость потока газообразного хладагента в восходящей линии трубопровода должна составлять не менее 5 м/с при любом режиме работы кондиционера, в том числе при работе с уменьшенной холодопроизводительностью.

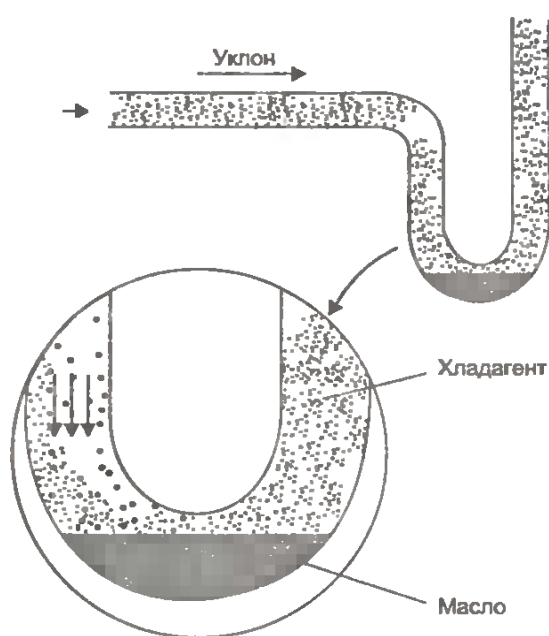


Рис. 5.22. Работа ловушки для масла (маслоподъемной петли)

Соединение блоков сплит-системы выполняют с помощью специальных, хорошо очищенных и осушенных медных трубок. Жгут, состоящий из соединительных трубок, дренажной трубки и соединительных электрических проводов, обматывают виниловой изоляцией. Места прохождения жгута через отверстия в стенах изолируют герметиком (рис. 5.23.). В месте ввода электрических проводов в наружный блок кондиционера выполняют петлю в 1...3 витка, которая препятствует протеканию влаги в блок по наружной изоляции проводов.

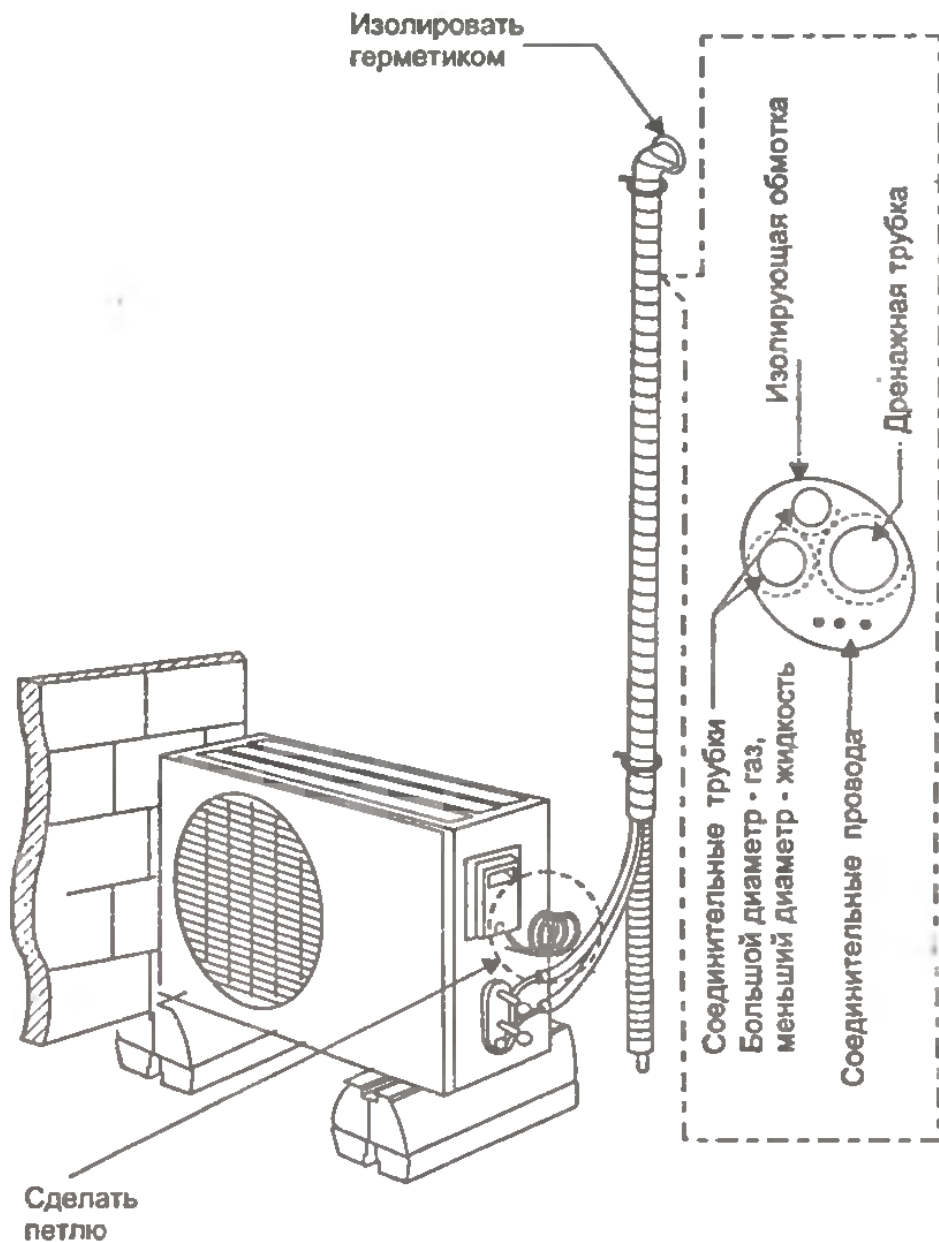


Рис. 5.23. Жгут из соединительных трубок и проводов

Стыковка медных соединительных трубок производится с помощью накидных гаек и штуцеров. Особое внимание следует уделять качеству подготовки концов соединяемых трубок. Срез трубки выполняется труборезом, причем плоскость торца обрезанной трубки должна быть строго перпендикулярна ее оси. Не допускаются сколы, неровности и завал краев на срезе трубки. Срез трубки тщательно зачищается тонкой наждачной бумагой, причем во время этой обработки трубку держат срезом вниз, чтобы исключить попадание пыли внутрь трубки.

После того, как на аккуратно обрезанную трубку надета накидная гайка, срез трубки разбортовывается. Разбортованная часть должна иметь гладкую внутреннюю поверхность. Не допускаются сколы повреждения поверхности, трещины, неоднородности толщины стенок трубки.

После разбортовки трубки производят удаление заусенцев с помощью развертки (рис. 5.24.).

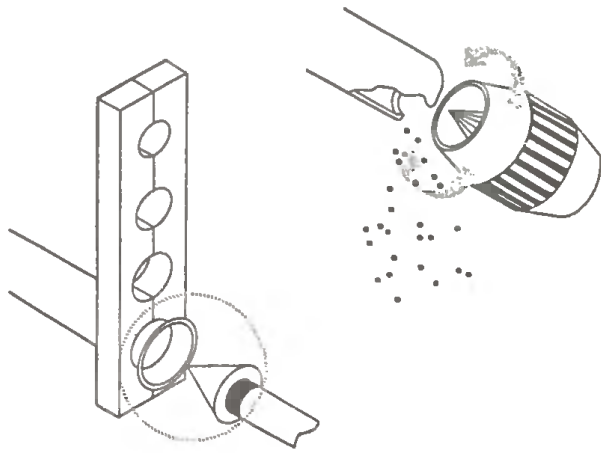


Рис. 5.24. Удаление заусенцев с помощью развертки

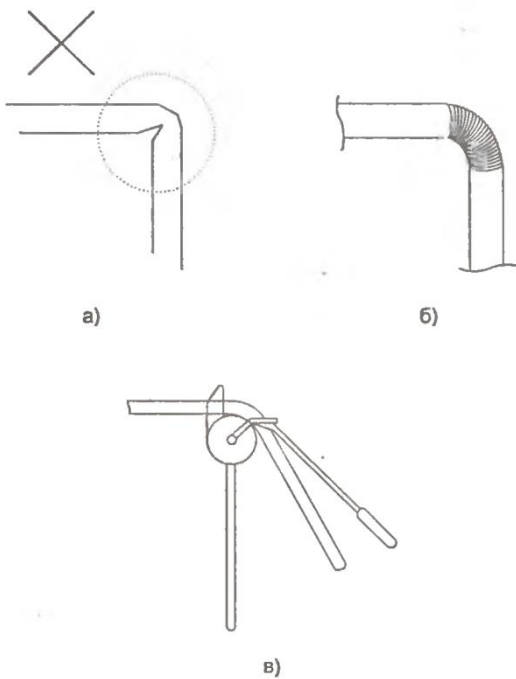


Рис. 5.25. Выполнение сгиба трубки:
а) неправильное; б) с помощью пружины; в) с помощью трубогиба.

Недопустимым является образование на трубке перегибов, которые чреваты образованием трещин (рис. 5.25, а). Для сгиба трубок используют специальную пружину (рис. 5.25, б) или трубогиб (рис. 5.25, в).

Тщательное соблюдение технологии обработки трубок является залогом минимизации утечек хладагента из контура сплит-системы.

Внутренний блок сплит-системы крепится на монтажной пластине, которая, в свою очередь, прикрепляется к стене по разметке, выполняемой с помощью отвеса и уровня (рис. 5.26.).

Для пропускания соединительных трубок и проводов в стене выполняют отверстие с уклоном к наружной стороне стены (рис. 5.27.).

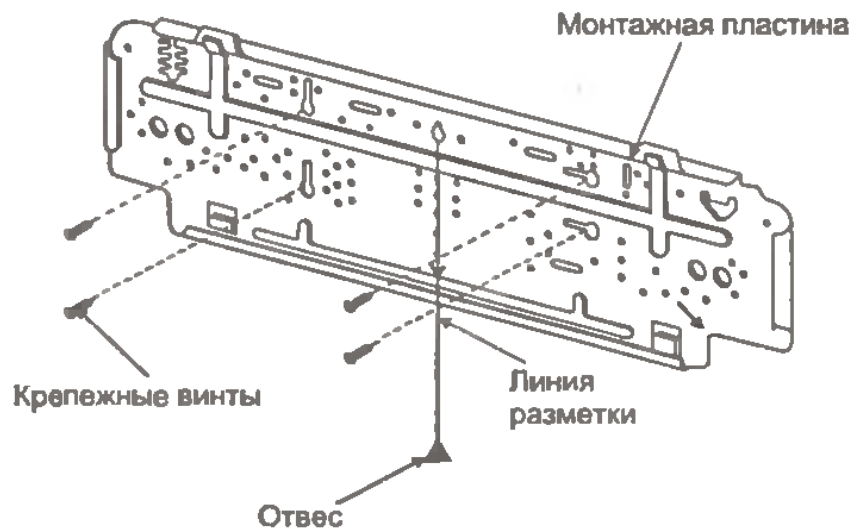


Рис. 5.26. Монтажная пластина для крепления внутреннего блока сплит-системы

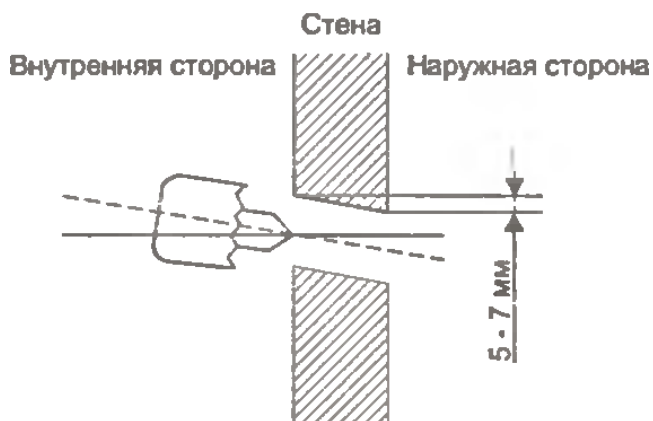


Рис. 5.27. Отверстие в стене для соединительных трубок и проводов



Рис. 5.28. Навеска внутреннего блока сплит-системы (начальная стадия)

Внутренний блок навешивают на крюки в верхней части монтажной пластины, а под нижнюю его часть подкладывают временную проставку (рис. 5.28.).

Пропустив соединительные провода и медные трубки, а также дренажную трубку через отверстие в стене, проставку удаляют (рис. 5.29.).

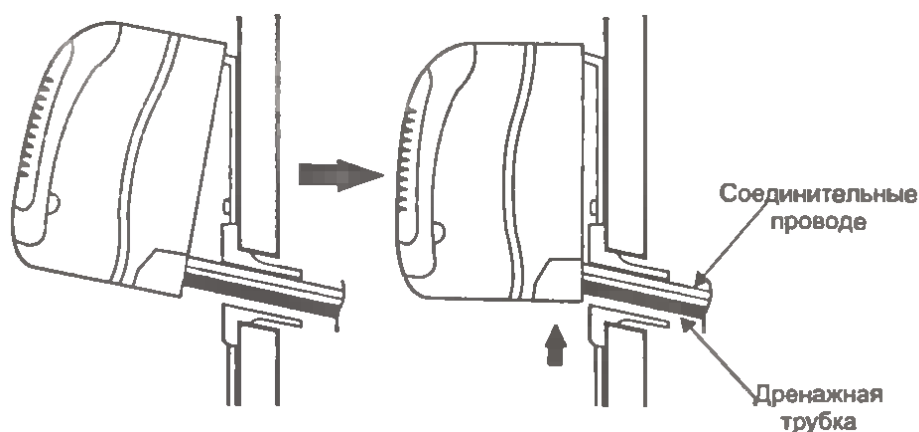


Рис. 5.29. Навеска внутреннего блока сплит-системы (завершающая стадия)

При укладке дренажной трубки для отвода конденсата необходимо предусмотреть запирающее колено и исключить уклон трубки внутрь помещения или погружение ее выходного конца в воду (рис. 5.30.).

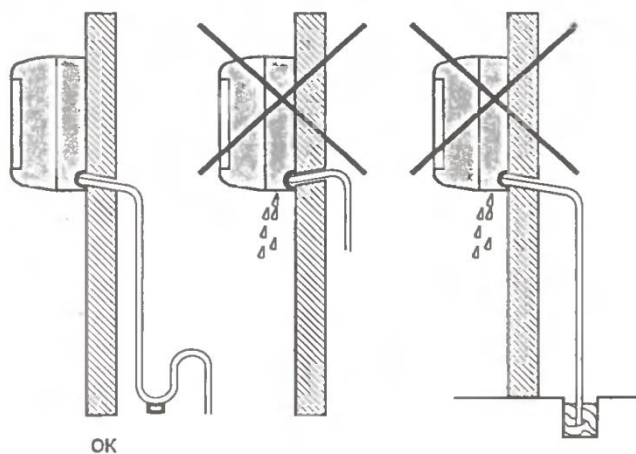


Рис. 5.30. Правильная и неправильная укладка дренажной трубки

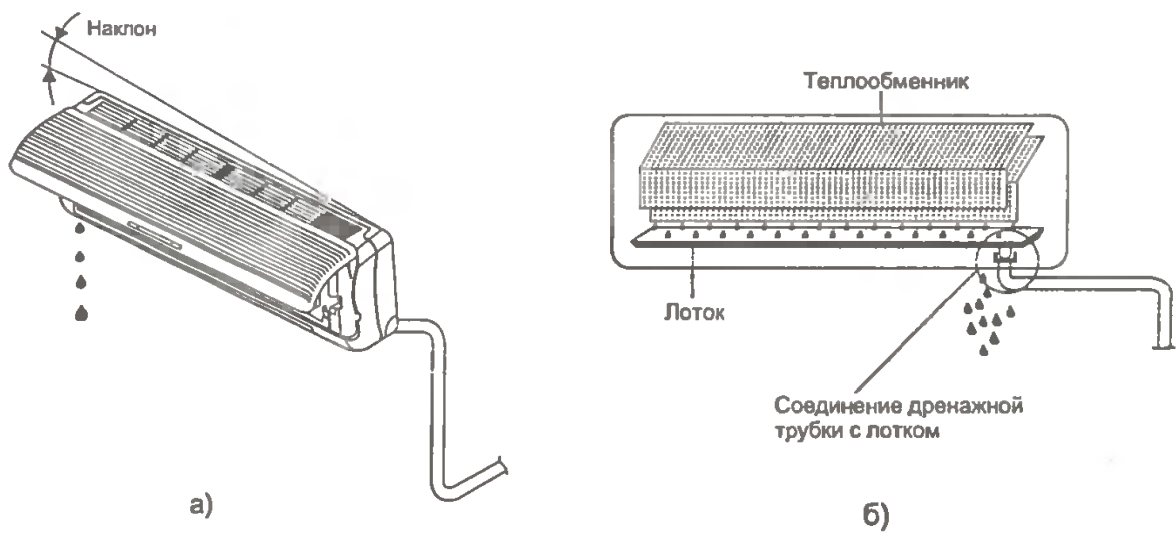


Рис. 5.31. Меры по предотвращению утечек конденсата: а) выравнивание внутреннего блока; б) уплотнение места вывода дренажной трубки

Во избежание утечек конденсата из сборного лотка необходимо тщательно выровнять по горизонтали внутренний блок (рис. 5.31, а) и обеспечить уплотнение в месте соединения дренажной трубки с лотком (рис. 5.31, б).

Для проверки дренажной системы на наличие утечек и отсутствие засоров в трубках, на теплообменник внутреннего блока наливают небольшое количество воды (порядка одного стакана), имитируя образование конденсата (рис. 5.32).

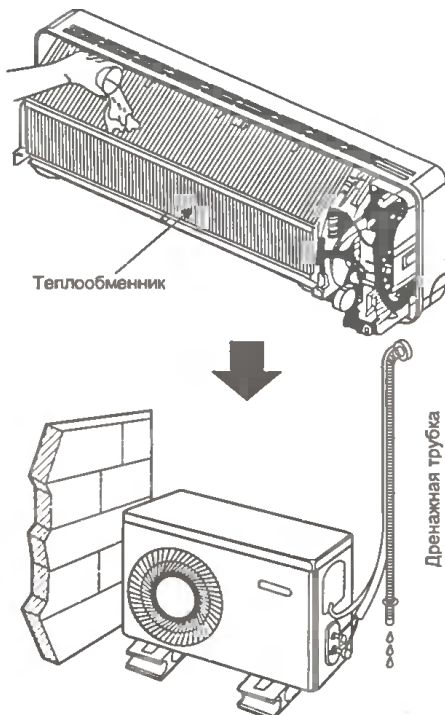


Рис. 5.32. Проверка дренажной системы на наличие утечек и засоров

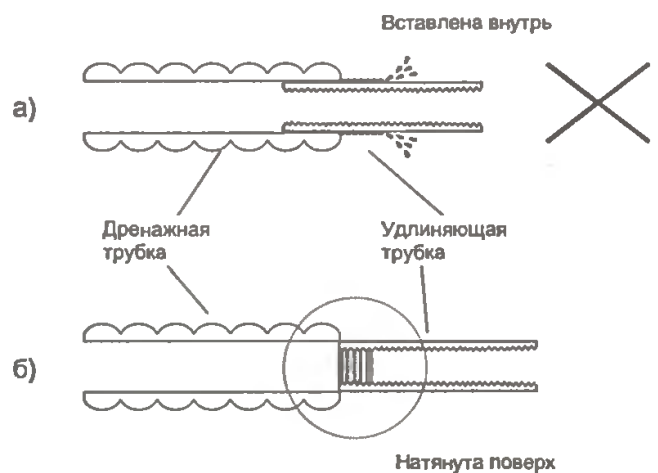


Рис. 5.33. Уплотнение стыка при наращивании дренажной трубки: а) неправильно; б) правильно

Следует тщательно уплотнять стыки при наращивании дренажной трубки, так как эти стыки являются потенциальной причиной утечек конденсата (рис. 5.33.). Удлиняющая трубка в месте стыка должна быть натянута поверх удлиняемой дренажной трубки, а место стыка обмотано виниловой лентой.

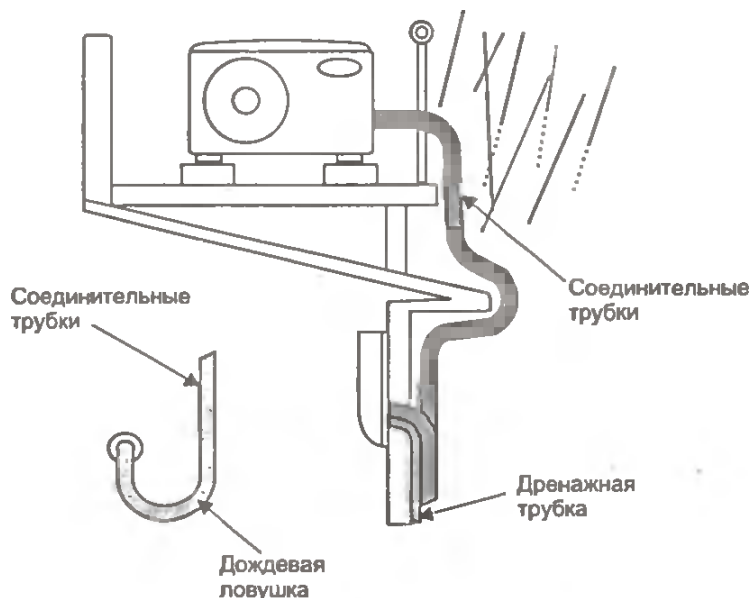


Рис. 5.24. Дождевая ловушка

При размещении наружного блока выше внутреннего выполняют так называемую «дождевую ловушку», препятствующую попаданию дождевой воды по соединительным трубкам внутрь помещения (рис. 5.24.). Неправильно выполненная обмотка виниловой лентой также может служить причиной проникновения дождевой воды внутрь помещения. Правильное и неправильное направления наматывания ленты показаны на рис. 5.25.

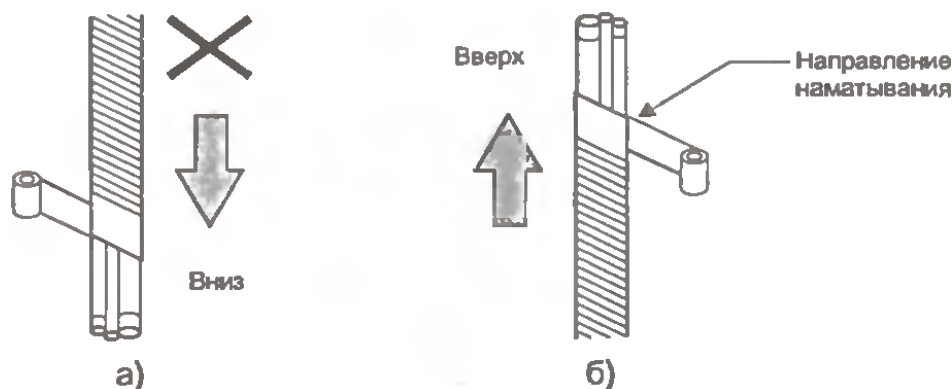


Рис. 5.25. Направление наматывания виниловой ленты: а) неправильное, б) правильное

Важным этапом при подготовке сплит-системы к работе является удаление воздуха и влаги из контура циркуляции хладагента. Наличие в контуре остатков воздуха чревато снижением эффективности работы системы, а замерзание в трубках остаточной влаги приведет к перекрытию их проходного сечения льдом.

Перед вакуумированием системы проводят проверку ее герметичности (опрессовку). Для этого к заправочному крану системы через редуктор подсоединяют баллон с осушенным азотом (рис. 5.26.).

Опрессовку системы производят при давлении порядка 10 бар. Обмыливанием всех стыков проверяют их герметичность, после сбрасывают давление до нормального и, перекрыв заправочный кран системы, отсоединяют баллон с азотом.

Для вакуумирования контура к заправочному крану системы подсоединяют вакуумный насос (рис. 5.27.). Откачку системы производят в течение примерно 1 ч, до давления не ниже 4 мм. рт.ст. После этого перекрывают кран, отключают насос и по манометру убеждаются, что давление не меняется в течение как минимум 5 мин.

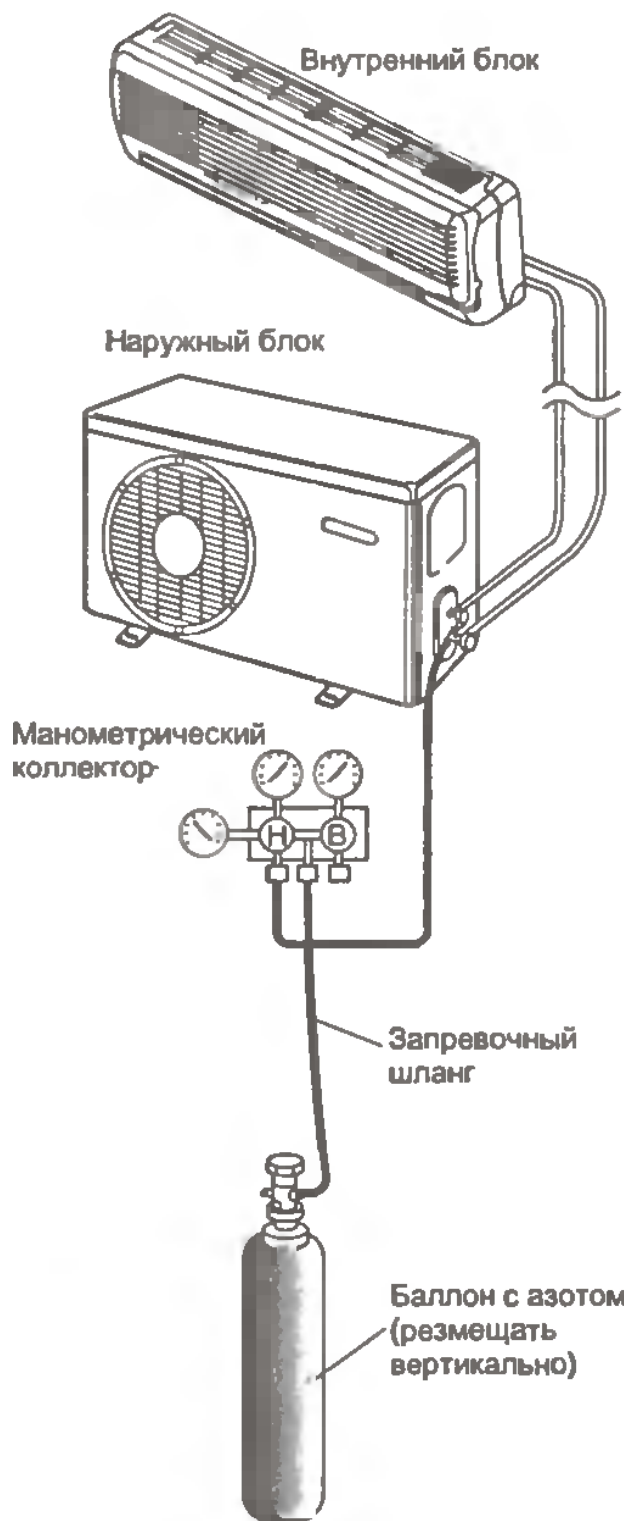


Рис. 5.26. Опрессовка контура циркуляции хладагента

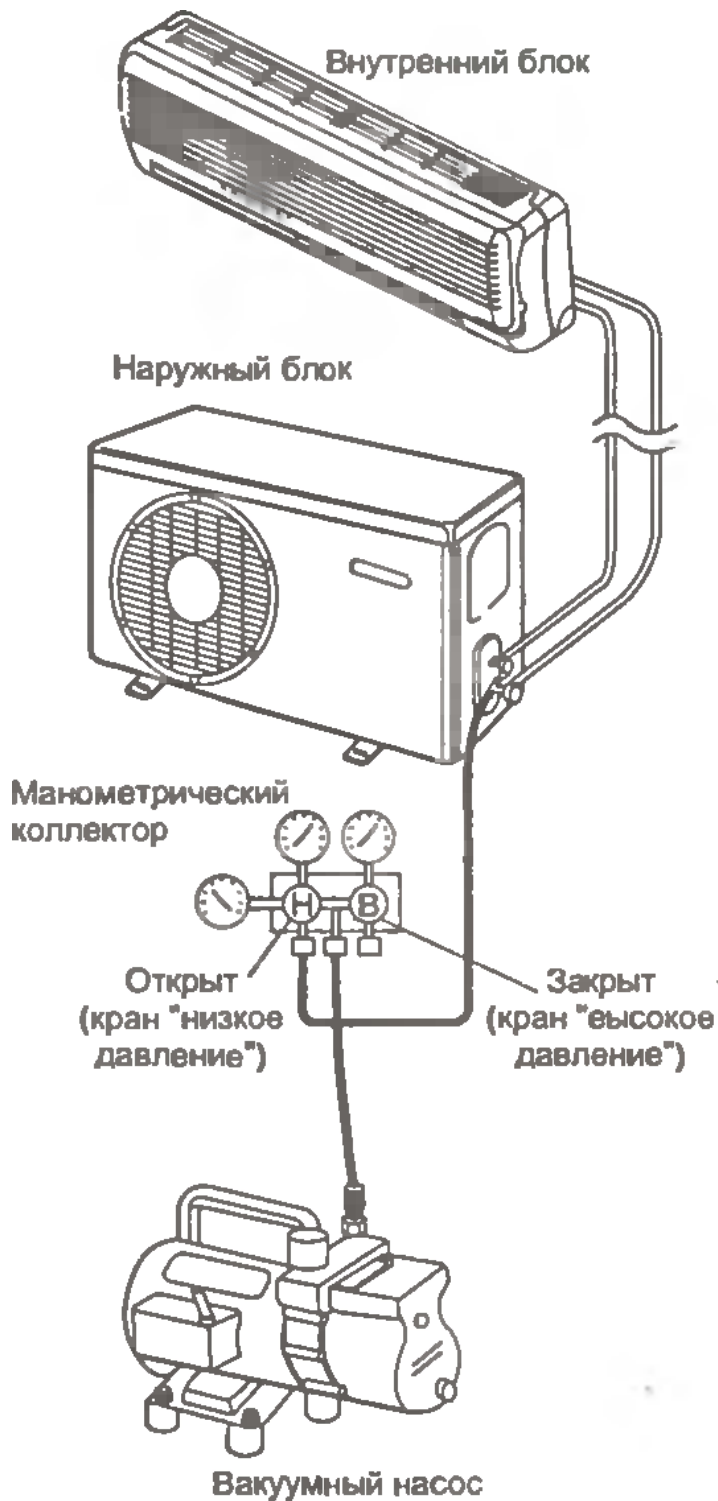


Рис. 5.27. Вакуумирование контура циркуляции хладагента

2. Особенности монтажа фэнкойлов и чиллеров

Монтажа фэнкойлов

Местный аппарат системы кондиционирования воздуха, используемый для охлаждения или нагрева воздуха, со встроенным вентилятором, фильтром, электронагревателем и пультом управления называется фэнкойлом. Фэнкойлы

выпускаются различного исполнения:

- для вертикальной установки под окном в корпусе;
- для скрытой вертикальной установки под окном без корпуса;
- для горизонтальной установки под потолком в корпусе;
- для скрытой горизонтальной установки в подшивном потолке;
- кассетного типа для установки в подшивном потолке;
- настенного, по аналогии с внутренними блоками сплит систем;
- шкафного типа.

Фэнкойлы устанавливаются группами, обслуживая несколько помещений или этажей. Схемы трубопроводов системы теплоснабжения могут быть двухтрубными, трехтрубными и четырехтрубными в зависимости от тех задач, которые необходимо решить. Размещение и монтаж производятся согласно инструкции по монтажу и техническому обслуживанию, которые поставляются вместе с фэнкойлом. Особенностью монтажа является правильная настройка гидравлической системы при помощи балансировочных клапанов, чтобы обеспечить требуемое распределение жидкости по всем фэнкойлам.

Монтажа чиллеров

Чиллер представляет собой законченную холодильную машину, предназначенную для охлаждения жидкости (вода, незамерзающие жидкости). Система **чиллер-фэнкойл** отличается от всех остальных систем кондиционирования тем, что между наружным и внутренним блоками циркулирует не фреон, а вода, водный раствор пропиленгликоля, этиленгликоля или другие антифризы.

Монтаж производится в соответствии с Руководством по монтажу чиллера, прилагаемому при поставке фирмой-производителем.

Принято выделять следующие этапы работ:

1. Установка чиллера на раму. Основной функцией конструкции рамы является равномерное распределение веса оборудования.
2. Изоляция вибрации, возникающей при работе чиллера.
3. Монтаж гидравлического контура агрегата.
4. Заполнение системы хладагентом.
5. Подключение устройства к электросети, прокладка электропроводки.
6. Запуск оборудования и наладка режимов работы все системы.

При размещении чиллера следует обратить внимание:

6. на равномерность распределения силы тяжести, создаваемую агрегатом; не допускать передачу вибрации на строительные конструкции, создаваемую агрегатом при размещении агрегатов в технических помещениях и на крыше, устанавливая агрегаты на виброизоляторы;
7. вокруг чиллера необходимо предусмотреть свободное пространство для поступления воздуха к конденсаторам, на возможность и удобство проведения сервисных работ, техобслуживания и ремонта компрессора и теплообменного оборудования.

Гидравлическое подключение чиллера к насосной станции следует выполнять гибкими соединениями, проходы через перекрытия и стены производить в гильзах,

не соединяя трубы жестко с конструкциями.

При использовании в качестве хладоносителя воду и размещении чиллера в неотапливаемом помещении следует предусмотреть возможность слива воды в холодный период года.

Монтаж чиллера на фундаменте

Чаще чиллеры монтируют на фундаменте. Для этого чиллеры и другие холодильные агрегаты с источником вибрации должны обязательно монтироваться на специальных antivибрационных опорах. Опоры существенно снижают не только вибрацию, но и уменьшают уровень шума, передаваемые от холодильной машины чиллера через фундамент или раму на строительные конструкции здания. Кроме этого, использование antivибрационных опор увеличивает срок службы холодильных машин чиллеров.

Монтаж чиллеров на крыше

При монтаже чиллера на крыше здания, важно учитывать вес холодильной машины чиллера по отношению к конструктивным характеристикам здания. Т.е. в первую очередь необходимо оценить прочность конструкции (опоры), на которую предполагается установить чиллер. Холодильные установки чиллеры, монтируемые с внешней стороны помещения снабжены конденсаторами с воздушным охлаждением и осевыми вентиляторами (как вертикальным выходом воздуха, так и горизонтальным. Это могут быть чиллеры, компрессорно-конденсаторные блоки, руфтопы.

Монтаж чиллеров с вертикальным выходом воздуха

Воздух для охлаждения конденсатора забирается из атмосферы, проходит через теплообменники на боковых поверхностях блока и выбрасывается вентиляторами вверх. Необходимо соблюдать инструкцию по монтажу данного вида оборудования и способу установки. Важно, чтобы пространство для обдува конденсаторов чиллера соответствовало необходимым нормам. Отсутствие или уменьшение зазоров, необходимых для забора воздуха, может привести к сбоям или отключению агрегатов.

Монтаж чиллеров с горизонтальным выходом воздуха

Воздух забирается из атмосферы с одной боковой стороны, проходит через теплообменник и выбрасывается вентилятором через другую боковую сторону блока. В некоторых холодильных агрегатах теплообменники располагаются на обеих боковых поверхностях блока, а вентиляторы расположены внутри между теплообменниками. В месте забора или выброса воздуха не должно быть никаких препятствий. Необходимо соблюдать гарантированные зазоры, оговоренные в инструкции производителя оборудования.

Монтаж чиллеров на открытых площадках

В этом случае необходимо учитывать преобладание направления "розы ветров". Важно так установить чиллер, чтобы преобладающее направление "розы ветров" было параллельно направлению выходящего из установки воздуха. При монтаже двух и более единиц оборудования чиллеров устанавливаемых рядом друг с другом, нельзя допускать, чтобы выходящий воздух из одной установки попадал на вход в другую установку. Для решения этой задачи можно смонтировать установки "спина к спине", при условии свободного пространства между

установками для нормального забора воздуха. При таком способе монтажа воздух выходит в двух противоположных направлениях, не создавая помех. И другим способом монтажа является способ "в линию", при котором установки размещены боком одна за другой.

Контрольные вопросы и задания: 1. Каковы стандартные этапы монтажа сплит-систем? 2. Что включает в себя монтаж внешнего блока? 3. Каким образом монтируется внутренний блок? 4. Каковы особенности монтажа фэнкойлов? 5. Что необходимо учитывать при монтаже чиллеров?

ТЕМА 5.4. ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КОНДИЦИОНЕРОВ РАБОТАЮЩИХ НА HFC ХЛАДАГЕНТАХ

1. Рекомендации по монтажу кондиционеров работающих на HFC хладагентах

Как отмечалось ранее, новые HFC хладагенты, в отличие от традиционных, являются смесями. Например, в состав R- 407C входят три фреона: R-32 (23%), R-125 (25%) и R-134a (52%). Каждый из них отвечает за обеспечение определенных свойств: первый способствует увеличению производительности, второй исключает возгорание смеси, третий определяет рабочее давление в контуре хладагента.

Эта смесь не является изотропной, а потому при любых утечках хладагента различные фракции улетучиваются неравномерно, и оптимальный состав меняется. Если при утечке изотропного хладагента кондиционер можно было просто дозаправить, то теперь необходимо полностью менять хладагент. На практике это приведет к необходимости утилизировать сливаемую из кондиционеров смесь.

Хладагент R-410A, состоящий из R-32 (50%) и R-125 (50%), является условно изотропным. То есть при утечке смесь практически не меняет своего состава, а потому кондиционер может быть просто дозаправлен. Однако и он не лишен недостатков. Сравним существующие хладагенты по нескольким принципиальным позициям.

В отличие от R-22, который хорошо растворим в обыкновенном минеральном масле, новые хладагенты менее растворимы и предполагают использование синтетического полиэфирного масла. Что это означает на практике?

Полиэфирное масло обладает одним очень существенным недостатком — оно быстро поглощает влагу, теряя при этом свои свойства. Причем при хранении, транспортировке и заправке необходимо исключить не только попадание капельной влаги, но и длительный контакт с влажным воздухом, из которого масло активно впитывает воду. К тому же оно не растворяет любые нефтепродукты и органические соединения, которые становятся потенциальными загрязняющими веществами. Они забивают капилляры и снижают производительность кондиционера. Все это существенно усложняет монтаж.

Необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- не допускать попадания влаги и загрязнений в холодильный контур.
- при пайке трубопроводов они должны быть заполнены инертным или

химически неактивным газом с низким содержанием влаги, например, азотом.

- вакуумирование необходимо проводить особенно тщательно.
- дозаправка хладагента может производиться исключительно в жидкой фазе.

Все это накладывает определенные особенности на процесс монтажа кондиционера.

Во-первых, следует уделить особое внимание вакуумированию системы. В случае с HFC хладагентами эту операцию следует проводить с максимальной тщательностью. Причина — в способности полиэфирного масла впитывать в себя воду, теряя при этом свои рабочие качества. «Смертельная доза» посторонних примесей для кондиционера, заправленного HFC хладагентами, на порядок ниже, чем для его собрата, работающего на R-22.

Для того, чтобы удалить воду из системы, ее необходимо перевести в газообразное состояние.

Теоретически это можно сделать двумя способами: нагреть систему до температуры кипения (что в принципе не приемлемо) или заставить кипеть воду при относительно небольшой температуре, снизив давление в контуре.

Причем в зависимости от температуры наружного воздуха, давление, при котором жидкость закипит, будет разным. Следует учитывать что, чем холоднее на улице, тем более глубокий вакуум необходимо обеспечить (таблица 5.1).

Таблица 5.1.

Температура наружного воздуха °С	Давление кипения, мбар.
5	9
10	12
15	17
20	23
25	42

Правило звучит так: при вакуумировании системы необходимо обеспечить такое остаточное давление, чтобы температура кипения воды (при этом давлении) была ниже, чем температура на улице. Например, за окном +13°C, следовательно при вакуумировании необходимо обеспечить остаточное давление не выше 12 мбар.

Как этого добиться? Прежде всего, необходим высокопроизводительный двухступенчатый вакуумный насос (при низких температурах окружающего воздуха одноступенчатый не обеспечит необходимую степень разряжения). По поводу производительности насоса следует ориентироваться на следующую рекомендацию: для кондиционеров мощностью до 11 кВт необходим аппарат производительностью 30–100 л/мин., а для более мощных — 100–250 л/мин.

Для измерения глубины вакуума и наблюдения за процессом вакуумирования необходим специальный манометр — мановакуумметр. Сделать это при помощи манометра низкого давления на манометрическом коллекторе не получится из-за большой цены деления. Он не обеспечит должной точности измерения. В результате вода может остаться в контуре.

При работе с R-410A, в отличие от R-407C, нельзя воспользоваться

манометрическим коллектором, рассчитанным на R-22. Впрочем, это не получится чисто физически. У кондиционеров, работающих на R-410A, диаметры труб (в силу более высокого давления) больше, а порты манометрического коллектора должны им соответствовать. К тому же термодинамические характеристики этих хладагентов кардинально отличаются друг от друга, а потому шкала на манометре должна соответствовать характеристикам R-410A.

Более высокое рабочее давление R-410A (26 атм. против 16 атм. у R-22) создает еще одну проблему — существенно повышается вероятность утечек хладагента. Ведь технология пайки и вальцовки труб осталась прежней, а прочность соединений теперь должна быть существенно выше. По этой причине при работе с R-410A очень рекомендуется проверку герметичности проводить опрессовкой системы, которая проводится с помощью азота под давлением 42 атм. Иначе объем ремонтных работ может оказаться на порядок выше, чем при работе с техникой на R-22.

Не стоит забывать и еще один момент. Стоимость HFC хладагентов в 6–7 раз выше, чем у R-22, поэтому дешевле тщательно опрессовать систему при монтаже, чем заниматься периодическими дозаправками кондиционеров.

Контрольные вопросы и задания: 1. Каковы основные рекомендации по монтажу кондиционеров работающих на HFC хладагентах? 2. Как удалить воду из системы? 3. Какое остаточное давление необходимо обеспечить при вакуумировании системы? Как этого добиться?

ТЕМА 5.5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

- 1. Общие положения**
- 2. Контроль качества монтажа вентиляторов и кондиционеров**
- 3. Контроль качества монтажа фильтров и регулирующих устройств**

1. Общие положения

Ответственность за надлежащее качество работ в монтажной организации, как правило, возлагается на главного инженера. Ответственность за качество монтажных работ на участках несут начальники участков, прорабы и мастера.

Главный инженер монтажной организации обязан:

- обеспечить выполнение работ в соответствии с проектом и строительными нормами и правилами;
- организовать контроль качества работ на монтажных объектах;
- обеспечить разработку мероприятий по дальнейшему улучшению качества работ.

Оперативное руководство контроля качества работ главный инженер осуществляет с помощью ИТР аппарата монтажной организации.

Линейные (прорабы и мастера) работники обязаны:

- осуществлять повседневный контроль качества монтажных работ;
- тщательно проверять качество поступивших заготовок, материалов, оборудования и обеспечивать правильное хранение.

В процессе выполнения монтажно-сборочных работ линейные работники должны вести следующую производственную документацию на объекте:

- систематически заполнять журнал производства работ;
- составлять акты на скрытые работы и акты приемки объекта под монтаж.

Журнал производства работ разрешается предъявлять лицам, имеющим право контроля качества работ на данном объекте: представителям монтажной организации, проектной организации, технического надзора заказчика и вышестоящей организации.

Указанным лицам предоставляется право вносить в журнал замечания, касающиеся вопросов качества монтажно-сборочных работ на данном объекте, исполнение которых для линейных работников является обязательным.

Линейные работники должны вносить в журнал записи о мерах, принятых ими в связи с замечаниями контролирующих лиц.

В указанном журнале линейные работники, кроме записей о составлении актов, перечисленных выше, должны записывать случаи составления актов о травматизме на объектах, некомплектности поставок, повреждениях и дефектах доставленных на объект вентиляционного и изделий, повреждениях уже смонтированных воздуховодов или оборудования. А также возникающих в ходе монтажных работ неблагоприятных условиях, влияющих на качество и сроки выполнения работ.

После окончания и сдачи работ на данном объекте журнал должен быть сдан на хранение в монтажную организацию.

Линейные работники должны работать на объекте до полного окончания на нем монтажно-сборочных работ.

Незаконченные монтажно-сборочные работы передавать от одной бригады другой не рекомендуется.

Линейные работники при выполнении монтажно-сборочных работ обязаны руководствоваться:

- рабочим проектом, утвержденным к производству работ главным инженером монтажной организации;
- ППР и технологическими картами, утвержденными в установленном порядке;
- строительными нормами и правилами на производство и приемку работ (СНиП 3.05.01-85 и др.).

Лицо, проверяющее качество работ имеет право:

- приостановить работы, не отвечающие требованиям качества, до полного исправления выявленных дефектов и в установленные им сроки с доведением об этом до сведения руководству монтажной организации;
- быть арбитром в спорах между работниками заготовительных предприятий и монтажного участка;
- представлять руководству монтажной организации предложения о поощрении работников за хорошее качество работ, а также о привлечении к ответственности за плохое.

ИТР аппарата управления монтажной организации должны производить выборочную проверку качества выполнения монтажных работ на отдельных стадиях и после их полного окончания.

Линейные работники должны контролировать качество монтажно-сборочных

работ в процессе выполнения каждой стадии. Стадии производства работ определяют по готовности отдельных конструктивных элементов вентиляционных устройств.

Кроме того, работники пуско-наладочной организации осуществляют в процессе строительства технический надзор за качеством выполнения тех монтажных работ, от которых зависит получения проектных характеристик вентиляционных установок.

2. Контроль качества монтажа вентиляторов и кондиционеров

Контроль качества монтажа вентиляторов

Монтаж вентиляторов должен осуществляться в соответствии с указаниями проекта. В процессе монтажа при внешнем осмотре вентиляторов проверке подлежат:

- техническое состояние вентиляторов и соответствие его проекту (тип, номер, исполнение — левое или правое, коррозионная стойкость);
- правильность установки (направление вращения, горизонтальность, центровка по муфтам и соответствие клиноременной передачи ТУ, надежность крепления);
- выполнение виброизолирующих мероприятий (установка виброизоляторов, мягких вставок, звукоизоляция).

Контроль работ по монтажу вентиляторов осуществляется в следующем порядке.

1. Поверхность кожуха вентилятора не должна иметь вмятин, разрывов и следов коррозии. Положение кожуха относительно оси вращения определяется направлением вращения (правое, левое) и указаниями проекта Угол между осью выхлопного патрубка центробежного вентилятора и вертикалью должен быть кратным 45° .
2. Кожух вентилятора должен быть установлен строго вертикально, а вал центробежного вентилятора — горизонтально. Отклонение вала от горизонтали не должно превышать 1 мм на 1 м.
3. Отклонения осей рамы с вентилятором и электродвигателем в плане и по высоте не должны отличаться от проектных более чем на 5 мм.
4. Всасывающие отверстия вентиляторов, не присоединенных к воздуховодам, должны закрываться металлическими сетками с ячейкой 25-40 мм.
5. При проверке натяжения ремня необходимо добиваться, чтобы он пружинил. Все ременные передачи и шкивы, расположенные по высоте ниже 2 м от пола, должны быть ограждены. Расстояние от ременной передачи до ограждения должно быть не менее 50 мм.
6. При проверке качества монтажа мягких вставок, установленных до вентиляторов и после них, необходимо определить размеры. Длина мягкой вставки должна составлять 0,3-0,8 диаметра входного или напорного отверстия и допускать свободное перемещение вентилятора на амортизаторах. Во избежание сужения входного отверстия под напором воздуха мягкую

вставку рекомендуется делать длиной не более 50 мм. Угол отвода вставок во всех случаях не должен быть более 35°. При наличии агрессивных паров мягкие вставки у вентиляторов должны быть литые, резиновые, кислотостойкие.

7. Необходимость проведения ревизии вентиляторов и ее объем определяются инструкциями заводов-поставщиков и зависят от условий хранения.

8. При проведении ревизии в полном объеме необходимо проверить:

- состояние лопаток рабочего колеса (ротора);
- балансировку рабочего колеса (ротора);
- качество изготовления вала и состояние подшипников;
- величину зазоров рабочего колеса и кожуха вентилятора.

9. При проверке состояния рабочих колес вентиляторов следует обращать внимание на наличие погнутостей, разрывов и на прочность крепления лопаток. При правильной балансировке рабочее колесо должно останавливаться каждый раз в различных положениях, а не возвращаться в исходное. Величина биения колеса в осевом направлении не должна превышать: для вентиляторов № 2-4 — 1 мм; для вентиляторов № 5 и выше — 1,5 мм; в радиальном направлении для радиаторов всех номеров — более 2 мм.

10. При монтаже центробежных вентиляторов необходимо проверить зазоры между задней стенкой кожуха и рабочим колесом, а также между рабочим колесом и диффузором. В первом случае они не должны превышать $0,04 D$, а во втором — $0,01 D$, где D — диаметр рабочего колеса в мм. Для осевых вентиляторов зазор между концами лопастей и обечайкой не должен превышать $0,01 D$.

11. К качеству изготовления валов независимо от типа и размеров вентилятора предъявляются следующие требования:

- вал должен быть прямолинейным и не иметь биения (прогиб вала не должен превышать 0,2 мм на 1 м);
- шейки и цапфы должны быть цилиндрическими;
- поверхность шеек и цапф не должна иметь рисок, вмятин и волнистости;
- рабочая поверхность шпоночных канавок должна быть гладкой, без забоин и вмятин;
- резьба по валу должна быть полной, без забитых ниток;
- заплечики вала и галтели должны быть хорошо обработаны.

12. Электродвигатели, монтируемые отдельно от вентиляторов, должны быть точно выверены и прочно закреплены. Оси шкивов при ременной передаче должны быть параллельны, а средние линии шкивов — совпадать. Корпуса электродвигателей обязательно заземляются.

13. При установке вентиляторов на жесткое основание станина вентилятора должна плотно прилегать к звукоизолирующим прокладкам, а при монтаже на пружинные виброизоляторы последние должны иметь равномерную осадку.

Контроль качества монтажа кондиционеров

1. При монтаже кондиционеров, поступающих отдельными секциями, проверке подлежат:

- комплектность оборудования и наличие всех необходимых узлов, агрегатов,

секций и отдельных деталей;

➤ соответствие паспортов и маркировки с проектом.

2. Отдельные секции кондиционеров должны собираться на прокладках из асбеста, листовой резины или на специальных мастиках. Зазоры между секциями и между калориферами и строительными конструкциями должны быть плотно заделаны несгораемыми материалами. Материалы, применяемые для теплоизоляции кондиционеров, должны быть устойчивы против выветривания, негигроскопичны, не разлагаться при температурах до 423 К, безопасны в пожарном отношении и устойчивы против гниения. Стены, полы и потолки секций и оросительных камер должны выполняться из водонепроницаемых материалов.

3. Устанавливаемые секции или отдельные калориферы должны плотно прилегать к несгораемым опорам. Расстояние до сгораемых конструкций должно быть не менее 10 см. Болты секций и крышек калориферов должны быть доступны для осмотра и подтягивания. Крепление воздухопроводов и других конструкций к болтовым соединениями крышек калориферов не допускается.

4. Перед установкой калориферов проверяется соответствие их модели проекту и производятся гидравлические испытания под давлением на 0,2 МПа больше рабочего, но не выше 0,8 МПа. За время испытаний (2-3 мин) понижение давления не допускается.

5. Калориферы должны устанавливаться строго вертикально. При этом штуцер для входа теплоносителя должен быть расположен сверху, а штуцер для выхода теплоносителя — внизу.

6. Присоединение трубопроводов к калориферам или к увлажнительным камерам, как правило, должно быть разборным. В местах прохода трубопроводов через стенки камеры трубы должны заключаться в гильзы. Если температура теплоносителя выше 373 К, зазор между гильзой и стенкой трубы должен быть заполнен листовым асбестом.

7. Трубопроводы, подводящие теплоноситель, должны иметь уклоны не менее 0,003, если теплоносителем является вода, и не менее 0,005, если теплоносителем является пар. Паропроводы должны укладываться, как правило, с уклоном в сторону движения пара. Из калориферов должен быть обеспечен спуск воды или конденсата и выпуск воздуха. Водопроводные трубы увлажнительных систем прокладываются с уклоном не менее 0,005, а водостоки для отвода воды из оросительных камер — с уклоном не менее 0,01. Форсунки должны равномерно орошать весь рабочий объем камеры. Унос капель воды из увлажнительной камеры не допускается. Пол увлажнительной камеры должен иметь уклон не менее 0,02 в сторону трапа с гидравлическим затвором.

8. Поверхности калориферов должны быть очищены от загрязнений и не иметь погнутостей и разрывов. Все трещины и разрывы на коллекторах должны быть заварены электрической или газовой сваркой. Допускается заглушка не более 5 % всех трубок калориферов. Помятые пластины калориферов необходимо выправить без нарушения целостности оцинковки. В случае применения покрытия другого типа оно должно быть стойким при температуре теплоносителя до 453 К.

9. Объем испытаний кондиционеров и калориферов определяется программой пусконаладочных работ и заводской инструкцией.

3. Контроль качества монтажа фильтров и регулирующих устройств

1. При монтаже фильтров проверке подлежат:

- состояние фильтрующих поверхностей;
- качество установки сеток, каркасов и ячеек;
- качество масла;
- зазоры между деталями фильтров и ограждающими конструкциями.

2. Материал на рамы матерчатых фильтров должен быть хорошо натянут, и не иметь просветов и морщин. Начес ткани должен быть расположен со стороны поступления воздуха. Крепление ткани без прижимных планок с помощью шурупов и гвоздей не допускается.

3. Движение сетчатых панелей и мешалок самоочищающихся фильтров должно быть свободным, без заеданий. Валки, между которыми натягиваются сетки (панели), должны быть верхние — ведущими, а нижние — свободно лежащими на сетках. При правильном направлении вращения наружные ветви панелей должны двигаться сверху вниз. Первая (по ходу воздуха) панель должна иметь скорость движения, в два раза превышающую вторую.

4. Ячейки масляных и зернистых фильтров должны свободно и легко устанавливаться и выниматься из каркаса. Корпус и рама ячеек масляного фильтра должны иметь форму правильного квадрата. Перекос по диагонали допускается не более 5 мм. Опорная поверхность корпуса и опорный болт должны быть плоскими. Зазор между ними, заполняемый войлочной прокладкой, не должен превышать 1 мм. При установке гофрированных сеток необходимо, чтобы гофры смежных сеток каждой ячейки были перпендикулярны друг другу, а размеры отверстий в сетках должны уменьшаться в направлении движения воздушного потока.

5. Масло, применяемое для фильтров, не должно иметь запаха и должно быть медленно сохнувшим (веретенное масло № 2, 3, машинное масло АВ или смесь из 42 % трансформаторного масла и 58 % канифоли). Температура застывания масла в масляных фильтрах, предназначенных для очистки наружного воздуха, должна быть на 276-278 К ниже самой низкой температуры очищаемого воздуха.

6. Все зазоры между отдельными деталями фильтров должны быть плотно заделаны, а деревянные детали окрашены масляной краской. При совместной установке масляных фильтров и калориферов должны быть приняты меры, исключающие попадание масла на калорифер.

7. *Качество монтажа регулирующих приспособлений и клапанов должно обеспечивать:*

- удобство управления и регулировки;
- плавность хода клапанов и шиберов;
- плотность перекрытия воздухопроводов в закрытом положении;
- плавную регулировку расхода воздуха;
- бесшумность работы клапанов.

8. Однотипные приточные и вытяжные отверстия, а также шиберы, дроссели-клапаны и решетки должны быть расположены в пределах данного помещения симметрично, если в проекте не содержится особых указаний. Наружные вентиляционные отверстия должны быть защищены от атмосферных осадков.

Регулирующие приспособления, шиберы, клапаны, задвижки должны легко открываться и закрываться. К ним должен быть обеспечен свободный доступ. Снаружи воздухопроводов и камер должны быть устроены приспособления для фиксации положения их рабочего органа. Управление высоко расположенными регулирующими приспособлениями должно находиться на высоте 1,5-1,8 м от уровня пола или площадки.

9. В качестве материала для прокладок воздухопроводов, уплотнительных колец и сальников при наличии агрессивных паров при температуре 323 К должен применяться фторопласт-4. При отсутствии агрессивных паров в качестве материала для прокладок, колец и сальников при такой же температуре могут применяться резина, паронит и асбест.

10. Герметические клапаны (гермоклапаны), монтируемые на воздухопроводах в специальных сооружениях, должны быть надежно закреплены на основаниях, герметично соединены на фланцах с воздухопроводами, свободно открываться и закрываться с помощью ручных или электрических приводов. Клапаны избыточного давления и обратные воздушные клапаны должны быть прочно и герметично установлены в строительных конструкциях и выверены по вертикальным и горизонтальным осям.

Контрольные вопросы и задания: 1. Перечислите обязанности главного инженера монтажной организации и линейных работников. 2. Какими нормативными документами необходимо руководствоваться при монтаже СКВ? 3. В каком порядке осуществляется контроль работ по монтажу вентиляторов? 4. В чем заключается контроль качества монтажа кондиционеров? 5. Что подлежит проверке при контроле качества монтажа масляных фильтров? 6. Какие требования предъявляются к маслу для фильтров? 7. В чем заключается контроль качества монтажа регулирующих устройств?

ТЕМА 5.6. ИСПЫТАНИЯ И СДАЧА ЗАКОНЧЕННЫХ МОНТАЖОМ СКВ

- 1. Общие сведения об испытаниях оборудования СКВ**
- 2. Завершающая стадия монтажа СКВ**
- 3. Испытание и регулировка СКВ до проектных параметров (общие сведения)**
- 4. Комплексное опробование СКВ (общие сведения)**
- 5. Порядок сдачи в эксплуатацию законченных монтажом СКВ**

1. Общие сведения об испытаниях оборудования СКВ

При проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха в ходе теплотехнических, аэродинамических и акустических расчетов используют эмпирические данные, полученные при стендовых испытаниях образцов рассчитываемого оборудования. Наиболее значимые характеристики оборудования, работающего в составе смонтированных систем, уточняют в ходе натурных испытаний.

Стендовые испытания оборудования и отдельных узлов позволяют всесторонне изучить их характеристики в стандартных условиях, сравнить эти характеристики с существующими им подобными, наметить пути дальнейшего совершенствования конструкции.

Сравнение результатов и стендовых натурных испытаний позволяют судить о качестве серийного оборудования, а также о качестве проектирования и монтажных работ.

Оборудование систем кондиционирования воздуха проходит следующие основные стендовые испытания.

Теплотехнические — для определения холодопроизводительности, теплопроизводительности, расхода теплохладоносителей, выходных параметров воздуха и теплохладоносителей, потребляемой из сети электроэнергии и других данных.

Аэродинамические — определение полного давления воздуха, создаваемого оборудованием, потерь давления в воздушном тракте оборудования и расхода воздуха.

Электромеханические — проверка оборудования на ударо- и вибростойкость, а также проверка сопротивления изоляции электрических цепей, ее устойчивости к пробивному напряжению и т. д.

Акустические — определение уровня шума вокруг оборудования, на входе в установку и выходе воздуха из нее.

Испытания автоматики (при испытании агрегатов) — выяснение ее работоспособности по поддержанию заданных параметров.

Все эти испытания выполняются не только на номинальном расчетном режиме, оговоренном техническими условиями на поставку, но и на других режимах, отличных от номинального.

Стендовые испытания оборудования кондиционирования воздуха делятся на приемные и типовые.

Приемным испытаниям подвергают каждый изготовленный образец для определения качества его изготовления и соответствия техническим условиям на поставку. Объем приемных испытаний должен быть по возможности минимальным, однако достаточным для определения качества принимаемого образца по основным параметрам.

При приемных испытаниях обычно проверяют соответствие изготовленного образца чертежам, его вес, замеряют расход воздуха и давление, создаваемое образцом, потребление электрической мощности; определяют работоспособность всех движущихся узлов, проводят настройку автоматики и защиты, проводят акустические испытания, а также некоторые другие, связанные со спецификой принимаемого оборудования кондиционирования воздуха.

Теплотехнические и виброударопрочностные испытания, как правило, не входят в объем приемных.

Типовым испытаниям подвергают каждый первый образец, у которого в процессе производства были изменения в конструкции, применяемых материалах или во входящих в него покупных изделиях. Цель типовых испытаний — установить влияние внесенных в образец изменений на его технические параметры

и определить соответствие этих параметров техническим условиям на поставку.

Типовые испытания являются более широкими, чем приемные. Помимо программы приемных испытаний, они могут включать теплотехнические, виброударопрочностные и ряд других специальных испытаний и проверок, связанных с внесенными в образец изменениями.

Испытания стоят очень дорого и отвлекают материальные и трудовые ресурсы из сферы производительной деятельности. Например, стоимость типовых испытаний головного образца автономного кондиционера равна стоимости его изготовления, а стоимость приемных испытаний может доходить до одной трети стоимости изделия. Поэтому объем приемных и типовых испытаний следует определять очень тщательно, учитывая все соображения производственного и экономического характера.

Центральные и автономные кондиционеры, воздухоохладительные установки, воздухораспределители и т. п. необходимо испытывать на специально оборудованных стендах, которые должны обеспечивать:

- создание необходимых параметров воздуха перед испытываемым оборудованием и получение расходов воздуха и теплоносителя в интервале их возможных значений при эксплуатации оборудования;
- измерение всех величин, характеризующих работу испытываемого оборудования, с достаточной степенью точности.

Объем проведения этих работ и испытаний определяется соответствующими программами и нормативными документами (СНиП 3.05.05-84 и СНиП 3.01.04-87). Между индивидуальными и предпусковыми испытаниями не установлена четкая граница. Так, например, СНиП 3.05.01-85 ограничивает состав индивидуальных испытаний СВ и СКВ их обкаткой на холостом ходу. В некоторых руководствах комплекс работ, выполняемых в период подготовки и проведения индивидуальных испытаний и комплексного опробования оборудования, относят к пусконаладочным работам. Здесь в индивидуальные испытания практически включается регулировка смонтированных систем и их оборудования до проектных параметров. В индивидуальные испытания включают монтажные и наладочные работы, которые обеспечивают подготовку оборудования к приемке рабочей комиссией для комплексного опробования. Завершающей стадией индивидуального испытания оборудования должно являться подписание акта их приемки для комплексного опробования.

После завершения монтажных работ СВ и СКВ, которые заканчиваются индивидуальными испытаниями, проводят натурные испытания оборудования и этих систем (пусконаладочные работы). На рис. 5.28. представлена схема основных видов стендовых и натурных испытаний, которые проходит оборудование (система) вентиляции и кондиционирования воздуха по пути от экспериментального образца до элемента реальной системы, законченной монтажом.

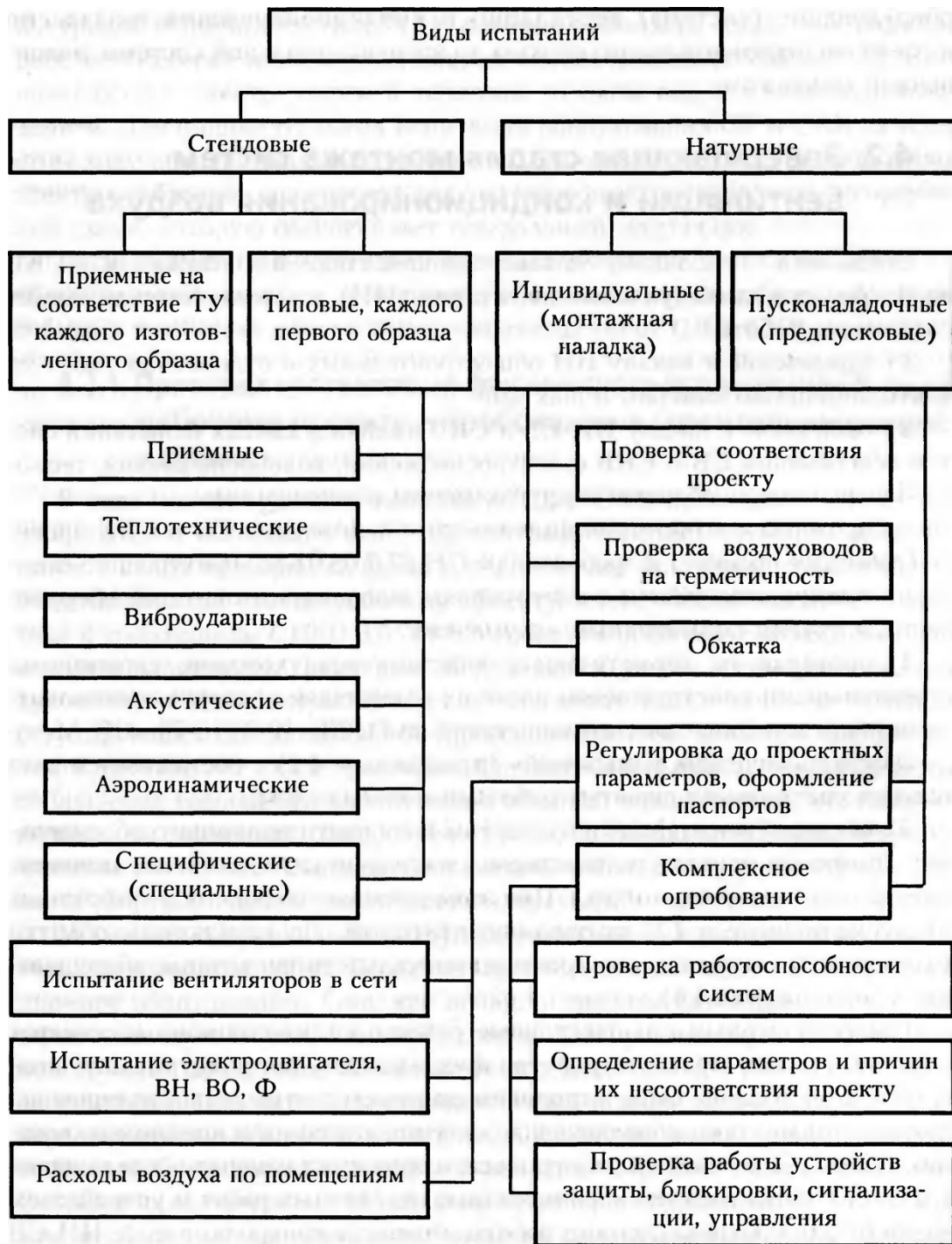


Рис 5.28. Виды основных испытаний, которые проходит оборудование (системы) СВ и СКВ от экспериментального образца до элемента реальной законченной монтажной системы: ВН — воздухонагреватель; ВО — воздухоохладитель; Ф — фильтр.

2. Завершающая стадия монтажа СКВ

Согласно СНиП 3.05.01-85 завершающей стадией монтажа СВ и СКВ являются их **индивидуальные испытания** (ИИ), в состав которых входят следующие работы:

- завершение к началу ИИ общестроительных и отделочных работ по вентиляционным камерам и шахтам;
- окончание к началу ИИ СВ и СКВ индивидуальных испытаний систем обеспечения СВ и СКВ (электрообеспечения, холоднообеспечения, теплообеспечения, водоснабжения и других систем обеспечения);

- проверка соответствия фактического исполнения СВ и СКВ проекту (рабочему проекту) и требованиям СНиП 3.05.01-85 «Внутренние санитарно-технические работы», инструкциям заводов-изготовителей оборудования и другим нормативным документам;
- проверка на герметичность участков воздухопроводов, скрывааемых строительными конструкциями после их возведения; проверка производится методом аэродинамических испытаний по ГОСТу 12-3.018-79 «СВ. Методы аэродинамических испытаний» с составлением акта освидетельствования скрытых работ;
- обкатка (испытания) на холостом ходу вентиляционного оборудования, имеющего привод (вентиляторы, электродвигатели, клапаны, заслонки, холодильные установки и др.). При этом должны соблюдаться требования, предусмотренные в ТУ заводов-изготовителей. По результатам обкатки (испытаний) составляется «Акт индивидуального испытания оборудования».

Общестроительные и отделочные работы в вентиляционных камерах (подготовка под полы, устройство фундаментов, оштукатуривание стен и потолков) должны быть выполнены до производства гидроизоляции перекрытий и монтажа оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Завершаются работы в вентиляционных камерах после монтажа СВ и СКВ выполнением изоляционных, отделочных работ и устройством чистых полов. Перечисленные работы подлежат контролю в ходе ИИ СВ и СКВ. Качество выполненных работ должно соответствовать требованиям СНиП 3.05.01-85 строительных норм и правил.

Оборудование, а также системы вентиляции и кондиционирования воздуха подвергаются в процессе монтажа и пусконаладочных работ различным натурным испытаниям (рис. 5.18.), которые возможны лишь при наличии работоспособных инженерных систем, обеспечивающих СВ и СКВ; в общем случае — электроэнергией, теплотой, холодом, водой, а также водоотведением. Для индивидуальных испытаний оборудования СВ и СКВ на холостом ходу необходима электроэнергия. При отсутствии постоянной схемы электроснабжения используют подключение электроснабжения по временной схеме, которую обеспечивает генеральный подрядчик.

Пусконаладочные испытания проводятся при участии большого числа обеспечивающих систем, а поэтому эти системы должны быть работоспособными к моменту начала пусконаладочных работ СВ и СКВ.

Проверка соответствия фактического испытания СКВ рабочему проекту и требованиям строительных норм и правил

В ходе индивидуальных испытаний СВ и СКВ производится приемочный контроль монтажных работ. Приемочный контроль СВ и СКВ производится в целях проверки качества и соответствия фактического исполнения смонтированных систем рабочему проекту, инструкциям завода-изготовителя и требованиям СНиП 3.05.01-85. При этом проверяют проектные положения и надежность крепления

оборудования, узлов, трубопроводов, воздухопроводов и аппаратуры. Контролю подлежат также качество монтажа регулирующих приспособлений (дрессель-клапанов, шиберов, их доступность для обслуживания, фиксация, плотность закрытия, плавность работы, соблюдение требований акустической защиты), правильность монтажа холодильных установок (соблюдение правил безопасности, герметичность, полноты заполнения хладагентом и маслом, тепло- и гидроизоляции, надежность работы запорной, регулирующей, пусковой и защитной аппаратуры).

Установка оборудования на фундаментах должна соответствовать проекту производства работ. Воздуховоды не должны опираться на вентиляционное оборудование. Они, как правило, должны присоединяться к вентиляторам через гибкие (мягкие) вставки. Для прохода через ограждающие конструкции воздухопровод из полимерной пленки должен иметь металлические вставки. Оси шкивов электродвигателей и вентиляторов при ременной передаче должны быть параллельными, а средние линии шкивов должны совпадать. Соединительные муфты и ременные передачи следует ограждать. Всасывающие отверстия вентиляторов, не присоединенные к воздуховодам, необходимо защищать металлической сеткой, имеющей ячейки размером не более 70 x 70 мм.

Матерчатые фильтры кондиционеров должны быть хорошо натянуты без провисов и морщин, а также плотно прилегать к боковым стенкам. Начес на ткани должен быть расположен со стороны поступления воздуха.

Проверка соответствия проекту смонтированной холодильной установки сводится к внешнему осмотру холодильной машины и определению дефектов монтажа и отклонений от проекта. Отклонения от проекта должны быть согласованы с проектной организацией.

Монтаж холодильного оборудования должен проводиться в полном соответствии с требованиями инструкций предприятий-изготовителей оборудования и действующих нормативных документов. В ходе «проверки соответствия» следует проверить выполнены ли эти требования. Примененные для хладоновых систем медные трубы не должны иметь вмятин, забоин и других повреждений, а проложенные трубопроводы — мешков и изломов. Наружная поверхность стальных хладоновых труб не должна иметь повреждений. Соединение медных труб на пайке осуществляется с помощью муфт. Соединение труб с оборудованием и арматурой осуществляется с помощью штуцерно-торцевых или штуцерных соединений с разбортовкой трубы. Горизонтальные участки всасывающих линий должны прокладываться с уклоном 0,02 по направлению движения хладона. Трубопроводы должны монтироваться на опорах или подвесках. Не допускаются к применению манометры без пломбы или клейма, с просроченным сроком поверки. Поверка должна проводиться ежегодно.

Проверка на герметичность участка воздуховода

Согласно СНиП 3.05.01-85 монтажные и строительные организации при индивидуальных испытаниях должны проверить на герметичность участки воздуховода, скрывааемые строительными конструкциями. Эти участки воздуховода должны быть герметичными. Иначе при неплотности на всасывающем участке

образуются подсосы, а при неплотности на нагнетательной части воздуховода — утечки воздуха. Проверку на герметичность рекомендуется проводить методом аэродинамических испытаний по ГОСТу 12.3.018-79. По результатам проверки на герметичность следует составить акт освидетельствования скрытых работ.

Стандарт (ГОСТ 12.3.018-79) устанавливает методы измерений и обработки результатов при проведении испытаний систем вентиляции и их элементов для определения расходов воздуха и потерь давления.

Расход воздуха измеряют, как правило, пневмометрической трубкой и микроманометром или приборами импортного производства соответствующего класса точности. Расход воздуха с помощью анемометров определяют в тех случаях, когда замеры невозможно выполнить пневмометрической трубкой или импортным прибором.

Величину утечек (или подсосов) воздуха в участке воздуховода можно определить как разность между расходами воздуха через сечения воздуховода на входе в контролируемый участок и на выходе из него (или на выходе из участка, или на входе в него). Испытания на герметичность проводят с помощью переносного вентилятора.

Обкатка вентиляционного оборудования

В состав индивидуальных испытаний, которыми (согласно СНиП 3.05.01-84) завершается монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха, входит испытание (обкатка) на холостом ходу вентиляционного оборудования, имеющего привод. К этому оборудованию, прежде всего, относятся вентиляторы и холодильные установки.

Обкатка предназначена для проверки работоспособности испытываемого оборудования и его готовности к длительной работе. Обкатка предшествует контрольным или параметрическим испытаниям на режимах, близких к номинальной частоте вращения. Процедура обкатки следующая. Сначала производят до включения основного привода свободное прокручивание валов на один-два оборота. Если не обнаружены неисправности, то включается электродвигатель на 1 с. Проверяют правильность направления вращения привода. При этом проверяются балансировка колес и роторов в сборе, качество сальниковой набивки, исправность пусковых устройств, степень нагрева электродвигателя. Устраняют до начала испытаний выявленные неисправности.

Далее проводят пробную обкатку агрегата вхолостую. При этом должна быть отключена нагнетательная линия. Продолжительность обкатки на холостом ходу принимается по техническим условиям завода-изготовителя вентиляционного агрегата. Электродвигатель обкатывают не менее 8 ч, пока не установится нормальная температура подшипника.

При первом запуске установки **в работу** необходимо закрыть дросселирующее устройство на нагнетании, запустить вентилятор и через 3-4 мин после пуска плавно открыть дросселирующее устройство и проверить работу вентиляционного агрегата на **рабочем режиме** (достижение рабочего режима контролируется по величине тока). При появлении постороннего шума, повышенной вибрации или других неисправностей, установка выключается для выявления и устранения причин неполадок.

При запуске вентилятора без смонтированной сети воздухопроводов может быть превышен допустимый ток. Это ведет к перегрузке электродвигателя (срабатывает термозащита электродвигателя при ее наличии).

При вводе вентилятора в эксплуатацию необходимо следить за его корректной работой (предполагается тишина хода, отсутствие вибрации, хорошая балансировка, не превышена расчетная величина тока по трем фазам и т. д.).

Проверить работу вентилятора в сети в течение 20-30 мин. При этом следует оценить характер шума подшипников, вибрации, нагрев подшипников и корпуса электродвигателя, работу коммутационной аппаратуры.

При нормальной работе вентиляционного агрегата продолжить его обкатку в течение 8 ч.

Проверить функции щита автоматики. Для безопасного обслуживания оборудования на вентиляционной секции должен быть смонтирован сервисный выключатель, отключающий подачу напряжения к двигателю во время проведения сервисных работ.

Для вентиляторов с клиноременной передачей необходимо контролировать натяжение ремней после работы вентагрегата в течение 1 ч, 24 и 50 ч

эксплуатации. За этот период удлинение ремня может составлять порядка 60 % от общего удлинения за весь срок службы. Следующий контроль натяжения ремня следует провести не позже 1000 ч работы вентилятора.

По результатам испытаний (обкатки) оборудования СВ и СКВ составляют акты индивидуальных испытаний оборудования.

Особенности индивидуальных испытаний холодильных установок, обслуживающих СКВ

Испытание компрессора производится в соответствии с указаниями завода-изготовителя, из которых следует, что компрессор должен обкатываться на холостом ходу (ХХ) и под нагрузкой.

Обкатке компрессора на ХХ предшествует его ревизия, промывка маслом и заправка маслом. Обкатка на ХХ проводится с отсоединением всасывающих и нагнетательных трубопроводов в течение двух часов.

Обкатка компрессора под нагрузкой проводится после его обкатки на ХХ и последующей заправки установки хладагентом. В ходе обкатки на ХХ и под нагрузкой компрессор должен работать плавно, без стуков и заеданий, без перегрева подшипников и других частей.

Если монтаж хладоновых трубопроводов велся непосредственно на объекте, то производится испытание (5 мин) этих трубопроводов на прочность давлением, равным давлению испытания на плотность. Испытание хладоновых трубопроводов на герметичность включает в себя их проверку на плотность, на вакуум и хладоном.

Испытание хладоновых трубопроводов на плотность производится в течение 18 ч с записью показаний манометра и температуры окружающего воздуха через каждый час. Испытания на прочность и плотность должны проводиться при отключенном компрессоре, приборах контроля и автоматики отдельно по сторонам высокого и низкого давления сухим воздухом или азотом. Значительные

неплотности определяются обмыливанием соединений мыльной пеной с добавкой глицерина (для замедления высыхания мыльной пены). В местах неплотностей появляются пузырьки.

Испытание на вакуум проводится в течение 18 ч с записью давления через каждый час.

Испытание хладоном может производиться до испытания на вакуум или после него. Проверка плотности всех соединений осуществляется с помощью течеискателя. Учет заправленного хладагента ведется путем взвешивания баллона до заправки и после нее. Оформляется акт.

3. Испытание и регулировка СКВ до проектных параметров (общие сведения)

В ходе выполнения пусконаладочных работ СВ и СКВ СНиП 3.05.01-85* предусмотрены испытания и регулировка этих систем до проектных параметров.

При регулировке СВ и СКВ до проектных параметров следует выполнить:

- испытание вентиляторов при их работе в сети (определение соответствия фактических характеристик паспортным данным: подачи и давления воздуха, частоты вращения и т. д.);
- проверку равномерности прогрева (охлаждения) теплообменных аппаратов;
- проверку отсутствия выноса влаги через каплеуловители камер орошения;
- испытание и регулировку систем в целях достижения проектных показателей по расходу воздуха в воздуховодах, местных отсосах, по воздухообмену в помещениях и определения в системах подсосов или потерь воздуха, допустимая величина которых через неплотности в воздуховодах и других элементах систем не должна превышать проектных значений в соответствии со СНиП 41-01-2003;
- проверку действия вытяжных устройств естественной вентиляции.

На каждую систему вентиляции и кондиционирования воздуха оформляется паспорт.

4. Комплексное опробование СКВ (общие сведения)

Комплексное опробование оборудования СВ и СКВ производится в целях:

- проверки готовности смонтированных систем к длительной эксплуатации, а также проверки взаимодействия и слаженности при работе систем в эксплуатационном режиме;
- установления готовности систем к приемке в эксплуатацию государственной приемочной комиссией.

Комплексное опробование систем осуществляется по программе и графику, разработанным заказчиком или по его поручению наладочной организацией и согласованным с генеральным подрядчиком и монтажной организацией.

Комплексное опробование производится эксплуатационным персоналом заказчика с участием подрядной, монтажной и наладочной организацией

в присутствии членов государственной приемочной комиссии. При необходимости присутствует персонал предприятий-производителей оборудования смонтированных систем. Участвующие в комплексном испытании представители генподрядной монтажной и наладочной организации совместно с эксплуатационным персоналом несут круглосуточное дежурство для наблюдения за работой и правильной эксплуатацией оборудования, а также для принятия мер к немедленному устранению дефектов монтажа, выявленных во время комплексного испытания. Объем и продолжительность комплексного опробования оборудования определяются согласованными программой и графиком.

В период комплексного опробования производят проверку, регулировку и обеспечение взаимосвязанной работы оборудования на ХХ с последующим переводом оборудования на работу под нагрузкой.

Согласно СНиП 3.05.01-85* в состав работ комплексного опробования СВ и СКВ входят:

- опробование одновременно работающих систем;
- проверка работоспособности систем вентиляции, кондиционирования воздуха и теплохолодоснабжения при проектных режимах работы с определением соответствия фактических параметров проектным; выявление причин, по которым не обеспечиваются проектные режимы работы систем, и принятие мер по их устранению;
- опробование устройств защиты, блокировки, сигнализации и управления оборудования;
- замеры уровней звукового давления в расчетных точках.

СКВ считаются прошедшими комплексные испытания, если во время испытаний колебания температуры, относительной влажности и концентрации вредных веществ находились в пределах установленных норм.

5. Порядок сдачи в эксплуатацию законченных монтажом СКВ

Приемка законченных монтажом СВ и СКВ в эксплуатацию должна производиться на основании результатов наружного осмотра, предпусковых испытаний и регулировки оборудования и систем, актов освидетельствования скрытых работ, данных журнала производства работ, результатов испытаний и освидетельствования законченных работ в натуре. Приемка законченных монтажом работ сначала производится рабочей комиссией, которая осуществляет фактическую приемку систем. Окончательная приемка всего объекта (строительно-монтажные работы) должна производиться государственной приемочной комиссией. В состав приемочной комиссии включаются представители заказчика (председатель комиссии), генерального подрядчика, эксплуатационной организации и другие.

Генеральный подрядчик предъявляет приемочной комиссии документацию по СВ и СКВ, подготовленную монтажными организациями. Приемка в эксплуатацию объекта оформляется актом.

Состав технической документации, предъявляемой при сдаче-приемке законченных монтажом работ, приведен в ведомости табл. 5.2.

Ведомость технической документации, предъявляемой при сдаче-приемке законченных монтажом работ по СВ и СКВ

Разделы	Состав документации	Номер документов	Количество листов	Примечание
I	Комплект рабочих чертежей систем вентиляции и кондиционирования воздуха — исполнительная документация			
II	Комплект заводской документации (паспорта оборудования, протоколы заводских испытаний, инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации и т. п.)			
III	Акты, протоколы, ведомости, журналы по монтажным работам			

В раздел I документации входит проект, утвержденный к производству работ генподрядчиком и главным инженером монтажной организации, с пояснительной запиской с нанесенными на чертежи изменениями (если они были при монтаже), а также документы о согласовании этих изменений.

Раздел II составляют документы, разработанные заводами-изготовителями изделий и поставленные на строящийся объект совместно с использованными при монтаже изделиями. К этим документам, кроме перечисленных в ведомости, относятся сертификаты, технические условия и другие документы, удостоверяющие качество материалов, оборудования и продукции заготовительного производства, использованных при монтаже СВ и СКВ.

В раздел III включают следующие документы:

- проект производства работ;
- журнал производства работ по вентиляции и кондиционированию воздуха;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки вентиляционных устройств;
- акты индивидуальных испытаний оборудования;
- акты индивидуального испытания систем;
- акты обкатки вентиляционных систем;
- акты приемки систем под наладку;
- акты о результатах первичных испытаний и регулировки вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха;
- паспорта систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- акты приемки в эксплуатацию системы (установки);
- акты приемки систем кондиционирования воздуха;
- сводный паспорт систем противодымной защиты.

После подписания рабочей комиссией акта о приемке оборудования, а также после индивидуального испытания, допущенное к комплексному опробованию, считается принятым заказчиком, и он несет ответственность за его сохранность.

В тех случаях, когда оборудование не подлежит комплексному опробованию, оно принимается в эксплуатацию рабочей комиссией по окончании пусконаладочных работ или индивидуальных испытаний с оформлением акта приемки системы в эксплуатацию.

Контрольные вопросы и задания: 1. Какие основные стендовые испытания проходит оборудование систем кондиционирования воздуха? 2. Что входит в индивидуальные испытания? 3. Каковы особенности индивидуальные испытания? 4. Что включают в себя пусконаладочные испытания? 5. Какие операции выполняют при регулировке СКВ? 6. С какой целью производится комплексное опробование оборудования СКВ? Что входит в состав работ? 7. Что входит в состав технической документации, предъявляемой при сдаче-приемке законченных монтажом работ по СВ и СКВ?

РАЗДЕЛ 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СЕРВИС И РЕМОНТ СКВ

ТЕМА 6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ И СЕРВИСЕ СКВ

1. *Техническое обслуживание*
2. *Планово-предупредительный ремонт*
3. *Сервис*
4. *Гарантийное обслуживание*

1. Техническое обслуживание

После сдачи заказчику законченных монтажом систем вентиляции и кондиционирования воздуха начинается период их эксплуатации. *Эксплуатация* СВ и СКВ — это постоянное *использование* этих систем при нормальной их работе в целях создания и поддержания заданных условий воздушной среды в обслуживаемых ими объектах. В ходе эксплуатации включают в работу и выключают вентиляционные установки (кондиционеры), ведут текущее их обслуживание, оформляют предусмотренную документацию, регистрируют в журналах их рабочие параметры, а также замечания по работе.

Эксплуатацию СВ и СКВ осуществляет *служба эксплуатации*. В задачи службы эксплуатации входит обеспечение бесперебойной и эффективной работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Служба действует в соответствии с *инструкцией по эксплуатации*, которая должна быть составлена и утверждена для данных систем. В инструкциях по эксплуатации указываются сроки технического обслуживания, профилактического осмотра, ремонтов, а также сроки поставки запасных частей, инструмента, материалов.

Кроме инструкции служба эксплуатации должна иметь схемы систем, акты на скрытые работы и отступления от проекта, допущенные при монтаже, технические паспорта на оборудование и системы. В инструкции могут быть также приведены: производительность системы при различных режимах работы, параметры воздуха после процессов обработки и в помещениях объекта, правила пуска и остановки работы оборудования, методы регулировки системы и другие указания. На систему заводится журнал эксплуатации.

По сложившейся в нашей стране практике все работы (повседневный уход, техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт) должна была выполнять служба эксплуатации. В процессе эксплуатации были предусмотрены [4.21] ТО и планово-предупредительные ремонты (ППР).

Техническое обслуживание СВ и СКВ включает в себя операции по выявлению и устранению неисправностей, а также плановые профилактические операции. В число плановых операций, составляющих различные виды технического обслуживания СВ и СКВ, входят следующие: ТО-1, ТО-2 и ТО-3. Содержание ТО разрабатывают заводы-изготовители оборудования. В обозначенные ТО входят следующие мероприятия:

- внешний уход (чистка, промывка, устранение коррозии, восстановление окраски);
- проверка состояния крепления изделий и устранение обнаруженных недостатков;
- проверка контрольно-измерительных приборов;
- регулировка клапанов, установленных на воздуховодах систем;
- контроль натяжения ремней у вентагрегатов;
- проверка зазоров между всасывающим патрубком и рабочим колесом радиального вентилятора;
- пополнение или смена смазки;
- проворачивание агрегатов, которые не участвуют постоянно в работе;
- проверка состояния заземления.

2. Планово-предупредительный ремонт

Включают в себя: разборку оборудования, осмотр и дефектовку деталей, замену изношенных узлов и деталей новыми или отремонтированными; испытания и регулировку вновь собранного оборудования.

В зависимости от сложности и объема работ в ППР предусматриваются следующие виды ремонтов оборудования: текущий, средний и капитальный.

При *текущем ремонте* устраняют дефекты и повреждения, а иногда заменяют износившиеся детали. Этот вид ремонта продолжается сравнительно короткий срок. Он производится на объекте без демонтажа оборудования.

При *капитальном ремонте* производят демонтаж оборудования, смену и восстановление значительного числа деталей или целых узлов. Для такого ремонта оборудование демонтируют и отправляют в мастерскую или на завод и там производят все ремонтные работы.

Средний ремонт занимает промежуточное положение между текущим и капитальными ремонтами.

Изложенная организация и технология работ службы эксплуатации возможна при наличии в штате службы специалистов высокой квалификации и оснащении этой службы специальными машинами, приспособлениями и приборами, в том числе сложными, дорогостоящими. Практически эти условия во многих случаях (особенно в производственных условиях) не выполнялись, а эксплуатация СВ и СКВ осуществлялась неудовлетворительно. Опыт зарубежной и отечественной практики последних лет показывает, что целесообразно перечисленные эксплуатационные работы по уходу, ТО и ППР разделить между *службой эксплуатации*, работающей на постоянной основе, и *службой сервиса*, выполняющей работы в соответствии с контрактом или в виде отдельных услуг, в том числе срочных по мере возникновения неисправностей. За службой эксплуатации целесообразно оставить постоянные работы по пуску, наблюдению за нормально работающим оборудованием и выключению систем из работы. Для выполнения перечисленных выше наиболее сложных работ следует приглашать высококвалифицированных специалистов службы сервиса СВ и СКВ.

Для эффективной и долгосрочной работы СВ и СКВ в течение всего срока службы оборудования необходимы индивидуальные услуги — своевременное *профилактическое обслуживание*. Периодическое проведение профилактического ТО высококвалифицированным персоналом позволяет своевременно обнаружить ненормальное функционирование оборудования. *Профилактика* (предупредительные меры) осуществляется для поддержания обслуживаемой системы в исправном или работоспособном состоянии путем ремонта или замены отдельных деталей, их чистки, смазки и т. п.

3. Сервис

Периодическое освидетельствование и испытание обслуживаемых систем, проведение экспертизы или диагностики оборудования и систем в целом, замена или ремонт отдельных деталей, готовность в кратчайшие сроки устранить возникшую неисправность, обучение специалистов по СВ и СКВ, шефмонтаж, профилактика систем и другие работы называют сервисными работами или обобщению — сервисом. *Сервис* (англ. *service* — служба) — обслуживание населения, технических систем и др. Сервис в широком понимании — это вид человеческой деятельности, направленный на удовлетворение потребностей потребителя посредством оказания ему индивидуальных услуг. *Сервис СКВ* — это обеспечение и поддержание надлежащего состояния оборудования и систем КВ, в отношении которых заключен контракт. В сервис также входит участие в разработке содержания текущих и капитальных ремонтов подконтрольных систем, а также участие в составлении смет расходов. Из изложенного следует, что сервис СКВ — это особый наиболее современный и эффективный вид организации службы для участия в эксплуатации СКВ (в их ТО).

Техническое обслуживание СКВ специалистами сервиса подразделяется на гарантийное и сервисное. Гарантийное обслуживание и сервис не одно и то же.

4. Гарантийное обслуживание

Гарантийное обслуживание осуществляется фирмой, выполнявшей монтаж. Специалисты, осуществляющие гарантийное обслуживание, обычно входят в состав сервисной группы, создаваемой в монтажной фирме. Срок гарантии на систему КВ, как правило, не превышает одного года.

Сервис представляет собой комплекс периодически проводимых мероприятий, необходимых для поддержания основных параметров работы кондиционера и другого оборудования в течение всего их срока службы, заявляемого производителем оборудования, особенно в период после окончания гарантии.

Гарантийное обслуживание и сервис кондиционеров требует высокого уровня подготовки специалистов и дорогостоящей диагностической аппаратуры, что под силу только крупным специализированным климатическим фирмам.

Высокий уровень подготовки специалистов достигается систематическим специальным обучением сотрудников сервиса индивидуально и на семинарах, которые организуются службой сервиса совместно с представителями фирм-производителей оборудования (отечественного и зарубежного), а также фирмами-поставщиками оборудования.

Контрольные вопросы и задания: 1. Дайте определение эксплуатации СКВ. 2. Какие мероприятия входят в ТО? 3. Какие стадии включает в себя ППР? Какие виды ремонтов предусматриваются ППР? 4. Что такое сервис СКВ? 5. В чем заключается гарантийное обслуживание СКВ?

ТЕМА 6.2. ОРГАНИЗАЦИЯ СЕРВИСА СКВ

- 1. Состав, содержание и периодичность выполнения работ по сервису***
- 2. Службы эксплуатации и сервиса, их функции***

1. Состав, содержание и периодичность выполнения работ по сервису

Сервисные работы, если они проводятся регулярно, продлевают срок службы СВ и СКВ, экономят время и деньги на эксплуатацию. Сервис может быть плановым корректирующим в соответствии с заключенным контрактом, и срочным, в связи с возникшей неисправностью в работе подконтрольной системы. Срочный сервис не предсказуемый. Он определяется индивидуальным заказом.

В плановом профилактическом сервисе СВ и СКВ предполагаются следующие работы:

- анализ заказа на услуги и подготовительные работы к его выполнению;
- осмотр и проверка состояния комплектующего систему оборудования, воздухопроводов и трубопроводов;
- осмотр электрических соединений;
- проведение экспертизы и (или) диагностики оборудования и систем в целом;

- анализ результатов обследования и выработка решения о способе ликвидации выявленных неисправностей;
- устранение неисправностей;
- оформление технической и финансовой документации (расчетных документов по стоимости сервисных работ);
- обучение и консультации обслуживающего системы персонала и другие работы.

В нашей стране еще не разработана достаточная законодательная база по сервису СВ и СКВ. Фирмы-изготовители оборудования в РФ и за рубежом разрабатывают инструкции по ТО своих изделий, границы применения инструкций юридически не выходят за рамки этих изделий. Между тем в зарубежных источниках имеются рекомендации проводить проверки и испытания оборудования и систем в течение всего срока службы (согласно *предписанным в данной стране правилам*), а также указаниям фирм-изготовителей изделий.

Так, например, фирма *Carrier* предлагает следующий график обслуживания и объем сервисных работ. В графике предусмотрены четыре категории (*A, B, C, D*) обслуживания, периодичность которых следующая:

- *A* — еженедельная;
- *B* — ежемесячная;
- *C* — ежегодная;
- *D* — в специальных случаях.

При категории обслуживания *A* производят испытания при работе системы с полной нагрузкой.

При категории обслуживания *B* производят работы, предусмотренные категорией *A* и плюс обследование холодильного контура, водяного контура, электрооборудования и механического оборудования.

При категории обслуживания *C* производят работы, предусмотренные категорией *B*.

Обслуживание по категории *D* производят в специальных случаях, например, обслуживание насосов. Рекомендуется в насосах заменять через 13 000 ч механические уплотнения и через 20 000 ч работы — подшипники.

В других фирмах профилактические осмотры СВ и СКВ рекомендуют производить ежемесячно или ежеквартально, иногда сезонно.

Некоторые требования к техническому обслуживанию СВ и СКВ в нашей стране приведены в предыдущей теме (ТО, ППР и др.). В вопросах определения периодичности и объема работ ТО надлежит придерживаться рекомендаций заводов-изготовителей оборудования.

Состав и объем сервисных работ различных СВ и СКВ зависит от их конструктивного устройства, принципа действия и других особенностей систем.

В СВ и СКВ используется разнообразное оборудование, установки и системы. Следует выделить те изделия, которые требуют повышенного к себе внимания и ТО специалистами сервиса:

- вентиляторные агрегаты;
- холодильные установки, обслуживающие СКВ;
- воздухонагреватели;

- воздухоохладители;
- оросительные камеры;
- фильтры;
- насосы, обслуживающие СКВ;
- механическое оборудование;
- электрическое оборудование;
- приборы и другие комплектующие СВ и СКВ.

При осмотре *вентиляторных агрегатов* рекомендуется обращать особое внимание на следующие детали:

- отсутствие вибрации и постороннего шума;
- клиновые ремни надо периодически подтягивать (периодичность подтягивания ремней рекомендуется разными источниками не одинаковая: например, через 50 ч, а затем не реже 4 мес.);
- на зазор между крыльчаткой и входным патрубком вентилятора;
- подшипники вентилятора не должны перегреваться; их смазку нужно контролировать через каждые 2500 ч, должна поддерживаться постоянная смазка всей поверхности подшипников.

При ТО *холодильных установок* надлежит выполнять следующие работы:

- проверять заправку системы хладагентом, контролировать уровень масла в компрессоре;
- заправлять установку хладагентом и маслом;
- обслуживать компрессор и испаритель;
- проверять конденсатор с воздушным и водяным (гликолевым) охлаждением;
- контролировать коррозию;
- осматривать трубопроводы хладагента;
- регулировать ТРВ;
- регулировать водяные вентили;
- осматривать фильтры-осушители;
- осматривать смотровое стекло на трубопроводе.

Техническое обслуживание *теплообменников* (поверхностных воздухонагревателей и воздухоохладителей) СВ и СКВ определяется условиями работы. Через теплообменники проходят большие объемы воздуха, в результате чего теплообменники загрязняются (тополиный пух, пыль). Загрязнение приводит к снижению эффективности работы. Кроме того, резьбовые соединения, сервисные вентили увеличивают вероятность утечки хладагента.

Для поддержания эффективности работы поверхностных теплообменников на высоком уровне следует выполнять их ТО, состоящее из:

- осмотра корпусов теплообменников и состояния обрешетки теплообменных трубок, выявление недостатков;
- проверки наличия загрязнений и производить чистку от загрязнений;
- проверки отвода конденсата от воздухоохладителей; чистки сифона и заливки сифона после чистки;
- чистки профилей каплеотделителя воздухоохладителя.

Техническое обслуживание *оросительных камер* СКВ состоит из следующих работ:

- оросительную камеру и каплеотделитель надлежит регулярно очищать;
- поддон (ванну) систематически чистить и промывать;
- промывать чистой водой насос и соединительные трубы;
- в форсуночных камерах контролировать засоряемость форсунок;
- при длительных перерывах в работе оросительных камер следует запускать насос примерно на пять минут (не в сухую).

Фильтр воздушный подлежит периодической по мере загрязнений чистке или его заменяют новым. Для определения времени чистки или замены фильтра периодически замеряют на нем перепад давлений, который не должен быть выше предельно допустимого.

Кроме перечисленных работ по техническому обслуживанию СВ и СКВ следует еще периодически выполнять следующие мероприятия:

- проверять режимы охлаждения, нагревания, осушения и увлажнения; увлажнение можно осуществлять с помощью электронного увлажнителя-парогенератора или оросительной камеры;
- два раза в год осматривать дренажный патрубков;
- через полгода проверять изношенность подвижных элементов;
- через каждые три месяца проверять уровень вибраций, определять причины появления вибраций, если они наблюдаются;
- контролировать качество магистральной воды, используемой в теплообменных агрегатах;
- регулярно проверять заземление металлических конструкций агрегата и все электрические контакты;
- осматривать и проверять функционирование электрической панели.

2. Службы эксплуатации и сервиса, их функции

После завершения монтажных и пусконаладочных работ СВ и СКВ начинается *период использования* по назначению (*эксплуатация*) этих систем. В ходе эксплуатации, как уже было показано выше, необходимо осуществлять ТО оборудования и систем. Для выполнения всех мероприятий по ТО возможны различные варианты организации этих работ.

Во-первых, можно создать расширенную индивидуальную службу эксплуатации. В штате службы предусмотреть всех предполагаемых необходимых специалистов, в том числе высококвалифицированных «дорогих», услуги которых, скорее всего, будут востребованы редко. Служба должна иметь разнообразные приборы и инструмент (необходимый комплект). Иметь в штате постоянно высококвалифицированных профессионалов и значительный арсенал дорогостоящего специального оборудования, приборов и инструмента, часть которых будет использоваться редко или вообще не потребуется, для многих владельцев СВ и СКВ — ненужное расточительство.

Во-вторых, чтобы сократить расходы на эксплуатацию, можно сократить штат службы эксплуатации за счет высокооплачиваемых специалистов и отказаться от приобретения дорогостоящего инструмента и приборов. Отсутствие дорогостоящих специалистов в штате службы эксплуатации можно компенсировать специалистами

средней квалификации и *консультациями* специалистов службы сервиса других фирм, а отсутствующие дорогостоящие инструменты и приборы брать на *прокат* в соответствующих фирмах.

В-третьих, можно возложить работу по ТО систем вентиляции и кондиционирования воздуха на службу сервиса, оговорив объем работ и сроки его выполнения в контракте. Такая форма решения задач ТО СВ и СКВ требует образования в стране широкой *сервисной сети*.

Чтобы правильно понимать сущность сервисных работ и соответственно представлять структуру сервисных подразделений, необходимо разделить всех участников взаимосвязанных процессов пуска-наладки, эксплуатации и сервиса СВ и СКВ, на владельца, пусконаладчиков, службу эксплуатации и службу сервиса.

Владелец — представитель компании, лицо или персона, владеющая оборудованием, из которого смонтирована произведенная система. Он уполномочен для выполнения операций управления и регулирования, приведенных в Руководстве по монтажу и эксплуатации системы и в соответствующих действующих национальных Правилах.

Пусконаладчик— представители компании, уполномоченной владельцем, для установки оборудования, проведения работ по его гидравлическому, электрическому и т. д. подключению. Они уполномочены на монтаж и правильную установку оборудования в соответствии с Руководством по монтажу и эксплуатации и соответствующими действующими национальными Правилами. Пусконаладчик имеет право производить только подсоединение установки к другому оборудованию, без вскрытия панели и вмешательства в работу модуля управления.

Служба эксплуатации — лица, уполномоченные владельцем на выполнение всех операций по регулированию и управлению установкой в соответствии с Руководством по монтажу и эксплуатации. Они строго выполняют все операции, описанные в этом Руководстве и ограниченные их служебными обязанностями. Служба эксплуатации имеет право только производить управление или давать команды с терминала установки. Не разрешается открывать какие-либо панели для доступа к модулю управления.

Служба сервиса — лицо, уполномоченное заводом-изготовителем или его региональным представителем, на выполнение всех штатных и внештатных сервисных операций: регулировки, контроля, ремонта и замены узлов и деталей.

Из приведенных формулировок следует, что служба сервиса должна быть аттестована для проведения своих работ заводом-изготовителем или его региональным представителем. В отличие от других участников процессов монтажа, пуска-наладки, эксплуатации и сервисного обслуживания только специалисты сервисной службы *имеют право* и необходимость вмешиваться во внутреннюю работу оборудования, все же остальные имеют дело только с внешними подключениями.

Соответственно, специалисты сервиса должны быть специалистами высокого уровня, знающие не только принципы работы системы вентиляции и кондиционирования воздуха, но и *знающие тонкости работы конкретных марок оборудования*.

Функции службы сервиса

Сервисные службы должны обеспечивать бесперебойную работу оборудования в гарантийный и послегарантийный периоды. Для правильного описания функций сервисной службы необходимо выделить четыре профессиональных назначения компаний, имеющих эти службы.

- Сервисные службы заводов-производителей.
- Сервисные службы фирм-поставщиков оборудования СВ и СКВ.
- Сервисные службы монтажных организаций.
- Сервисно-эксплуатационные службы крупных потребителей систем СВ и СКВ (заводов, эксплуатирующих организаций строительных компаний, бизнес центров и отелей).

Основные функции *сервисных служб заводов-изготовителей* состоят из следующих видов работ: технической диагностики, доработки оборудования, организации обучения специалистов сервиса и других видов работ.

Диагностика на неисправности и доработки новинок оборудования, выпускаемого в продажу (техническая диагностика) — установление дефектов в машинах, устройствах, их элементах и т. д., а также разработка методов и средств обнаружения дефектов.

Диагностика осуществляется внешним осмотром и с помощью диагностической аппаратуры. По результатам технического осмотра составляется акт дефектации оборудования. Службы сервиса СВ и СКВ заводов-изготовителей осуществляют, прежде всего, диагностику возникающих в процессе эксплуатации неисправностей и разрабатывают меры по устранению неисправностей.

В задачу сервисных подразделений заводов-изготовителей входит также изучение и обобщение недостатков нового оборудования, выпускаемого в продажу фирмой-изготовителем, для его доработки. Кроме того, в обязанности сервиса включают:

- проверку *достоверности* предъявляемых гарантийных обязательств;
- организацию обучения специалистов сервисных служб фирм-поставщиков;
- прогнозирование и организацию производства необходимых оригинальных (производимых на заводе-изготовителе) запасных частей и аксессуаров на склад завода.

Основные функции *сервисных служб фирм-поставщиков* оборудования СВ СКВ состоят из следующих видов работ:

- обеспечение гарантийных обязательств;
- организацию обучения специалистов сервисных служб монтажных организаций;
- выполнение работ по послегарантийному обслуживанию и т. д.;
- обеспечение гарантийных обязательств по поставляемому оборудованию;
- выполнение работ по сервисному (послегарантийному) обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования;
- организация обучения специалистов сервисных служб монтажных организаций;
- прогнозирование, заказ и своевременная поставка необходимых оригинальных

(производимых на заводе-изготовителе) запасных частей и аксессуаров на склад поставщика.

Основные функции *сервисных служб монтажных организаций* состоят из следующих видов работ:

- обеспечение гарантийных обязательств по поставляемому оборудованию;
- выполнение работ по сервисному (послегарантийному) обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- выполнение работ по эксплуатации и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Основные функции *сервисно-эксплуатационных служб крупных потребителей* систем СВ и СКВ состоят из следующих видов работ:

- выполнение работ по эксплуатации и обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования воздуха;
- выполнение работ по сервисному (послегарантийному) обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Для любой компании-производителя очень важно, чтобы его продукция работала без сбоев весь период эксплуатации, и уж, во всяком случае, не выходила из строя в гарантийный период. Но оборудование вообще и оборудование СВ и СКВ в частности, иногда выходит из строя.

Обычно сервисные службы привлекаются для работы эксплуатирующими организациями в двух случаях — при неисправности в работе оборудования и для проведения текущего ремонта.

При неисправности в работе одним из основных моментов является правильное диагностирование неисправности: диагностирование должно не только точно определить вышедшую из строя деталь, но и определить причину, по которой это произошло.

Пример: на одном заводе заменили холодильную машину (чиллер) и улучшили трассировку системы холодоснабжения. В гарантийный период (через 3 мес. после начала эксплуатации) сгорел электродвигатель компрессора. Сразу же встал вопрос - почему, и гарантийный это случай или нет. Самой важной задачей в данном случае являлось выявление и устранение причины, вызвавшей неисправность. Причин могло быть три:

- заводской брак;
- неправильная эксплуатация;
- ошибки при проектировании или монтаже оборудования.

Проведенное расследование показало, что эксплуатация проходила в рамках инструкций, и перепадов в электроснабжении не было. Оборудование при пусконаладочных работах и в начале эксплуатации выдавало необходимые параметры. После выяснения этого специалистам сервисной службы пришлось проверить проект. В проекте была обнаружена ошибка, приведшая к выходу из строя оборудования — объем системы был значительно меньше требуемого по инструкции завода-изготовителя. Приведя объем системы в соответствие с инструкцией и отремонтировав оборудование, в последующем проблем с эксплуатацией данной системы не возникало.

Следующим этапом в восстановлении неисправного оборудования является

подбор оригинальной или аналогичной запасной части. Оборудование систем вентиляции и кондиционирования выходит из строя обычно в самые жаркие месяцы и поставка запасных частей для ремонта должна проходить как можно быстрее. Здесь большую роль играют склады оригинальных (производимых на заводе-изготовителе) запчастей фирм-поставщиков и фирм-производителей оборудования, а также опыт и находчивость сотрудников службы сервиса.

Контрольные вопросы и задания: 1. *Какие виды работ включает плановый профилактический сервис? 2. Какие виды работ выполняются при ТО холодильных установок? 3. В чем заключается ТО теплообменников СКВ? 4. В чем заключается ТО оросительных камер СКВ? 5. Перечислите должностных лиц (и их обязанности), имеющих отношение к эксплуатации и сервису СКВ? 6. Перечислите сервисные службы и их функции.*

ТЕМА 6.3. НЕСПРАВНОСТИ СКВ МЕТОДЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ

- 1. Загрязнение фильтров внутреннего блока***
- 2. Загрязнение теплообменника наружного блока***
- 3. Нормируемая утечка хладагента***
- 4. Неправильная заправка контура хладагентом***
- 5. Неисправности компрессора***
- 6. Проверки элементов электрической цепи***
- 7. Основные виды неисправности газонаполненного термостата***
- 8. Потери производительности, связанные с неправильной установкой кондиционера***

1. Загрязнение фильтров внутреннего блока

Загрязнение фильтров ухудшает обдув теплообменника, что приводит к снижению производительности кондиционера по холоду или теплу. Кроме того, нарушение режима работы системы может привести к обмерзанию медных трубопроводов. При выключении кондиционера лед начнет таять, и из внутреннего блока будет капать вода.

Сильное загрязнение фильтров может привести к засорению дренажной системы комками пыли и нарушению нормального отвода конденсата.

Очистка фильтров должна производиться один раз в две — три недели, а при высокой запыленности воздуха в помещении — чаще. Для очистки фильтров их промывают в теплой воде и просушивают, либо чистят с помощью пылесоса. Срок службы фильтров тонкой очистки воздуха, применяемых в некоторых моделях кондиционеров либо в качестве опции, либо в стандартной комплектации (эти фильтры не подлежат восстановлению), зависит от загрязненности воздуха, но в условиях города редко превышает 3...4 месяца. Чистка и смена фильтров не входит в стандартное гарантийное обслуживание и, подобно чистке или смене мешков в пылесосе, должна выполняться пользователем.

2. Загрязнение теплообменника наружного блока

Одним из наиболее характерных типов загрязнения теплообменника является засорение его тополиным пухом, что приводит к нарушению режима теплосъема, перегреву компрессора и выходу его из строя. По оценкам специалистов по этой причине происходит около трети отказов климатических систем.

Очистку теплообменника производят перед началом эксплуатации кондиционера после зимнего сезона, а в период эксплуатации — периодически, по мере загрязнения. Кроме тополиного пуха теплообменник могут засорять опавшие листья, уличный мусор и т. п. При очистке теплообменника следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить тонкие пластинки оребрения. Для очистки и

правки ребер в случае их повреждения можно использовать специальный инструмент, представляющий собой набор из шести «расчесок» для ребер с различным шагом между пластинками (рис. 6.1). Тополиный пух, пыль и другие загрязнения выдувают струей сжатого воздуха.

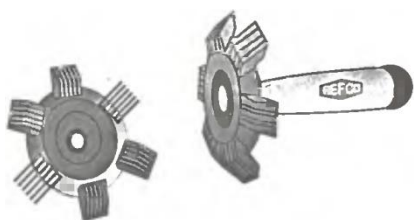


Рис. 6.1. Инструмент для очистки и правки ребер теплообменника

3. Нормируемая утечка хладагента

Второй по распространенности причиной выхода кондиционера из строя является нормируемая утечка хладагента. Величина нормируемой утечки составляет 6...8% в год от массы заправленного в контур хладагента. Эта утечка происходит всегда, даже при самом качественном монтаже системы, и является неизбежным следствием наличия стыков соединительных трубок. Для компенсации нормируемой утечки необходимо каждые 1,5...2 года производить дозаправку кондиционера хладагентом. В противном случае количество хладагента в контуре может упасть ниже минимально допустимого уровня, что приведет к перегреву компрессора и его заклиниванию.

Для минимизации утечки хладагента не следует прилагать избыточных усилий при затяжке гаек стыковых соединений, так как перетяжка может привести к повреждению стыка.

Первым признаком уменьшения количества хладагента в контуре является образование инея или льда на штуцерных соединениях наружного блока, а также недостаточное охлаждение или обгорев воздуха в помещении. В норме разность ДТ температур воздуха на входе и выходе внутреннего блока после примерно 15 мин работы кондиционера должна составлять не менее 8...10 °С в режиме охлаждения и не менее 12...14 °С в режиме обогрева (рис. 6.2.).

В конструкции кондиционеров обычно предусмотрен как вывод сообщения об уменьшении количества хладагента в ряду прочих кодов неисправностей, так и срабатывание защитных исполнительных устройств. В кондиционерах, выпущенных в 1980—1990-х гг., для отключения изделия при недостатке хладагента использовалось реле низкого давления, которое срабатывало при нештатном падении давления

в контуре и отключало систему. Сейчас производители перешли на электронные системы контроля, которые измеряют температуру в ключевых контрольных точках системы и/или рабочий ток компрессора. На основании этих данных вычисляются все рабочие параметры климатической системы, в том числе и давление хладагента.

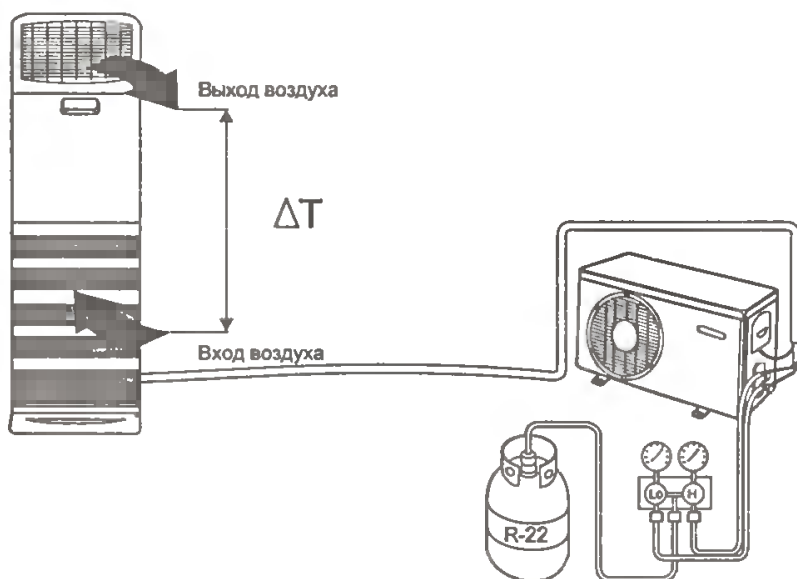


Рис. 6.2. Проверка заправки контура хладагентом по разности температур воздуха

Утечка хладагента опасна по следующим причинам:

- компрессор наружного блока охлаждается потоком хладагента, поэтому из-за уменьшения плотности хладагента компрессор перегревается;
- температура нагнетаемого газа повышается, что может привести к повреждению горячим газом 4-ходового клапана;
- нарушается система смазки компрессора, происходит унос масла в теплообменник.

Признаками утечки хладагента являются:

- потемнение теплоизоляции компрессора;
- периодическое срабатывание теплозащитного реле компрессора;
- обгорание изоляции на нагнетательной трубке компрессора;
- потемнение масла, появление запаха гари;
- положительный результат при проверке масла на кислотность.

4. Неправильная заправка контура хладагентом

Одной из основных причин аномальной работы кондиционеров и выхода из строя компрессоров является неправильная заправка контура хладагентом. При этом если нехватка хладагента в контуре может объясняться различного рода утечками, то избыточная заправка, как правило, является следствием ошибочных действий сервисного персонала.

Для систем, в которых в качестве дросселирующего устройства используется терморегулирующий вентиль (ТРВ), лучшим индикатором, указывающим на нормальную величину заправки хладагентом, является значение температуры переохлаждения.

Температура переохлаждения (или просто переохлаждение) определяется как

разность температур: температуры конденсации, считываемая с манометра со стороны высокого давления (напомним, что манометры, установленные на манометрическом коллекторе, обычно имеют шкалу температур) и температуры хладагента (жидкостной трубки) на выходе из конденсатора.

Слабое переохлаждение говорит о том, что заправка недостаточна, сильное указывает на избыток хладагента. Заправка может считаться нормальной, когда температура переохлаждения жидкости на выходе из конденсатора поддерживается в пределах 4...7 °С, при температуре воздуха на входе в испаритель, близкой к номинальным условиям эксплуатации.

а) Симптомы нехватки хладагента.

Недостаток хладагента проявляет себя в каждом элементе контура, но особенно этот недостаток чувствуется в испарителе, конденсаторе и жидкостной линии контура. В результате недостаточного количества жидкости испаритель слабо заполнен хладагентом, что приводит к снижению холодопроизводительности системы. Поскольку жидкости в испарителе недостаточно, количество производимого там пара сильно падает. Так как объемная производительность компрессора превышает количество пара, поступающего из испарителя, давление в нем аномально падает. Падение давления испарения приводит к снижению температуры испарения. Температура испарения может опуститься до минусовой отметки, в результате чего произойдет обмерзание входной трубки и испарителя, при этом перегрев пара будет очень значительным. Температура перегрева пара (или просто перегрев пара) определяется как разность температуры хладагента (газовой трубки) на выходе из испарителя и температуры пара в испарителе, считываемая с манометра со стороны низкого давления.

Перегрев должен находиться в пределах 5...8 °С. При значительном недостатке хладагента перегрев может достигать 12... 14 °С и, соответственно, температура на входе в компрессор также возрастет. А поскольку охлаждение электрических двигателей герметичных и полугерметичных компрессоров осуществляется при помощи всасываемых паров, то в этом случае компрессор будет аномально перегреваться и может выйти из строя.

Вследствие повышения температуры паров на линии всасывания температура пара в магистрали нагнетания также будет повышенной. Поскольку в контуре будет ощущаться нехватка хладагента, точно также его будет недостаточно и в зоне переохлаждения.

Таким образом, основными признаками нехватки хладагента являются:

- низкая холодопроизводительность;
- низкое давление испарения;
- высокий перегрев;
- недостаточное переохлаждение (менее 4 °С).

Необходимо отметить, что в установках с капиллярными трубками в качестве дросселирующего устройства, переохлаждение не может рассматриваться как определяющий показатель для оценки правильности величины заправки хладагентом.

б) Симптомы чрезмерной заправки хладагентом.

В системах с ТРВ в качестве дросселирующего устройства жидкость не может

попасть в испаритель, поэтому излишки хладагента находятся в конденсаторе. Аномально высокий уровень жидкости в конденсаторе снижает поверхность теплообмена, охлаждение газа поступающего в конденсатор, ухудшается, что приводит к повышению температуры насыщенных паров и росту давления конденсации. С другой стороны, жидкость внизу конденсатора остается в контакте с наружным воздухом гораздо дольше, и это приводит к увеличению зоны переохлаждения. Поскольку давление конденсации увеличено, а покидающая конденсатор жидкость отлично охлаждается, переохлаждение, замеренное на выходе из конденсатора, будет высоким.

Из-за повышенного давления конденсации происходит снижение массового расхода через компрессор и падение холодопроизводительности. В результате давление испарения также будет расти. Ввиду того, что чрезмерная заправка приводит к снижению массового расхода паров, охлаждение электрического двигателя компрессора будет ухудшаться. Более того, из-за повышенного давления конденсации растет ток электрического двигателя компрессора.

Ухудшение охлаждения и увеличение потребляемого тока ведет к перегреву электрического двигателя и в конечном итоге — выходу из строя компрессора.

Таким образом, основными признаками перезаправки хладагентом являются:

- падение холодопроизводительности;
- рост давления испарения;
- рост давления конденсации;
- повышенное переохлаждение (более 7 °С).

В системах с капиллярными трубками в качестве дросселирующего устройства излишек хладагента может попасть в компрессор, что приведет к гидроударам и в конечном итоге к выходу компрессора из строя.

Небольшие (в пределах 10%) отклонения заправки системы хладагентом от номинала не приводят к существенному изменению параметров системы.

5. Неисправности компрессора

Параметрами, характеризующими работу компрессора, являются рабочий ток I_p и пусковой ток $I_{п}$. Для однофазных компрессоров с конденсаторным пуском $I_{п} = (6...8) I_p$

Ниже перечислены наиболее характерные неисправности компрессора.

а) Пусковой ток завышен (срабатывает автомат отключения нагрузки).

Причинами могут быть:

- межвитковое замыкание электродвигателя компрессора;
- пробой обмотки электродвигателя компрессора на корпус;
- пробой конденсатора на корпус;
- разрушение подшипников компрессора.

б) Пусковой ток соответствует номиналу, но компрессор не запускается и срабатывает тепловая защита компрессора.

Причинами могут быть:

- механическое заклинивание компрессора (в данном случае можно увеличить емкость пускового конденсатора);

- обрыв вывода в пусковом конденсаторе (в этом случае заменяют конденсатор);
- пониженная емкость пускового конденсатора (заменяют конденсатор);
- избыточная заправка контура хладагентом (восстанавливают номинальную заправку контура);
- «слабая фаза». Если в момент запуска напряжение питания кондиционера падает до уровня 196 В и ниже, компрессор не запустится, а через 3 с сработает тепловая защита компрессора. В этом случае кондиционер необходимо подключить на менее «просаженную» фазу и увеличить емкость пускового конденсатора.

в) Пусковой ток отсутствует.

Причинами могут быть:

- нет команды от платы управления внутреннего блока на включение компрессора (проверяют, и при необходимости заменяют плату);
- разомкнуто реле тепловой защиты компрессора (заменяют реле);
- обрыв обмоток электродвигателя компрессора (заменяют компрессор).

г) Компрессор работает, но производительность кондиционера по холоду низкая, давление в трубопроводах высокого давления низкое, а давление в трубопроводах низкого давления высокое.

Причинами могут быть:

- неисправность внутреннего клапана компрессора;
- повреждение шатуна или коленчатого вала (в поршневом компрессоре);
- наличие внутренних утечек.

Останавливают и вновь запускают вентилятор конденсатора, и если давление в трубопроводе высокого давления не поднимается, то компрессор неисправен. Измеряют температуру выпускной трубки компрессора, и если она слишком низкая (50 °С или ниже), то компрессор неисправен.

Для проверки производительности компрессора:

- отключают питание кондиционера;
- закрывают сервисный клапан трубопровода жидкого хладагента;
- запускают компрессор и следят за давлением всасывания;
- если компрессор исправен, то при откачке системы давление должно удерживаться на уровне 0...0.35 кг/см², а если давление всасывания возрастает, то в компрессоре имеются внутренние утечки или неисправен внутренний клапан.

Для проверки замыкания компрессора на «землю»:

- отключают питание кондиционера;
- отсоединяют провода от клемм компрессора;
- зачищают точки для измерения сопротивления щупом омметра на впускной (всасывающей) и выпускной трубках компрессора;
- измеряют электрическое сопротивление между впускной трубкой и каждой из клемм компрессора, затем повторяют измерения для выпускной трубки. Щуп омметра прикладывают к зачищенным точкам на трубках, прибор устанавливают на диапазон «R x 1K»;

О значительное отклонение стрелки прибора указывает на наличие утечки на

«землю». Номинальное значение сопротивления изоляции составляет порядка 10 Мом. В случае обнаружения утечки на «землю» заменяют компрессор.

Для проверки обрывов внутренней проводки и состояния защитного реле:

- отключают питание кондиционера;
- отсоединяют провода от клемм компрессора и дают компрессору остыть;
- измеряют электрическое сопротивление между клеммами компрессора (прибор устанавливают на диапазон «R x 1 К»);
- отсутствие отклонений стрелки означает обрыв в обмотке электродвигателя компрессора между проверяемыми клеммами. В этом случае заменяют компрессор.

6. Проверки элементов электрической цепи

Электрические соединения

Неверно выполненное электрическое соединение блоков сплит-системы может привести к тому, что вентилятор наружного блока будет вращаться в противоположную сторону. В этом случае произойдет перегрев и выход из строя компрессора. Следует тщательно проверять правильность соединения блоков (рис. 6.3.).

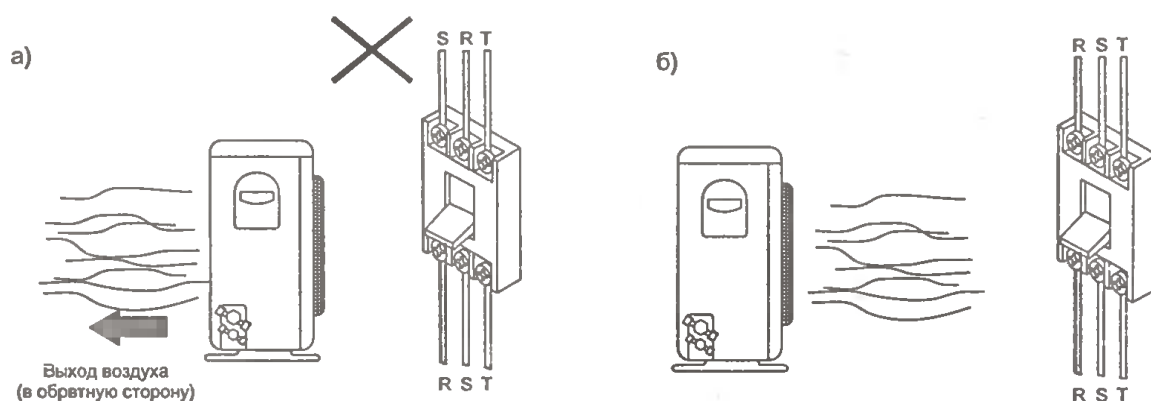


Рис. 6.3. Электрическое соединение блоков сплит-системы: а) неправильное; б) правильное)

Плохая изоляция соединительных проводов (рис. 6.4.) может служить причиной отказов в работе кондиционера, выражающихся в выходе из строя плавкого предохранителя или срабатывании защитного автомата. Следует тщательно проверять состояние изоляции соединительных проводов во избежание короткого замыкания проводов между собой или между проводами и соединительной трубкой.

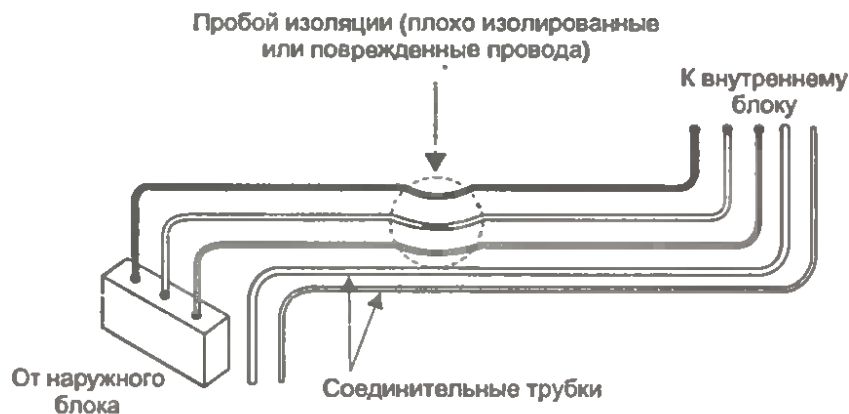


Рис. 6.4. Пробой изоляции соединительных проводов и возможность их замыкания между собой и с соединительными трубками

Рабочий конденсатор электродвигателя вентилятора

Проверку наличия утечек на корпус производят с помощью омметра (рис. 6.5, а), соединяя один щуп с клеммой конденсатора, а другой — с корпусом.

Проверку емкости конденсатора выполняют следующим образом:

- отсоединяют провода от клемм конденсатора;
- замыкают клеммы на 2...3 с, чтобы разрядить его;
- после разряда конденсатора подсоединяют щупы омметра к клеммам и следят за поведением стрелки (рис. 6.5, б).

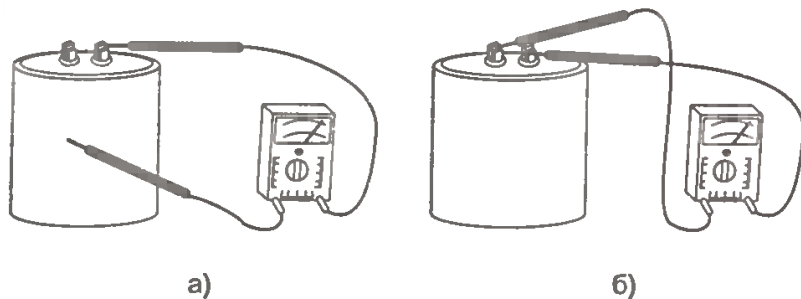


Рис. 6.5. Проверки конденсатора омметром: а) проверка наличия утечек на корпус; б) проверка емкости

Если конденсатор исправен, стрелка отклоняется на короткое время и возвращается в исходное положение.

При пробое конденсатора стрелка остается отклоненной.

При потере емкости стрелка не отклоняется.

7. Основные виды неисправности газонаполненного термостата

К ним относят:

- утечка газа;
- короткое замыкание;
- неправильное подключение.

Для проверки термостата выключают кондиционер при температуре воздуха в помещении 18...30°C. Если температура в помещении выше 30 °С, то испытания термостата проводят только после охлаждения измерительной части холодной водой, так как иначе может не произойти размыкание контактов даже исправного термостата.

Медленно поворачивают рукоятку термостата от деления 1 до деления 10 (в зависимости от модели шкала может иметь другие деления или символичные обозначения) или в обратном направлении и отмечают, слышен ли щелчок.

После того, как произошел щелчок, рукоятку вращают в обратном направлении и вновь отмечают, есть ли щелчок.

Если щелчок слышен, то термостат исправен.

Если ручка поворачивается, но щелчка не слышно, снимают корпус термостата и осматривают контактную группу. Если контакты термостата спеклись между собой, заменяют термостат.

Если контакты не замыкаются даже при высокой температуре измерительной части, возможна утечка газа из термостата. Заменяют термостат.

8. Потери производительности, связанные с неправильной установкой кондиционера

Одной из причин потери производительности системы кондиционирования может являться неправильная установка ее компонентов.

а) Неэффективная циркуляция воздуха.

Недопустимо перекрытие воздухозаборников при установке оконного кондиционера (рис. 6.6.). Недостаток места для оттока воздуха и избыточный нагрев наружной части кондиционера солнечными лучами (рис. 6.7.) приводят к нарушению работы кондиционера. Для обеспечения нормальной работы оконного кондиционера необходимо обеспечить достаточное пространство для выхода воздуха. Желательна также установка навеса для защиты кондиционера от перегрева.

В случае, если наружный блок сплит-системы установлен слишком близко к стене, невозможен нормальный приток (рис. 6.8.) или отток (рис. 6.9.) воздуха, что приводит к перегреву и выходу из строя компрессора. Для обеспечения нормальной работы сплит-системы необходимо создать условия для циркуляции воздуха, разместив наружный блок на достаточном расстоянии от стены. Размещение наружного блока в замкнутых, плохо проветриваемых объемах, нишах и т. д. (рис. 6.10.) и укрытие его от прямых солнечных лучей слишком близким навесом (рис. 6.11.) также приводит к перегреву блока вследствие недостаточной циркуляции воздуха.

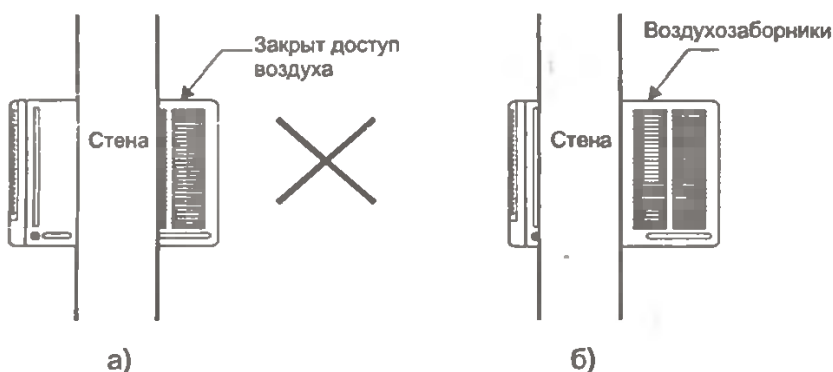


Рис. 6.6. Расположение оконного кондиционера: а) перекрыты воздухозаборники; б) правильное

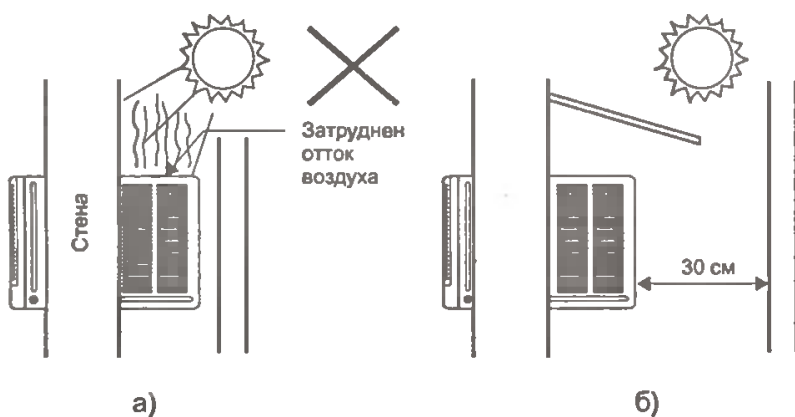


Рис. 6.7. Расположение оконного кондиционера: а) недостаточно места для выхода воздуха; б) правильное

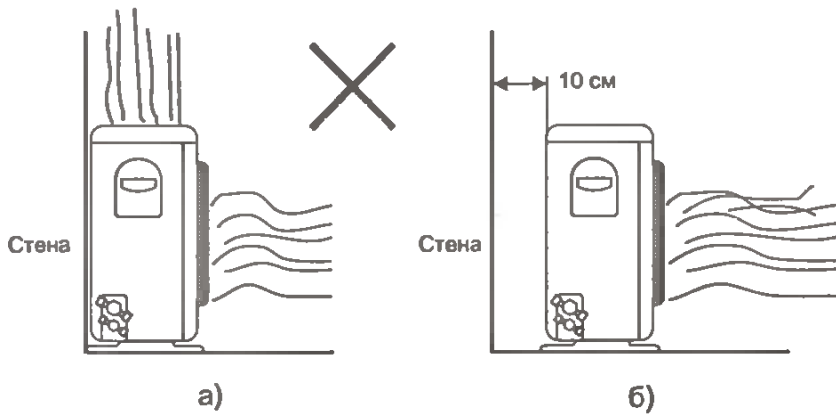


Рис. 6.8. Расположение наружного блока относительно стены: а) недостаточно места для притока воздуха; б) правильное

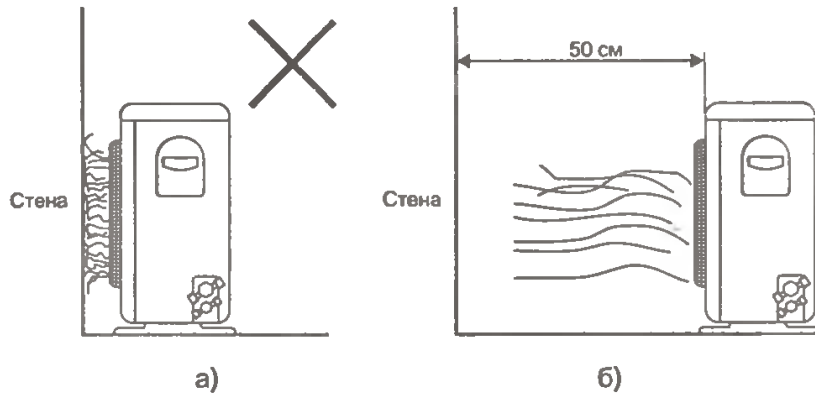


Рис. 6.9. Расположение наружного блока относительно стены: а) недостаточно места для оттока воздуха; б) правильное

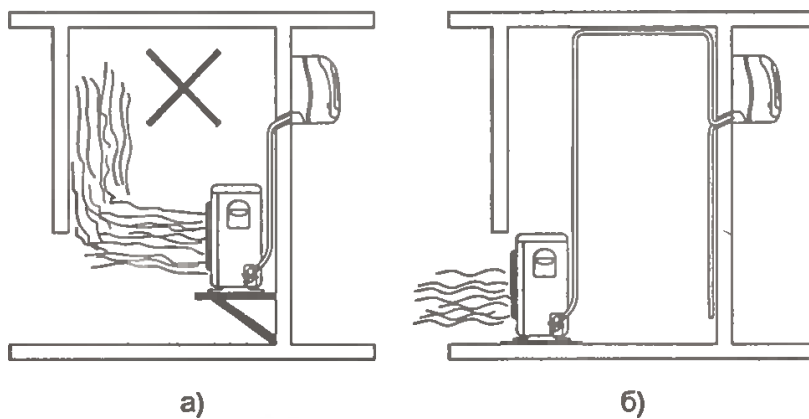


Рис. 6.10. Расположение наружного блока в плохо проветриваемом объеме: а) недостаточная циркуляция воздуха; б) правильное

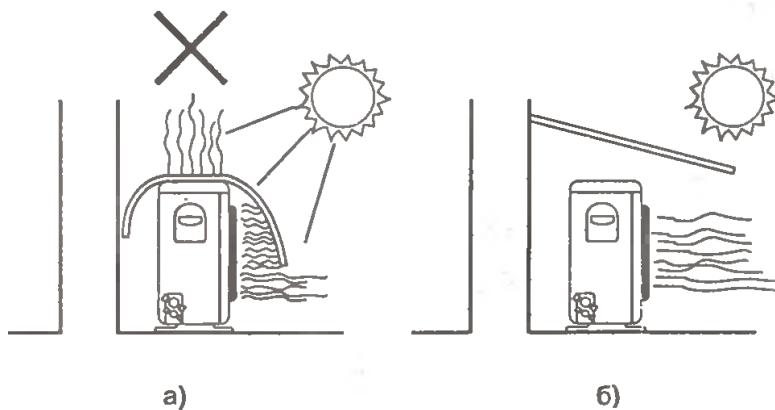


Рис. 6.11. Навес над наружным блоком: а) недостаточная циркуляция воздуха; б) правильное расположение навеса

б) Избыточная длина соединительных трубок.

Размещение блоков сплит-системы с разницей высот, превышающих

установленное производителем значение, также приводит к снижению производительности кондиционера.

Повышенный шум при работе кондиционера

Источником повышенного шума могут быть плохо закрепленные части и блоки кондиционера. Для устранения шума необходимо плотно затянуть все крепления и соединения трубок и конструктивных элементов системы. Наружный блок должен быть выровнен по горизонтали.

Незакрепленные петли соединительных трубок также могут служить источником шума. Такие петли не должны оставаться после монтажа климатической системы, но если по каким-либо причинам они оставлены, следует скрепить между собой витки трубок.

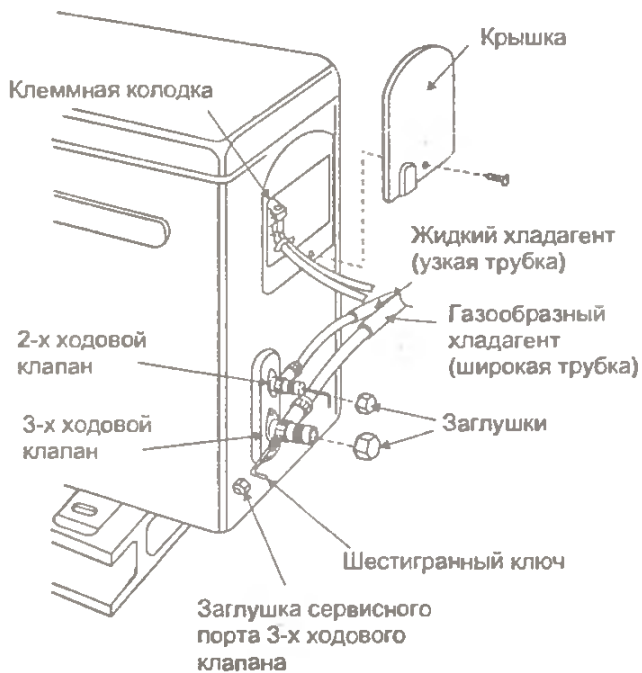
Контрольные вопросы и задания: 1. Каковы последствия засорения фильтра внутреннего блока? 2. Как часто необходимо производить очистку фильтра? Каков срок службы фильтров тонкой очистки воздуха? 3. Каковы причины утечки хладагента? 4. Перечислите основные признаки нехватки хладагента. 5. Перечислите основные признаки перезаправки хладагентом. 6. Назовите наиболее характерные неисправности компрессора. 7. Перечислите основные виды неисправности газонаполненного термостата? 8. Как проверить исправность термостата?

ТЕМА 6.4. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КОНДИЦИОНЕРОВ

- 1. Удаление воздуха при первом включении**
- 2. Откачка контура и сбор хладагента в наружном блоке**
- 3. Сбор хладагента в наружном блоке**
- 4. Удаление воздуха при повторном включении системы**
- 5. Удаление хладагента из контура**
- 6. Заправка контура хладагентом**
- 7. Разборка блоков сплит-системы**

Для выполнения сервисных операций, связанных с заполнением контура хладагентом либо откачкой из контура хладагента или воздуха, на боковой стенке наружного блока сплит-систем имеются специальные клапаны (рис. 6.12):

- 2-ходовой клапан установлен на магистрали жидкого хладагента (узкая соединительная трубка);
- 3-ходовой клапан установлен на магистрали газообразного хладагента (широкая соединительная трубка). Этот клапан имеет дополнительный сервисный порт для выпуска хладагента.



Устройство клапанов показано на рис. 6.13. и 6.14.

Положения клапанов при различных сервисных операциях приведены в табл. 6.1.

Рис. 6.12. Клапаны для выполнения сервисных операций

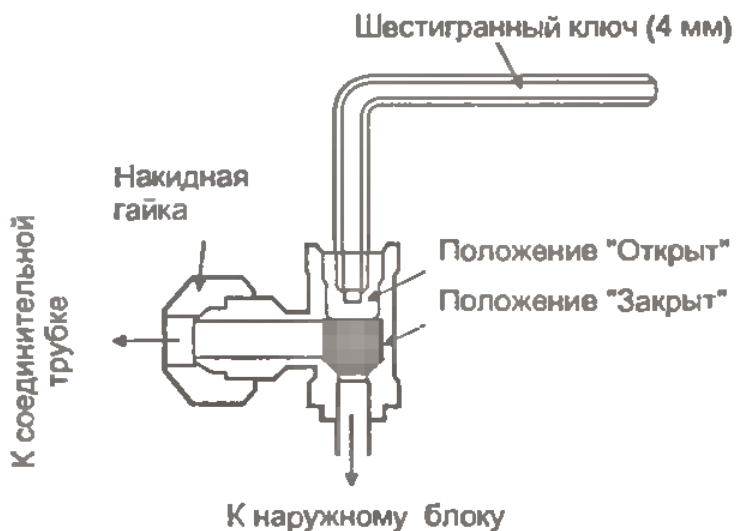


Рис. 6.13. 2-ходовой клапан (показан ключ для открытия и закрытия клапанов)

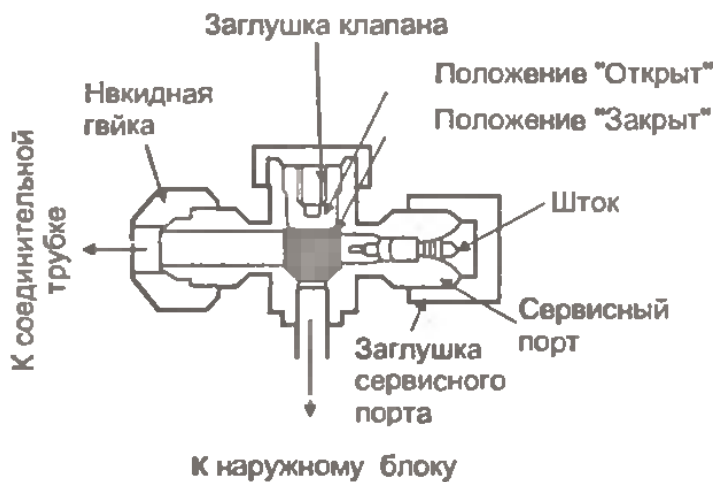


Рис. 6.14. 3-ходовой клапан

Состояние клапанов наружного блока

Состояние системы или сервисная операция	2-ходовой клапан	3-ходовой клапан	
	Положение клапана	Положение клапана	Положение сервисного порта
<i>Положения клапанов в различных состояниях климатической системы</i>			
Транспортировочное состояние (поставка с завода)	Закрыт (надета заглушка)	Закрыт (надета заглушка)	Закрыт (надета заглушка)
Рабочее состояние	Открыт (надета заглушка)	Открыт (надета заглушка)	Закрыт (надета заглушка)
<i>Положения клапанов при различных сервисных операциях</i>			
Удаление воздуха при первом включении системы	Открыт (поворотом ключа против часовой стрелки)	Закрыт (поворотом ключа по часовой стрелке)	Закрыт (нажатием на шток или при подключении вакуумного насоса)
Сбор хладагента в наружном блоке	Закрыт (поворотом ключа по часовой стрелке)	Открыт (поворотом ключа против часовой стрелки)	Открыт (при подключении манометрического коллектора)
Откачка контура	Открыт	Открыт	Открыт (при подключении зарядного цилиндра)
Заправка хладагентом	Открыт	Открыт	Открыт (при подключении зарядного цилиндра)
Опрессовка контура	Открыт	Открыт	Открыт (при подключении зарядного цилиндра)
Удаление хладагента	Открыт	Открыт	Открыт (при подключении зарядного цилиндра)

1. Удаление воздуха при первом включении системы

Наличие в контуре циркуляции хладагента воздуха и присутствующей в нем влаги может привести к блокированию капиллярной трубки намерзшим в ней льдом, падению давления в контуре, росту рабочего тока и падению производительности системы. Кроме того, влага может стать причиной коррозии элементов контура.

При поставке с завода наружный блок может быть запропан избыточным количеством хладагента, предназначенным для вытеснения воздуха из контура после монтажа сплит-системы. В этом случае удаление воздуха производят следующим образом:

- проверяют состояние всех стыков соединительных трубок;
- открывают 2-х ходовой клапан поворотом ключа против часовой стрелки примерно на 90°, через 10 с вновь закрывают клапан;
- убеждаются в отсутствии утечек через стыки соединительных трубок;
- открывают 2-х ходовой клапан поворотом ключа против часовой стрелки на 90° и снимают заглушку с сервисного порта;
- нажав шестигранным ключом на шток сервисного порта, в течение 3 с выпускают воздух (рис. 6.15.), затем отпускают шток на 1 мин. По-

- вторяют операцию три раза;
- гаечным ключом затягивают заглушку сервисного порта с усилием 1,8 кг см;
 - выворачивают шток 3-ходового клапана до упора (в англоязычной технической документации это положение называется Back seat);
 - закрывают 2-х и 3-х ходовой клапаны заглушками;
 - еще раз проверяют контур на наличие утечек, особенно обращая внимание на утечки через штуцера 2-х и 3-х ходовых клапанов и сервисного порта.

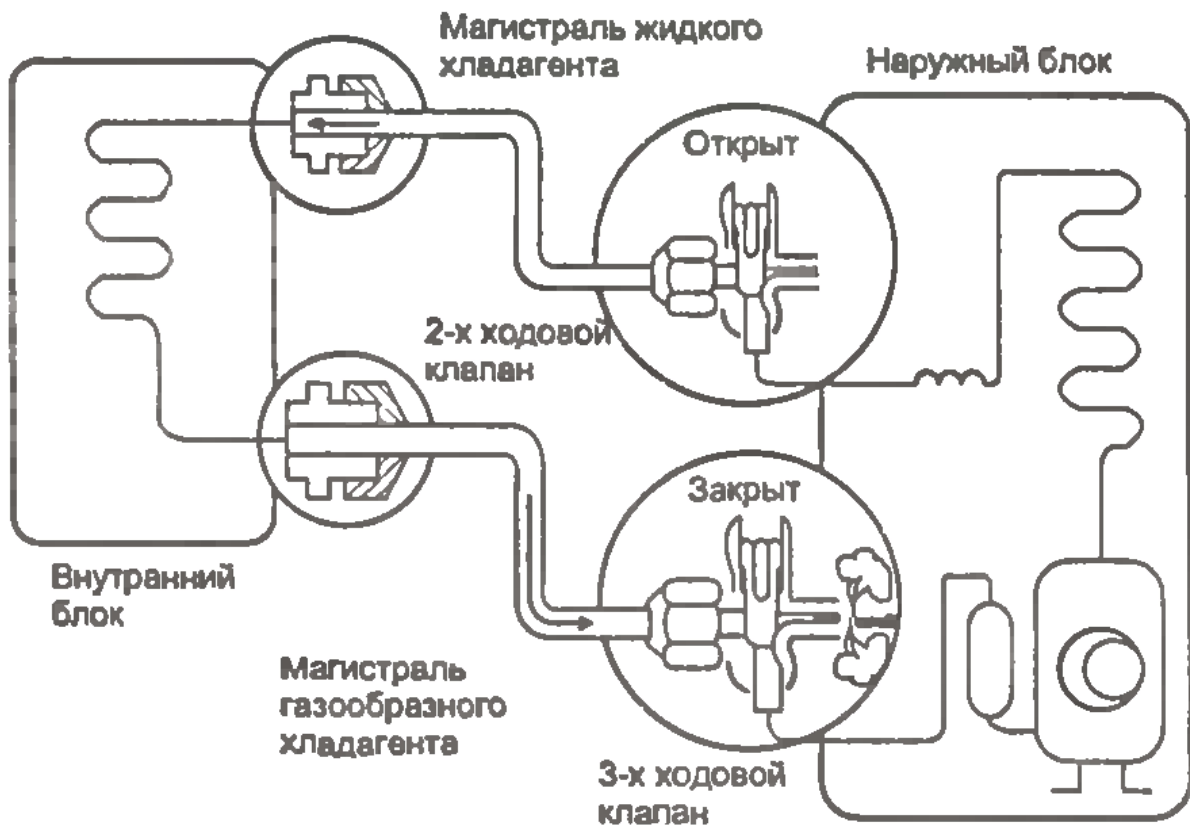


Рис. 6.15. Удаление воздуха из контура вытеснением

При поставке мультисплит-систем (с двумя и более внутренними блоками) избыточная заправка наружного блока хладагентом не производится из-за большого объема контура хладагента.

В этом случае предварительную проверку герметичности (опрессовку) контура и вытеснение из него воздуха производят, заполняя контур азотом, а удаление азота производят с помощью вакуумного насоса. Операцию проводят с каждым внутренним блоком по отдельности. Для этого:

- подсоединяют к сервисным клапанам манометрический коллектор и баллон с осушенным азотом (рис. 6.16.). Баллон с азотом следует располагать вертикально, во избежание попадания в контур жидкого азота;
- заполняют контур азотом под давлением 30 кГ/см² и выполняют опрессовку (проверку на наличие утечек) путем обмыливания всех стыков или с помощью течеискателя;

- устранив все утечки или убедившись в их отсутствии, сбрасывают давление до нормального и отсоединяют баллон с азотом;

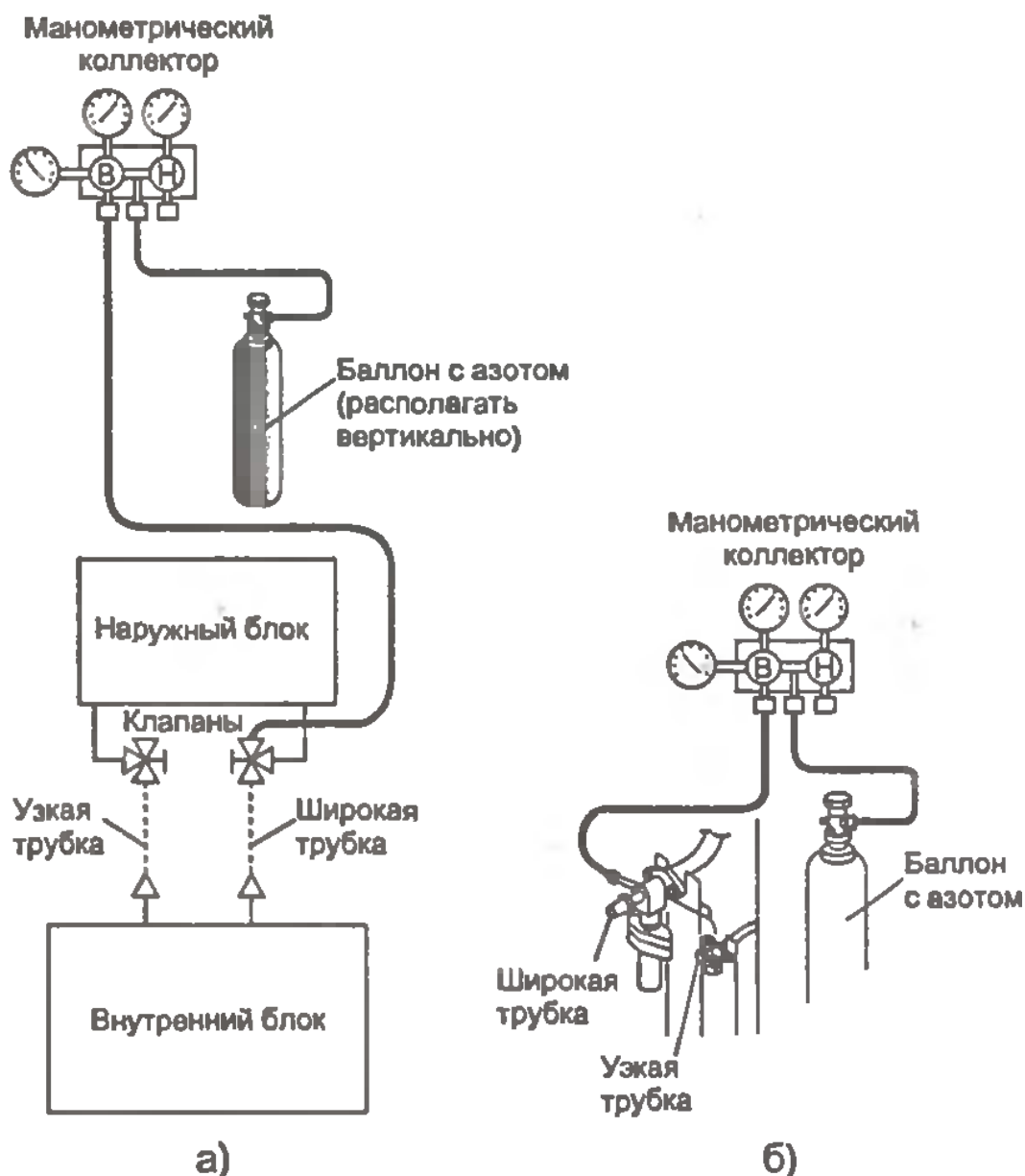


Рис. 6.16. Подсоединение манометрического коллектора и баллона с азотом

- подсоединив вакуумный насос (рис. 6.17.), производят **откачку** контура в течение 10 мин до давления — 0,1 МПа (-76 мм.рт.ст.);
- убеждаются, что давление в контуре не поднимается в течение как минимум 10 мин после остановки насоса;
- отсоединяют вакуумный насос;
- гаечным ключом затягивают заглушку сервисного порта с усилием 1,8 кг см;
- выворачивают шток 3-ходового клапана до упора (положение Back seat);
- закрывают 2-х и 3-х ходовой клапаны заглушками.

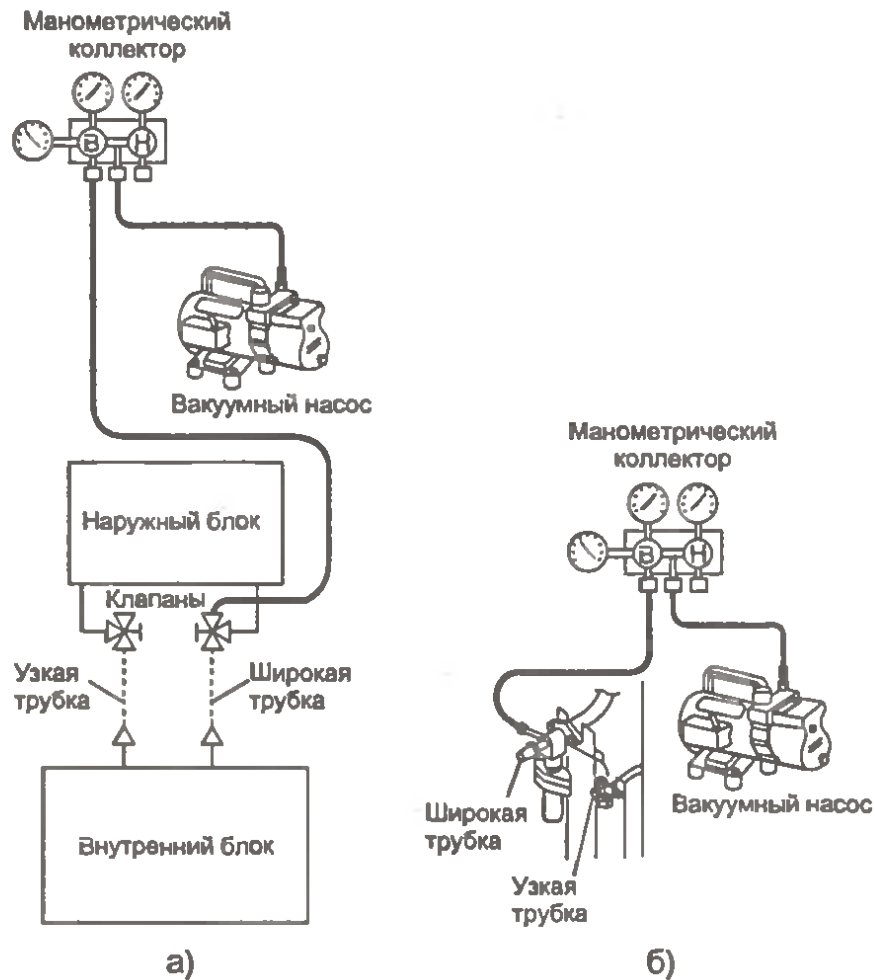
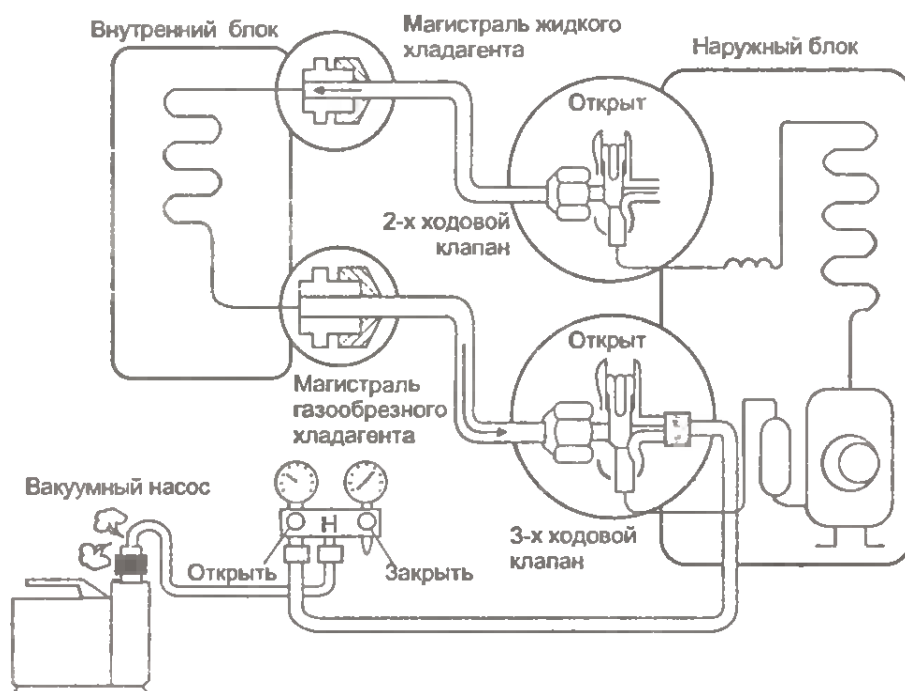


Рис. 6.17. Подсоединение манометрического коллектора и вакуумного насоса

2. Откачка контура и сбор хладагента в наружном блоке



Описанная выше процедура откачки (вакуумирования) контура с помощью вакуумного насоса выполняется также в случае полной утечки хладагента перед новой заправкой контура. Положения сервисных клапанов показаны на рис. 6.18.

Рис. 6.18. Положения сервисных клапанов при откачке контура

3. Сбор хладагента в наружном блоке

Сбор хладагента в наружном блоке производится при консервации кондиционера перед зимним сезоном и при необходимости расстыковать соединительные трубки контура и отсоединить внутренний блок, например, для его ремонта или замены. Данная операция не может быть выполнена при работе кондиционера в режиме обогрева.

Перед началом операции 2-х и 3-х ходовой клапаны должны находиться в положении «Открыт», а кондиционер должен проработать 10...15 мин в режиме охлаждения, после чего:

- выключают кондиционер и, подождяв 3 мин, подсоединяют к сервисному порту 3-х ходового клапана манометрический коллектор. При соединении штуцер манометрического коллектора нажимает на шток сервисного порта и открывает порт;
- немного приоткрыв кран на стороне низкого давления манометрического коллектора, вытесняют хладагентом воздух из заправочного шланга;
- переводят 2-ходовой клапан в положение «Закрето» (рис. 6.19.);
- включают кондиционер в режиме охлаждения и выключают его после того, как манометр на манометрическом коллекторе покажет давление 1 кГ/см²;
- в этот момент быстро закрывают 3-ходовой клапан (манометр должен показывать от 3 до 5 кГ/см²);
- отсоединяют манометрический коллектор;
- гаечным ключом затягивают заглушку сервисного порта с усилием 1,8 кг см;
- закрывают 2-х и 3-х ходовой клапаны заглушками;
- убеждаются в отсутствии утечек.

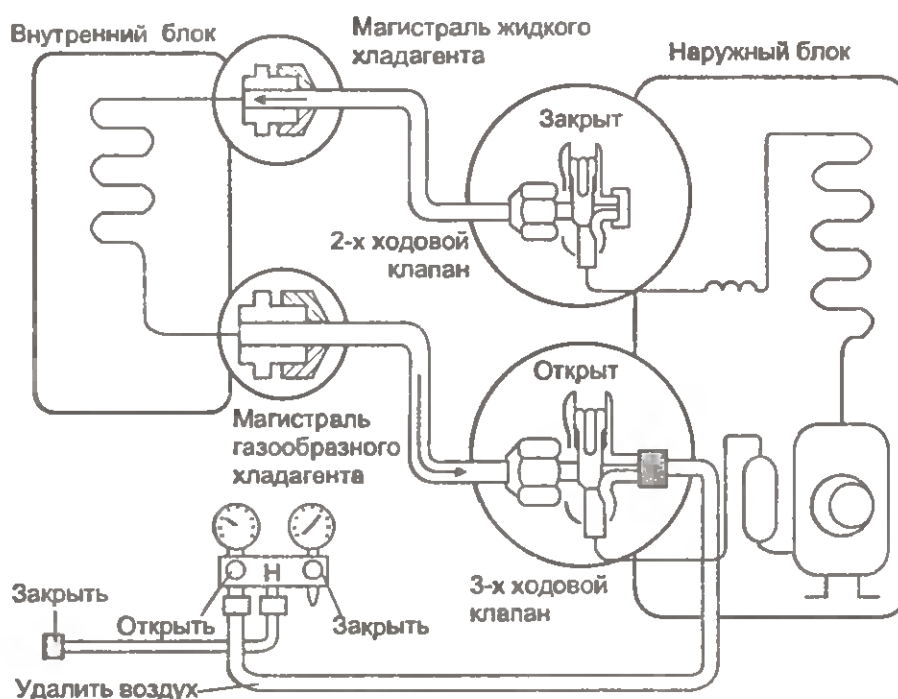


Рис. 6.19. Сбор хладагента в наружном блоке

4. Удаление воздуха при повторном включении системы

После разгерметизации контура, связанной с отсоединением внутреннего блока (например, в связи с его ремонтом или заменой), необходимо удалить воздух из заново смонтированного контура. Сделать это так, как при первом включении системы (за счет избыточного количества хладагента, заправленного на заводе в наружный блок, см. п. 1), нельзя, поэтому для этой операции используют зарядный цилиндр с хладагентом.

Перед началом операции 2-х и 3-х ходовой клапаны должны находиться в положении «Закрыт». Подсоединяют к сервисному порту 3-х ходового клапана манометрический коллектор и зарядный цилиндр. Кран на зарядном цилиндре должен быть закрыт.

Для удаления воздуха из контура:

- открывают краны на зарядном устройстве и манометрическом коллекторе;
- для удаления вытесняемого хладагентом воздуха ослабляют затяжку накидной гайки на 2-ходовом клапане, отворачивая ее примерно на 45° на 3 с, и вновь затягивая на 1 мин (рис. 6.20). Выпуск воздуха повторяют три раза;
- удалив воздух, затягивают накидную гайку;
- проверяют стыки на наличие утечек хладагента;
- закрывают кран на зарядном цилиндре и сбрасывают давление хладагента до величины $3 \dots 5 \text{ кг/см}^2$ (по показаниям манометра на манометрическом коллекторе);
- отсоединяют зарядный цилиндр и манометрический коллектор, устанавливают 2-х и 3-х ходовой клапаны в положение «Открыто»;
- гаечным ключом затягивают заглушку сервисного порта с усилием $1,8 \text{ кг см}$;
- убеждаются в отсутствии утечек.

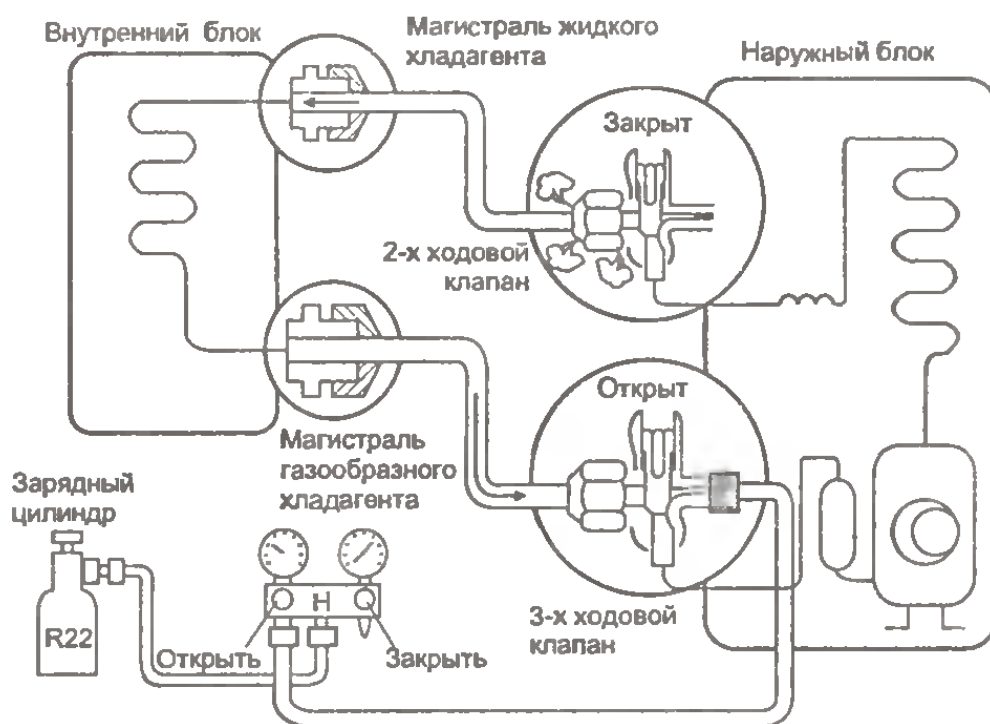


Рис. 6.20. Удаление воздуха при повторных включениях системы

5. Удаление хладагента из контура

Перед началом операции 2-х и 3-х ходовой клапаны должны находиться в положении Back seat (штوك вывернут до упора). Подсоединяют к сервисному порту 3-х ходового клапана манометрический коллектор и зарядный цилиндр. Кран на зарядном цилиндре должен быть закрыт. После этого:

- открывают кран на стороне низкого давления манометрического коллектора (рис. 6.21.) и сбрасывают давление хладагента, пока манометр не покажет 0 кг/см²;
- если в контуре нет воздуха (давление выключенном компрессоре выше 1 кг/см²), продолжают сброс, пока манометр не покажет давление от 0,5 до 1 кг/см². В этом случае дополнительная откачка контура не нужна;
- удаление хладагента производят осторожно, чтобы не допустить выброса масла из контура.

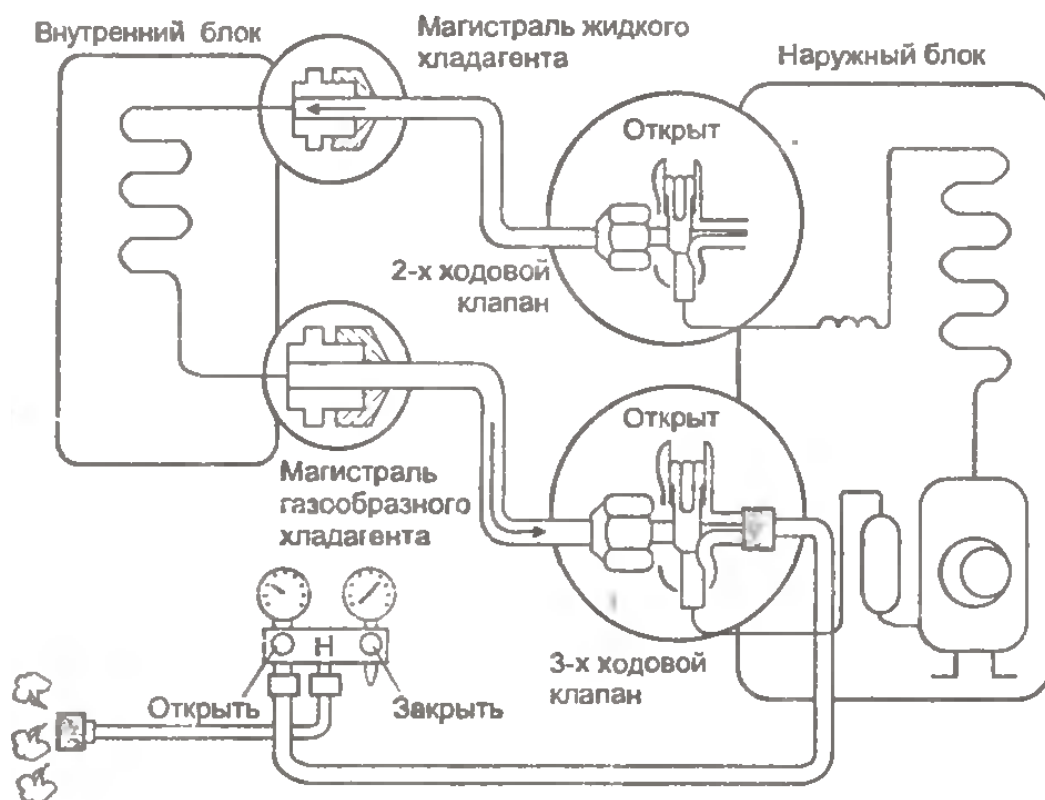


Рис. 6.21. Удаление хладагента из контура

6. Заправка контура хладагентом

Заправка контура производится после его полной откачки (вакуумирования). Для этого:

- подсоединяют к сервисному порту 3-х ходового клапана манометрический коллектор и зарядный цилиндр;
- удаляют воздух из зарядного шланга. Для этого открывают кран в нижней части зарядного цилиндра и вытесняют хладагентом воздух из шланга, открывая кран манометрического коллектора;
- открывают кран на стороне низкого давления манометрического коллектора и заправляют контур жидким хладагентом (рис. 6.22.). Реко-

мендуется выполнять заправку в несколько приемов по 100...150 г за один прием при работе кондиционера в режиме охлаждения (заправка в режиме обогрева невозможна, так как клапан на широкой трубке будет относиться к стороне высокого давления);

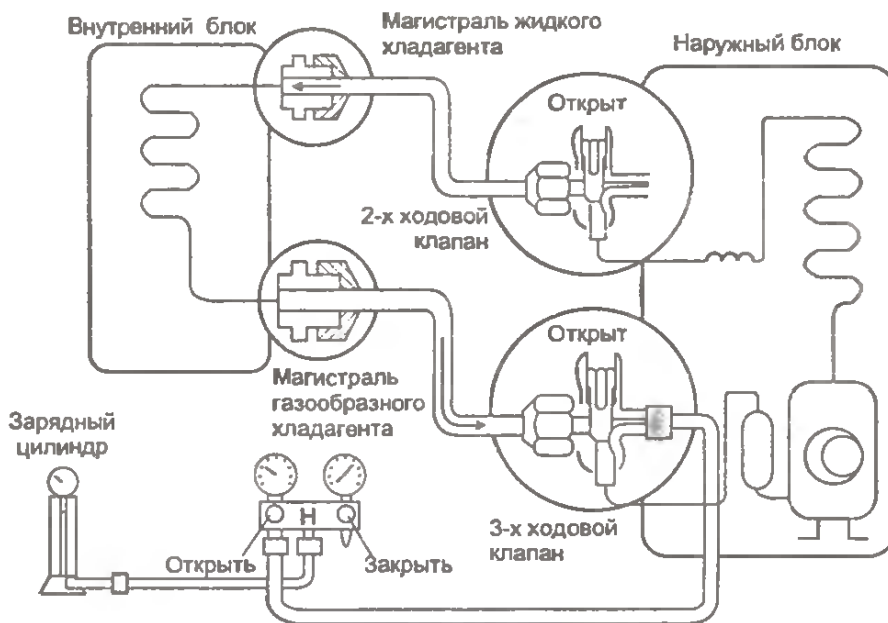


Рис. 6.22. Заправка контура хладагентом

- заправку ведут до достижения давления в контуре порядка 4,5...5,5 кг/см² (соответствует нормальной работе кондиционера в режиме охлаждения);
- по окончании заправки выключают кондиционер и, закрыв 3-х ходовой клапан, быстро отсоединяют зарядный шланг от 3-х ходового клапана (задержка может привести к выбросу газообразного хладагента);
- отсоединяют манометрический коллектор и зарядный цилиндр;
- вновь открывают 3-х ходовой клапан;
- гаечным ключом затягивают заглушку сервисного порта с усилием 1,8 кг см;
- закрывают 2-х и 3-х ходовой клапаны заглушками;
- убеждаются в отсутствии утечек.

Необходимый для заправки объем хладагента должен быть перекачан из сосуда, в котором хранится хладагент, в зарядный цилиндр (рис. 6.23.) При перекачке хладагента нужно дать выйти вытесняемому им воздуху через клапан зарядного цилиндра.

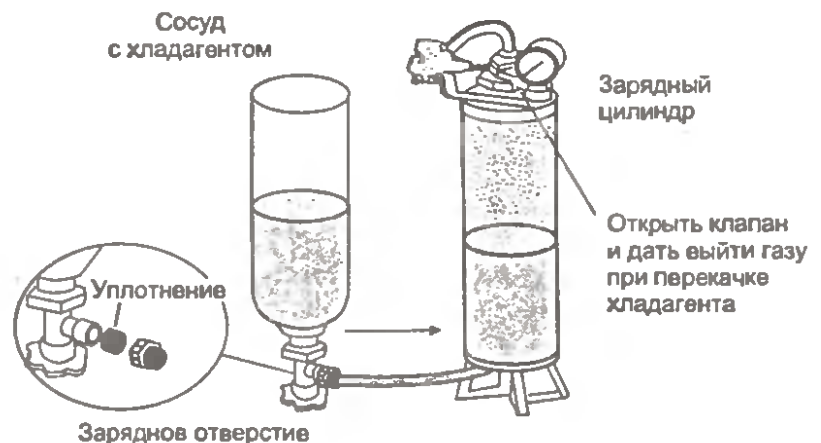


Рис. 6.23. Перекачка хладагента в зарядный цилиндр

Хладагент подается на сервисный порт 3-х ходового клапана из зарядного цилиндра, как показано на рис. 6.24. Контроль количества заправленного хладагента ведется по шкале зарядного цилиндра. Заправку можно вести непосредственно из сосуда с хладагентом, используя для контроля заправочные весы (рис. 6.25.).

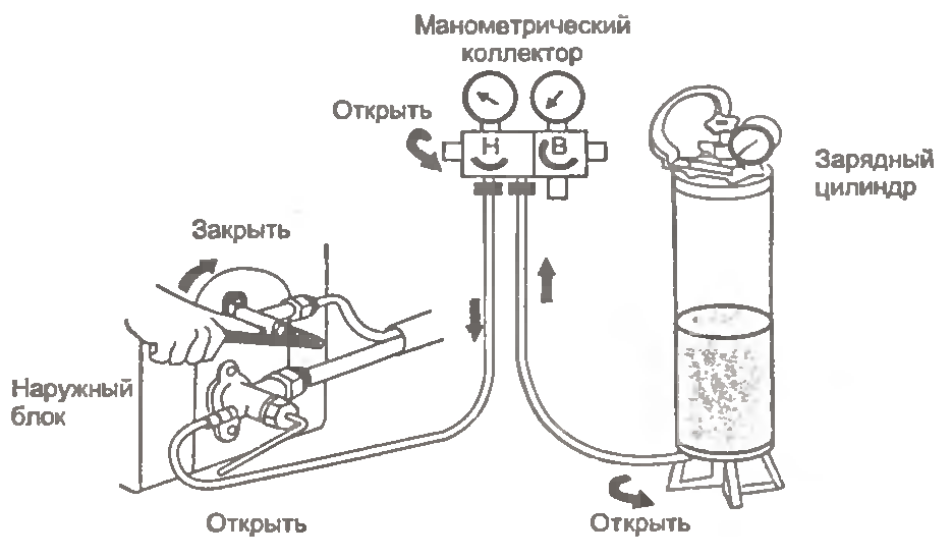
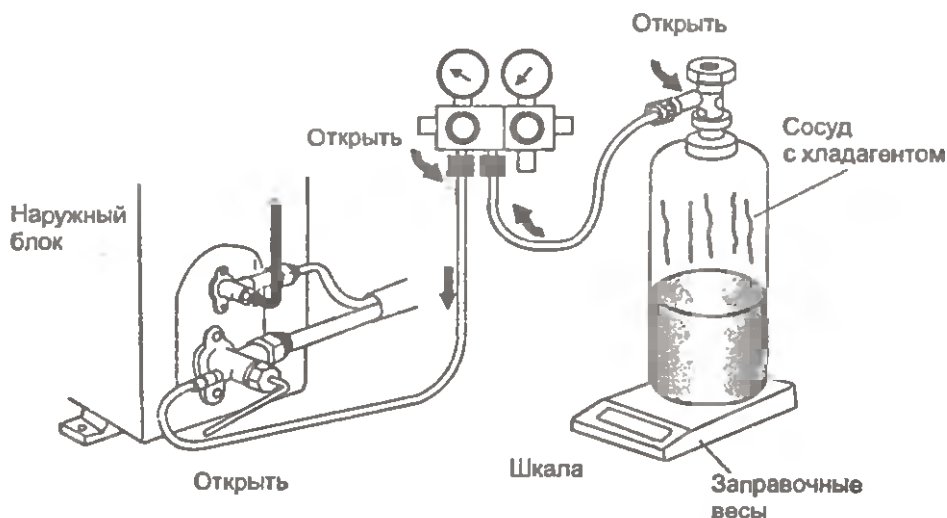


Рис. 6.24. Заправка контура хладагентом из зарядного цилиндра

Рис. 6.25. Заправка с использованием заправочных весов



7. Разборка блоков сплит-системы

Несмотря на индивидуальные особенности каждой модели, конструкции современных сплит-систем имеют много общего. Рассмотрим основные операции разборки блоков сплит-системы, не конкретизируя модель кондиционера.

Внутренний блок

а) Отворачивают крепежные винты на передней панели. Отворачивают винт, крепящий зажим шнура питания и снимают зажим. Отворачивают винт, крепящий переднюю панель корпуса и снимают ее.

б) Отворачивают винты, крепящие блок управления, и снимают его.

в) Извлекают из теплообменника внутреннего блока держатель датчика

температуры и вынимают датчик.

г) Отворачивают винты, крепящие шаговый электродвигатель поворота жалюзи.

д) Отворачивают винт, фиксирующий соединительные трубки.

е) Отворачивают винты, фиксирующие дренажную трубку и удаляют лоток сбора конденсата. При сборке внутреннего блока следует обратить внимание на уплотнение дренажной трубки.

ж) Отворачивают винт, фиксирующий крыльчатку тангенциального вентилятора.

з) Снимают крыльчатку, смещая ее вдоль оси вращения.

Наружный блок

а) Отворачивают все крепежные винты на корпуса наружного блока и снимают корпусные панели.

б) Для замены термостата оттаивания отворачивают крепящие его винты. Отвернув крепежные винты, снимают датчик температуры с трубки теплообменника

д) Для замены 3-х ходового клапана оттаивают подводящие к нему трубки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / Е. С. Бондарь, А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич; под общ. ред. Е. С. Бондаря - Киев: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим» 2005. — 560 с.: ил.
2. Колач, С. Т. Бытовые холодильники и кондиционеры: учеб. пособ. / С. Т. Колач. – М.: Академия, 2006. – 240 с.: ил.
3. Коляда, В. В. Кондиционеры. Принципы работы, монтаж, установка, эксплуатация. Рекомендации по ремонту / В. В. Коляда — М.: СОЛОН-Пресс, 2002. — 240 с., ил.
4. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учебн.-справ. пособие / С. И. Бурцев, А. В. Блинов, Б. С. Востров, В. Е. Минин и др.; под общ. ред. проф. В. Е. Минина. — СПб.: Профессия, 2005. — 376 с., ил.
5. Оболенский, Н. В. Холодильное и вентиляционное оборудование: учебное пособие / Н. В. Оболенский, Е. А. Денисюк. — М.: КолосС, 2006. — 248 с.: 118 ил..
6. Селевцов, Л. И. Автоматизация технологических процессов: учебник / Л. И. Селевцов, Л. А. Селевцов. – М.: Академия, 2011. – 352 с.
7. Типы кондиционеров / Апук. Ассоциация предприятий индустрии климата [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.apic.ru/customer/folder/3.php>. - - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.
8. Диагностика неисправностей системы кондиционирования воздуха / EL-Cars. [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.el-cars.ru/articles/diagnostica-condicionerov>. - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.
9. Автоматизация СКВ. Типовые функции управления и методы их реализации / INNOVATION GROUP [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://innovation-group.com.ua/why.php?id=631&page=88> – - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.
10. Монтаж внутреннего блока кондиционера / Блог о климатической технике. [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: <http://www.klimats.ru/blog/?p=1061> – - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.
11. Ремонт своими руками. [Электронный ресурс]: сайт //Режим доступа: <http://www.gipsokarton24.ru/stroitelstvo/ventilyaciya-i-kondicionirovanie/kondicionery-polomki-i-remont.html>. - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.
12. Монтаж чиллеров / ЭКО СИСТЕМЫ. [Электронный ресурс]: сайт //Режим доступа: http://eco-sistemas.ru/pages/montaj_chillerov/. - Дата обращения: 03.07.2017. – Заглавие с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЯ

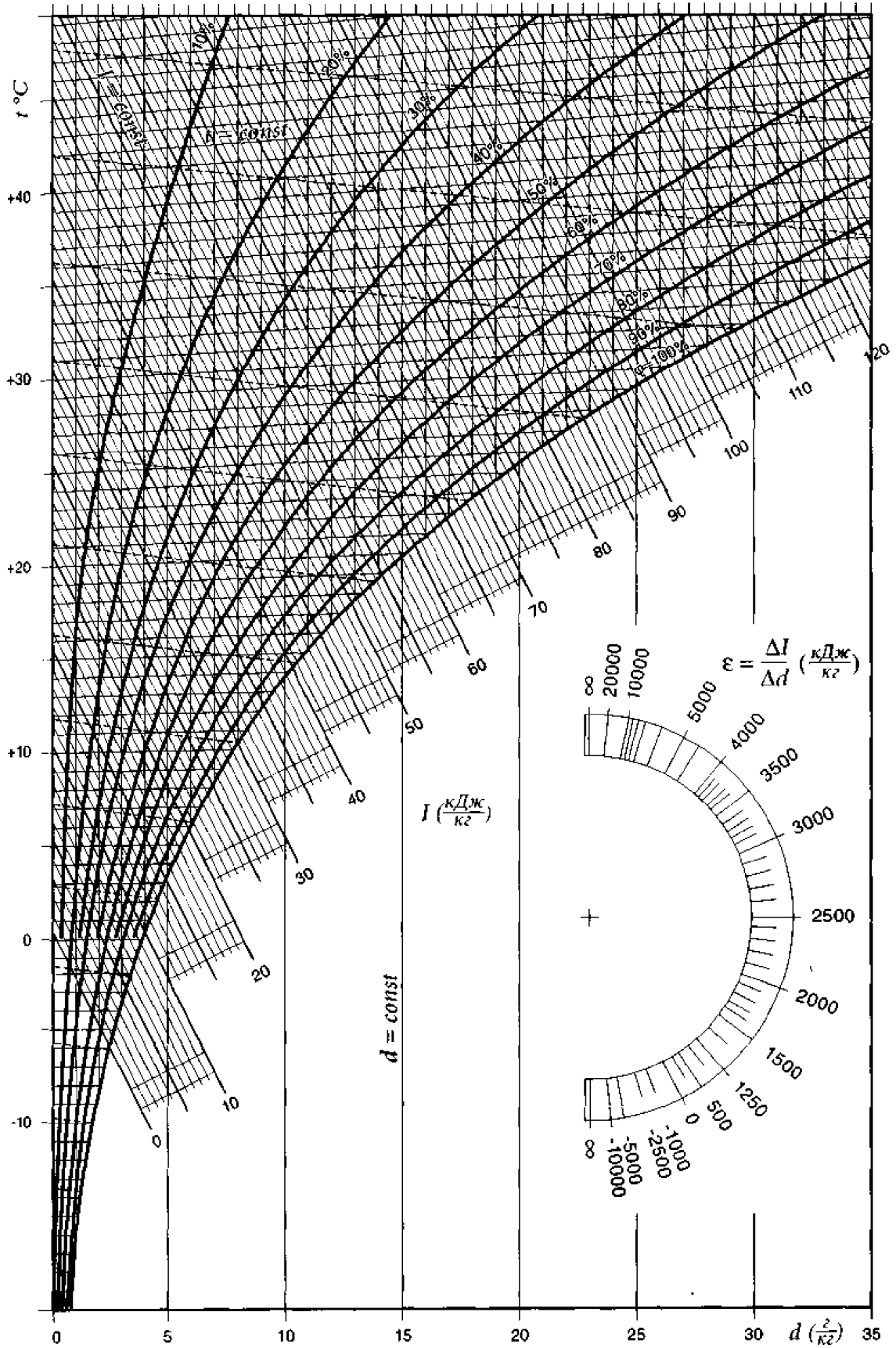
Приложение 1.

Расчетные параметры наружного воздуха

СНиП 02.04.05.-91*

Наименование пункта	Расчетная геометрическая широта	Барометрическое давление	Период года	Параметры А			Параметры Б			Среднесуточная амплитуда температуры воздуха
				температура воздуха	удельная энтальпия	скорость воздуха	температур воздуха	удельная энтальпия	Скорость воздуха	
	с.ш.	ГПа		°С	кДж/кг	м/с	°С	кДж/кг	м/с	°С
Архангельск	64	1010	теплый	18.6	48.6	4.0	24.5	55.3	4.0	9.8
			холодный	-19.0	-17.6	5.8	-31.0	-30.8	6.2	
Астрахань	48	1010	теплый	29.5	61.1	3.6	33.0	64.5	3.6	10.7
			холодный	-8.0	-4.2	9.0	-23.0	-21.9	8.0	
Брянск	52	990	теплый	22.5	49.8	1.0	27.3	53.2	1.0	12.6
			холодный	-13.0	-10.5	5.2	-26.0	-25.0	6.0	
Владивосток	44	990	теплый	23.6	57.8	4.7	23.4	61.5	4.7	5.5
			холодный	-16.0	-14.2	14.8	-24.0	-25.3	13.5	
Владимир	56	990	теплый	21.4	49.4	3.3	27.6	52.8	3.3	10.3
			холодный	-16.0	-14.2	4.4	-28.0	-27.8	3.5	
Вологда	60	990	теплый	21.1	50.2	1.0	27.2	55.3	1.0	11.1
			холодный	-16.0	-14.2	5.8	-31.0	-30.6	5.2	
Волгоград	48	990	теплый	28.6	55.3	5.2	33.0	57.8	5.2	12.7
			холодный	-13.0	-10.5	9.1	-25.0	-23.9	8.0	
Екатеринбург	56	970	теплый	20.7	48.1	4.0	28.7	51.1	4.0	10.6
			холодный	-20.0	-18.8	4.7	-35.0	-34.6	5.2	
Иркутск	52	950	теплый	22.7	50.2	2.2	26.9	53.6	2.2	13.4
			холодный	-25.0	-24.3	2.0	-37.0	-37.1	2.8	
Калининград	56	1010	теплый	20.6	48.6	4.3	24.1	52.8	4.3	9.0
			холодный	-7.0	-2.9	7.8	-18.0	-16.3	7.0	
Калуга	56	990	теплый	22.4	50.2	1.0	26.3	53.6	1.0	11.6
			холодный	-14.0	-11.7	4.8	-27.0	-26.5	3.2	
Краснодар	44	970	теплый	28.6	59.5	1.0	30.8	63.6	1.0	18.0
			холодный	-5.0	0.0	4.4	-19.0	-17.6	3.1	
Москва	56	990	теплый	22.3	49.4	1.0	28.5	54.0	1.0	10.4
			холодный	-15.0	-11.7	4.7	-26.0	-25.3	4.0	
Мурманск	68	1010	теплый	16.6	41.4	3.8	22.0	42.7	3.8	8.9
			холодный	-18.0	-16.3	8.7	-27.0	-26.6	8.4	
Нижний Новгород	56	990	теплый	21.2	51.1	1.0	26.8	54.9	1.0	9.5
			холодный	-16.0	-14.2	4.1	-30.0	-29.7	4.0	
Новосибирск	56	990	теплый	22.7	50.2	1.0	28.4	54.8	1.0	11.4
			холодный	-24.0	-23.0	3.7	-39.0	-38.9	2.7	

I - d- диаграммы влажного воздуха



Основные свойства тепло-, гидроизоляционных и строительных материалов

Материал	Объемная масса ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м • К)	Огнестойкость материала
Теплоизоляционные материалы			
Жесткий пенополиуретан:			
ППУ-3	50	0,040	Сгораемый
Рипор 6ТЗ	50...60	0,030	»
Пенопласт:			
полистирольный ПСБ-С	30...40	0,050	»
поливинилхлоридный ПВ-1	80	0,052	Несгораемый
Стекловолоконная вата, минеральная вата	100...150	0,04...0,05	»
Минераловатные плиты	200	0,080	Трудногораемый
Асбовермикулитовые плиты	250	0,085	Несгораемый
Пенобетон	300...500	0,120	»
Шлак гранулированный	400	0,160	»
Гравий керамзитовый	500	0,15...0,20	»
Газостекло, пеностекло	200...300	0,12	»
Гидроизоляционные материалы			
Битум нефтяной	1000	0,17	Сгораемый
Пергамин и рубероид	600...800	0,14...0,18	»
Изол, гидроизол	700...800	0,25...0,35	»
Стеклорубероид	600...800	0,25-0,35	Трудногораемый
Строительные материалы			
Бетон	2000...2400	1,6...1,9	Несгораемый
Железобетон	2500	2,04	»
Керамзитобетон	1600	0,79	»
Кладка кирпичная	1800	0,81	»
Асбоцементные листы, плиты	1800	0,52	»
Растворы:			
цементно-песчаный	1800	0,93	»
сложный (песок, известь, цемент)	1700	0,87	»
известково-песчаный	1600	0,7...0,8	»

Учебное издание

Бохан К.А.

Системы кондиционирования воздуха

Учебное пособие

Специальность 15.02.06 Монтаж и техническая эксплуатация
холодильно-компрессорных машин и установок

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 4.06.2018.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага печатная. Усл. печ. л. 10,11.
Тираж 100 экз. Изд. №6068.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл. Выгоничский район, с. Кокино