

А. В. КОЖЕМЯЧЕНКО, С. П. ПЕТРОСОВ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Под редакцией проф. И.В.БОЛГОВА

Допущено

*Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности
«Сервис» и специальности «Бытовые машины и приборы»» направления подготовки
дипломированных специалистов «Технологические машины и оборудование»*

УДК 641.546.44

ББК 31.392я73

К584

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., директор Открытого института Московского государственного университета дизайна и технологии *В. А. Иванов* /
д-р техн. наук, проф. Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса *Л.А.Каплин*

Кожемяченко А. В.

К 584 Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. В. Кожемяченко, С. П. Петросов; Под ред. И. В. Болгова. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 192 с.

ISBN 5-7695-1305-5

В пособии приведены данные, необходимые для качественного ремонта бытовых холодильников и морозильников в соответствии с современными требованиями нормативно-технической документации.

Изложены основные сведения о конструктивных и функциональных элементах бытовых холодильных приборов, условиях их эксплуатации и причинах выхода из строя. Приведены современные организационные формы ремонта бытовой холодильной техники, а также дано описание принципиально нового оборудования, реализующего возможность использования безотходных и экологически чистых технологий при ремонте и сервисном обслуживании бытовых холодильников и морозильников.

Предназначено для студентов высших учебных заведений.

УДК 641.546.44

ББК 31.392я73

Учебное издание

Кожемяченко Александр Васильевич, Петросов Сергей Петрович

Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов

Учебное пособие

Редактор *В. А. Савосик*. Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*.

Компьютерная верстка: *М. Ф. Фомина*.

Корректоры *Н. С. Потемкина, Л. А. Котова*

Изд. № 511-1/1. Подписано в печать 30.09.03. Формат 60 x 90/16.

Гарнитура «Тайме». Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 12,0.

Тираж 20000 экз. (1-й завод 1-5100 экз.). Заказ №12496.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.003903.06.03 от 05.06.2003.

117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс: (095)330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.

410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ISBN 5-7695-1305-5

© Кожемяченко А. В., Петросов С. П., 2003
О Издательский центр «Академия», 2003

ПРЕДИСЛОВИЕ

Количественному росту производства и расширению ассортимента бытовых машин и приборов способствует повышение уровня комфортности и универсальности предметов бытовой техники, среди которых особое место занимают холодильники и морозильники компрессионного типа. Это обстоятельство обуславливает возникновение потребности в разработке и реализации новых прогрессивных технологий и оборудования, позволяющих быстро и точно диагностировать бытовую холодильную технику перед ремонтом, механизировать ремонтные работы, контролировать работу отремонтированных машин в стационарных и передвижных мастерских и на дому у владельца.

Реализация принципиально нового подхода к этой проблеме предполагает внедрение мероприятий по экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов на основе разработки и практического использования технологии восстановления исходной годности деталей и потребительских свойств рабочей среды герметичных агрегатов бытовой компрессионной холодильной техники.

Практическая реализация новых технологий восстановления конструктивных и функциональных элементов бытовых холодильников и морозильников предполагает обеспечить:

снижение потребности ремонтных предприятий в запасных частях;

дополнительный доход предприятию за счет организации новых видов услуг;

получение социального эффекта путем экономии времени заказчика, сокращая сроки ремонта холодильников и морозильников.

Отсутствие сведений в специальной и периодической литературе по этим вопросам, отвечающим требованиям времени и сегодняшним экономическим условиям, обуславливает необходимость издания данного учебного пособия, которое предназначено обеспечить возможность качественной подготовки инженеров.

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ
И МОРОЗИЛЬНИКОВ**

•

**1.1. Назначение и конструктивные особенности бытовых
компрессионных холодильников и морозильников**

Бытовые компрессионные холодильники предназначены для хранения в домашних условиях свежих и замороженных продуктов, а также для приготовления пищевого льда. По конструкции они подразделяются на однокамерные и двухкамерные.

В однокамерных бытовых холодильниках герметичные агрегаты выполнены съемными, с заводкой испарителя через окно в задней стенке шкафа или через передний проем.

Испарители современных холодильников прокатно-сварные в отличие от более ранних моделей, у которых применялись стальные штампованные испарители; обеспечивают охлаждение низкотемпературного отделения и холодильной камеры. В большинстве однокамерных холодильников применяется свернутый (О-образный) испаритель, ширина которого немногим меньше ширины шкафа. Такой испаритель образует достаточно емкое низкотемпературное отделение.

Одноиспарительные холодильные агрегаты бытовых холодильников представляют собой герметичные холодильные машины одноступенчатого сжатия. Главное их отличие в типе компрессора и в конструкции теплообменника. Теплообменники выполняются по двухканальной схеме, приведенной на рис. 1.1, *a* (холодильники «ЗИЛ-Москва», «Саратов» и др.), и одноканальной схеме, показанной на рис. 1.1, *б* («Минск-5», «Минск-10» и др.). В первом случае подсоединение к испарителю капиллярной и всасывающей трубок раздельное (разъемное), а во втором — одноканальное (неразъемное), что создает определенные трудности при его ремонте.

В перспективе предусматривается переход на выпуск агрегатов с одноканальной схемой теплообменника с раздельным разъемным подсоединением капиллярной и отсасывающей трубок к испарителю.

Конденсаторы однокамерных холодильников — проволочно-трубные, листотрубные и прокатно-сварные. Выход из строя конденсаторов из-за нарушения герметичности наблюдается, как пра-

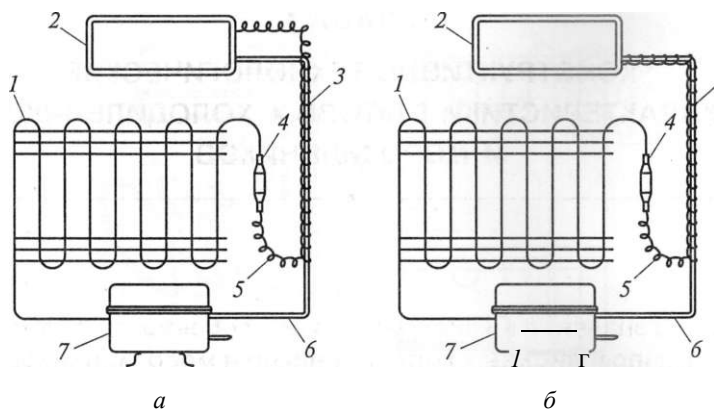


Рис. 1.1. Герметичные агрегаты однокамерного холодильника с двухканальными (а) и одноканальными (б) теплообменниками:

1 — конденсатор; 2 — испаритель; 3 — теплообменник; 4 — фильтр-осушитель; 5 — капиллярная трубка; 6 — всасывающий трубопровод; 7 — компрессор

вило, только у прокатно-сварных вследствие возникновения дефекта «вздутие». В настоящее время заводы-изготовители не выпускают прокатно-сварные конденсаторы.

Современные модели двухкамерных холодильников производятся в рамках параметрического ряда КШД 270/80 («Мир», «Снайге-17») и КШД 350/80 («Минск-25»). По конструкции герметичные агрегаты этих холодильников довольно близки. Отличительной особенностью герметичного агрегата холодильника типа «Мир» является применение для охлаждения масла компрессора тепловой трубки, а не предконденсатора, как в холодильниках «Снайге-17» и «Минск-25».

Герметичные агрегаты двухкамерных холодильников характеризуются наличием двухиспарительной системы (рис. 1.2). Жидкий холодильный агент (хладагент) поступает из конденсатора сначала в испаритель низкотемпературного отделения, где он кипит при низком давлении, а затем в «плачущий» испаритель холодильной камеры. Конструкция обоих испарителей выполнена таким образом, что при ремонте их можно отделить друг от друга, распаяв медные стыки соединений. «Плачущий» испаритель представляет собой продление однокамерного теплообменника и неотделим от него; змеевик этого испарителя прикреплен скобами к металлической пластине, расположенной вертикально и помещенной у задней стенки холодильной камеры. Змеевики испарителя низкотемпературного отделения крепятся также к металлическим пластинам.

Охлаждение хладонового компрессора в герметичном агрегате холодильника «Минск-25» осуществляется с помощью змеевика,

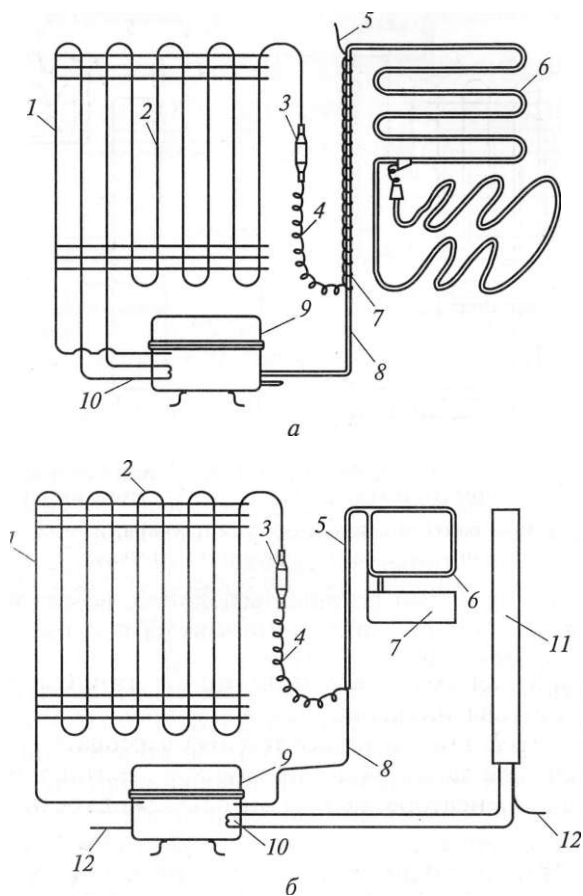


Рис. 1.2. Герметичные агрегаты двухкамерных холодильников КШД 350/80 «Минск-25» (а) и КШД 270/80 «Мир» (б):

1 — предконденсатор; 2 — конденсатор; 3 — фильтр-осушитель; 4 — капиллярная трубка; 5 — теплообменник; 6 — испаритель низкотемпературного отделения; 7 — испаритель холодильного отделения; 8 — всасывающий трубопровод; 9 — компрессор; 10 — змеевик охлаждения; 11 — тепловая трубка; 12 — технологический патрубок

расположенного в кожухе. Хладагент R12 (хладон 12) из предконденсатора поступает в змеевик, испаряется в нем и затем попадает в конденсатор.

В герметичном агрегате холодильника «Мир» охлаждение компрессора происходит также с помощью змеевика, расположенного в кожухе, а конденсация хладона — в тепловой трубке, образующей со змеевиком охлаждения отдельный замкнутый контур, имеющий свой технологический патрубок.

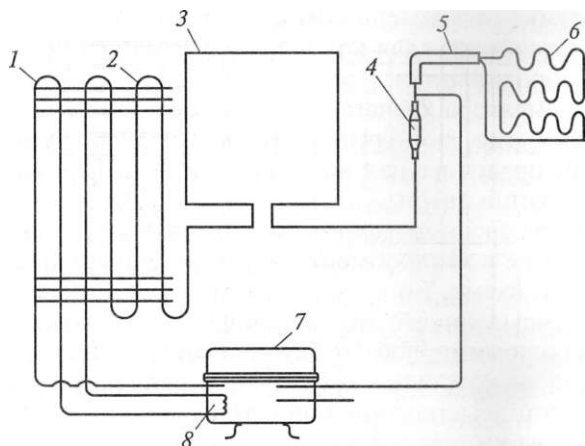


Рис. 1.3. Герметичный агрегат бытового морозильника:

1 — предконденсатор контура охлаждения компрессора; 2 — конденсатор; 3 — контур обогрева дверного проема; 4 — фильтр-осушитель; 5 — теплообменная трубка; 6 — трубчатый испаритель с докиспателем; 7 — компрессор; 8 — змеевик охлаждения компрессора

Конструктивная схема герметичного агрегата бытового морозильника представлена на рис. 1.3.

Хладагент R12, поступающий из компрессора в газообразном виде под большим давлением и при высокой температуре, охлаждаясь в предконденсаторе, переходит в парожидкостную фазу; за-

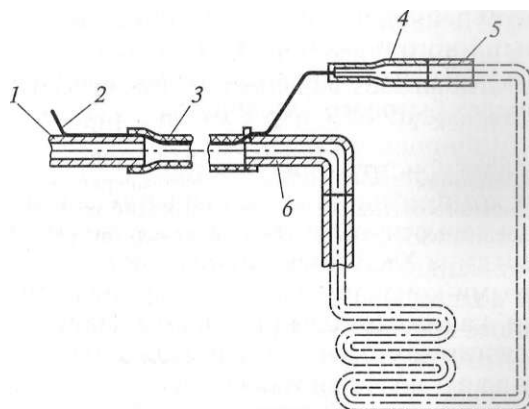


Рис. 1.4. Теплообменник и испаритель бытового морозильника:

1 — всасывающая трубка; 2 — капиллярная трубка; 3 — всасывающая трубка теплообменника; 4, 6 — медные трубки испарителя; 5 — алюминиевая трубка испарителя

тем в змеевике охладителя компрессора, расположенном в кожухе, испаряется, охлаждая холодильное масло, и поступает в конденсатор морозильника.

Из конденсатора хладагент поступает в контур обогрева дверного проема, где, дополнительно охлаждаясь, обогревает дверной проем, предотвращая конденсацию влаги на нем и возможное промерзание двери.

Из контура дверного проема хладагент поступает в фильтр-осушитель и далее в теплообменник (рис. 1.4), выполненный по одноканальной схеме, но с отдельным соединением капиллярной трубки и всасывающего трубопровода. Испаритель (см. рис. 1.4) состоит из алюминиевой трубки, согнутой в несколько змеевидных секций, к которым скобами прикрепляются металлические полки. На концах алюминиевой трубки испарителя напрессованы медные патрубки для соединения пайкой капиллярной трубки и всасывающего трубопровода. Конденсатор и предконденсатор конструктивно выполнены в виде одного узла и соединены с компрессором в целях снижения его температурного уровня в процессе эксплуатации.

1.2. Анализ конструктивных элементов герметичных агрегатов

Технический уровень развития бытовых компрессионных холодильников и морозильников определяется перспективами развития и состоянием производства их холодильных агрегатов, которые конструктивно представляют собой герметичную систему, состоящую из хладонового компрессора, конденсатора, испарителя, фильтра-осушителя, дросселя, последовательно соединенных между собой пайкой и сваркой трубопроводами. Схема конструкций того или иного герметичного холодильного агрегата зависит от способа обеспечения требуемого температурного уровня в отдельных камерах бытового холодильника и системы оттаивания испарителя.

Существующие конструкции герметичных отечественных агрегатов бытовых компрессионных холодильников и морозильников комплектуются герметичными высокооборотными хладоновыми компрессорами типа ХКВ (ГОСТ 17008 — 85), стальными, проволочно-трубчатыми конденсаторами, алюминиевыми испарителями, медными капиллярными трубками (ГОСТ 2624 — 77) и фильтрами-осушителями (ОСТ 27-56-359 — 83).

Конденсатор является теплообменным аппаратом, в котором хладагент отдает теплоту воздуху окружающей среды. При отводе теплоты от парообразного хладона высокого давления он конденсируется. В отечественных холодильниках и морозильниках используются преимущественно конденсаторы с воздушным охлаждением. Широкое распространение получили конденсаторы конвективного

охлаждения с проволочными ребрами. Они представляют собой трубопровод, изогнутый в виде змеевика, который изготавливают из стальной трубы диаметром 4,7...6,5 мм с толщиной стенки 0,7...0,8 мм.

К змеевику с обеих сторон точечной сваркой приваривают ребра из стальной проволоки диаметром 1,2... 2 мм. В холодильниках ранних моделей применялись листотрубные конденсаторы, выполненные в виде трубчатого змеевика, приваренного или прикрепленного с помощью пластин к стальному листу.

Длина трубы змеевика конденсатора зависит от типоразмера холодильного агрегата. Змеевик может быть горизонтального или вертикального исполнения. Конденсатор соединяется трубопроводами с одной стороны с нагнетательной линией хладонового компрессора, а с другой — через фильтр-осушитель и капиллярную трубку — с испарителем. Для защиты от коррозии конденсатор окрашивают черной эмалью.

Испаритель является теплообменным аппаратом для отвода теплоты хладагента от охлаждаемой среды. В современных моделях применяют листотрубные алюминиевые испарители прокатно-сварного типа с раздутыми каналами в листе. Прокатно-сварной испаритель изготавливают из двух алюминиевых листов марки АД или АДИ, которые после нанесения на них специальной краской рисунка канала подвергают горячей прокатке. В результате листы свариваются по всей площади контакта, за исключением окрашенных мест. Затем воздухом или маслом под давлением 5... 10 МПа раздувают каналы. Толщина листов 1 мм, после раздувки толщина канала составляет 0,8 мм. Изготовление испарителей прокатно-сварным методом ограничивает создание коллекторов большого объема. Поэтому в таких испарителях пропускную способность хладона по каналам увеличивают за счет большого количества мелких смежных каналов. Для защиты алюминиевых испарителей от коррозии их анодируют в серно- или хромовокислых ваннах, получая защитную пленку толщиной 10... 12 мкм. Для сохранения защитной пленки испарители дополнительно покрывают пищевым лаком УВЛ-3 или лаками на основе эпоксидных смол. Испарители соединяют с медными трубопроводами (всасывающим и нагнетательным) герметичного холодильного агрегата через предварительно сваренные между собой сваркой трением стыки медной и алюминиевой трубками. Стык трубок защищают от влаги пластмассовой трубкой, так как при увлажнении в месте соединения меди и алюминия возникают электродвижущая сила и электрический ток, разрушающие алюминий. В различных холодильниках и морозильниках испарители могут отличаться внешней формой и некоторыми конструктивными особенностями.

Широкое распространение имели испарители, изготовленные в виде перевернутой буквы П, вытянутой по ширине камеры, с

одной полкой для продуктов. Для более рационального использования объема низкотемпературного отделения холодильника такой испаритель иногда делали с дополнительной полкой. В современных моделях холодильников испарители делают в виде буквы О с задней алюминиевой стенкой, что обеспечивает максимально возможное охлаждение продуктов. Крепится испаритель к верху или к боковым стенкам камеры.

Для оптимизации работы холодильного агрегата при изменяющихся внешних условиях испаритель должен отбирать различное количество теплоты от охлаждаемого объекта, что регулируется подачей соответствующего количества хладагента за счет изменения проходного сечения дросселя. Однако в малых холодильных машинах, к которым относят бытовые холодильники и морозильники, расход хладагента небольшой и проходное сечение дросселя должно быть в пределах 0,2...0,3 мм. Изменять такое сечение отверстия на $\pm 10\%$ практически невозможно. Поэтому во всех моделях бытовой холодильной техники отечественного и зарубежного производства используются исключительно дроссели в виде капиллярных трубок.

Капиллярные трубки представляют собой отрезки медного проката внутренним диаметром от 0,5 до 1,5 мм и длиной от 2 до 6 м. Их устанавливают пути движения хладагента от конденсатора к испарителю.

Размеры трубок и их пропускная способность должны обеспечивать в расчетном режиме прохождение хладагента в количестве, равном производительности компрессора.

Достоинства капиллярных трубок — простота, удобство сборки агрегата, высокая надежность, долговечность, дешевизна. Капиллярная трубка обеспечивает выравнивание давлений в конденсаторе и испарителе во время остановки компрессора при циклической работе холодильника.

Недостаток капиллярных трубок — возможность закупорки проходного сечения на выходном конце загрязнениями и льдом. Поэтому их использование требует применения фильтров и осушителей, размещаемых между конденсатором и капиллярной трубкой.

На капиллярные трубки для холодильных машин распространяется ГОСТ 2624—87 «Трубки капиллярные медные и латунные» с дополнениями. Таблица стандартных размеров капиллярных трубок включает 24 размера.

Лучшими являются капиллярные трубки с калиброванным каналом, относящиеся к так называемой группе Б, с наружным диаметром (2,0 \pm 0,10) мм и внутренним диаметром 0,8; 0,82 или 0,85 мм.

Изготавливают трубки из меди марок М2 или М3 по ГОСТ 859—86. Капиллярную трубку градуируют по необходимости воз-

духом с точкой росы не выше $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, с давлением на выходе $0,785\text{ МПа}$. Пропускная способность при этом должна быть $(4,5 \pm 0,3)\text{ л/мин}$. Регулирование пропускной способности производят изменением длины трубки.

Для улучшения теплообмена между отсасываемыми холодными парами рабочего тела и теплым жидким хладагентом, которые движутся противотоком, капиллярную и всасывающую трубки спаивают между собой на большом участке или наматывают капиллярную трубку на всасывающую, а в отдельных случаях вводят ее внутрь.

Для защиты капиллярных трубок от засорения и замерзания перед ними устанавливают фильтры-осушители. Корпус фильтра-осушителя состоит из цельнотянутой металлической трубки длиной $105\text{...}135\text{ мм}$ и диаметром от $12\text{ до }20\text{ мм}$, к обеим сторонам которой припаиваются соответствующие трубопроводы холодильного агрегата. Внутри корпуса устанавливаются латунные сетки с ячейкой в свету 25 мкм , закрепленные в латунных обоймах. Между фильтрующими сетками засыпается адсорбент — силикагель или синтетический цеолит.

Корпус фильтра-осушителя изготавливают из стальной, медной или алюминиевой трубок в зависимости от места его установки в агрегате. При установке осушителя в штампованном стальном испарителе корпусом осушителя служит коллектор испарителя, куда помещается адсорбент в сетчатом чехле. Силикагельные осушители обычно устанавливают в холодной зоне агрегата-испарителя. Фильтры-осушители с цеолитом устанавливают на стороне высокого давления перед входом в капиллярную трубку.

В отдельных моделях бытовой холодильной техники зарубежного производства используют фильтры из металлокерамики. Металлокерамический фильтр состоит из бронзовых шариков диаметром $0,3\text{ мм}$, сплавленных в столбик конусообразной формы, заключенный в металлический корпус. Капиллярную трубку припаивают к металлическому фильтру под углом 30° .

В холодильных агрегатах со стальным испарителем и с конденсатором из медной трубки для предотвращения или устранения замерзания влаги в капиллярной трубке вместо фильтра-осушителя используют метиловый спирт. В этом случае влага не устраняется из системы герметичного холодильного агрегата, а лишь понижается температура ее замерзания. Обычно в систему агрегата вводят $1\text{...}2\%$ (от количества хладона) химически чистого метилового спирта.

Применение метилового спирта в агрегатах с алюминиевым испарителем недопустимо, так как химическое взаимодействие спирта с алюминием приводит к нарушению герметичности испарителей и короткому замыканию обмоток статора встроенного электродвигателя хладонного компрессора.

Алюминиевые части холодильного агрегата соединяют между собой аргонодуговой сваркой, медные — пайкой твердыми припоями. Соединения алюминиевых частей с медными осуществляют через переходные медно-алюминиевые трубки, предварительно сваренные встык трением на специальной сварочной машине.

1.3. Функциональные элементы герметичных агрегатов

К функциональным элементам герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников компрессионного типа относят компоненты рабочей среды и адсорбент, используемый в фильтрах-осушителях.

Компонентами рабочей среды компрессионной холодильной техники являются хладон 12 и смазочное масло типа ХФ-12-18(16).

Хладон 12 должен соответствовать требованиям ГОСТ 19212—87 и характеризоваться физико-химическими показателями, представленными в табл. 1.1.

Объемная холодопроизводительность хладона 12 при стандартном режиме $t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$; $t_k = 30\text{ }^\circ\text{C}$ примерно в 1,5 раза ниже, чем аммиака, используемого в адсорбционных холодильниках, но более низкие давления позволяют использовать его при температуре конденсации до $70\text{ }^\circ\text{C}$. Температура хладона 12 в конце сжатия составляет $60\dots 70\text{ }^\circ\text{C}$.

Таблица 1.1

Физико-химические показатели хладона 12

Показатель	Норма
Массовая доля нелетучего осадка, %, не более	0,005
Кислотность	Окраска индикатора должна изменяться
Объемная доля дифторхлорметана, %, не менее	99,0
Объемная доля примесей, определяемых хроматографическим методом, %, в сумме не более	0,4
В том числе неконденсирующихся примесей (воздуха или азота), %, не более	0,2
Массовая доля воды, %, не более	0,0004

По токсичности хладон 12 — один из наименее вредных хладагентов. Он в 4,3 раза тяжелее воздуха. При его утечке находящиеся в помещении люди могут ощущать недостаток кислорода, у них появляются головная боль, слабость. Пары хладона 12 бесцветны и имеют слабый запах.

Хладон 12 негорюч и невзрывоопасен, но при температуре выше 400 °С разлагается на фтористый и хлористый водород, а также частично образует ядовитый газ фосген. Продукты разложения хладона 12 вызывают раздражение слизистых оболочек, головную боль, рвоту и другие признаки отравления.

При атмосферном давлении хладон 12 испаряется, разрушая озоновый слой атмосферы и способствуя парниковому эффекту и увеличению вероятности ультрафиолетового облучения поверхности Земли.

По отношению к металлам хладон 12 инертен, но он хорошо смывает с их поверхности технологические и эксплуатационные загрязнения.

Вода в хладоне 12 почти не растворяется (при температуре 0 °С не более 0,0006 % массы). Хладон 12 хорошо растворяет минеральное смазочное масло типа ХФ-12-18(16), а также различные органические вещества, например резину. Способность хладона 12 проникать через мельчайшие поры требует тщательной герметизации мест соединений хладоновых магистралей.

При производстве и ремонте бытовой холодильной техники хладон 12 используется и в технологических целях (на стадии первичного вакуумирования и при продувке собранного герметичного агрегата).

В холодильных машинах смазочное масло типа ХФ-12-18(16) используется:

- для снижения трения между трибосопряжениями компрессора и предотвращения их интенсивного износа;

- для сохранения определенного перепада давления рабочего тела между сторонами высокого и низкого давлений, т. е. создания масляного уплотнителя;

- для отвода теплоты через стенки кожуха компрессора.

Масла, используемые в холодильных машинах, должны удовлетворять требованиям по вязкости, маслянистости, стабильности при разных давлениях, температурах и в растворах с хладагентом. Условия работы холодильных машин (высокое давление, перепад температур, длительность непрерывной работы, токсичность рабочих тел, разнородные материалы) требуют, чтобы используемое масло отвечало следующим условиям:

- при низких температурах из масла не должны выпадать тугоплавкие частицы парафина и оно должно оставаться достаточно текучим;

- при высоких температурах в масле не должны возникать процессы коксования, образования асфальтов, смол;

масло должно быть химически стойким и стабильным при многолетней работе.

В герметичных агрегатах бытовых холодильников и морозильников используется исключительно минеральное нефтяное масло типа ХФ-12-18(16). Согласно ГОСТ 5546—86 данный тип масла характеризуется показателями, представленными в табл. 1.2.

Для поглощения влаги и кислот из компонентов рабочей среды, циркулирующей в герметичных холодильных агрегатах, в фильтрах-осушителях используют адсорбент — силикагель или синтетический цеолит.

Кристаллы силикагеля SiO_2 , не пропитанного влагой, в зависимости от способа получения имеют стекловидный, белый

Таблица 1.2

Основные показатели смазочного масла ХФ-12-18(16)

Показатель	Норма
Кинематическая вязкость, сСт: при 20 °С, не более при 50 °С, не менее	— 16
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,02
Стабильность: осадок после окисления, %, не более кислотное число после окисления, мг КОН на 1 г масла, не более	0,005 0,04
Испытание на коррозию	Выдерживает
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие
Содержание механических примесей	Отсутствие
Содержание воды	Отсутствие
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	160
Температура застывания, °С, не ниже	–42
Температура помутнения смеси масла с хладоном 12, °С, не ниже	–32
Цвет масла без присадки, определяемый со стеклом № 2, мм, не менее	40

или светло-синий цвет. Размеры кристаллов от 2 до 7 мм. Насыпная плотность от 0,5 до 0,8 г/см³. Силикагель характеризуется большой пористостью, его активность оценивается количеством поглощенной влаги, а поглотительную способность выражают в процентах от его массы (количество поглощаемой влаги колеблется от 10 до 70 % массы силикагеля).

Поглотительная способность силикагеля увеличивается с уменьшением температуры. При температуре около 140 °С поглотительная способность силикагеля, напитанного влагой, может быть восстановлена. Силикагель, просушенный при температуре 140 °С в течение 10... 12 ч, обладает первоначальной поглотительной способностью.

Силикагель под воздействием циркулирующего хладона может разрушаться. Наибольшей механической прочностью обладает гранулированный силикагель марки КСМ (крупный силикагель мелкопористый) с упрочняющей добавкой глинозема. Размеры гранул силикагеля марки КСМ составляют от 2,7 до 7 мм. Влагоемкость гранулированного силикагеля в среде при относительной влажности воздуха 100 % и температуре 20 °С составляет 39 %.

Водопоглотительная способность цеолитов примерно в 5 раз выше, чем силикагеля. Это объясняет их широкое использование в современных моделях бытовой холодильной техники. Кроме того, цеолиты нашли широкое применение в технологических целях для предварительной сушки масла и хладона перед заправкой в холодильный агрегат.

В настоящее время все большее применение находит синтетический атомосиликатный цеолит, получивший название «молекулярное сито». В отличие от силикагеля и других адсорбентов цеолит обеспечивает эффективное осушение при высоких температурах. Синтетический цеолит является силикатом алюминия, имеющим кристаллическую структуру. Обезвоженные кристаллы цеолита как бы пронизаны каналами молекулярных размеров одинакового сечения, в которых могут адсорбироваться попадающие туда молекулы веществ.

Цеолит обладает большим химическим сходством с малыми полярными молекулами; поэтому небольшие молекулы воды, попавшие в его поры, прочно удерживаются в них. Цеолиты обладают способностью поглощать воду при ее концентрации в хладоне менее чем 0,001 % и температуре до 100 °С.

Цеолиты разделяют на классы А и X, различающиеся кристаллической структурой. Каждый класс, в свою очередь, разделяют на типы: натриевый (Na) и кальциевый (Ca). Таким образом, различают четыре структурные формы цеолитов, каждая из которых отличается размерами пор, определяющими возможность их применения для поглощения тех или иных жидкостей и газов: NaA-A; CaA-5, NaX-10, CaX-13A.

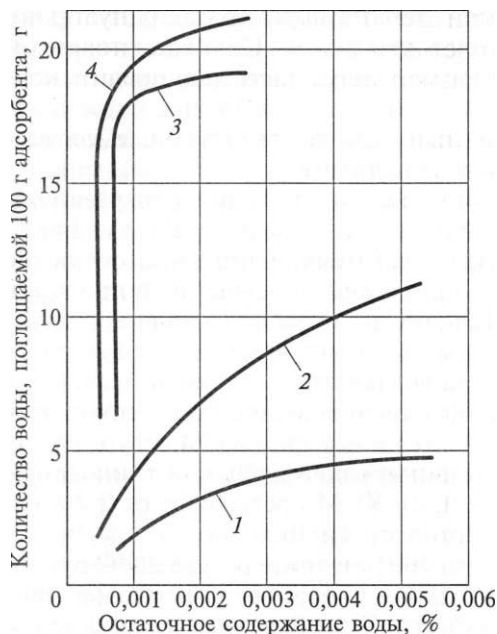


Рис. 1.5. Поглотительная способность силикагеля и цеолита при температуре 60 °С:

1,3 — осушение хладагента в смеси с холодильным маслом соответственно с помощью силикагеля и цеолита; 2, 4 — осушение хладагента соответственно с помощью силикагеля и цеолита

Цеолит натриевой группы NaA-A хорошо адсорбирует жидкости и газы, молекулы которых меньше 4 А. К таким жидкостям и газам относится H_2O (предельный размер молекулы воды 3,2 А), CO , CO_2 , CH_3 и др. Хладагент R12 и холодильное масло ХФ-12-18(16), размер молекул которых составляет 4,9 А, будут «отсеиваться», не попадая в поры цеолита группы NaA-A.

Преимущества цеолита еще более значительны при наличии в хладагенте масла. Определено, что поглотительная способность силикагеля при наличии масла в хладагенте R12 при температуре 60 °С (рис. 1.5) снижается с 3,75 % (при содержании 0,001 % воды в хладагенте R12) до 0,9 %, а поглотительная способность цеолита при тех же условиях снижается с 19,2 до 17,5%, т.е. остается большей, чем у силикагеля, почти в 19 раз.

Существенным преимуществом цеолита является высокая температура его десорбции, равная примерно 550 °С. Такая температура десорбции практически обеспечивает сохранение поглощенной воды в фильтре-осушителе в любых условиях эксплуатации холодильной машины.

Синтетический цеолит выпускают гранулированным в виде шариков или таблеток разных размеров, состоящих из мелких песчинок цеолита. Размер диаметра гранул цеолита колеблется в пределах 1 ...7 мм.

Гранулированный силикагель типа КСМ должен соответствовать требованиям ГОСТ 3956 — 76, синтетические цеолиты типа NaA-2MШ и NaA-2КТ — соответственно ГОСТ 5.1290-72 и ТУ38-101468 —78.

Сравнительные технические характеристики вышеуказанных адсорбентов, используемых в бытовых холодильных приборах, представлены в табл. 1.3.

Перспективными направлениями производства бытовых холодильных приборов являются:

увеличение емкости низкотемпературного и холодильного отделений;

разработка комбинированных моделей холодильник-морозильник типа «STINOL-102» (КШМХ 340/200) (рис. 1.6);

снижение энергопотребления;

использование озонобезопасных хладагентов.

Несмотря на многообразие моделей бытовых холодильных приборов отечественного производства («ЗИЛ», «STINOL», «Саратов» и др.) и зарубежного («Атлант», «ARISTON», «INDESIT» и др.), конструктивное устройство и принципы получения холода в

Таблица 1.3

Технические характеристики адсорбентов

Показатель	КСМ	NaA-2MШ	NaA-2КТ
Насыпная плотность, кг/см ³	670	770	830
Формула гранул	Сферическая или овальная		
Размер гранул, мм	1 ... 7	1,5 ... 3,0	1,5 ... 3,5
Виброизнос (прочность на истирание), %	1,1	0,25	0,01
Влагоемкость по водяным порам при $t = 20^{\circ}\text{C}$, %, не менее	7	12	18
Механическая прочность на раздавливание, не менее	1,5 кг/мм ²	3,2 кг на гранулу	5,0 кг на гранулу
Массовые потери при прокаливании, %, не более	10	10	5

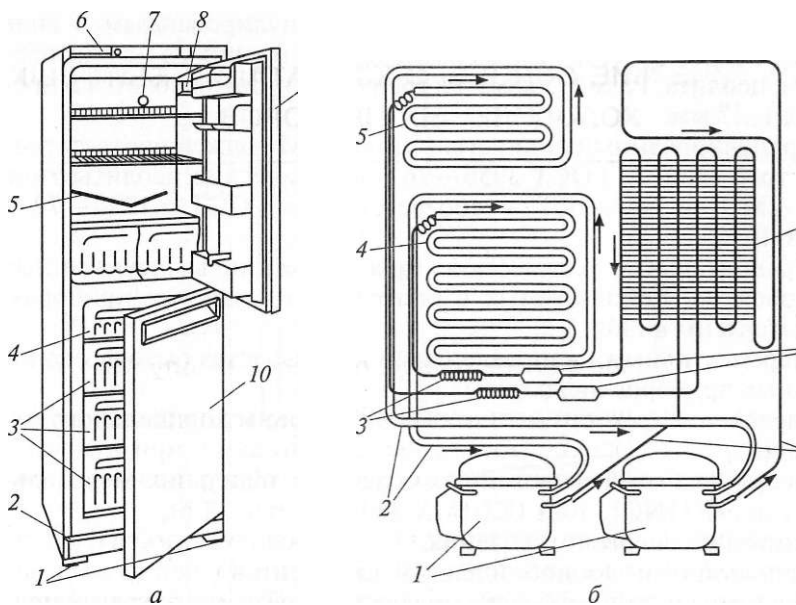


Рис. 1.6. Холодильник-морозильник «STINOL-102» (КШМХ 340/200):
 а — общий вид: 1 — регулируемые опоры; 2 — цоколь; 3 — отделения для хранения замороженных продуктов; 4 — отделение для замораживания продуктов; 5 — направляющие для стока воды; б — панель управления; 7 — крепление капиллярной трубки терморегулятора; 8 — блок освещения; 9 — дверь холодильной камеры; 10 — дверь морозильной камеры; б — схема холодильных агрегатов: 1 — компрессор; 2 — всасывающие трубки; 3 — капиллярные трубки; 4 — испаритель холодильной камеры; 5 — испаритель морозильной камеры; 6 — конденсатор; 7 — фильтры-осушители; 8 — нагнетательные трубки

них одинаковы. Поэтому изложенные далее подходы к эксплуатации и ремонту бытовых холодильных приборов применимы как сегодня, так и в обозримом будущем.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

2.1. Инженерное формирование процесса эксплуатации

Процесс эксплуатации бытовых холодильных приборов включает: хранение, транспортирование, подготовку к применению, применение по назначению, техническое обслуживание и ремонт.

Хранение предполагает содержание холодильников и морозильников в технически исправном состоянии в течение установленного срока до реализации. Хранение может быть временное, сезонное и длительное. Для этого следует отключить холодильник от сети, тщательно промыть и насухо протереть; в течение всего времени хранения дверь шкафа держать приоткрытой во избежание появления неприятного запаха в камере.

В процессе хранения должны быть созданы благоприятные условия содержания холодильных приборов, при которых обеспечивается их работоспособность.

Транспортирование — перевозка бытовых холодильных приборов в условиях, обеспечивающих сохранение их работоспособности. Перед перевозкой холодильник должен быть упакован в технологическую тару, а компрессор закреплен транспортными болтами. Перевозку производить только в вертикальном положении.

Подготовка и применение по назначению — это совокупность работ по подготовке холодильника и морозильника к нормальному функционированию в соответствии с их назначением и техническими условиями. Холодильник рекомендуется устанавливать в прохладном месте, недоступном для прямых солнечных лучей, вдали от источников тепла и устройств, имеющих естественное заземление.

Техническое обслуживание — это комплекс работ (операций) по поддержанию работоспособности или исправности холодильников и морозильников при использовании по назначению, хранении и транспортировании.

Техническое обслуживание включает в себя периоды предпродажного и послепродажного сервиса.

В предпродажный сервис входят: проверка состояния упаковки и внешнего вида, соответствия номеров и комплектующих изделий, указанных в гарантийных талонах; подготовка к работе и продаже; продажа; доставка к месту установки в районе действия техноторгового центра; установка и опробование на месте эксплуатации; проведение инструктажа владельца по правилам эксплуатации (пользования) холодильника.

Послепродажный сервис, в свою очередь, делится на два периода: гарантийное и послегарантийное техническое обслуживание. Принципиальная разница между ними состоит в том, что в период гарантийного обслуживания предусмотрена бесплатная техническая помощь при соблюдении пользователем инструкции по эксплуатации и осуществляется предприятием-изготовителем или на договорных условиях специализированной ремонтной организацией.

«Бесплатный» сервис в гарантийный период носит условный характер.

Гарантийное техническое обслуживание и ремонт обычно проводятся на дому, за исключением случаев, когда устранить неисправность не представляется возможным. В этом случае холодильник подлежит ремонту в мастерской.

Техническое обслуживание и ремонт бытовых холодильников по окончании установленного гарантийного срока осуществляются государственными и частными ремонтными предприятиями и организациями, а также физическими лицами, имеющими патент на соответствующие виды работ.

Ремонт — это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности холодильников и морозильников или восстановлению ресурсов их составных частей.

Послегарантийное техническое обслуживание и ремонт бывают регламентированным (абонементным) и разовым.

Абонементное обслуживание подразделяют на регламентированное техническое обслуживание и ремонт холодильника по заявке владельца. Возможны два варианта абонементного обслуживания:

а) профилактическое техническое обслуживание и ремонт в счет абонементной платы;

б) проведение профилактического технического обслуживания в счет абонементной оплаты, а замена или ремонт дефектных элементов владельцем оплачиваются отдельно.

На разовое техническое обслуживание и ремонт в послегарантийный период принимается бытовая холодильная техника, вышедшая из строя после окончания гарантии.

Сроки технического обслуживания и ремонта устанавливаются предприятием (физическим лицом) по согласованию с заказчиком (владельцем).

2.2. Характерные неисправности бытовых холодильных приборов. Причины их возникновения

Эксплуатирует холодильник, морозильник владелец, имеющий зачастую отдаленное представление об его техническом устройстве. Поэтому важной составной частью, прилагаемой к холодильному прибору при его продаже, является достаточно полноценная эксплуатационная документация. К обязательным эксплуатационным документам относятся руководство (инструкция) по эксплуатации, паспорт и этикетка.

В руководстве (инструкции) по эксплуатации содержатся разделы: о назначении и устройстве холодильника; порядке установки холодильника, температурном режиме работы; целесообразном размещении продуктов для хранения; правилах пользования и ухода за холодильником; об основных требованиях электробезопасности; о возможных неисправностях и методах их устранения и другие сведения.

В паспорте указаны сведения о технической характеристике холодильника, его комплектации, гарантийных обязательствах предприятия-изготовителя, информация о содержании драгоценных металлов и приемке холодильника, ставится отметка торговой организации о продаже, прикрепляются талоны на техническое обслуживание и ремонт и отрывной талон на установку холодильника.

Инструкция (руководство) по эксплуатации и паспорт с гарантийным талоном и отметкой торговой организации о дате продажи вручаются покупателю при продаже холодильника.

В процессе эксплуатации происходит изменение исходных характеристик бытовых холодильных приборов. Факторы, изменяющие эти характеристики, можно разделить на три группы: конструктивные (совершенство конструкции холодильников и равнопрочность их агрегатов), технологические (долговечность агрегатов и стабильность заданных параметров, качество материалов, совершенство производства, текущий и выходной контроль) и эксплуатационные (соблюдение заданных конструкцией режимов работы, обеспечение надлежащих условий эксплуатации).

В процессе эксплуатации на конструктивные и функциональные элементы холодильных приборов воздействуют различные отрицательные внешние и внутренние факторы, которые можно разделить на субъективные и объективные.

К субъективным факторам можно отнести воздействия, связанные с неправильной эксплуатацией холодильника потребителем вследствие недостатка знаний по правилам пользования и уходу за холодильником, размещением и хранением продуктов, выбором температурного режима работы.

Определяющим в долговечной надежной работоспособности холодильной техники является профессиональное мастерство механика по ее техническому обслуживанию и ремонту. Профессионализм механика проявляется в умении применять различную диагностическую, контрольно-измерительную аппаратуру и другую технологическую оснастку. Эти факторы должны учитываться при организации технического обслуживания и ремонта, а также трудовой деятельности механика.

К объективным факторам относятся воздействия, не зависящие от обслуживающего персонала: условия эксплуатации; качество деталей; действие в агрегатах рабочей среды; климатические и биологические воздействия; внешние взаимодействия деталей и др.

В результате воздействия субъективных и объективных отрицательных факторов холодильник становится неработоспособным, т. е. появляется неисправность.

О степени исправности холодильника обычно судят по тому, насколько его состояние в данный момент соответствует требованиям технической документации как в отношении основных параметров, характеризующих выполнение заданных функций, так и второстепенных, характеризующих удобство эксплуатации, внешний вид и др. Любое несоответствие хотя бы одному из требований основных или второстепенных параметров свидетельствует о неисправности холодильника.

Понятие «исправность» шире понятия «работоспособность»: исправный холодильник или морозильник отвечают всем требованиям нормативно-технической документации, а работоспособный — лишь тем, которые обеспечивают его нормальное функционирование: например, неряшливый внешний вид, повреждение ванночки для приготовления льда (льдоформы), сломанная ручка двери не влияют на работоспособность холодильника (морозильника).

Современные модели бытовой холодильной техники являются практически автоматизированными системами, которые в течение длительного срока службы выполняют свои функции под наблюдением потребителя. Обеспечению надежной работы холодильника способствуют место установки его в помещении, температура окружающего воздуха, наклон в вертикальной плоскости корпуса шкафа, колебания напряжения в электросети, правила пользования и ухода, температура загружаемых продуктов и т. п.

Изменение параметров бытового холодильника и его агрегатов во времени является следствием работы трущихся пар и происходящих в агрегатах физико-химических процессов. Поэтому возникновение неисправностей представляет собой, как правило, некоторый временной процесс, внутренний механизм, скорость которого определяется структурой и свойствами материала, рабочими напряжениями, температурой и другими физико-механическими процессами. Следовательно, потерю работоспособности холодиль-

ника или его агрегатов можно определить только тогда, когда показатели технического состояния выходят за допустимые пределы следующих параметров: температуры внутри камеры, коэффициента рабочего времени (КРВ) потребляемой мощности, уровня шума и вибрации и т.д.

Надежность холодильника характеризуется параметром потока отказов, величина которого изменяется в различные периоды эксплуатации. Для большинства элементов холодильника в начальный период эксплуатации значение параметра потока отказов наивысшее. Затем его величина снижается до величины, характерной для периода нормальной эксплуатации. Отказы в этот период носят случайный, внезапный характер. Затем величина потока отказов вновь увеличивается вследствие износа, накопления усталостных повреждений, старения материалов и т.д.

В настоящее время наиболее изучены отказы холодильных приборов в гарантийный период, так как заводы-изготовители располагают данными по отказам, получаемым по рекламациям, предъявляемым ремонтными предприятиями. Сведения об отказах холодильных приборов по окончании гарантийного периода на заводы-изготовители не поступают. Ремонты, выполняемые вне мастерских, вообще не могут быть учтены.

По сведениям, которыми располагают отечественные заводы-изготовители, установлено, что интенсивность отказов бытовых холодильников за гарантийный период колеблется в пределах от 2 до 13%. Таким образом, интенсивность отказов холодильников составляет 3... 5 % в год. Такой же уровень надежности характерен и для зарубежных холодильников. В ГОСТ 16317—76 «Холодильники бытовые электрические» в качестве показателя надежности принята вероятность безотказной работы за срок гарантии. Она не должна быть ниже 0,85 за трехлетний гарантийный срок. Таким образом, годовая интенсивность отказов должна быть не более 5 %.

Холодильник представляет собой систему с последовательным соединением элементов, при которой выход из строя одного из них приводит к отказу всей системы. Поэтому при определении потребности в ремонте необходимо рассматривать интенсивность отказов не холодильника в целом как прибора, а интенсивность отказов его элементов.

Соотношение количества отказов отдельных элементов холодильника при усреднении имеющихся данных следующее:

приборы автоматики — 50 %, в том числе терморегуляторы — 40%, пусковое реле — 10%;

холодильный агрегат — 35 %, в том числе компрессор — 20 %, шкаф — 15 %.

Минимальные интенсивности отказов элементов холодильников в период гарантии, достигнутые лучшими заводами-изготовителями, приведены в табл. 2.1.

Интенсивность отказов основных элементов холодильника

Элементы холодильника	Отказы	Минимальная интенсивность отказов в год, %
Герметичный компрессор	1. Нет холодопроизводительности 2. Заклинивание 3. Стук (шум) электродвигателя	0,05 0,03 0,05
Холодильный агрегат без компрессора	1. Негерметичность: испарителя конденсатора трубопроводов 2. Засорение 3. Замерзание 4. Прочие	0,06 0,01 0,06 0,005 0,005 0,04
Приборы автоматики	1. Отказы терморегулятора 2. Отказы пусковых реле	0,70 0,20

Как видно из табл. 2.1, наибольшая интенсивность отказов наблюдается у терморегулятора. Из общего числа отказов холодильного агрегата примерно 50 % вызваны системами агрегата, остальные обусловлены неисправностями герметичного компрессора.

Появление неисправностей в течение времени эксплуатации холодильника (морозильника) может быть снижено при выполнении следующих условий:

напряжения питания не должно превышать номинальное на 5 % или быть ниже его на 15 %;

включать холодильник или морозильник поворотом ручки терморегулятора из исходного положения на требуемое деление при включенной вилке соединительного шнура в сеть питания;

не допускать зазора между уплотнителем двери и корпусом шкафа холодильной машины;

следить за чистотой каналов отвода талой воды в процессе полуавтоматического и автоматического размораживания испарителей низкотемпературного и холодильного отделений холодильника;

исключать превышение тепловой нагрузки на компрессорно-конденсаторную группу холодильного агрегата в процессе эксплуатации сверх допустимых пределов (для нормального исполнения более +32 °С, для тропического исполнения более +42 °С);

не помещать в шкаф холодильника или морозильника только что приготовленные блюда в горячем состоянии.

Классифицируются неисправности бытовой холодильной техники по четырем основным признакам:

- 1) степени влияния на работоспособность холодильника или морозильника;
- 2) степени опасности при эксплуатации с неустраненной неисправностью;
- 3) технологическим возможностям выполнения ремонтных работ;
- 4) сложности и трудоемкости ремонта в стационарных условиях.

К первому признаку относятся неисправности, ухудшающие товарный вид холодильника или морозильника, снижающие комфортность использования холодильной машины (повышенный шум и вибрация, перегорание освещения холодильной камеры), частично снижающие работоспособность отдельных элементов холодильного агрегата (деформация двери или деструкция уплотнителя, частичные засорения фильтра-осушителя или закупорка капиллярной трубки, износ триборосопряжений хладонового компрессора и т.д.), а также неисправности, приводящие к полной потере работоспособности холодильника или морозильника (сгорание или заклинивание электродвигателя или компрессора, потеря герметичности холодильного агрегата, выход из строя приборов автоматики и др.).

Ко второму признаку относятся неисправности электрической схемы холодильника или морозильника (например, пробой на корпус).

К третьему признаку относятся неисправности, устраняемые на дому или в стационарных условиях.

К четвертому — неисправности, устранение которых возможно лишь в условиях специализированного предприятия.

Наиболее характерные неисправности, встречающиеся при эксплуатации бытовых холодильников или морозильников, можно разделить на три основные группы: неисправности холодильных агрегатов, неисправности холодильных шкафов и неисправности приборов автоматики.

Неисправности холодильных агрегатов связаны с утечкой хладона, замерзанием или закупоркой капиллярной трубки, засорением фильтра-осушителя, с коротким замыканием обмоток статора встроенного электродвигателя хладонового компрессора или заклиниванием кулисно-кривошипной (шатунно-кривошипной) группы, с завышенным шумом компрессора или заниженной холодопроизводительностью компрессора.

Неисправности холодильных шкафов возникают в виде коробления и трещин на панели двери или в холодильной (морозильной) камере, повышенных теплопритоков в низкотемпературном или холодильном отделении, деформации холодильной камеры в

местах крепления терморегулятора, нарушения лакокрасочного покрытия наружных поверхностей корпуса шкафа и коррозии.

К неисправностям автоматики относится несрабатывание терморегулятора, пускозащитного реле или дополнительных сервисных устройств (перегорание сигнальных ламп, звуковой сигнализации при открытой двери, перегорание лампы освещения холодильного отделения, выход из строя часов).

Опыт эксплуатации и данные заводов-изготовителей свидетельствуют о том, что все перечисленные неисправности встречаются и распределяются по времени эксплуатации холодильных машин неравномерно. При этом следует различать два этапа эксплуатации холодильной машины — гарантийный и послегарантийный. В первом случае неисправности возникают вследствие несовершенства или несоблюдения технологии заводами-изготовителями, во втором — вследствие неправильной эксплуатации, несовершенства конструкции холодильной машины или воздействия эксплуатационных факторов.

В начальный период эксплуатации, как правило, проявляются неисправности, связанные с возникновением шума и вибрации при работе холодильника или морозильника из-за неправильного монтажа подвески компрессора кривошипно-кулисного типа, касания трубопроводов холодильного агрегата друг друга, поломки пружин внутри кожуха компрессора кулисно-кривошипного типа, неправильной установки холодильника или морозильника в помещении. В этот период возможны несоответствие температуры в камере положению указателя ручки на шкале терморегулятора, обусловленное слабым креплением термобаллона на сифоне, заклинивание трибосопряжений компрессора, нарушение герметичности системы холодильного агрегата из-за некачественной пайки мест соединений.

В последующий период эксплуатации холодильных машин возникают неисправности, связанные с засорением жидкостного тракта холодильного агрегата, сгоранием обмоток статора встроенного электродвигателя хладонового компрессора, электрохимической коррозией элементов холодильного агрегата, частичной или полной потерей холодопроизводительности хладонового компрессора, а также выходом из строя приборов автоматики.

Кроме того, возможны быстрое нарастание снежного покрова на поверхности испарителя вследствие неудовлетворительного уплотнения дверного проема и нарушения теплоизоляции между стенками шкафа холодильника или морозильника; неудовлетворительное охлаждение низкотемпературного и холодильного отделений, связанное с утечкой хладона, частичным износом трибосопряжений хладонового компрессора, засорением фильтра-осушителя или капиллярной трубки; повышенный расход электроэнергии, являющийся следствием указанных неисправностей, а также рос-

та температуры обмоток электродвигателя компрессора в результате повышенного напряжения в сети электропитания.

Большинство причин вышеперечисленных отказов холодильников и морозильников связано с чистотой внутренней системы холодильных агрегатов и компонентов их рабочей среды.

Условия работы небольших холодильных машин, к которым относятся бытовые холодильники и морозильники, создают предпосылки для сложных гомогенных и гетерогенных необратимых процессов между маслом, хладоном и различными материалами деталей и узлов холодильного агрегата, в результате которых возникают различные побочные продукты в виде примесей и загрязнений.

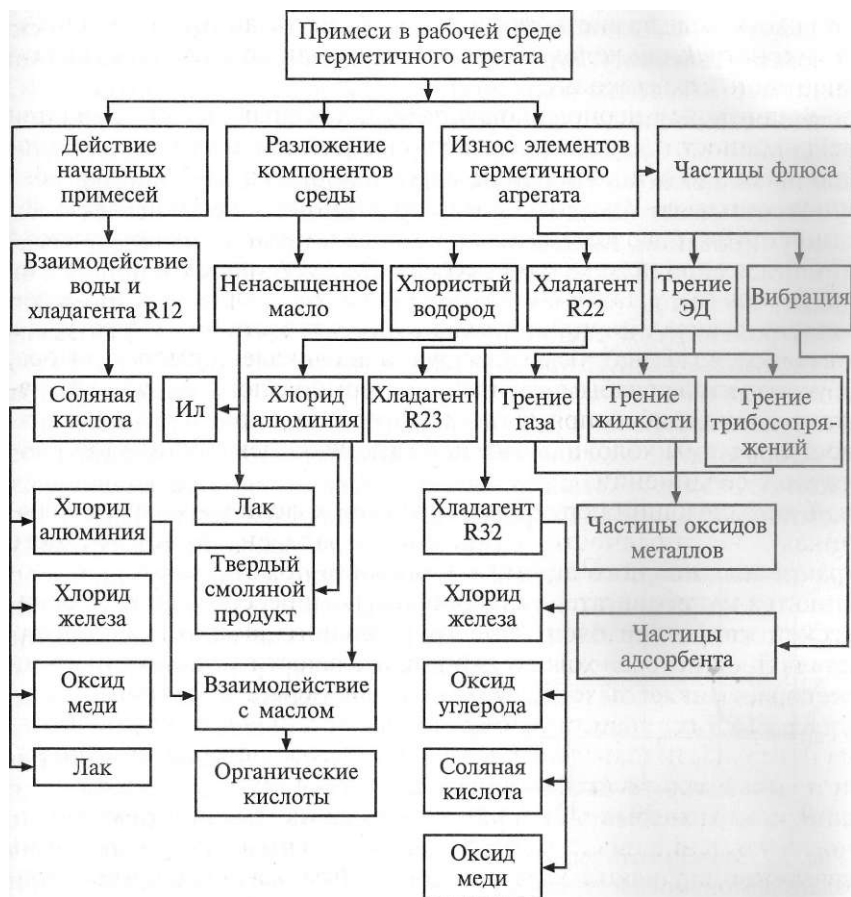


Рис. 2.1. Примеси и загрязнения в рабочей среде бытовых холодильных приборов и причины их возникновения

Примеси и загрязнения в рабочей среде могут возникать при сборке холодильных агрегатов на заводе-изготовителе или ремонте и в процессе эксплуатации (эксплуатационные примеси и загрязнения). При этом они встречаются в рабочей среде холодильников и морозильников практически во всех агрегатных состояниях: твердом, жидком, полужидком и газообразном. Классификация примесей и загрязнений рабочей среды герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников представлена на рис. 2.1.

Главным источником образования большинства примесей и загрязнений рабочей среды является влага. В связи с этим по требованиям современной технологии сборки герметичных агрегатов в процессе изготовления или ремонта концентрация влаги во внутренней системе не должна превышать $10 \cdot 10^{-4}$ мас.% рабочей среды. Это обеспечивается требованиями ГОСТ 5546—86 и ГОСТ 19212—87 к влажности хладагента и масла перед заправкой, а также к воздуху или азоту, которыми осушаются элементы герметичной системы. Так, точка росы воздуха должна соответствовать -55°C , влажность масла должна быть не более $5 \cdot 10^{-4}$ мас.%, влажность хладагента — не более $6 \cdot 10^{-4}$ мас.%. Однако соблюдение этих требований не исключает наличия влаги в герметичной системе.

Влага может находиться в составе воздуха, оставшегося после вакуумирования, выделяться из флюса и припоя, используемых в процессе сборки, и из элементов, составляющих холодильный агрегат, особенно из электроизоляционных обмоток встроенного электродвигателя хладагенового компрессора. На рис. 2.2 показана зависимость выделения влаги из обмоток встроенного электродвигателя в рабочую среду от времени эксплуатации. Концентрация влаги в рабочей среде измеряется в миллионных долях.

Образование влаги во время работы холодильной машины возможно также вследствие химических реакций, протекающих между компонентами рабочей среды. Влага образуется при распаде гидро-

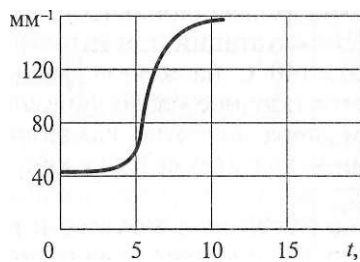


Рис. 2.2. Зависимость выделения влаги обмотками электродвигателя компрессора холодильного агрегата в рабочую среду от срока его эксплуатации

пероксида, являющегося промежуточным продуктом окисления холодильных масел и гидролиза хладагента R22. Образовавшиеся скопления влаги реагируют с компонентами рабочей среды и деталями холодильного агрегата.

Вода вступает во взаимодействие с хладагентом R12, образуя соляную кислоту. Аналогичный результат получается при гидролизе хладагента R22, который может присутствовать в системе в результате взаимодействия смазочного масла и хладагента R12.

Интенсивность протекания химических реакций увеличивается с повышением температуры при каталитическом действии металлических деталей холодильного агрегата.

Однако влага вызывает окисление медных трубопроводов, алюминиевых испарителей, стальных деталей хладагенового компрессора.

При выходе из дроссельного устройства вследствие испарения хладагента и понижения температуры вода выделяется в виде льда, который закупоривает проходное сечение капиллярной трубки. Поступление хладагента в испаритель прекращается, и весь хладагент скапливается в конденсаторе. Это может привести к перегрузке компрессора, поломке нагнетательных клапанов. Этот эффект наблюдается при наличии влаги в герметичной системе агрегата в количестве 50... 100 мг.

Таким образом, наличие влаги в герметичной системе, даже в минимальных количествах, приводит к образованию соляной и фтористой кислот, оксида и диоксида углерода, которые существенно влияют на работоспособность холодильной машины.

Так, концентрация соляной кислоты более 1 г/кг смазочного масла ХФ-12-18(16) вызывает дестабилизацию комплекса меди. В результате происходит отложение меди на стальных трибосопряжениях деталей хладагенового компрессора, а железо путем электрохимического обмена переходит в масляно-хладоновую смесь.

Соляная и фтористая кислоты вызывают ускоренное старение лаковой изоляции обмоток статора встроенного электродвигателя, причем изменение свойств и структуры лаковой изоляции сопровождается выделением в рабочую среду следующих экстрагируемых веществ: ила, лака, смолы, твердых смоляных частиц. Соляная кислота, взаимодействуя с внутренними поверхностями элементов агрегатов, разрушает их, образуя соли металлов (хлорид железа, хлорид алюминия и др.).

Заслуживает особого внимания и химическая стабильность компонентов рабочей среды. В процессе эксплуатации при каталитическом воздействии температуры 120... 140°C на железо, медь и алюминий разлагаются хладагент R12 и смазочное масло. В результате происходит обмен между атомом хлора молекулы хладагента и атомом водорода масла с образованием хладагента R22 и хлорированного масла.

Хладон 22, в свою очередь, взаимодействует с маслом, в результате чего образуются хладоны 23 и 32 с выделением соляной кислоты и хлорированного масла.

Хлорированное масло существует только как промежуточная форма, распадаясь на хлористый водород и ненасыщенное масло. Хлористый водород, вступая в реакцию с металлическими деталями агрегата, способствует образованию солей металлов. Не-

насыщенное масло при температуре 120... 150 °С полимеризуется с образованием ила, лака, продуктов уплотнения и смолистых осадков.

Реакция хладагента R12 со смазочным маслом протекает вначале при каталитическом действии железа и меди, однако после выделения достаточного количества хлористого водорода образуется хлорид алюминия, который является активным катализатором. Это приводит к окончательному разложению смазочного масла с образованием ряда органических кислот. Качественный состав кислот, выделенных из отработанных масел, показывает, что в них содержатся органические кислоты с числом атомов углерода от 4 до 20.

Учитывая, что наличие кислот отрицательно влияет на долговечность холодильника, согласно требованиям современной технологии производства и ремонта герметичных агрегатов концентрация кислот в них не должна превышать 100 ТО^{м4} мас. %.

К числу вредных примесей в рабочей среде относятся и абразивные частицы, некоторое количество которых попадает в герметичную систему во время сборки холодильного агрегата. Их количество зависит от чистоты внутренних поверхностей испарителя, конденсатора, компрессора, трубопроводов, фильтра-осушителя, а также чистоты хладагента, масла и качества пайки.

В процессе эксплуатации дополнительно образуются абразивные частицы металла и оксидные пленки в результате гидроабразивного изнашивания при трении рабочей среды в жидкой и газообразной фазах о внутренние поверхности каналов теплообменников и трубопроводов, а также при износе трибосопряжений деталей компрессора.

Определенное количество абразивных частиц образуется в результате износа гранул адсорбента, который подвергается вибрации при пуске, работе и остановке хладонового компрессора. В результате образуется мелкодисперсный порошок, перемещаемый рабочей средой по всей системе агрегата.

Таким образом, рабочая среда герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников практически никогда не бывает чистой и содержание в ней примесей зависит от большого числа факторов.

Различные примеси и загрязнения оказывают в разной степени отрицательное воздействие на работоспособность холодильного агрегата и долговечность его отдельных деталей (рис. 2.3).

Твердые частицы в виде солей и оксидов металлов, частиц металлов и адсорбента, смешиваясь с илом, лаком и смолами, образуют массу, обладающую большой плотностью и адгезией. Оседая на внутренних поверхностях конденсатора, испарителя, компрессора, трубопроводов и фильтра-осушителя, эта смесь смолистых и твердых веществ увеличивает тепловую нагрузку на компрес-



Рис. 2.3. Влияние загрязнений рабочей среды на работоспособность холодильного агрегата

сор, уменьшает пропускную способность капиллярной трубки и фильтра-осушителя, снижает теплопроводность конденсатора и испарителя. В результате снижается холодопроизводительность агрегата, увеличивается давление нагнетания и соответственно температурный уровень хладонного компрессора, что приводит к перегреву статорных обмоток и их сгоранию.

Каталитическое влияние алюминия на реакцию взаимодействия хладона 12 и смазочного масла приводит к образованию точечной химической коррозии каналов испарителя и нарушению его герметичности.

Постепенная потеря работоспособности одного из элементов герметичного агрегата приводит к отказу холодильной машины в целом.

В процессе эксплуатации детали хладонного компрессора также подвергаются различным воздействиям, результатом которых является изменение посадочных размеров его трибосопряжений. Износ сопряжения цилиндр—поршень снижает производительность компрессора, а сопряжения палец—поршень повышает уровень шума и т.д.

В процессе эксплуатации холодильника (морозильника) обмотка встроенного электродвигателя нагревается при протекании в ней тока. При нагреве обмоток статора в их лаковой изоляции происходят необратимые физико-химические процессы, приводящие к

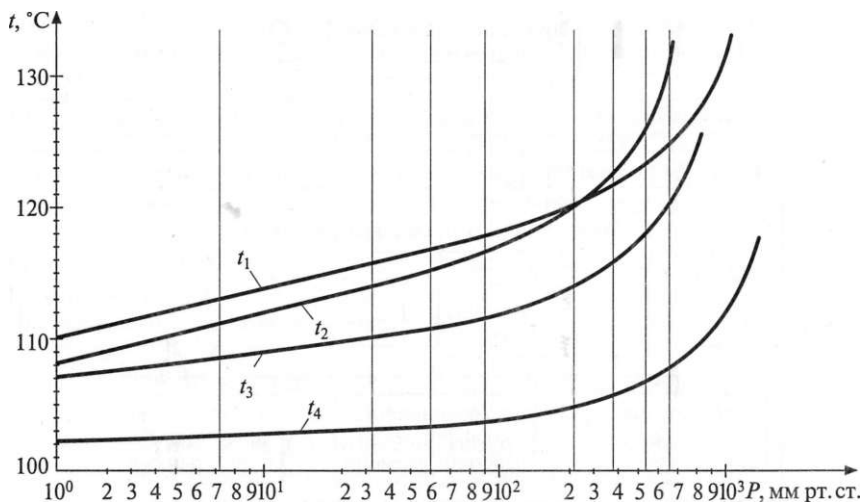


Рис. 2.4. Зависимость температуры обмотки t электродвигателя компрессора от остаточного давления воздуха P в холодильном агрегате:

P — остаточное давление неконденсирующихся примесей; t_1 — график изменения температуры верхней части главной обмотки; t_2 — график изменения температуры главной обмотки, измеряемой методом сопротивления; t_3 — график изменения температуры нижней части главной обмотки; t_4 — график изменения температуры вспомогательной обмотки

ухудшению ее электрических и механических свойств. При повышении температуры нагрева обмоток скорость протекания необратимых процессов в изоляции увеличивается. Нагрев обмоток в течение длительного времени на $10\text{ }^\circ\text{C}$ выше номинального уменьшает срок службы изоляции в два раза. В результате возникают жесткость и хрупкость изоляционного материала, что приводит к появлению трещин в изоляции и ее отсоединению от провода. Это объясняется разностью коэффициентов расширения меди и полимерного материала изоляции. Повышение температурного уровня обмоток может быть связано также с недостатком или избытком смазочного масла в картере хладонового компрессора, повышением момента сопротивления на валу в результате износа трибосопряжений, заедания ротора о статор.

В общем случае в процессе эксплуатации хладонового компрессора возможно возникновение следующих неисправностей: витковое и межвитковое замыкания обмоток статора, замыкание их на корпус или проходных контактов, частичная или полная потеря производительности, потеря герметичности, повышенные шум, стук и вибрация.

Особое влияние на надежность хладонового компрессора и холодильного агрегата оказывает наличие в его системе неконденсирующихся примесей, которые остаются в ней после вакуумирования или образуются в результате протекания вышеуказанных физико-химических процессов.

Проведенные исследования влияния неконденсирующихся примесей на энергетические и температурные параметры холодильного агрегата и вероятность попадания при этом хладонового компрессора в аварийный режим показали (рис. 2.4), что температура обмоток электродвигателя хладонового компрессора, находящегося в составе испытываемого холодильного агрегата до давления воздуха в его герметичной системе, равного 30 мм рт. ст., практически не меняется. При повышении давления на 30 мм рт. ст. температура обмоток увеличивается на 1 °С, а при росте давления на 300 мм рт. ст. происходит резкий скачок температуры обмоток.

Зависимость потребляемой мощности и давления конденсации от остаточного давления воздуха имеет тот же вид, что и температура обмоток (рис. 2.5). Так, при повышении давления на 30 мм рт. ст. потребляемая мощность возрастает на 1,5 Вт, а давление конденсации — на 0,07 МПа.

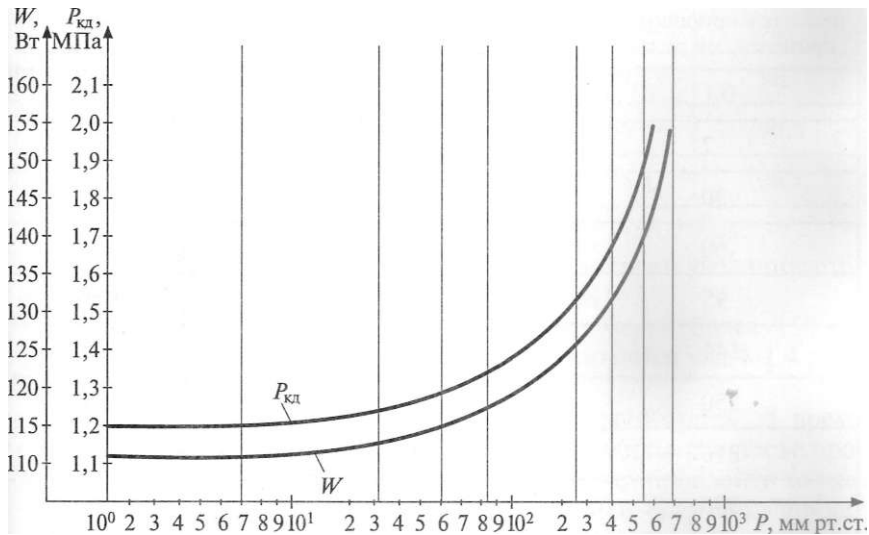


Рис. 2.5. Зависимость потребляемой мощности холодильным агрегатом W и давления конденсации $P_{ка}$ от остаточного давления в нем P :

W — график изменения потребляемой мощности холодильным агрегатом (компрессором); $P_{ка}$ — график изменения давления конденсации в холодильном агрегате

В табл. 2.2 приводятся результаты испытаний холодильного агрегата при рабочем напряжении, равном $0,85 U_H$, для определения вероятности попадания холодильного агрегата в аварийный режим из-за роста температуры его обмоток. До давления конденсирующихся примесей 150 мм рт. ст. запуск хладонового компрессора происходит нормально (время запуска 0,4... 1 с). При давлении 150...350 мм рт.ст. холодильный агрегат запускается в течение 2...3,5 с, при давлении более 350 мм рт.ст. — после 2...6 циклов срабатывания защитного реле.

В табл. 2.3 приведены результаты испытаний холодильников с различным остаточным давлением воздуха в системе агрегата в циклическом режиме работы. На рис. 2.6 приведены графики зависимости расхода электроэнергии, средней температуры в шкафу от давления неконденсирующихся примесей. В интервале давле-

Таблица 2.2

Зависимость времени запуска холодильного агрегата и температуры обмоток его электродвигателя от остаточного давления неконденсирующихся примесей

Остаточное давление неконденсирующихся примесей, мм рт. ст.	Время запуска при $U = 0,85 U_H$, с	Температура рабочей обмотки после запуска, °С
0,1	0,4	100
7	0,8	99
30	0,6	102
60	0,7	104
95	0,4	109
144	0,8	101
250	1,7	110
310	2,4	106
390	Запуск произошел после трех циклов	108
530	Запуск произошел после пяти циклов	110
680	Запуск произошел после четырех циклов	107

Зависимость параметров холодильника (морозильника) от остаточного давления воздуха в холодильном агрегате

Остаточное давление воздуха, мм рт. ст.	Потребляемая мощность, Вт/ч	Средняя температура в шкафу, °С	Давление конденсации, МПа	Средняя температура рабочей обмотки за цикл, °С	Максимальная температура рабочей обмотки за цикл, °С
0,1	62,8	3,8	10,5	88	89,5
1,9	62,8	3,9	10,5	87	90
3	62,8	3,9	10,7	88	90
30	62,8	4,0	10,5	88	90
60	63,2	4,4	11,8	89	92
95	64,6	4,8	12	90,2	93,1
144	66,5	5,3	12,4	90,8	94
250	68,7	5,9	13	92	95
300	69,7	6,7	13,2	93,4	95
390	70,2	6,9	13,6	94,2	96
530	71	7,8	14	95	96,5
680	72	8,9	15,2	96,5	96,7

ний 30... 50 мм рт. ст. расход электрической энергии увеличивается на 0,9, а температура в шкафу возрастает на 0,2 °С.

При давлении неконденсирующихся примесей более 150 мм рт. ст. расход электрической энергии увеличивается уже в 1,4 раза, а температура в шкафу — на 0,3 °С.

Хладоновый компрессор частично проворачивается за время срабатывания защитного реле. Включение холодильника после продолжительной работы в аварийном режиме может произойти только при положении поршня компрессора в верхней «мертвой» точке.

Испытания при $U=1,1U_H$ показали, что температура обмоток электродвигателя компрессора растет, что усугубляет условия попадания его в аварийный режим.

Отказ герметичного агрегата бытового холодильника или морозильника является случайной величиной дискретного типа и зависимость плотности распределения частоты их отказов от вре-

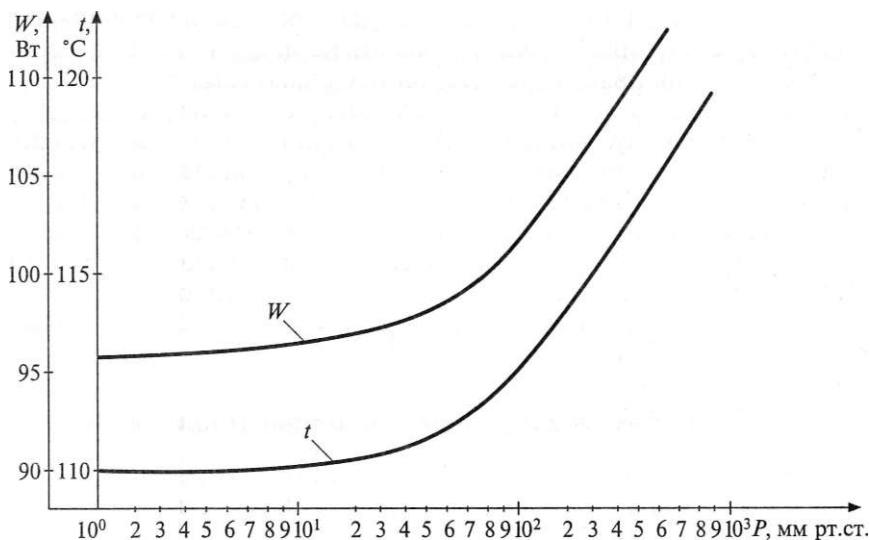


Рис. 2.6. Зависимость потребляемой мощности W и температуры рабочей обмотки электродвигателя компрессора t от остаточного давления P неконденсирующихся примесей в холодильном агрегате:

W — график изменения потребляемой мощности холодильным агрегатом (компрессором); t — график изменения температуры рабочей обмотки электродвигателя компрессора

мени соответствует теоретическому нормальному двухпараметрическому закону распределения Гаусса (рис. 2.7). Данному закону подчиняются, как правило, наработки на отказ изделий, испытывающих воздействие объективных факторов, которые приводят к монотонному изменению параметров машины.

Статистический анализ данных о величине наработки на отказ показывает, что наибольшее число холодильных машин поступает в ремонт, отработав от 6 до 14 лет.

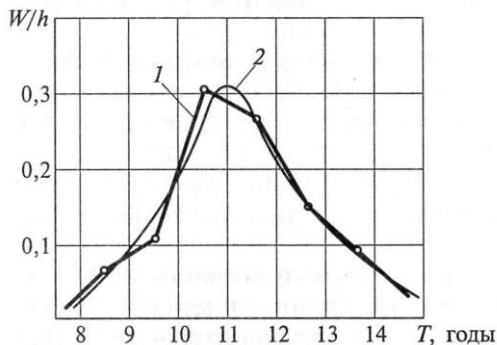


Рис. 2.7. Зависимость плотности распределения частоты отказов W/h от срока эксплуатации холодильного прибора:

1 — эмпирическое распределение; 2 — теоретическое распределение

Согласно ГОСТ 16317 — 76 срок службы бытового холодильника или морозильника должен составлять не менее 15 лет при условии выполнения правил эксплуатации. Однако установлено, что у населения имеется значительное количество холодильников с большим сроком эксплуатации. Объясняется это тем, что фактический срок службы холодильников значительно превышает срок службы, установленный ГОСТом. По статистике известно, что многие холодильники функционируют 30 лет и более. Немаловажное значение в этом имеет организация системы технического обслуживания и ремонта. Установлено, что интенсивность отказов холодильников из-за достижения предельного периода эксплуатации составляет 3... 5 % в год.

2.3. Виды ремонта бытовых холодильных приборов

По своему назначению и объему выполняемых работ ремонты бытовых холодильных приборов подразделяют на текущий, средний и капитальный.

Текущий ремонт включает мероприятия по устранению отдельных неисправностей, которые возникают в процессе эксплуатации техники и препятствуют выполнению возложенных на нее функций. При текущем ремонте восстанавливается первоначальная работоспособность только части элементов, а часть из них остается на пределе допустимых параметров работы.

Анализ характера изменения работоспособности бытовых холодильных приборов показывает, что их работоспособность в процессе эксплуатации должна восстанавливаться преимущественно в ходе текущих ремонтов (далее — ремонты).

Ремонт бытовых холодильников и морозильников проводится методом, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному изделию. При этом холодильник ставится в ремонт независимо от того, сколько агрегатов и деталей требуют ремонта. Неисправные агрегаты заменяют новыми или ранее отремонтированными. При такой организации ремонта у владельца холодильника выполняются разборно-сборочные и регулировочные работы с заменой изношенных агрегатов и деталей. Ремонт неисправных агрегатов (компрессора, испарителя, приборов автоматики и др.), требующих специального технологического оборудования и оснастки, выполняют в специализированных цехах (мастерских).

Структура обслуживающих ремонт средств по восстановлению работоспособности изделий бытовой холодильной техники приведена в табл. 2.4.

Обменные пункты создают необходимый обменный фонд заранее отремонтированных или новых агрегатов и деталей. Пункты осуществляют также прием агрегатов, нуждающихся в ремонте, и

Структура предприятий, обслуживающих и ремонтирующих бытовую холодильную технику

Предприятие	Зона обслуживания	Состав	Основные задачи
Комплексные приемные пункты, малые (до 5 специалистов) мастерские	Микрорайон города, небольшой город, крупный сельский населенный пункт	Мастерская, подвижные средства	Техническое обслуживание, мелкий ремонт, замена агрегатов на дому у владельца
Крупная (более 15 специалистов) мастерская	Административный район области (края, республики), городской район	Мастерская общего назначения, обменный пункт, база снабжения, транспорт и средства связи	Выполнение операций по ремонту узлов и агрегатов, не требующих дорогостоящего технологического оборудования
Предприятие централизованного ремонта (ПЦР)	Область (край, республика), группа областей	Специализированное предприятие, транспорт и средства связи, обменный пункт	Ремонт узлов и агрегатов, восстановление их деталей с использованием дорогостоящего технологического оборудования

доставляют их специализированным предприятиям, в кооперации с которыми они взаимодействуют, для обмена на отремонтированные.

Таким образом, при использовании агрегатного метода ремонта районное звено (крупная мастерская) практически является промежуточным между мастерскими, осуществляющими ремонт холодильных машин путем замены агрегатов и устранение мелких неисправностей, и специализированными ремонтными предприятиями по восстановлению работоспособности агрегатов и других сборочных единиц.

Из анализа надежности работы герметичных агрегатов бытовых холодильных приборов следует, что ремонт и восстановление исходной годности отдельных элементов требуют постоянного совершенствования технологических и организационных вопросов.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

3.1. Организационные формы ремонта бытовых холодильников и морозильников

Неисправности бытовой холодильной техники устраняются предприятиями и организациями с различными формами собственности, а также физическими лицами, имеющими патент на соответствующие виды работ.

В гарантийный период вышедшая из строя бытовая холодильная техника восстанавливается силами завода-изготовителя или техноторговыми центрами и другими предприятиями и организациями, имеющими соответствующие договоры с заводами-изготовителями.

В послегарантийный период обслуживание и ремонт бытовой холодильной техники осуществляется исключительно ремонтным предприятием с различной формой собственности или физическими лицами, имеющими право на данный вид деятельности.

Организационные формы оказания услуг, а также методы и средства ремонта бытовой холодильной техники обуславливаются значительной рассредоточенностью мест эксплуатации, трудностями транспортирования из-за низкой транспортабельности холодильников (морозильников). Учитывая эти обстоятельства, в настоящее время до 90 % отказов бытовых холодильников и морозильников устраняется на дому у владельцев или на предприятиях и в учреждениях, эксплуатирующих холодильные машины.

В стационарных условиях ремонт производится только в случаях установления утечек на стороне всасывания, образования льда в капиллярной трубке, при загрязнении системы герметичного агрегата, «грязного» сгорания статорных обмоток встроенного электродвигателя хладонового компрессора, засорения фильтра-осушителя и др.

Наиболее сложной в ремонте составной частью холодильника или морозильника является герметичный агрегат, технологическая схема ремонта которого должна содержать следующие обязательные операции:

диагностику агрегата с использованием современных средств и методов;

- удаление из системы хладагента;
- распайку соединений агрегата;
- промывку и осушку узлов агрегата в целях удаления из них остатков влаги, масла и загрязнений;
- разделку стыкуемых патрубков и сборку герметичного агрегата после замены или восстановления дефектных узлов или деталей;
- осушку хладагента, смазочного масла, фильтра-осушителя;
- пайку стыков соединительных патрубков;
- проверку собранного агрегата на герметичность;
- вакуумирование и заправку агрегата хладагентом и смазочным маслом со строгим дозированием;
- контроль на отсутствие утечки хладагента;
- обкатку агрегата и проверку температурно-энергетических и электрических параметров;
- контроль агрегата на соответствие требованиям нормативно-технической документации на отремонтированные агрегаты.

3.2. Эксплуатация и ремонт бытовых холодильных приборов. Требования безопасности

Бытовые холодильники и морозильники относятся к электро-механическим изделиям, выполненным по степени защиты от поражения током без заземления (класс 0), поэтому обращение с ними, особенно при возникновении неисправности, требует строгого соблюдения определенных требований безопасности во избежание поражения током.

Перед включением холодильного прибора в сеть необходимо проверить электропроводку на отсутствие возможных нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токоведущих частей на корпус. Следует отключать холодильник (морозильник) от сети при замене электролампочки, уборке шкафа, а также перемещении на другое место. При появлении признаков замыкания на корпус холодильник (морозильник) необходимо немедленно отключить от электросети и вызвать специалиста из обслуживающей организации для выявления и устранения неисправности.

Запрещается при включенном в сеть холодильном приборе одновременно прикасаться к нему и устройствам, имеющим заземление (газовым плитам, радиаторам отопления, водопроводным кранам, мойкам и др.).

Неумелое обращение с герметичным агрегатом при его диагностике и разборке может привести к повреждению трубопроводов и утечке хладагента.

Опасность поражения током при диагностике и непосредственно в ходе ремонта бытовых холодильных приборов возникает при следующих обстоятельствах: при наличии напряжения на клеммах пускозащитного реле, терморегулятора и в других местах электро-

проводки; при коротком замыкании в электропроводке холодильника или морозильника, а также замыкании на корпус.

Приведем некоторые рекомендации по соблюдению требований безопасности при ремонте холодильного прибора в стационарных условиях и на дому у владельца.

Для защиты от поражения электрическим током при работе с напряжением выше 36 В должны применяться электроизолирующие защитные средства (коврики, диэлектрические перчатки, инструмент с изолирующими ручками). Все токоведущие части оборудования, стенов, контрольно-измерительных приборов должны быть недоступны для случайного прикосновения. Работа при сварке и пайке припоями должна проводиться при хорошей естественной и искусственной вентиляции. Рабочее место должно быть оборудовано освещением в соответствии с санитарными нормами.

Перед началом работ проверяют исправность оборудования, стенов, приспособлений, приборов, слесарного и электроизмерительного инструментов; исправность и срок последнего испытания электроизолирующих защитных средств; исправность изоляции проводов, применяемых при сборке электрической схемы, ее соответствие рабочему напряжению; исправность предохранителей, штепсельных разъемов, удлинителей, розеток и их соответствие рабочему напряжению; наличие и исправность заземления корпусов токоприемников, отсутствие оголенных проводов; работу местной изоляции.

Во время выполнения ремонтных работ инструмент и приборы на рабочем месте размещают с учетом удобства и безопасности работы; изменение размещения приборов на рабочем месте, сборку электрических схем производят после отключения холодильного прибора от сети питания; концы соединительных проводов зачищают только на длину, достаточную для подключения; проверку наличия напряжения питания в электрических цепях производят только вольтметром или специальными щупами; при временном прекращении работы или в случае прекращения подачи напряжения питания все приборы отключают от сети.

По окончании ремонтных работ приборы, аппаратуру и электрифицированный инструмент отключают от источника напряжения питания; инструмент укладывают на соответствующие места; рабочее место приводят в порядок согласно санитарным нормам.

В процессе ремонтных работ с бытовыми холодильными приборами необходимо неукоснительно выполнять ряд следующих специальных требований: при использовании баллонов со сжатыми газами не допускать сильных ударов по ним и их падения; распивать трубопроводы агрегата только после разрядки герметичной системы; работы по пайке элементов агрегата производить в защитных очках согласно ГОСТ 124.003 — 80; горелки, редукторы, соединительные шланги закреплять строго за определенными спе-

циалистами; рабочее место сварщика оснастить стойкой для подвески потушенных горелок; при заправке (или разрядке) герметичного агрегата хладагентом не допускать его попадания на руки, лицо и особенно в глаза. В случае попадания хладагента R12 в глаза быстро и обильно промыть их струей чистой воды, надеть темные очки и обратиться к врачу. При попадании хладагента на кожу пораженное место погрузить в чистую теплую воду на 5... 10 мин, после чего обсушить его, не растирая. Затем это место смазать растительным маслом или мазью Вишневского.

При проведении ремонта бытовых холодильных приборов у владельца на дому следует строго соблюдать следующее.

В целях предотвращения поражения электрическим током вся монтажная аппаратура и морозильник (холодильник) перед началом ремонта заземляются или зануляются.

При отсутствии в помещении возможности заземления или зануления электроаппаратура включается через устройство защитного отключения типа УЗО10.20Ю.П. При невозможности заземлить (занулить) и отсутствии устройства защитного отключения или если это представляет значительные трудности, согласно требованиям нормативных документов допускается обслуживание электрооборудования с использованием изолирующих площадок.

Изолирующая площадка выполняется так, чтобы прикосновение к представляющим опасность незаземленным частям ремонтируемого холодильного прибора могло быть только с площадки. При этом должна быть исключена возможность одновременного прикосновения к электрооборудованию, частям другого оборудования и элементам здания (радиаторам, трубопроводам, металлическим раковинам и т.д.).

Не допускается наличие хладагента R12 в помещении, где будут проводиться сварочные работы (во избежание образования ядовитого вещества фосгена). Хладон из герметичного агрегата отбирается в специальные приемники. При каждой зарядке и выпуске хладагента R12 перед пайкой необходимо проветривать помещение в течение не менее 15 мин.

Не допускать попадания в дыхательные пути фтористого водорода, образующегося при пайке с применением фторсодержащих флюсов № 209, 284, воздействие которых чрезвычайно опасно для здоровья. Для работ с этими флюсами используются противогазы типа М (В), и пайка производится в изолированном помещении при открытой форточке. Незначительное выделение вредных газов происходит при пайке стыков медь—медь медно-фтористыми припоями без применения флюсов. Однако стыки медь—сталь сваривают (паяют) только с использованием серебряных припоев и флюсов № 209, 284. Регулярно проверять на герметичность баллоны с пропаном и хладагентом, вакуум-заправочные стенды, имеющие емкости с хладагентом R12.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РЕМОНТ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

4.1. Приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда

При организации приемки в ремонт холодильников и морозильников должны соблюдаться максимальное удобство для заказчиков и минимальная затрата их времени.

Прием заявок на ремонт холодильной техники и оформление заказов производятся, как правило, на месте эксплуатации. Заявка на ремонт может быть принята по телефону или с записью на автоответчик, по факсу.

При оформлении заявки указываются характер неисправности и данные, касающиеся объекта ремонта: модель холодильника или морозильника, заводской номер, год выпуска и др., а также согласуется срок прибытия специалиста для проверки состояния холодильника (морозильника).

На дому у владельца проверяются условия эксплуатации холодильной техники и при необходимости специалист консультирует владельца, отмечая допущенные нарушения, если таковые имели место.

После проверки условий эксплуатации производится дефектация холодильной техники, в ходе которой устанавливаются техническое состояние и комплектность холодильника или морозильника, а также техническая возможность восстановления их исходной работоспособности в соответствии с действующей нормативно-технической документацией; определяются объем, стоимость и место ремонта.

При невозможности выполнить ремонт на месте эксплуатации демонтированные агрегаты (узлы) холодильника или морозильника, а в случае необходимости ремонта шкафа — холодильник (морозильник) транспортируется на специализированное ремонтное предприятие. Холодильная техника или ее отдельные агрегаты (узлы) отправляются в ремонт комплектными.

Транспортирование осуществляется крытым транспортом ремонтного предприятия с соблюдением мер предосторожности, исключающими повреждение холодильника (морозильника), и с соблюдением правил погрузочно-разгрузочных работ. Холодиль-

ники (морозильники) и герметичные агрегаты должны транспортироваться в вертикальном положении.

Поступившие в ремонт агрегаты оприходуются как ремонтный фонд и подвергаются детальной дефектации с применением методов диагностики. Агрегаты и холодильники, принятые в ремонт, хранятся в сухих помещениях при температуре не ниже 5 °С и в условиях, исключающих какие-либо повреждения. Герметичные агрегаты хранятся в вертикальном (рабочем) положении.

4.2. Разборка холодильных приборов на месте эксплуатации

При разборке холодильников и морозильников на месте их эксплуатации выполняют следующее:

- отсоединение холодильника или морозильника от источника тока;

- выгрузку продуктов;

- подготовку инструмента и приспособлений (разборка производится только исправным инструментом, исключающим повреждения демонтируемых агрегатов и деталей);

- демонтаж (исключаются резкие перегибы трубопроводов герметичного агрегата и соблюдается особая осторожность при снятии приборов автоматики в целях исключения их повреждения; снятые шайбы надеваются, а гайки навинчиваются на болты).

4.3. Подготовка холодильных приборов к ремонту

Для ремонта в стационарных условиях принимают только тот холодильник (морозильник) или его составные части, которые по характеру дефектов требуют применения стационарного технологического оборудования для восстановления их исходной годности.

Бытовая холодильная техника относится к сложным электрическим приборам с низкой ремонтной технологичностью. Учитывая это, подготовка данного вида изделий к дефектации включает три этапа:

- подготовку изделия к диагностике;

- подготовку необходимой документации и ознакомление с ней;

- подготовку рабочего места (укомплектованность необходимой аппаратурой, инструментом и оборудованием).

В свою очередь, подготовка к диагностике холодильника или морозильника в сборе включает в себя:

- установку холодильника или морозильника на опорах в соответствии с инструкцией по эксплуатации;

- удаление с поверхности холодильного агрегата пыли и других эксплуатационных загрязнений с помощью сжатого воздуха;

протирку шкафа с наружной и внутренней сторон.

Подготовка необходимой документации и ознакомление с ней включает:

разработку (подготовку) руководства по ремонту, нормативно-технической документации на отремонтированный холодильник или морозильник и его составные части, методики по техническому диагностированию, технологии ремонта холодильника (морозильника) и его основных частей (агрегатов);

ознакомление с основными положениями данной документации;

запись всех необходимых паспортных данных в ведомость дефектов (марка, типоразмер, заводской номер холодильника или морозильника, герметичного агрегата, хладонового компрессора, дата изготовления, напряжение питания и т.д.).

Подготовка рабочего места, аппаратуры и контрольно-измерительных приборов включает:

подготовку аппаратуры, оборудования и контрольно-измерительных приборов к работе;

проверку функционирования и точности показаний в соответствии с требованиями соответствующей методики технического диагностирования либо соответствующих технических требований на дефектацию;

подготовку помещения для проверки холодильника или морозильника (герметичного агрегата) на корректированный уровень звуковой мощности и отсутствие утечки хладагента;

подготовку места слива смазочного масла и удаления хладона из герметичной системы агрегата.

4.4. Технические требования на дефектацию и ремонт бытовых холодильных приборов

Дефектация отдельных частей (агрегатов) холодильных приборов является сложной и ответственной операцией в процессе подготовки изделия к ремонту и оказывает существенное влияние на качество ремонтных работ. Учитывая это, дефектация реализуется в строго определенном порядке, с использованием современных методов и средств технической диагностики в соответствии с ГОСТ 16317-76.

В целом дефектация холодильников и морозильников осуществляется в следующей последовательности:

внешний осмотр и опробование холодильника на работоспособность;

проверка состояния элементов электросхем с помощью приборов (контроль величины сопротивления электрической изоляции, испытание электрической прочности изоляции, контроль сопротивления обмоток статора электродвигателей хладонового

компрессора, контроль отсутствия межвитковых замыканий обмоток статора электродвигателя, контроль отсутствия обрыва или сгорания обмоток статора электродвигателя);

проверка на отсутствие утечки хладагента из системы холодильного агрегата;

контроль температурно-энергетических параметров холодильника или морозильника (температуры на средней полке холодильной камеры и в низкотемпературном отделении, расхода электроэнергии, коэффициента рабочего времени, времени обмерзания низкотемпературного испарителя);

проверка степени нагрева отдельных частей герметичного агрегата;

проверка запуска хладонового компрессора холодильника или морозильника при пониженном напряжении питания;

контроль потребляемой мощности и тока (не ранее чем через 30 мин работы холодильной машины);

контроль скорректированного уровня звуковой мощности.

При внешнем осмотре и опробовании герметичного агрегата проверяются комплектность, состояние отдельных его элементов (отсутствие механических повреждений, нарушений защитных покрытий, коррозии и других дефектов), правильность монтажа хладонового компрессора, отсутствие масляных пятен, характеризующих место утечки хладагента из герметичной системы холодильного агрегата, надежность крепления узлов и плотность прилегания двери.

Дефектация герметичных агрегатов по температурно-энергетическим параметрам заключается в проверке на обмерзание низкотемпературного испарителя и всасывающего трубопровода.

4.5. Ремонт герметичных агрегатов

В приведенном в подразд. 3.1 перечне обязательных операций при ремонте бытовых холодильных приборов (герметичных агрегатов) определено, что их ремонт начинается с удаления хладагента, для чего:

отрезают с труборезом или ножовкой по металлу конец технологической заправочной трубки, капиллярная трубка у патрубков фильтра-осушителя и патрубков конденсатора в месте стыка с другим патрубком фильтра-осушителя;

в течение 20...25 мин через открытый конец одного из отрезанных патрубков или капиллярной трубки из системы агрегата удаляется хладон.

При распайке герметичного агрегата количество стыков, подлежащих разборке, определяется с учетом замены дефектного узла, фильтра-осушителя, а также для обеспечения возможности промывки и осушки узлов ремонтируемого изделия.

Разделка стыкуемых элементов агрегата заключается в удалении остатков припоя, заусенцев, забоин, краски и других дефектов, а также развальцовки концов стыкуемых патрубков, которая должна производиться так, чтобы обеспечить кольцевой зазор в стыке не более 0,1 мм.

Для удаления оксидов и эксплуатационных загрязнений зачищаются шабером и шлифовальной бумагой концы стыкуемых элементов с последующим их осветлением легким раствором азотной кислоты.

В целях удаления смазочного масла и различных загрязнений с внутренних поверхностей составных частей герметичного агрегата (компрессора, конденсатора, испарителя, трубопроводов) они подлежат обязательной очистке или промывке средствами, эффективно растворяющими смазочное масло.

Составные части герметичного агрегата после промывки (перед пайкой) сушат в специальном шкафу при температуре 100... 105 °С, продувая сухим воздухом или азотом с точкой росы -55...-60°С в течение 2 ч при сушке компрессора, 10 мин при сушке испарителя, конденсатора и трубопроводов.

При сборке герметичного агрегата пайкой стыков трубки и патрубки в местах соединений должны быть вставлены друг в друга до упора. Любой объем ремонта герметичного агрегата, связанный с распайкой его стыков, обуславливает обязательную замену фильтра-осушителя на новый или отрегенерированный.

Сварные и паяные соединения в системе герметичного агрегата должны обеспечивать надежную работу холодильника (морозильника) в течение всего срока службы.

Пайка должна производиться припоем ПСр-29,5 по ТУ 48-1-267—80 с мерами предосторожности, исключающими прожог в месте пайки и затекание припоя внутрь соединяемых элементов.

После окончания пайки поверхности деталей в местах спая очищают от флюса. Для стыков медь—медь допускается применение припоя, не содержащего серебра, типа ПМФОЦр-6-4-0,03 по ТУ 48-21-663-80.

При заполнении герметичного агрегата хладагентом последовательно выполняются следующие операции:

- первичное вакуумирование герметичного агрегата;
- вторичное вакуумирование герметичного агрегата;
- заполнение холодильного агрегата хладагентом и смазочным маслом.

4.6. Испытание, проверка и прием бытовых холодильных приборов после ремонта

Каждый из отремонтированных холодильников и морозильников подлежит обязательному контролю качества ремонта.

Виды проверок и характер испытаний отремонтированных холодильников и морозильников определяются в зависимости от объема ремонта.

Внешнему осмотру, проверке величины сопротивления изоляции и опробованию на функционирование подвергаются каждый холодильник и морозильник независимо от выполненного ремонта.

Испытание электрической прочности изоляции проводится при ремонте компрессора или электрической схемы холодильника (морозильника). Проверка работоспособности, определение температурно-энергетических параметров, уровня шума, отсутствия утечки хладагента осуществляются в случае замены или ремонта герметичного агрегата.

При замене или регулировке реле проверяется время его срабатывания по электрическому секундомеру путем запуска при пониженном (не более чем на 15 % номинального значения) напряжении.

При регулировке или замене терморегулятора проверяется его срабатывание при определенной температуре на средних полках холодильной и низкотемпературной камер. При ремонте сигнального устройства проверяется функционирование данного узла.

Объем и характер послеремонтных проверок для отдельных моделей холодильников и морозильников могут изменяться в соответствии с требованиями нормативно-технической документации на данные изделия.

Внешним осмотром проверяются: комплектность, состояние отдельных его элементов (отсутствие механических повреждений, нарушений защитных покрытий, наличие коррозии и других дефектов), правильность монтажа компрессора, качество сборки и электромонтажа, отсутствие масляных пятен, надежность крепления узлов и плотность прилегания дверных уплотнителей и т.д. Плотность прилегания дверных уплотнителей проверяется на отключенном от сети холодильнике или морозильнике по всему периметру двери с помощью немагнитной фольги или плотной бумаги толщиной 0,08... 0,1 мм и шириной 50 мм. Заложённая при закрывании двери между уплотнителем и поверхностью шкафа фольга (бумага) не должна свободно перемещаться по периметру уплотнения.

При контроле состояния параметров электрических цепей проверяются:

сопротивление электрической изоляции элементов электрической схемы холодильника или морозильника в холодном состоянии мегомметром с выходным напряжением 500 В путем подсоединения одного вывода мегомметра к штепсельной вилке соединительного шнура, а второго — поочередно к металлическим и нетоковедущим частям;

электрическая прочность изоляции в холодном состоянии пробойной установкой мощностью не менее 0,5 кВт, прилагая напряжение к штырям штепсельной вилки соединительного холодильника или морозильника. Повышение напряжения до нужной величины и его снижение производятся плавно;

сопротивление обмоток статора электродвигателя хладонового компрессора;

отсутствие межвитковых замыканий или сгорания обмоток статора;

отсутствие обрывов в обмотках статора электродвигателя.

Проверка на отсутствие утечки хладагента из системы герметичного агрегата производится с помощью галоидного течеискателя типа ГТИ-3 или ГТИ-6 или в ванне типа УГ-1.

Проверка температурно-энергетических параметров холодильника или морозильника (температуры на средней полке холодильной камеры и в низкотемпературной камере, расхода электроэнергии, коэффициента рабочего времени, обмерзание низкотемпературного испарителя и всасывающего трубопровода) производится в установившемся режиме и различных положениях ручки терморегулятора при незагруженной холодильной камере и закрытой двери холодильника (морозильника).

Температура в холодильной и низкотемпературной камерах измеряется с помощью термометров сопротивления, которые размещают на полках холодильной камеры, а расход электроэнергии измеряют с помощью электросчетчиков испытательного стенда.

Проверка холодильного агрегата на обмерзание производится в течение не менее 2 ч, а потребляемой мощности и тока — не менее чем через 30 мин работы холодильника или морозильника. Через такой же отрезок времени (30 мин) проверяется степень нагрева отдельных частей герметичного агрегата.

Работоспособность пускозащитной аппаратуры холодильника или морозильника определяется на стенде типа С-4 либо путем включения в электрическую цепь ваттметра и регулировочного трансформатора, характеристики которых соответствуют измеряемым параметрам холодильника (морозильника). Проверка производится путем опробования надежности запуска и устойчивости рабочего режима при уменьшении входного напряжения питания на 15% и превышении на 10% его номинального значения.

Определение уровня шума производится шумомером по ГОСТ 12.1.026—80 в изолированном от производственных участков помещении.

Кроме перечисленного опробованием проверяются:

прочность крепления корпуса и плавность поворота ручки терморегулятора;

легкость открывания (закрывания) дверей и плотность прилегания уплотнителей к шкафу;

включение лампочки освещения холодильной камеры;

отсутствие перекоса полок шкафа;

надежность затяжки крепежных деталей.

Отремонтированные холодильники (морозильники) должны соответствовать основным параметрам и техническим требованиям, изложенным в нормативно-технической документации.

4.7. Технические требования на отремонтированные бытовые холодильные приборы

Средняя температура в холодильной камере холодильника при температуре окружающего воздуха от 16 до 32 °С не должна быть более 5 °С. Ни одно из значений температурного поля в холодильной камере не должно быть ниже 0 °С и выше 10 °С. При этом температура в низкотемпературном отделении должна соответствовать паспортным данным.

Холодильники (морозильники) должны нормально работать при предельных отклонениях напряжения питающей сети до 15 % ниже и до 10 % выше номинального значения 220 В.

Уплотнитель двери должен плотно прилегать к корпусу шкафа по всему периметру.

Если в конструкции шкафа предусмотрен замок (затвор) двери, он должен обеспечивать надежное ее запираение. Ручка замка при закрывании двери должна фиксироваться в горизонтальном или вертикальном положении в зависимости от его конструкции.

После завершения ремонта холодильника (морозильника) должно быть установлено, что:

двери шкафа при открывании и закрывании легко поворачиваются на осях навесок без заедания, перекосов и заметного смещения контуров;

кнопка дверного выключателя при открывании двери безотказно включает, а при закрывании выключает лампочку освещения холодильной камеры;

полки шкафа плотно, не качаясь, лежат на опорах;

испаритель прочно закреплен в низкотемпературном отделении или в холодильной камере, а конденсатор — к задней стенке наружного шкафа;

дверка испарителя в однокамерных холодильниках легко поворачивается на осях и фиксируется в закрытом положении;

корпус терморегулятора надежно закреплен на боковой внутренней панели шкафа холодильной машины, а трубка сильфона плотно прижата к боковой стенке испарителя (при необходимости через регулировочную прокладку). Ручка терморегулятора поворачивается легко и плавно, без заеданий;

крепежные детали холодильника (морозильника) надежно затянуты, головки шурупов и винтов не имеют сорванных шлицев, а головки болтов и гайки — деформированных граней;

головки регулировочных винтов прибора управления оттайкой, пускозащитного реле и терморегулятора после регулировки закрашены эмалью по ГОСТ 9151—75;

подвеска компрессора обеспечивает свободную амортизацию без воспринимаемых на слух посторонних шумов;

трубопроводы не касаются друг друга и, вибрируя в процессе работы, не создают повышенного уровня шума;

соединительный шнур соответствует требованиям нормативно-технической документации, действующей на момент изготовления шнура, и нормирован штепсельной вилкой по ГОСТ 7396—76. Заделка шнура исключает натяжение токоведущих проводников, а его длина согласована с заказчиком, но не менее 1,4 м;

прибор автоматического или полуавтоматического управления оттаиванием должен функционировать безотказно и обеспечивать разрушение снежного покрова испарителя холодильника (морозильника).

Кроме перечисленного следует руководствоваться следующим.

Лакокрасочное покрытие должно производиться с согласия заказчика и соответствовать покрытию класса II по ГОСТ 9.032—74.

Заменяемые узлы и детали должны быть приняты входным контролем и соответствовать действующей нормативно-технической документации. Допускается применение узлов с холодильников и морозильников других марок, если они по своим параметрам соответствуют заменяемым.

Уровень звука на расстоянии 1 м от наружного контура шкафа не должен превышать 45 дБА. Для холодильных машин выпуска до 1 июля 1978 г. уровень звука не более 50 дБА.

Основные параметры герметичных агрегатов новых моделей не должны превышать более чем на 10% значений, установленных технической документацией.

Узлы и детали, устанавливаемые вместо дефектных, должны пройти входной контроль и соответствовать требованиям действующей нормативно-технической документации.

Допускается применять узлы герметичных агрегатов от холодильников (морозильников) других марок при условии соответствия их по основным параметрам и размерам заменяемым.

Материалы, покрывающие внутренние стенки шкафа, полки и соприкасающиеся с хранящимися продуктами, должны быть разрешены к использованию санитарно-эпидемиологической службой.

Внутренние полости хладоновых компрессоров, испарителей, конденсаторов и трубопроводов герметичных агрегатов, не заменяе-

мых при ремонте, перед пайкой должны быть очищены и просушены.

Фильтр-осушитель должен быть регенерирован или заменен новым. Очистка и осушка всех узлов герметичных агрегатов и регенерация фильтра-осушителя производятся по действующей технической документации.

Сварные и паяные соединения в герметичной системе холодильного агрегата должны обеспечивать надежную работу холодильников и морозильников.

Сварные соединения алюминия с алюминием (испаритель, всасывающий трубопровод и др.) производятся ручной электродуговой сваркой в аргоне класса А (ГОСТ 100157 — 79) неплавящимся вольфрамовым электродом толщиной 2,4 или 3 мм с применением сварочной проволоки СВА5 (ГОСТ 7871 — 75) толщиной 2,8 или 3,15 мм без скоса кромок деталей; шов делается односторонним с нахлестом до 8 мм; рекомендуемый зазор 0,025...0,5 мм, катет шва 3 мм; режим сварки: сила тока 90... 120 А.

Медный и алюминиевый трубопроводы одинаковых размеров и толщины стенок сваривают контактной сваркой электросопротивлением. При этом кромки свариваемых деталей должны быть обработаны механическим способом не грубее 40 мкм.

Место сварки не должно иметь острых кромок и должно быть ровным на расстоянии до 10 см от стыка. Сварочная проволока перед использованием должна быть обезжирена и высушена.

В ходе сварки (пайки) и охлаждения после ее завершения не допускаются сотрясения, удары и механические нагрузки на стык. Сварной шов должен быть плотным, без пор, трещин, наплывов. Распределение наплавленного металла по сварочному или паяному шву должно соответствовать ГОСТ 14806—80.

Пайка стыков медных трубок со стальными производится припоем ПСр-29,5 по ТУ 48-1-261 — 80. Стыки медных трубопроводов паяют припоем ПМФОЦр 6-4-0,03 по ТУ 48-21-663 — 60 с использованием флюса № 284, пропана и кислорода.

Величина капиллярного зазора стыкуемых трубок должна быть: конденсатор — змеевик нагнетания, фильтр-осушитель, конденсатор—трубка клапана, трубка для охлаждения масла — конденсатор от 0,02 до 0,135 мм;

между компрессором и трубкой для охлаждения масла, запорной трубкой, всасывающим змеевиком и змеевиком нагнетания от 0,02 до 0,135 мм;

между капиллярной трубкой и всасывающей трубкой, фильтр-осушителем от 0,03 до 0,16 мм;

между всасывающей трубкой и всасывающим змеевиком, трубкой нагрева и клапаном от 0,07 до 0,1825 мм;

между змеевиком нагнетания и клапаном от 0,075 до 0,195 мм

Поверхности соединяемых деталей перед пайкой (сваркой) должны быть обезжирены и высушены.

Прогрев деталей при пайке стыков должен быть равномерным по диаметру и длине стыковки. Прогрев начинают с детали, имеющей большую теплопроводность или большую толщину. Припой подводится тогда, когда детали разогреты до температуры растекания припоя, флюс расплавился и заполнил зазор. В момент подвода припоя горелки несколько удаляют от нагреваемого участка, так как припой растекается в направлении от менее нагретых участков к более нагретым.

В местах пайки допускается расплав припоя в зоне стыка до 15 мм. После пайки стыков остатки флюса должны быть удалены.

Шов должен быть плотным, без микропор, инородных включений, прожогов припоя, с наличием внешней галтели.

Не допускаются незаваренные кратеры, подрезы, наружные трещины шва или околошовной зоны, несоответствие конструктивных элементов паяного шва.

Поврежденное покрытие испарителя восстанавливают лаком МЛ-133; отсасывающую и капиллярную трубки окрашивают алюминиевой краской БТ-177 по ОСТ 6.10-426—79; все остальные поверхности холодильного агрегата — черной эмалью НЦ-25 по ГОСТ 5406-84.

Допускается применение других лакокрасочных материалов, не уступающих приведенным по качеству. Они должны соответствовать по внешнему виду классу IV по ГОСТ 9.032—74.

В результате проведенного ремонта холодильный агрегат должен: быть заполнен осушенным хладоном 12 по ГОСТ 19212—73 и маслом ХФ-12-18(16) по ГОСТ 5546—66 в соответствии с действующей технической документацией;

быть герметичным (утечка хладона не может превышать 0,5 г в год);

надежно запускаться (время срабатывания пускового реле не должно превышать 2 с) и нормально работать при отклонении напряжения питания ниже до 15 % или выше до 10 % его номинального значения;

пройти обкатку в течение не менее 2 ч.

При работе холодильного агрегата с испарителем, помещенным в стеганный или брезентовый чехол, температура воздуха, измеренная на нижней полке испарителя, не должна быть выше указанной в табл. 4.1.

При этом каналы испарителя холодильного агрегата одноиспарительного исполнения должны быть покрыты инеем, а всасывающая трубка должна покрываться инеем на длину, не превышающую влажную зону—часть трубки, находящейся внутри холодильной камеры. Допускаются местные пропуски инея на каналах общей длиной не более 100 мм.

**Значения температуры на нижней полке испарителя через 1 ч работы
в зависимости от температуры воздуха в помещении и маркировки
холодильника**

Температура воздуха в помещении, °С	*	**	***
16 ... 20	-16	-22	-28
21 ... 25	-13	-19	-25
26 ... 30	-11	-17	-23
30 ... 35	-8	-14	-20

При работе холодильного агрегата двухиспарительного исполнения каналы испарителя низкотемпературного отделения должны быть равномерно покрыты инеем на протяжении всего времени работы холодильника (морозильника), а каналы испарителя холодильной камеры — только в течение рабочей части цикла. После отключения компрессора при работе холодильного агрегата в автоматическом режиме испаритель холодильной камеры должен оттаивать и покрываться конденсатом.

При работе холодильного агрегата не допускаются посторонние звуки и дребезжание. Уровень звука работающего холодильного агрегата на расстоянии 1 м от наружного контура не должен превышать 45 дБА.

Выполнение рассмотренных в данной главе организационных мероприятий, строгое соблюдение последовательности ремонтных работ, соответствие отремонтированных холодильных приборов требованиям нормативно-технической документации позволят повысить качество ремонта бытовых холодильников и морозильников и увеличить сроки их дальнейшей эксплуатации.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

5.1. Технология восстановления хладонового компрессора

Хладоновый компрессор является наиболее сложным элементом холодильного агрегата и восстановление его исходной годности возможно в условиях специализированного участка (мастерской) или цеха с применением специального оборудования и использования квалифицированного персонала. Цех (мастерская, участок) должен располагаться в отдельном помещении. Это обусловлено тем, что к чистоте и влажности узлов и деталей компрессора при сборке предъявляются повышенные требования, так как несоблюдение этих параметров сказывается на надежности и долговечности работы отремонтированного компрессора.

Технология восстановления эксплуатационных характеристик компрессора заключается в следующем.

Неисправный компрессор поступает к месту подготовки и комплектации, где составляется дефектная ведомость и сливается смазочное масло из кожуха компрессора.

Разрезка кожуха компрессора выполняется на токарном станке типа ТК62 с использованием специального приспособления для разрезки кожуха, обеспечивающего строгую его центровку и фиксацию вдоль оси. Точность закрепления компрессора в станке контролируется индикатором И420 класса 0 с ценой деления 0,01 мм по ГОСТ 577—68, который устанавливается на гибкой стойке. Биение закрепленного компрессора по наружному диаметру не должно превышать 0,1 мм.

Кожух компрессора разрезается резцом 2102-0055 Т15К6 (ГОСТ Т8877—73) по сварному шву с проточкой канавки между крышкой и кожухом для последующей сварки после ремонта. При этом крышка отрезается не полностью. После снятия компрессора со станка крышка отсоединяется от кожуха при помощи остро заточенного зубила.

В компрессоре горизонтального типа, имеющего правую и левую крышки, отпаиваются в правой крышке выводные концы обмоток статора встроенного электродвигателя. Газовой горелкой отпаивают от левой крышки нагнетательный патрубков. Крышки моют и сушат, а из кожуха извлекают компрессор в сборе.

Для компрессоров горизонтального типа перед их демонтажом кожух ставят на торец и отворачивают четыре винта, соединяющие статор с компрессором. Компрессор с ротором в сборе извлекается из кожуха вручную или при помощи оправки ПБ-78 и направляется на мойку и сушку.

Статор выпрессовывают на гидравлическом прессе, используя оправку ПК-1, не ослабляя посадочные места в кожухе для установки нового или отремонтированного статора. Кожух моют и сушат, а в статоре измеряют сопротивление изоляции обмоток и диэлектрическую прочность изоляции.

Замеряют сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса мегомметром типа М4100/1. Сопротивление изоляции между токоведущими частями при температуре в помещении от 15 до 30 °С должно быть не менее 10 МОм (ГОСТ 17008-85).

Сопротивление изоляции обмоток статора проверяют омметром типа М-372, подсоединяя один провод к общему проводу обмотки, а второй — поочередно к рабочему и пусковому проводам. При этом если электрические характеристики статора соответствуют требованиям ГОСТ 14087—80, его отправляют на мойку и сушку. В противном случае статор транспортируется на участок ремонта электродвигателей для перемотки обмоток. Отремонтированный статор после контроля перед сборкой компрессора просушивают.

Извлеченный компрессор в сборе с ротором промывают в две стадии — предварительно и окончательно в кабине для промывки компрессоров типа КПС-1. В качестве моющей жидкости используют органические растворители, например бензин Б-70. Удалив бензин из внутренних полостей компрессора, его продувают азотом (ГОСТ 9293—74) или сухим сжатым воздухом, после чего проверяют его производительность на стенде.

Компрессор с ротором в сборе устанавливают в технологический статор. Для этого при помощи щупов (набор № 2, класс 2 по ГОСТ 882—75) выставляют зазор между ротором и статором, который для компрессоров горизонтального и вертикального типов должен составлять соответственно 0,15 и 0,23...0,25 мм.

Для определения объемной производительности по воздуху компрессор включают в сеть переменного тока напряжением 220 В (ГОСТ 14087—88), устанавливают вентилем избыточное давление нагнетания, разнос $78,5 \cdot 10^4$ Па, которое контролируется образцовым манометром 5 класса 0,4 по ГОСТ 2403—72 с пределом измерений $1 \cdot 10^4$ Па.

Компрессор испытывают в установившемся режиме после 1 ч работы. При этом температура обмоток не должна достигать более 95 °С.

Производительность компрессора проверяют ротаметром, предварительно оттарированным на нужный предел измерений.

Производительность по воздуху для компрессоров вертикального исполнения должна соответствовать значениям, указанным в табл. 5.1 (ГОСТ 17008-85).

Для компрессоров горизонтального исполнения производительность должна быть не менее $13 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ при избыточном давлении нагнетания 0,8 МПа.

Компрессоры с номинальной производительностью направляются на операции по подготовке компрессора к сборке с электродвигателем и другими элементами холодильного агрегата.

Компрессоры с заниженной производительностью подлежат разборке на рабочем месте, оснащенном соответствующими приспособлениями и инструментом.

Извлеченный из установки по проверке на производительность компрессор с ротором в сборе, показавший производительность, не соответствующую его техническим характеристикам, может иметь следующие неисправности: износ поршня, поршневого пальца, шейки коленчатого вала, поломка всасывающего или нагнетательного клапана, фиксатора поршневого пальца, засорение или неисправность редукционного клапана; при работе компрессора могут раздаваться стуки и происходить его заклинивание.

В ходе разборки компрессора горизонтального исполнения:

с помощью приспособления ПСР-1 снимают ротор с коленчатого вала;

используя молоток и бородок, выпрессовывают заглушки редукционного клапана и масляного насоса, извлекают пружины, плунжер масляного насоса и редукционный клапан. Удалив запорное кольцо переднего подшипника и контрольный штифт, снимают подшипник с коленчатого вала;

маслоприемник и его крышку снимают, отвернув винты крепления и располагая компрессор маслоприемником вверх;

Таблица 5.1

Объемная производительность компрессоров вертикального исполнения по воздуху

Тип компрессора	Объемная производительность по воздуху, $\text{м}^3/\text{с}$, не менее
ХКВ5-1ЛБН, ХКВ6-1ДБН	$13 \cdot 10^{-5}$
ХКВ6-1ЛБН, ХКВ6-1ЛМН и ХКВ-1ЛМТН	$16 \cdot 10^{-5}$
ХКВ6-2ДМН, ХКВ6-2ДМТ	$20 \cdot 10^{-5}$
ХКВ8-1ЛМН, ХКВ8-1ЛМТ	$22 \cdot 10^{-5}$

используя торцовый ключ, отворачивают два болта крепления крышки нижней головки шатуна, после чего извлекают коленчатый вал из корпуса компрессора и поршень с шатуном в сборе из цилиндра компрессора.

Для разборки шатуна в сборе необходимо закрепить его в тисках (ГОСТ 4045—75), нажать на торец клина специальной шпилькой через большое отверстие поршневого пальца и вывести фиксатор в полость поршневого пальца. После извлечения поршневого пальца отделить шатун от поршня.

Головка цилиндра компрессора разбирается с использованием приспособления ПРСК-1:

отворачивают винты крепления головки цилиндра и отсоединяют ее от блока цилиндра;

нажав на торец клина специальной шпилькой, через большое отверстие поршневого пальца выводят фиксатор в полость поршневого пальца. После извлечения поршневого пальца отделяют шатун от поршня.

Для компрессора вертикального исполнения при разборке используют другие приспособления, учитывающие их конструктивные особенности. Для разборки этого типа компрессоров их устанавливают в тиски (ГОСТ 4045—75), отворачивают болты крепления статора к корпусу, извлекают статор, отпаяв выводные концы статора от штепсельной колодки.

Для разборки блока цилиндра компрессор закрепляют в приспособление ПРСК-1, отворачивают винты крепления блока цилиндра к корпусу компрессора. Сняв блок цилиндра с корпуса компрессора, одновременно отсоединяют ползун с поршнем от шейки коленчатого вала, извлекают поршень из блока цилиндра и ползун из обоймы поршня. Отвернув ключом винты крепления крышки головки цилиндра к блоку цилиндра, снимают крышку, прокладку нагнетательного клапана, нагнетательный клапан, клапанную плиту, всасывающий клапан, прокладку всасывающего клапана. Для снятия ротора с вала компрессора используется приспособление ПРС-1.

Детали компрессора подвергают двухстадийной мойке, используя бензин Б-70 (ГОСТ 1012—72) или хладон 113. Моют детали в кабине КПС-1, после чего их продувают сухим воздухом или азотом (ГОСТ 9293—74) в целях удаления моющего средства.

Завершив мойку и сушку, детали компрессора подвергают дефектации. Особое внимание уделяется деталям кулисно-поршневой (шатунно-поршневой) группы.

Для правильной дефектации деталей установлены размерные группы, в пределах которых детали пригодны для дальнейшей эксплуатации. В компрессорах горизонтального типа должны быть обеспечены следующие монтажные зазоры, в миллиметрах:

Цилиндр — поршень	0,010...0,016
Поршень — поршневой палец	0,008...0,016
Донышко поршня (в верхней «мертвой» точке)	
Торец цилиндра	0,00...0,12
Корпус компрессора (подшипник — коленчатый вал)	0,012...0,024
Осевой люфт коленчатого вала (в сборе с ротором), не более	0,05

По номеру размерных групп цилиндра и поршня, приведенных далее, можно рационально подобрать пары, которые позволяют восстановить работоспособность компрессора.

<i>Размерные группы цилиндра, мм</i>		<i>Размерные группы поршня по наибольшему диаметру, мм</i>	
I	26,997...27,000	I	26,984...26,987
II	27,000...27,003	II	26,967...26,990
III	27,003...27,006	III	26,990...26,993
IV	27,006... 27,009	IV	26,993...26,996
V	27,009...27,012	V	26,996...26,999
VI	27,012...27,015	VI	26,999...27,002

Для обеспечения требуемого зазора при монтаже (сборке) компрессора используют нутромер типа 18-50 (ГОСТ 9244 — 75), щуп (набор № 2, класс 2, ГОСТ 882 — 75), образцы шероховатости (набор № 1, ГОСТ 9378-95).

Аналогично могут быть разбиты на размерные группы все пары трибосопряжений компрессора, что позволит увеличить срок службы отдельных деталей и компрессора в целом.

Все детали компрессора, прошедшие дефектацию, сортируют на две группы: годные и негодные. Годные детали в совокупности с комплектующими подвергаются сушке в термошкафах при температуре 105... 110 °С в течение 1,5...2 ч.

Сборка компрессора. В первую очередь собирается шатунно-поршневая группа. Вначале надевают пружину на конец клина, который помещают в торцовое отверстие пальца скосом наружу, вставляют фиксатор конусом вверх в отверстие на цилиндрической поверхности пальца. Нажав на торец клина со стороны большого отверстия, необходимо утопить фиксатор в отверстие, чтобы он не выступал над поверхностью пальца и удерживал клин в отверстии. Вставляя головку шатуна в поршень, устанавливают поршневой палец в отверстие поршня, отжав фиксатор таким образом, чтобы он вошел в замочное отверстие головки, а его торец оказался на плоскости клина.

Закрепив корпус компрессора в приспособлении ПРСК-1, вставляют поршень в цилиндр. При этом поршень с шатуном следует установить таким образом, чтобы бобышка шатуна была обращена в сторону ротора.

Затем, укрепив корпус компрессора в приспособлении ПРК-1, устанавливают ротор на конец вала большим противовесом в сторону корпуса компрессора (при положении поршня в верхней «мертвой» точке) и запрессовывают ротор на коленчатый вал, используя гидравлический пресс. При этом расстояние между корпусом компрессора и ротором должно быть в пределах $(36,5 \pm 0,25)$ мм, что контролируют штангенциркулем ШЦ-11-250-0,01 (ГОСТ 166—89).

Установив корпус компрессора в приспособлении ПРСК-1 верхней частью вниз, а поршень — в положение верхней «мертвой» точки, измеряют расстояние от верхней плоскости цилиндра компрессора до торца поршня, которое должно быть в пределах $0,01 \dots 0,02$ мм, в противном случае поршень подлежит замене. Для замера используют микрометрический глубомер с пределами измерений $0 \dots 0,25$ мм (класс точности 1, ГОСТ 7470—92).

Совместив риски на крышке и нижней головке шатуна, соединяют их болтами, после чего проворачивают коленчатый вал рукой — вал должен вращаться легко, без люфта и заеданий. Затем устанавливают передний подшипник, пружинное кольцо и проверяют биение ротора относительно оси. Для этого компрессор закрепляют в приспособление ПБ-95. Биение проверяют на крайних (диаметрально противоположных) точках ротора. Величина биения не должна превышать $0,05$ мм.

Установив плунжер масляного насоса с пружиной, заглушку масляного насоса, редукционный клапан и пружину, компрессор обкатывают на установке проверки компрессоров на производительность в течение 1 ч при температуре масла $35 \dots 40^\circ\text{C}$.

Второй этап сборки заключается в установке на компрессор клапанной головки. Для этого, укрепив корпус компрессора в приспособлении ПРСК-1, устанавливают поршень в верхней «мертвой» точке, прокручивая вал рукой. Промыв торцы поршня и цилиндра в бензине Б-70 или хладоном 113, устанавливают всасывающий клапан на компрессор, а на него — головку цилиндра с глушителями в сборе, после чего закрепляют последнюю четырьмя винтами и направляют компрессор на контроль производительности.

Промыв компрессор с ротором в сборе бензином Б-70 или хладоном 113, удалив продувкой моющее средство из внутренних полостей, его сушат при температуре $105 \dots 110^\circ\text{C}$ в течение $1,5 \dots 2$ ч.

На третьем этапе сборки компрессора с помощью приспособления ПК-1 запрессовывают статор в кожух до упора; коленчатый вал, плунжер масляного насоса и цилиндр смазывают маслом ХФ-12-18. Затем устанавливают компрессор с ротором в сборе в кожух, используя приспособление для центровки ротора и статора ПБ-78. Все детали перед сборкой просушивают.

С помощью оправки запрессовывают компрессор в кожух до упора. Особое внимание следует обратить на то, чтобы зазор между ротором и статором по всей длине окружности был равен 0,15 мм. Припаяв выводные концы обмоток статора и нагнетательный патрубок к крышкам кожуха, надевают их на кожух и закрепляют струбциной (ГОСТ 18038-72).

Перед сваркой проверяют работу компрессора при пониженном напряжении. Для этого, подсоединив провода от ЛАТР (РПО-250-0,5) к проходным контактам крышки компрессора, определяют напряжение питания и время пуска компрессора. Величину напряжения определяют по вольтметру М2004 (ТУ 25-04-3106 — 76), время запуска — по секундомеру СО ПН пр. 2а-2 (ГОСТ 5072 — 72).

На установке для проверки электрической изоляции ЭИ-1 замеряют прочность изоляции между статором и кожухом компрессора. Изоляция должна выдерживать испытательное напряжение 750 В в течение 1 мин при частоте тока 50 Гц. После контрольных операций компрессор в сборе устанавливают на сварочный полуавтомат. Проверив зазор между крышками и кожухом и радиальное биение кожуха, к нему приваривают крышки. Зазор между крышками и кожухом и его радиальное биение должны быть не более 0,1 мм. Сварку производят в среде углекислого газа при следующих условиях:

Сварочный ток, А.....	150
Напряжение дуги, В.....	20
Расход углекислого газа, л/мин.....	7...9
Проволока, тип (ГОСТ 2246-70).....	Св-0,8А
Частота вращения кожуха, с ⁻¹	0,018...0,023

Контроль герметичности собранного компрессора осуществляют в ванне УГ-1 с горячей водой при температуре 50...60°С, для чего, предварительно заполнив кожух компрессора сухим воздухом или азотом при давлении 1,4... 1,6 МПа, его опускают в ванну на 1,5... 2 мин. По наличию пузырьков на поверхности сварных швов судят о качестве сварки.

На стенде СФМ-1 производят вакуумирование компрессора до остаточного давления 0,66 МПа, после чего заправляют его необходимой дозой масла и сухим воздухом.

После окраски, маркировки и клеймения отремонтированные компрессоры отправляют на склад комплектующих узлов и деталей или на участок сборки холодильных агрегатов.

Порядок сборки и некоторые контрольные проверки качества ремонта компрессоров вертикального типа отличаются от технологии для компрессоров горизонтального типа, что связано с их конструктивными особенностями.

При сборке компрессора вертикального исполнения в первую очередь на коленчатый вал, установленный длинным концом в

приспособление ПЗВ-1, напрессовывают ротор. При этом не допускается радиальное биение ротора более 0,05 мм. Затем собирается кулисно-поршневая группа: поршень компрессора вставляется в блок цилиндра, а ползун — в обойму кулисы, прокладка кладется на корпус компрессора в месте соединения с блоком цилиндра, ползун надевается на коленчатый вал и блок цилиндра закрепляется болтами к корпусу компрессора.

Величина «мертвого» пространства между дном поршня и верхней плоскостью цилиндра должна быть в пределах 0,2...0,25 мм. После этого собирают головку цилиндра, для чего кладут прокладку всасывающего клапана на блок цилиндра, на нее — клапанную плиту с всасывающим и нагнетательным клапанами и прокладку нагнетательного клапана. Сверху устанавливают крышку головки цилиндра и закрепляют ее четырьмя болтами.

После проверки на производительность собирают статор с компрессором. Для этого статор устанавливают в центрирующее приспособление и закрепляют его на корпусе компрессора четырьмя винтами, затягивая их так, чтобы величина зазора между ротором и статором была в пределах 0,23...0,26 мм по окружности.

Установив пружины на кронштейнах подвески, закрепив болтом нагнетательную трубку на блоке цилиндра и установив штепсельную колодку на проходные контакты, компрессор в сборе с электродвигателем помещают в кожух.

Проверка сопротивления изоляции токоведущих частей относительно кожуха компрессора осуществляется мегомметром М4100/1.

Остальные операции выполняются аналогично описанным ранее способам при рассмотрении технологии ремонта компрессоров горизонтального исполнения.

5.2. Требования, предъявляемые к отремонтированным компрессорам

Отремонтированные компрессоры бытовых холодильных приборов должны отвечать следующим требованиям:

падение давления через нагнетательную систему компрессора не должно быть более $1,96 \cdot 10^4$ Па за 8 с;

кожух компрессора должен выдерживать избыточное давление $(19,6 \cdot 10^5 \pm 9,8 \cdot 10^4)$ Па, а герметичность должна сохраняться при давлении не ниже $15,68 \cdot 10^5$ Па;

уровень звука компрессоров типоразмеров 5, 6 и 8 в установленном режиме не должен превышать 42 дБА;

компрессоры должны сохранять работоспособность при температуре окружающей среды от -50 до +50 °С;

компрессоры должны сохранять работоспособность после воздействия транспортных нагрузок;

остаточная влага в компрессоре, заправленном маслом, и остаточное загрязнение не должны превышать значений, приведенных в табл. 5.2;

Таблица 5.2

Предельные значения содержания влаги и загрязнений в компрессоре бытового холодильника (морозильника)

Типоразмер компрессора	Остаточная влага, мг	Остаточные загрязнения, мг
3	60	50
4	75	50
5	75	50
6	100	60
8	100	60
10	110	70
12	130	70

наружные металлические поверхности компрессоров, требующие покрытия, должны быть окрашены в черный цвет гладким однотонным покрытием. Вид и характер покрытия должны соответствовать классу V по ГОСТ 9.032 — 74;

защитный лакокрасочный слой, покрывающий наружные поверхности компрессора, должен быть коррозионно-стойким;

компрессоры должны быть наполнены сухим воздухом с температурой «точки росы» не выше $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до избыточного давления $1,96 \cdot 10^4\text{ Па}$ и их патрубки должны быть герметично закрытыми;

компрессоры должны быть заправлены маслом ХФ-12-18(16) (ГОСТ 5546-66);

время запуска компрессора при отклонении напряжения на сетевых клеммах пускозащитного реле в момент запуска до 15 % ниже номинального значения не должно превышать 1 с;

температура обмоток установленного в компрессоре электродвигателя при его работе не должна превышать значения, допустимого для применяемого класса изоляции. Класс изоляции должен быть не ниже А и Е (ГОСТ 8865 — 93);

ток утечки в установившемся тепловом режиме не должен превышать 0,75 мА;

компрессоры должны быть влагостойкими;

сопротивление электрической изоляции компрессора между токоведущими частями и кожухом должно быть не менее 10 МОм;

электрическая изоляция между токоведущими частями и кожухом компрессора в холодном состоянии должна выдерживать испытательное напряжение 1250 В.

Кроме того, в отремонтированных компрессорах не должны быть нарушены их конструктивные свойства, исключающие опасность возникновения пожара и поражения электрическим током при эксплуатации компрессора в условиях, отличных от заданных. Температура кожуха при этом не должна превышать 150 °С.

5.3. Методы испытаний отремонтированных компрессоров

Отремонтированные компрессоры бытовых холодильных приборов проверяют визуально на соответствие образцу. При данной проверке контролируют комплектность, наличие табличек, соответствие маркировке, качество покрытия и отделки и т.д.

Падение давления следует проверять нагнетанием в герметичный сосуд объемом $(200-10^{-6} \pm 5 \cdot 10^{-4})$ м³, соединенный с нагнетательной системой компрессора, сухого воздуха с температурой «точки росы» не выше -50 °С до избыточного давления более $78,5 \cdot 10^4$ Па. Падение давления замеряется после достижения давления $76,5-10^4$ Па.

Прочность компрессора проверяют в специальной камере под гидродавлением, равным $(19,6 \cdot 10^3 \pm 9,8 \cdot 10^4)$ Па, в течение 1 мин. Результаты испытания считают удовлетворительными, если после снятия давления не наблюдается повреждений сварных и паяных швов и проходных контактов, нет визуально различимых деформаций и компрессор в части герметичности соответствует требованиям ГОСТ 17008-85.

При проверке герметичности компрессор заполняют сухим сжатым воздухом с температурой «точки росы» не выше -50 °С и полностью погружают его в воду температурой от 45 до 75 °С на время не менее 1 мин. Компрессор считают выдержавшим испытание, если в воде не наблюдались пузырьки, исходящие от поверхности компрессора.

Объемную производительность компрессора по воздуху следует проверять при следующих условиях:

Температура обмоток компрессора, °С	85 ± 10
Напряжение нормальное стабилизированное	По ГОСТ 14087 — 80
Давление всасывания (избыточное), Па	0,0... 1,96 · 10 ⁴
Давление нагнетания (избыточное), Па	78,5 · 10 ⁴

Допускается проверять объемную производительность компрессора и потребляемую мощность в холодном состоянии. Испытания проводят при температуре окружающей среды (20 + 5) °С. При этом объемная производительность и потребляемая мощность комп-

**Объемная производительность и потребляемая мощность
отремонтированных компрессоров бытовых холодильных приборов**

Тип компрессора	Объемная производительность, м ³ /с, не менее	Потребляемая мощность, Вт, не более
ХКВ5-1ЛБН и ХКВ6-1ДБН	13 · 10 ⁻⁵	300
ХКВ6-1ЛБН, ХКВ6-1ЛМН и ХКВ-1ЛМТН	16 · 10 ⁻⁵	300
ХКВ6-2ДМН и ХКВ6-2ДМТ	20 · 10 ⁻⁵	300
ХКВ8-1ЛМН и ХКВ8-1ЛМТ	22 · 10 ⁻⁵	300

рессоров с частотой вращения вала 50 с⁻¹ должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 5.3.

Испытание низкой и высокой температурами проводят в следующем порядке.

Компрессор помещают в термокамеру с температурой -50 °С на 24 ч, после чего его извлекают из камеры, выдерживают при температуре 20 ...25°С в течение 12 ч и затем вновь помещают в термокамеру с температурой (50 ± 3) °С на 24 ч.

Испытание компрессора на коррозионную стойкость проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 17008 — 85 при следующих условиях:

Температура воздуха, °С:

верхнее значение.....40 ± 2

нижнее значение.....25 ± 3

Относительная влажность воздуха, %:

при верхнем значении температуры. 93 ± 3

при нижнем значении температуры,
не менее.....95

Цикл температуры (24 ч).....Симметричный

Продолжительность нагрузки для компрес-
соров различного исполнения, циклы 5... 15

Испытанию подвергаются компрессоры без коррозионных повреждений, царапин, предварительно обезжиренные растворителями, не содержащими хлор. Компрессоры помещают в камеру при нижнем значении температур за 1 ч до ее повышения.

Компрессоры считают выдержавшими испытание, если не появилась видимая коррозия и не образовались раковины и вспучивание лакокрасочного покрытия.

Испытание компрессора на наличие избыточного давления воздуха проводят «на слух»: во время извлечения заглушки из вса-

сывающего или операционного патрубка должен быть слышен шум выходящего газа.

При определении необходимого для заправки компрессора количества масла выполняют следующее:

снимают заглушки с патрубков компрессора;
взвешивают компрессор с точностью до 0,002 кг;
сливают масло;

заливают через патрубки 200...250 мл растворителя;
устанавливают на патрубки заглушки и встряхивают компрессор в течение 3 мин;

снимают заглушки и сливают полученный раствор масла и растворителя.

Затем компрессор трижды промывают, заливая для последней промывки 500...550 мл растворителя.

После промывки компрессор помещают в сушильный шкаф и нагревают до температуры 90... 100 °С.

После остывания компрессор взвешивают с точностью до 0,002 кг.

Фактическое количество масла, находившегося в компрессоре, определяют как разность массы компрессора до промывки и после его сушки. Полученная величина должна быть меньше допустимой, установленной техническими характеристиками, не более чем на 0,008 кг.

Температуру обмоток электродвигателя определяют, измеряя их сопротивление при определении холодопроизводительности при номинальном напряжении питания. Температуру обмоток определяют после достижения компрессором установившегося режима.

До начала испытания измеряют сопротивление обмоток электродвигателя после выдержки компрессора в течение 12 ч при постоянной температуре окружающей среды.

Ток утечки измеряют по ГОСТ 14087—88 на компрессоре, работающем при питающем напряжении, равном $1,1 U_H$, с соединенными между собой патрубками всасывания и нагнетания.

Испытание компрессоров на влагостойкость проводят по ГОСТ 14087-83.

Проверку электрической прочности изоляции согласно ГОСТ 14087—83 допускается проводить при температуре компрессора, превышающей температуру воздуха в производственном помещении. При приемосдаточных испытаниях проверку электрической прочности изоляции можно проводить при напряжении 1500 В в течение 1 с.

Испытания на пожаробезопасность проводят на смонтированном в холодильном агрегате компрессоре, подключенном к источнику номинального электропитания, наполненном маслом, при заблокированном роторе двигателя.

Испытание продолжается в течение 360 ч. Если тепловое реле полностью отключит компрессор ранее указанного срока, то испытание дальше не продолжают. Полярность источника питания должна меняться каждые 24 ч.

Во время испытания температура кожуха компрессора, измеренная с помощью термомпар, не должна превышать 150 °С; предохранитель на 10 А, включенный в цепь «кожух—компрессор—земля», не должен плавиться.

Через 72 ч после начала испытания компрессор должен быть проверен на соответствие требованиям ГОСТ 17008 — 85.

По окончании испытания ток утечки между обмотками и кожухом компрессора, измеренный при напряжении, равном $2 U_n$, не должен превышать 2 мА.

Испытания на теплостойкость внешних частей компрессора, стойкость их к поверхностному разряду проводят согласно требованиям ГОСТ 14087-88.

5.4. Технология восстановления фильтров-осушителей

В процессе разборки фильтров-осушителей при ремонте холодильных агрегатов статистически установлено, что фильтрующие элементы после 6... 14 лет эксплуатации холодильных приборов могут быть совершенно чистыми, частично или полностью засоренными. При этом максимальная толщина слоя отложений на отдельных фильтрующих элементах достигала 1... 1,5 мм. В каждом из отдельных фильтров-осушителей наблюдаются отложения белого, желтого, коричневого и черного цветов (рис. 5.1). Адсорбент, извлеченный из различных фильтров-осушителей, имеет цвет, аналогичный цвету отложений. При этом белой массой отложений засоряется внутренняя сторона фильтрующей сетки, расположенной перед капиллярной трубкой, и в меньшей степени — сетка, установленная после конденсатора.

Загрязнению черной смолистой массой подвергаются наружные стороны сеток фильтрующих элементов, установленные после конденсатора.

Желтые и коричневые отложения наблюдаются на наружной и внутренней сторонах фильтрующих сеток.

Лабораторными исследованиями установлено, что белые отложения являются продуктом износа адсорбента, черные — продуктом сгорания обмоток встроенного электродвигателя, желтые и коричневые — результатом частичного процесса этих двух причин.

Результаты статистического анализа характера засорения фильтрующих элементов показали, что засорение белой массой составляет 12 %, засорение желто-коричневой массой — 13,9 %, засорение черной массой — 29,5 %. Из общего числа выборки около 44 %

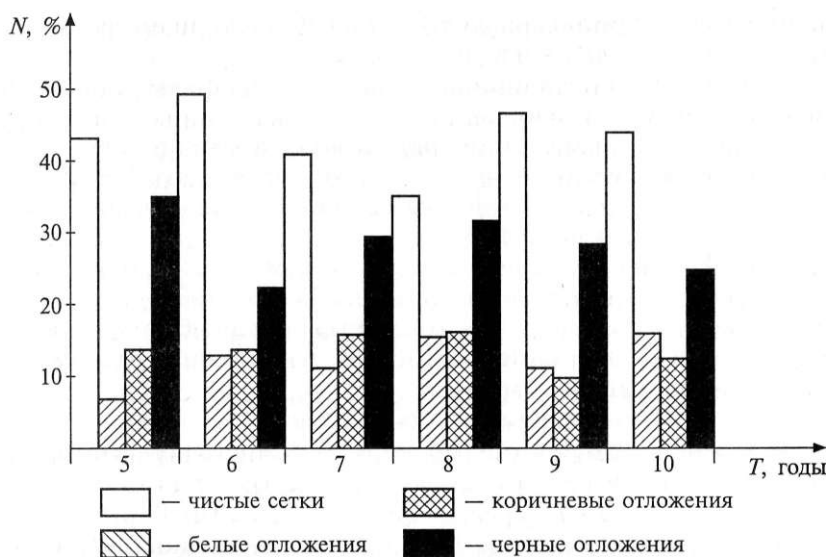


Рис. 5.1. Зависимость видов отложений на фильтрующих элементах от срока эксплуатации бытовых холодильных приборов

сеток отложений не имели. Органические соединения по массе отложений белого цвета составили 0,88 %, отложений желто-коричневого цвета 0,99 %, отложений черного цвета 3,4 %.

Количественный анализ неорганических соединений показывает, что в отложениях содержится 30 % оксида алюминия, 26,3 % оксида натрия, 6,8 % диоксида кремния, 12 % оксида железа, 21 % оксида меди, 3,9 % марганца, цинка и других соединений.

Первые три составляющие неорганической части отложений представляют собой продукты распада адсорбента, что в сумме составляет 63,1 % всей массы отложений.

Остальная часть неорганических соединений образует в совокупности с частицами адсорбента желто-коричневую массу отложений. Черные отложения являются продуктами деструкции лаковой изоляции обмоток встроенного электродвигателя и смазочного масла.

Гранулометрический анализ эксплуатационных отложений на фильтрующих элементах фильтров-осушителей показал, что 85,3 % массы отложений состоят из частиц размерами более 63 мкм и задерживаются фильтрующими элементами. Учитывая тот факт, что размер ячеек фильтрующих элементов в свету составляет 125 мкм, одновременное прохождение двух частиц размерами 63 мкм и более через них невозможно.

Около 15 % загрязнений практически не задерживаются фильтром-осушителем и циркулируют по внутренней системе агрегата

или засоряют капиллярную трубку, имеющую диаметр внутреннего сечения, равный 0,8 мм.

Наличие эксплуатационных отложений на фильтрующих элементах приводит к изменению их фильтрационных характеристик: снижению пропускной способности, изменению полноты и тонкости фильтрования, фильтруемости и грязеемкости.

Изменение эксплуатационных характеристик обуславливается определенной величиной перепада давления хладагента на входе и выходе реального фильтра-осушителя.

Для условий работы герметичного агрегата бытового холодильника (морозильника) величина при прочих равных условиях зависит от температурного режима эксплуатации холодильной машины, который характеризуется температурой кипения хладагента T_0 и температурой окружающего воздуха $T_{об}$.

В номинальном режиме работы герметичного агрегата бытового холодильника (морозильника) на чистых фильтрующих элементах наблюдается перепад давления, равный 0...16 кПа, на частично засоренных — от 16 до 48 кПа, на полностью засоренных — от 48 до 96 кПа и более.

Предельные значения перепада давления на фильтре-осушителе для температур кипения T , равных 243, 253 и 263 К, составляют соответственно 16,2; 28,4; 45,3 кПа.

Согласно требованиям современной технологии ремонта герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников при их разборке обязательна замена фильтров-осушителей на новые или отрегенерированные. Регенерации подлежат фильтры-осушители, не имеющие внутри масла. Наличие или отсутствие масла определяют по характерному перемещению адсорбента при встряхивании корпуса фильтра-осушителя. Регенерация осуществляется в специальных кассетах в вакуумных печах ВП-1 при остаточном давлении 1,33 кПа и температуре 360 °С в течение 6...7 ч.

Качество регенерации определяется в зависимости от остаточной влажности адсорбента. По требованиям ОСТ 27-56-395 — 78 содержание остаточной влаги не должно превышать 2,5 % массы адсорбента. Контроль остаточной влаги производят методом прокаливания порции адсорбента, взятого из объема регенерируемого фильтра-осушителя в печи при температуре 800 °С в течение 45 мин или более низкой температуре до установления постоянной массы. Разность в массе адсорбента до и после прокаливания, выраженная в процентах по отношению к первоначальной массе, определяет содержание остаточной влаги. Взвешивание производят с точностью до 0,1 мг, при этом время контакта адсорбента с воздухом окружающей среды не должно превышать 2 мин.

Все фильтры-осушители, снятые с холодильных агрегатов, должны проходить входной контроль, заключающийся в продувке фильтров-осушителей в целях определения их проходимости.

Таким образом проверяется степень засорения фильтрующих элементов.

Фильтры-осушители, имеющие внутри масло или не прошедшие входной контроль по проходимости, подлежат восстановлению, заключающемуся в замене адсорбента, очистке внутренних полостей корпуса фильтра-осушителя и фильтрующих элементов.

Извлечение адсорбента из корпуса фильтра-осушителя происходит при разрезке корпуса, которая может быть выполнена различными способами, показанными на рис. 5.2. Каждый способ имеет свои преимущества и недостатки, связанные с разрезкой корпуса, извлечением адсорбента, очисткой внутренних полостей корпуса и фильтрующих элементов, загрузкой нового или отрегенерированного адсорбента, последующей сборкой фильтра-осушителя.

При сверлении отверстия на боковой цилиндрической образующей корпуса фильтра-осушителя извлечение адсорбента наиболее трудоемко. Так, из отверстия диаметром 8 мм весь адсорбент извлекается в течение 3...4 мин. Разрезка цилиндрической образующей корпуса под «лепесток» осуществляется на фрезерном станке или вручную ножовкой по металлу, затем плоскогубцами отгибается «лепесток» и извлекается адсорбент. При реализации этого способа затруднена сборка корпуса фильтра-осушителя.

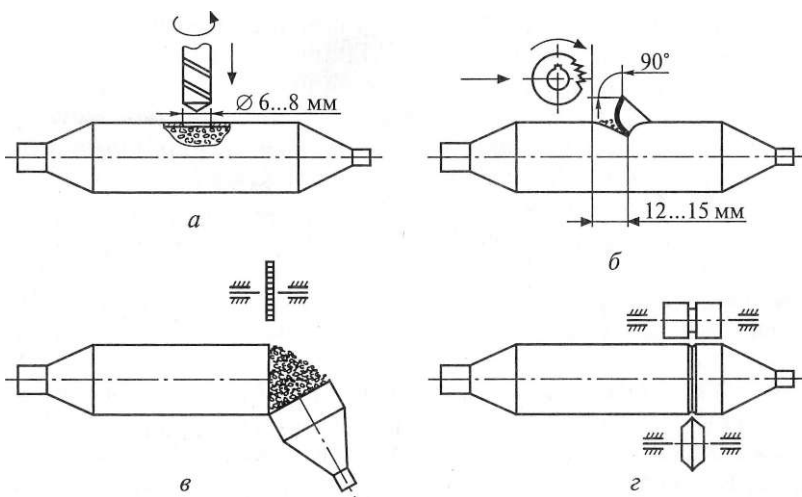


Рис. 5.2. Способы извлечения адсорбента из фильтров-осушителей: а — сверление отверстия в корпусе; б — фрезерование отверстия под «лепесток»; в — фрезерование конусной образующей корпуса; г — отрезка конусной образующей корпуса

Отрезку торцовой части корпуса фильтра-осушителя производят фрезой на токарном станке трубобрезом или вручную ножовкой по металлу. Извлеченный адсорбент дефектуют по цвету. Цеолит белого и светло-желтого оттенка регенерируют, а более темных оттенков утилизируют. Внутренние поверхности корпуса и фильтрующие элементы промывают бензином Б-70 на установке АПИ-2М при давлении 0,2 МПа в течение 3 мин с последующей продувкой воздухом в течение 2 мин. При мойке вручную наиболее эффективно фильтрующие элементы промываются холодном 113.

Промывка фильтров-осушителей с просверленным отверстием и нарезанным «лепестком» затруднена в связи с необходимостью удаления частиц загрязнений из внутреннего объема, а также затруднен контроль качества очистки визуальным способом как наиболее простым в реализации.

Качественная промывка возможна при отрезке конусной части корпуса фильтра-осушителя, когда одна из фильтрующих сеток извлекается, обеспечивая доступ для очистки другой сетки.

На заводах-изготовителях перед загрузкой адсорбента внутренние поверхности фильтров-осушителей подвергают химическому обезжириванию, промывке в горячей воде, химическому травлению, промывке в холодной и горячей воде, сушке. Химическое обезжиривание производят в ваннах моющим препаратом МЛ-52 (ТУ-24-288—71), травление — азотной кислотой (ГОСТ РОТ—89) или серной (ГОСТ 667—5). После сушки в корпус фильтра-осушителя засыпают адсорбент (цеолит типа NaA-2МШ) в количестве (10±0,1) г.

Гранулы адсорбента, засыпаемого в фильтр-осушитель, должны иметь размер (диаметр) 1,5...3 мм, поэтому перед засыпкой его просеивают на сетках по ГОСТ 214—77 и ГОСТ 3584—75 с размерами ячеек, соответствующими требуемой фракции. Загрузку просеянного адсорбента производят с помощью воронки и дозатора. Адсорбент между фильтрующими сетками должен быть уплотнен.

В зависимости от способа разрезки корпуса применяется несколько способов сборки фильтров-осушителей, которые показаны на рис. 5.3.

Отверстие в боковой цилиндрической образующей корпуса фильтра-осушителя может быть запаяно с помощью металлической накладки, стержня или трубки соответствующего наружного диаметра. В последнем случае трубка используется как технологический патрубок для реализации двухстороннего вакуумного вакуумирования системы холодильного агрегата в процессе его заправки после ремонта. Использование дополнительного технологического патрубка, расположенного на линии высокого давления, позволяет вакуумировать капиллярную трубку и компрес-

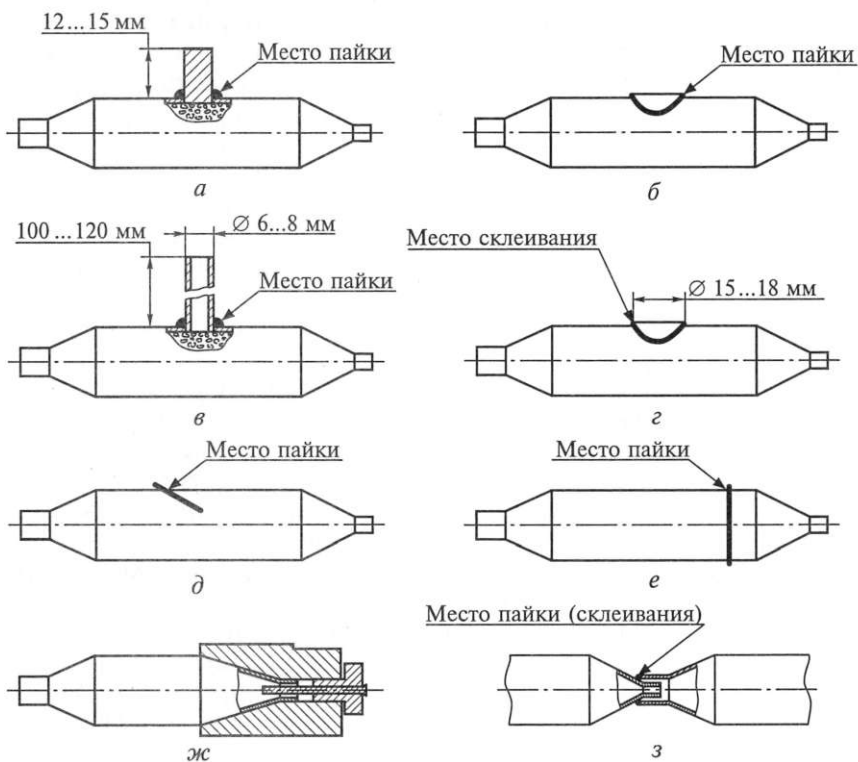


Рис. 5.3. Сборка фильтров-осушителей при ремонте бытовых холодильных приборов:

а — впаивание металлического прутка; *б* — пайка металлической накладки; *в* — впаивание технологического патрубка; *г* — приклеивание накладки; *д* — припайвание «лепестка»; *е* — припайвание конусной части корпуса; *ж* — закатка (завальцовка) торца корпуса; *з* — соединение двух укороченных фильтров-осушителей

сор, характеризующиеся малыми проходными сечениями с двух сторон, что обеспечивает достижение требуемого давления с минимальными затратами времени и энергии.

Металлические накладки, стержни и трубки из меди припайвают медно-фосфорным припоем ПМФОЦР 6-44-0,03 с использованием пропаноокислородной горелки с наконечником № 1. Возможна фиксация медных накладок с применением пленочных клеев на основе эпоксидных смол типов ВК-3Т, ВК-36.

Отрезка конусной части с последующей закаткой корпуса при сборке фильтра-осушителя приводит к уменьшению расчетной величины объема загружаемого адсорбента. В связи с этим для обеспечения гарантированного поглощения влаги из системы герметичного агрегата при эксплуатации после ремонта рекомендуется последовательная установка двух восстановленных таким спосо-

бом фильтров-осушителей. Этот вариант наиболее полно отвечает требованиям ОСТ 27-56-395-78.

Собранные фильтры-осушители подлежат регенерации и хранению в печи ВП-1 до момента установки в ремонтируемый холодильный агрегат.

Перед установкой в холодильный агрегат фильтры-осушители контролируют на проходимость на установке входного (выходного) контроля проходимости фильтров-осушителей.

Отремонтированный фильтр-осушитель должен соответствовать следующему:

внутренняя поверхность корпуса и сеток фильтров должна быть чистой, без окалины и следов коррозии;

объем между корпусом и сетками фильтра должен быть заполнен синтетическим цеолитом типа NaA-2МНI (ГОСТ 51290—72) или другим адсорбентом, равноценным по качеству. Цеолит должен быть уплотнен, но ни одна гранула не должна быть раздавлена, а цеолит перед загрузкой должен быть просеян через сито, ячейки которого обеспечивают отбор гранул диаметром 1,5... 3 мм. Масса помещенного в фильтр-осушитель цеолита типа NaA-2МНI должна быть в пределах (10+0,1) г.

Зазор между корпусом и фильтрами не допускается. Фильтр-осушитель должен подвергаться регенерации до содержания влаги в цеолите не более 2,5 % его массы. Регенерация должна осуществляться в вакуумной печи при температуре 633...643 К, остаточном давлении 2666 Па в течение 6...7 ч.

Для проверки качества ремонта фильтров-осушителей проводят приемосдаточные испытания, куда входят: проверка внешнего вида; проверка габаритных и присоединительных размеров; проверка качества сборки фильтра-осушителя и качества адсорбента; проверка остаточной влаги в адсорбенте.

Внешний вид проверяется визуальным осмотром. Габаритные и присоединительные размеры фильтров-осушителей должны проверяться универсальными измерительными средствами или шаблонами.

Контроль качества сборки проводится с разрезкой конусных частей корпуса фильтра-осушителя с последующей проверкой правильности сборки и запрессовки фильтров. Одновременно проверяется чистота внутренних поверхностей корпуса и фильтров, а также фракция адсорбента.

Контроль массы адсорбента должен проводиться с точностью до 0,1 мг, а остаточная влага в адсорбенте определяется методом прокаливания порции адсорбента из объема отрегенированного фильтра-осушителя в печи с температурой 1073 К в течение 45 мин до установления постоянной массы. Разность масс адсорбента до и после прокаливания, выраженная в процентах к его первоначальной массе, соответствует содержанию остаточной влаги.

5.5. Технология восстановления испарителей

Повреждения испарителя бытового холодильника (морозильника) возникают в результате механических повреждений, электрохимической коррозии, развивающейся при воздействии на металл электропроводной среды, реакции между компонентами рабочей среды, а также при воздействии пищевых продуктов.

Механические повреждения вызываются при удалении снежного покрова с помощью острых или твердых предметов.

При коррозии разрушение стенок каналов испарителя происходит вследствие химического и электрохимического воздействий рабочей среды, а также хранящихся продуктов. Характер разрушения поверхности в большинстве случаев неравномерен. Это связано с физико-химической природой активной среды, а также состоянием поверхностного слоя металла. В результате на относительно небольших участках стенок каналов возникают глубокие язвочки или каверны, которые в конечном итоге приводят к нарушению герметичности испарителя. Восстановление герметичности каналов осуществляют различными способами.

Наиболее качественным способом считают сварку в среде защитных газов неплавящимся вольфрамовым электродом с применением присадочного материала в виде алюминиевой проволоки. В качестве защитных газов применяют инертные газы — аргон или гелий. Сварку производят на установке типа «Удар-300». При восстановлении герметичности каналов испарителя этот способ требует высокой квалификации ремонтного персонала и тщательного подбора и выдержки режимов вольт-амперной характеристики сварочной дуги. Это связано с тем, что на поверхности алюминиевого испарителя имеется тугоплавкая пленка оксидов с температурой плавления 2050 °С, а температура плавления чистого алюминия 658 °С, поэтому при толщине стенок каналов испарителя менее 1 мм происходит оплавление краев отверстия и возможен прожог или провал стенки канала.

При использовании газопламенной пайки для восстановления герметичности испарителя с использованием флюса АФ-4 возникают трудности, связанные с деформацией или прожогом стенок каналов и образованием темного пятна на обратной стороне испарителя из-за выгорания защитного слоя лака, которым покрывают поверхность испарителя.

Особый интерес представляет восстановление испарителей клеями, наиболее доступными из которых являются клеи на основе эпоксидных смол.

В общем случае технология использования клеев предусматривает следующие основные операции: подготовку поверхности, приготовление клея, нанесение клея, армирование клеевого слоя, отверждение клеевого слоя и его механическую обработку.

Подготовка поверхности под склеивание — один из главных факторов, от которого зависят несущая способность и долговечность клеевых соединений. Она заключается в очистке поверхности заклеиваемого канала испарителя (обезжиривании) от следов эксплуатационных загрязнений и создании определенной шероховатости, а также в промывке внутренних полостей канала для удаления смазочного масла. Качество обезжиривания контролируют водой: при отсутствии на обезжиренной поверхности остатков масла или жира образуется водяная пленка, равномерно стекающая с поверхности, а образование водяных капель указывает на наличие на поверхности жировых загрязнений.

Клеевая композиция представляет собой компаунд, включающий в качестве связующего эпоксидную диановую смолу ЭД-16 или ЭД-20, пластификатор—дибутилфталат, наполнитель — алюминиевую пудру ПАК-3, а в качестве отвердителя используется полиэтиленполиамин, позволяющий получать прочное соединение как при комнатной температуре, так и при термообработке.

В целях увеличения срока годности компонентов клеевой композиции и клеев других модификаций необходимо обращать внимание на условия их хранения. Смолы, отвердители, пластификаторы, модификаторы, пленочные клеи, клей «карандаш» должны храниться в темном месте при температуре 0... 5 °С. Перед использованием смолу вакуумируют в целях удаления влаги и нагревают до 40...50 °С для снижения вязкости. Пластификатор и отвердитель выпаривают при температуре 100... 110 °С в течение 3 ч. Порошкообразный наполнитель обезжиривают ацетоном и просушивают в вытяжном шкафу при температуре 18... 25 °С в течение 2 ч, а затем в термошкафу при температуре 200...250 °С в течение 3 ч. После указанной обработки наполнитель просеивают через сито № 0065-0040 (ГОСТ 11187 — 65) и упаковывают в герметично закрывающиеся емкости.

Взвешивание компонентов композиции с точностью до 0,01 г производят в следующей последовательности: смола, пластификатор, наполнитель, отвердитель. После добавления каждого из компонентов их тщательно перемешивают в течение 2... 3 мин. Полученная смесь должна быть использована в течение 20...30 мин.

С точки зрения технологичности особый интерес представляют пленочные клеи типов ВН-24, ВК-24М, ВН-3Т, ВК-36 и др., которые представляют собой клеящую пленку толщиной 0,02... 0,04 мм. Они выпускаются в рулонах шириной 230...290 мм и длиной не более 60 м, хранятся при температуре 0...5 °С. Перед использованием во избежание растрескивания пленку выдерживают 6... 12 ч при температуре 15... 25 °С. Если пленка не армирована, то в качестве армирующего материала используют стеклоткань или капрон, помещая их между двумя слоями клея. Вырезанные по размеру заплаты из армирующего материала обезжиривают ацето-

ном и просушивают. При этом площадь армирующих заплат должна быть на 0,6...0,8 см² меньше площади заплат из клеящей пленки.

При нанесении клеевой композиции на дефектную поверхность испарителя шпателем создают равномерное распределение клеевого слоя вокруг места дефекта в форме квадрата 1,5 x 1,5 см. В целях упрочнения клеевого слоя используют стеклоткань в качестве армирующего материала, которую предварительно прокалывают при температуре 250...300 °С в течение 1,5...2 ч.

Для создания товарного вида подтеки и наплывы клеевого слоя убирают тампоном, смоченным в ацетоне. Клеевой слой с отвердителем полиэтиленполиамином приобретает необходимые свойства при комнатной температуре через 24 ч или при температуре 120 °С через 1 ч, пленочные клеи серии ВК — при температуре 160... 190 °С через 3 ч.

Качество склеивания зависит от строгого соблюдения технологии. Из практики известны следующие основные причины получения дефектных клеевых соединений:

- нанесение недостаточного количества клеящего материала на поверхность детали («голодное» соединение);

- использование пересушенного клея, когда не происходит его соединение с другой склеиваемой поверхностью;

- появление внутри клеевого шва пор, раковин, трещин в результате удаления воздуха или растворителя, используемого при обезжиривании.

Эти дефекты — следствие недостаточной выдержки обезжиренной поверхности детали в вытяжном шкафу или неправильного перемешивания клеевой композиции при ее приготовлении.

- Контроль качества восстановления испарителей заключается в проверке их герметичности. Для этого отремонтированный испаритель спрессовывают — завальцовывают капиллярную трубку на нагнетательном патрубке, а на всасывающей трубке устанавливают муфту ИП-29 или муфту Ганзена. Через муфту испаритель направляют сухим сжатым воздухом или азотом до давления 1,4 МПа, после чего его помещают в ванну типа УГ-1, наполненную водой температурой 50...60 °С. Отсутствие пузырьков газа на поверхности испарителя в течение 1...2 мин свидетельствует о качественном заклеивании поврежденного клапана испарителя.

Использование рассмотренных технологий восстановления основных наиболее часто выходящих из строя элементов герметичных агрегатов бытовых холодильных приборов позволит ремонтным предприятиям создать необходимый ремонтный фонд запасных частей.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

6.1. Технология дефектации и регенерации смазочного масла ХФ-12-18(16)

Восстановленные компрессоры должны заправляться смазочным маслом ХФ-12-18(16), по своим параметрам соответствующим ГОСТ 5546-86.

Доза смазочного масла, заливаемого в кожух одного компрессора, составляет 0,35...0,45 кг в зависимости от его конструкции и типоразмера. Повторное использование масла, извлеченного из компрессоров в процессе их ремонта, возможно только после его регенерации, цель которой — довести параметры масла до соответствия требованиям нормативных документов.

В зависимости от состава и количества эксплуатационных загрязнений, находящихся в масле, различают полную регенерацию, при которой оно приобретает свои первоначальные свойства, и частичную, обеспечивающую восстановление некоторых наиболее важных свойств. Объем работ, необходимых для реализации регенерации, зависит от состояния масла, т.е. от прошедших в нем физико-химических изменений.

В общем виде технология регенерации масла ХФ-12-18(16) предусматривает предварительный отстой, грубую фильтрацию, мойку, отделение моющего рабочего тела, сепарацию, адсорбцию, дегазацию и окончательную фильтрацию.

Отстаивание отработанного масла частично восстанавливает его эксплуатационные характеристики: в процессе отстаивания оседают взвешенные частицы загрязнений. Если при отстаивании масла повышать его температуру, то вязкость масла уменьшается, вследствие чего скорость оседания загрязнений увеличивается и при этом создаются условия для увеличения осадка мелкодисперсных включений. Отстаивание масла рекомендуется вести при температуре 348... 353 К. Однако повышать температуру отстоя масла выше 360 К не рекомендуется, так как в этом случае начинается процесс испарения воды, что приводит к перемещению слоев масла и осадка загрязнений по всему объему.

Для повышения эффективности отстаивания регенерируемого смазочного масла используют бак-отстойник цилиндрической

формы, внутрь которого встроены змеевик, содержащий перегретый пар, или электронагревательные элементы соответствующего назначения и мощности.

Отстаивают масло в течение 6...30 ч в зависимости от степени его загрязнения.

Оптимальное время отстаивания определяют в результате визуального контроля, нанося пробу масла на наклонно расположенное стекло в непосредственной близости от источника света. Наличие воды и включений загрязнений в стекающей пленке масла обуславливается локальным или точечным изменением его цвета на более темный.

Для удаления мелких примесей используют фильтрацию масла, осуществляемую через пористую среду, например металлические сетки, полотно, сукно, войлок, асбест, картон, бумагу и т.д.

Для хладонового масла типов ХФ-12-18(16), извлеченного из ремонтируемых компрессоров и содержащего определенное количество хладона 12, целесообразно применять фильтры решеточной конструкции типов ФНГ-30 и ФНГ-60, которые предназначены для очистки жидкого топлива.

Отстой и фильтрация смазочного масла обеспечивают лишь частичное восстановление физико-механических параметров масла, которое в последующем можно добавлять в небольших количествах к новому.

При заправке отремонтированных компрессоров бытовых холодильных установок следует использовать только полностью отрегенированное масло, т. е. дополнительно проводить его тонкую очистку от остатков механических примесей, кислот, парафинов, воды, газов и других эксплуатационных загрязнений.

Удаление механических примесей, оставшихся после отстоя и фильтрации масла, осуществляют промывкой его горячей водой. При этом в бак с мешалкой и маслом подается горячая вода через змеевик. После промывки смесь воды и масла отстаивается в течение 10 ч. В результате отстоя вода, масло и эксплуатационные загрязнения последовательными слоями распределяются по высоте всего объема бака. Вода сливается в канализацию, масло — в промежуточный бак.

Удаление из масла кислот и смолисто-асфальтовых продуктов распада защитного слоя обмоток статора встроеного электродвигателя и самого смазочного масла осуществляют способом адсорбции.

Поглощение кислот различными адсорбентами наиболее эффективно происходит в присутствии воды. При совместном поглощении воды и кислых примесей из смазочного масла бытовых холодильных машин разработаны высокопрочные и химически стабильные в хладонах 12 и 22 комплексные шариковые сорбенты типа NaA-2КТ.

В отдельных случаях для масел, работающих в условиях пониженных температур, производят в объеме регенерации депарафинизацию, которая включает:

обработку масла растворителем (смесь 30 % ацетона и 70 % бензола или толуола);

отделение выделившейся твердой фазы масла с помощью центрифугирования и с использованием вакуумных фильтров;

очистку масла с добавлением отбеливающих земель для удаления следов растворителей и полярных примесей смол и кислот, что улучшает эксплуатационные характеристики обрабатываемого масла.

Дегазация смазочного масла, используемого в бытовых холодильных машинах, имеет большое практическое значение, так как наличие воздуха, метана, оксида и диоксида углерода оказывает значительное влияние на теплоэнергетические характеристики холодильных машин. Дегазация смазочного масла ХФ-12-18(16) реализуется в процессе его вакуумирования с использованием вакуумных насосов типа ВН-1.

6.2. Методы оценки качества смазочного масла ХФ-12-18

Методы, применяемые для контроля физико-химических и теплофизических свойств смазочных материалов, определяются их особенностями и, в частности, для оценки их качества можно ограничиться лишь температурной зависимостью вязкости от теплофизических свойств.

Методы определения физико-химических свойств, характеризующих показатели качества смазочных материалов в процессе их производства и применения, регламентированы соответствующими ГОСТами.

Как правило, для всех масел обычно определяют большинство общеупотребительных показателей: вязкость, плотность, температуру вспышки.

Физико-химическими свойствами в большей степени определяются такие эксплуатационные свойства масел, как стабильность к окислению, смазочная способность, вязкостно-температурные, защитные и коррозионные характеристики.

Важнейшим показателем физико-химических и эксплуатационных свойств масла является его вязкость, определяющая надежность режима смазки и зависящая от углеродного состава масла.

Учитывая, что вязкость масла зависит от температуры, определяется его вязкостно-температурная зависимость с использованием выражения

$$\lg(\gamma + k) = A - B \lg T,$$

где ν — кинематическая вязкость; k — универсальная константа; A и B — константы для данного масла; T — абсолютная температура, К.

При оценке качества масла используют систему индексов вязкости (ИВ), которые характеризуют его чистоту. Под индексом вязкости понимают величину, полученную при сравнении вязкостно-температурных свойств исследуемого масла с эталоном и определяемую по формуле

$$\text{ИВ} = \frac{L - N}{L - H} \cdot 100,$$

где N — вязкость исследуемого масла при $37,8^\circ\text{C}$; L , H — вязкость при $37,8^\circ\text{C}$ масел соответствующих серий, имеющих ту же вязкость, что и исследуемое масло.

Определение кинематической вязкости смазочного масла производят с помощью вискозиметра ВПЖ-1 (рис. 6.1). При этом используют стеклянные лабораторные термометры с пределом измерения до 150°C , секундомер и фильтровальную бумагу. Для определения кинематической вязкости выбирают вискозиметр с таким расчетом, чтобы время истечения было не менее 200 с. Вискозиметр должен быть высушен, а масло фильтруют через бумажный фильтр, предварительно нагрев его до температуры $50 \dots 100^\circ\text{C}$.

В процессе испытаний вискозиметр, наполненный маслом через трубку (см. рис. 6.1, а) до пространства между метками M_3 и M_4 помещают в термостат.

На концы трубок 1 и 2 надевают резиновые трубки, которые снабжены кранами, а трубка 2 — дополнительно резиновой грушей. После выдержки в термостате в течение 15 мин при закрытой

трубке 2 масло грушей засасывают выше метки M_x примерно до середины резервуара 5 и перекрывают кран, соединенный с трубкой 2. Если вязкость испытываемого масла менее 500 сСт, открывают кран на трубке 2 и затем освобождают зажим на трубке 1.

При большей величине вязкости испытываемого масла сначала открывают трубку 1, а затем замеряют время понижения уровня жидкости в трубке 2 от отметки M_1 до M_2 . При этом обращают внимание на то, чтобы в момент подхода уровня жидкости к отметке M_1 , в расшире-

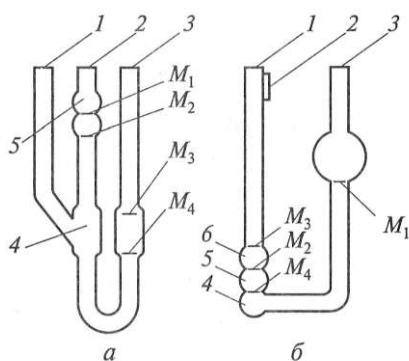


Рис. 6.1. Устройство вискозиметров типов ВПЖ-1 (а) и ВНЖ (б): 1, 2 — трубки; 3 — колено; 4, 6 — расширения; 5 — резервуар

нии 4 образовался «висячий» уровень, а в капиллярной трубке не было пузырьков воздуха.

Для измерения времени истечения испытываемого масла в вискозиметре типа ВНЖ на отводную трубку 1 надевают резиновую трубку. Затем, зажав пальцем колено 3 и перевернув вискозиметр, окунают колено 3 в сосуд с испытываемым маслом и засасывают его с помощью резиновой груши до метки M_b , следя за тем, чтобы в испытываемой жидкости не образовывались пузырьки воздуха. В тот момент, когда уровень жидкости достигает метки M_A , вискозиметр вынимают из сосуда и быстро переворачивают в нормальное положение. Затем удаляют с внешней стороны конца колена 3 избыток масла и надевают резиновую трубку длиной 8... 15 см с присоединенным закрытым краном.

Открывают кран для заполнения жидкостью резервуара 5 и вновь его закрывают. Когда жидкость заполнит приблизительно половину резервуара 5, вискозиметр устанавливают в термостат и после выдержки в течение 20 мин открывают колено 3 и, пользуясь двумя секундомерами, измеряют время истечения жидкости от метки M_x до M_2 и от метки M_2 до M_3 . По времени заполняют резервуар 5 и вычисляют вязкость по формуле

$$v = C_{\tau} \frac{g}{980,7} \cdot K,$$

где C — постоянная вискозиметра, сСт/с; x — среднее арифметическое время истечения в вискозиметре испытываемого масла, с; g — ускорение силы тяжести в месте ускорения истечения, см/с²; 980,7 — ускорение силы тяжести нормальное ($k = 1$); \wedge Г — коэффициент.

Одной из важнейших эксплуатационных характеристик смазочных масел является температура «вспышки», за которую принимается минимальная температура образуемой смеси паров масла и воздуха, способной возгораться от открытого огня. Температура «вспышки» находится в тесной связи с другими характеристиками масла ХФ-12-18(16): температурой кипения, давлением паров, испаряемостью и др.

При определении температуры «вспышки» смазочного масла его наливают в тигель таким образом, чтобы уровень масла находился в 15 мм от верхней кромки тигля, который устанавливают в кольцо штатива в затемненном месте, где отсутствует движение воздуха. В центре тигля помещают термометр в вертикальном положении, закрепив его в штативе. Когда температура масла ожидаемой температуры «вспышки» будет меньше на 10 °С, медленно проводят по краю тигля на расстоянии 10 мм от поверхности масла пламя зажигалки. Такое испытание повторяют через каждые 2 °С последующего нагрева масла. За температуру «вспышки» при-

нимают температуру нагрева масла, показываемую термометром при появлении первых признаков синего пламени.

Согласно ГОСТ 5546—66 температура «застывания» определяется значением температуры, при которой уровень масла в пробирке диаметром 20 мм, установленной под углом 45°, остается практически неподвижным в течение 1 мин.

Температура застывания не является физической характеристикой масла, так как у него нет определенной температуры точки перехода из жидкого состояния в твердое. Однако, учитывая вероятность переноса масла из кожуха компрессора по системе герметичного агрегата в капиллярную трубку и испаритель, температура «застывания» смазочного масла типа ХФ-12-18(16) имеет существенное значение.

Степень очистки смазочного масла в значительной мере зависит от его зольности, величина которой определяется по ГОСТ 1461-75.

Сущность метода заключается в сжигании определенной массы испытываемого масла и прокаливании твердого остатка до постоянной массы. В тигель № 5 или № 6 по ГОСТ 9147—90Е помещают обеззолненный фильтр так, чтобы он плотно прилегал ко дну и стенкам тигля. Тигель с фильтром взвешивают и помещают в него дозу испытываемого масла, равную (2,5+0,2) г.

Второй обеззолненный фильтр складывают вдвое и сворачивают в виде конуса на расстоянии 5... 10 мм от верха, отрезают и помещают в другой тигель. Свернутый в виде конуса фильтр окунают в тигель с маслом основанием вниз так, чтобы он стоял устойчиво, закрывая большую часть поверхности масла.

После того, как фильтр пропитывается испытываемым маслом, его поджигают. Сжигание масла проводят до получения сухого остатка. В начале сжигания и при горении пламя должно быть ровным и спокойным. Далее тигель с остатком переносят в муфельную печь, нагретую до 600°С, и выдерживают в течение 1,5...2 ч до полного озоления остатка, после чего тигель вынимают из муфельной печи, переносят на асбестовый лист и охлаждают в течение 5 мин на воздухе, а затем в эксикаторе в течение 30 мин; взвешивают и снова помещают в муфельную печь на 15 мин.

Прокаливание, охлаждение и взвешивание повторяют до получения постоянной массы. При этом зольность испытываемого продукта в процентах вычисляется по формуле

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100,$$

где m_1 — масса золы, г; m_2 — масса золы двух бумажных фильтров] г; m — масса испытываемого продукта, г.

Одним из показателей качества масла ХФ-12-18(16) является температура его помутнения. При охлаждении масла из него вы

падают тяжелые углеводороды (парафины) с высокой температурой плавления.

Ввиду нерастворимости парафинов в хладагонах температура помутнения масляно-хладонового раствора всегда выше, чем чистого масла. Температура помутнения масла должна быть во всех случаях ниже температуры кипения хладагента в испарителе. Снижения температуры помутнения достигают депарафинизацией масла, после чего масло становится прозрачным и менее вязким.

Для масел, использующихся в бытовой холодильной технике, существенное значение имеет содержание в них кислот.

Согласно ГОСТ 5985—79 содержание кислот в пробе масла определяют по величине кислотного числа в миллиграммах едкого кали, необходимого для нейтрализации 1 г испытываемого смазочного масла.

Для решения этой задачи в коническую колбу с точностью до 0,001 г помещают испытываемое масло в количестве 8... 10 г. В другую коническую колбу помещают 50 мл 85%-ного этилового спирта, закрывают колбу пробкой со вставленным в нее холодильником и кипятят содержимое в течение 5 мин. В кипяченый спирт добавляют 4...5 капель индикатора нитрозинового (желтого) и нейтрализуют в горячем состоянии при непрерывном взбалтывании 0,05 н. раствором КОН до изменения окраски с желтой на зеленую.

При наличии синей или сине-зеленой окраски щелочного титрования не производят и записывают, что органические кислоты в испытываемом масле отсутствуют.

В общем случае кислотное число испытываемого масла в миллиграммах КОН на 100 мг вычисляют по формуле

где 100 — коэффициент для введения кислотности 100 мг масла; V — объем 0,05 н. раствора КОН, расходуемый на титрование; T — титр 0,05 н. раствора КОН, мл; 50 — объем масла, взятый для испытания, мл.

Кислотное число испытываемого масла K_f в миллиграммах КОН на 1 г вычисляют по формуле

$$K_1 = \frac{100V_1T}{m},$$

где V_x — объем 0,05 н. раствора КОН, пошедший на титрование; T — титр 0,05 н. раствора КОН, мг; m — навеска испытываемого масла, г.

Из-за сложности технической реализации рассмотренных методов определения показателей качества смазочного масла к бытовым холодильным приборам на практике используют более про-

стой метод определения годности масла, основанный на визуальном контроле масляного пятна.

На листок фильтровальной бумаги наносят каплю испытываемого масла и по образовавшемуся масляному пятну судят о качестве масла. Свежее масло оставляет на бумаге светлое пятно, имеющее одинаковый оттенок по всей площади, а отработанное масло образует пятно с темным центром, вокруг которого располагается более светлый масляный пояс. В центре пятна собираются углеводородистые и другие нерастворимые в масле частицы, а затем уже расплывается масло, очищенное от них.

Цвет ядра изменяется в зависимости от количества нерастворимых загрязнений, находящихся в масле, от серого до черного, а цвет масляного пояса в зависимости от наличия в масле растворимых продуктов окисления — от лимонного до темно-коричневого. Анализ цветовой гаммы пятна масла, извлеченного из герметичного холодильного агрегата, позволяет определить степень загрязнения масла.

Для проверки щелочности рядом с каплей масла на фильтровальную бумагу наносят фенолфталеин с таким расчетом, чтобы при расплыве оба пятна соприкоснулись. Если масло имеет щелочность, то по краю масляного пятна появится пояс розовой окраски, особенно отчетливо видный при рассмотрении пятна на свет.

Анализ рассмотренных методов оценки качества смазочного масла показывает, что в производственных условиях наиболее объективными являются:

- определение вязкости;
- определение кислотного числа;
- контроль цветовой гаммы масляного пятна.

Среди предложенных методов оценки качества регенерации масла ХФ-12-18 наиболее трудоемким является определение содержания кислот. Однако между содержанием и концентрацией кислот в масле и его цветностью существует определенная зависимость.

Установлено, что при извлечении отработанного масла из кожухов компрессоров, поступивших в ремонт, оно имеет следующие цвета: светло-желтый, желтый, желто-коричневый, коричневый, темно-коричневый или черный.

Масло светло-желтого и желтого цветов принадлежит компрессорам, извлеченным из агрегатов с нарушением герметичности алюминиевых испарителей или герметичности системы агрегата.

Масло желто-коричневого и коричневого цветов принадлежит компрессорам из агрегатов, поступивших в ремонт по причине засорения фильтра-осушителя или капиллярной трубки, при заклинивании компрессора, потере его производительности.

Масло темно-коричневого и черного цветов извлекается из компрессоров, у которых частично или полностью сгорели обмотки статора встроенного электродвигателя.

Кислотное число отработанного смазочного масла типа ХФ-12-18(16)

Цвет масла	Кислотное число, мг КОН/г масла
Светло-желтый	$6 \cdot 10^{-3}$
Желто-коричневый	$34 \cdot 10^{-3}$
Темно-коричневый	$56 \cdot 10^{-3}$
Черный	$84 \cdot 10^{-3}$

Содержание кислотного числа в пробах масел различного цвета представлено в табл. 6.1.

Согласно ГОСТ 5546—66 величина кислотного числа для масла, пригодного к употреблению в компрессорах бытовых холодильников и морозильников, не должна превышать $30 \cdot 10^{-3}$ мг КОН/г масла, поэтому масло светло-желтого и желтого цветов можно использовать повторно без полной регенерации, а масло более темных цветов подлежит полному комплексу регенерации, за исключением черного, которое утилизируют.

6.3. Технология заправки холодильных агрегатов смазочным маслом ХФ-12-18(16)

Опыт ремонта и последующей эксплуатации герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников показывает, что в том случае, когда отказы агрегата не оказывают существенного влияния на качество смазочного масла, за исключением, например, случая сгорания обмоток статора встроенного электродвигателя, имеющееся в холодильном агрегате масло может использоваться в дальнейшей эксплуатации холодильной машины. Полное удаление масла из системы холодильного агрегата целесообразно только при разрезке кожуха герметичного компрессора в процессе его капитального ремонта с последующей промывкой специальными рабочими телами (П-11, КЗО и др.). В некоторых случаях слив масла приводит к перераспределению эксплуатационных отложений, оседающих в масляной ванне и в пределах всей конструкции хладонового компрессора. Следствием этого явится увеличение числа отказов в последующей эксплуатации бытовых холодильных приборов. Особенно неблагоприятным в этой связи считается попадание продуктов деструкции масла и защитного слоя лаковой изоляции обмоток статора, а также продуктов износа трибосопряжений в зазоры сопрягаемых пар (поршень — цилиндр, корпус — вал, ползун — обойма и т.д.) и клапанный механизм.

Способ определения необходимого количества смазочного масла для нового компрессора путем слива из него масла и удаления его остатков с помощью растворителя с последующим взвешиванием с точностью до 0,002 кг неприменим при их ремонте. Это обусловлено невозможностью определения количества масла, унесенного из кожуха компрессора в теплообменную систему агрегата рабочим телом. Эта часть масла оседает на внутренних поверхностях компрессора, испарителя, фильтра-осушителя, при замене которых в процессе ремонта холодильного агрегата теряется безвозвратно.

В связи с этим, с одной стороны, при нехватке масла растет потребляемая мощность вследствие повышения температурного уровня деталей компрессора, с другой — избыток масла приводит к повышению его концентрации и ухудшению показателей качества холодильной машины и в первую очередь производительности холодильного агрегата. Кроме того, из-за конструктивных особенностей высокооборотных компрессоров с нижним расположением встроенного электродвигателя избыток масла приводит к контакту нижнего торца ротора с поверхностью масляной ванны и, как следствие, росту потребляемой мощности и последующему сгоранию обмоток статора электродвигателя компрессора при перегрузке.

Поэтому масло рекомендуется дозировать в установившемся режиме работы холодильного агрегата при подаче на обмотки встроенного электродвигателя стабилизированного напряжения, равного $12 U_H$. Заканчивать дозирование необходимо при стабилизации потребляемой мощности в соответствии с ГОСТом.

Требуемое количество смазочного масла, заправляемого в агрегат, определяют в следующей последовательности.

Собранный холодильный агрегат после вакуумирования заправляется необходимым количеством хладагента и технологическим количеством смазочного масла. В случае замены компрессора на новый или отремонтированный агрегат в него заправляется доза масла, являющаяся технологической и сниженной по сравнению с требованиями.

При замене какого-либо вышедшего из строя другого узла холодильного агрегата технологической дозой является масло, оставшееся в системе. Таким образом, в обоих случаях в системе холодильного агрегата заведомо находится сниженное количество смазочного масла, что упорядочивает процесс достижения необходимой его дозы.

При обкатке и проверке холодильного агрегата на холодопроизводительность в целях сокращения времени выхода испытываемого агрегата на установившийся режим его подвергают выдержке в термокамере в режиме максимальных эксплуатационных температур ($328 \pm 0,1$) °С при подаче в течение 0,5 ч на обмотки встроенного электродвигателя стабилизированного напряже-

ния, равного $12 U_n$. При выходе испытываемого агрегата на установившийся режим наряду с проверкой обмерзания испарителя контролируют потребляемую мощность. В случае заниженной мощности добавляют масло принудительной подачей его в кожух компрессора до стабилизации мощности компрессора на номинальном уровне (ГОСТ 16317—85). Масло подается с помощью масляного насоса при давлении, превышающем давление в кожухе компрессора, через трубопровод с малым расходом.

6.4. Технология сбора и регенерации хладона 12

При производстве бытовой компрессионной холодильной техники расходуется значительное количество холодильного агента. В среднем на вакуумирование и заправку одного холодильника расходуется около 140 г хладона 12, а ежегодно на эти цели по стране необходимо до 840 т хладона 12.

Опыт ремонтных предприятий, специализирующихся на ремонте бытовых холодильных приборов, показывает, что их ежегодная потребность в хладоне для вакуумирования и заправки герметичных систем холодильных агрегатов после ремонта составляет около 244 т хладона 12. Приблизительно такое же количество хладона по различным причинам, в том числе и из-за нарушений технологии ремонта агрегатов, выбрасывается в атмосферу, способствуя ее загрязнению. Поэтому необходимы сбор, регенерация и циклическое использование хладона 12 на всех стадиях производства, обслуживания и ремонта бытовой холодильной техники.

Повторное использование хладона 12 при ремонте герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников возможно при реализации технологии его сбора и регенерации в целях доведения параметров до требований ГОСТ 19212—67.

При современной технологии ремонта герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников сбор хладона может быть осуществлен по четырем направлениям:

извлечение эксплуатационного хладона из агрегата, поступившего в ремонт с исправным компрессором;

извлечение эксплуатационного хладона из агрегата, поступившего в ремонт с отказавшим компрессором;

извлечение технологического хладона, используемого при очистке внутренних полостей ремонтируемого холодильного агрегата;

извлечение технологического хладона, затрачиваемого на выполнение двухстадийного вакуумирования ремонтируемого холодильного агрегата.

Регенерация хладона заключается в отделении чистой в фазовом и качественном отношении составляющей дифторхлорметана от примесей в виде кислорода, метана, оксида и диоксида углерода и других газообразных веществ, включая хладоны 22, 23, 32.

Используя специфический для хладона 12 спектр термодинамических свойств, нужного результата можно достичь испарением его и последующей конденсацией, применяя специальное оборудование.

Извлечение эксплуатационного хладона из агрегата с работающим компрессором должно производиться после пережатия капиллярной трубки через предварительно проколотое отверстие в фильтре-осушителе, устанавливаемом на жидкостном тракте холодильного агрегата.

Извлечение эксплуатационного хладона из агрегата с неработающим компрессором должно производиться через предварительно проколотый технологический патрубок компрессора с использованием специального приспособления.

Эксплуатационный и технологический хладон при очистке и вакуумировании герметичных холодильных агрегатов может извлекаться как в стационарных условиях, так и на дому, а регенерация его — только в стационарных условиях.

6.5. Контроль качества регенерации хладона 12

Согласно ГОСТ 19212 — 87 контроль качественного состава дифтордихлорметана осуществляется методом хроматографии с использованием газового хроматографа марки ПХМ-8МД или другой марки с чувствительностью по пропану не менее 0,005 % при газе-носителе гелии с детектором по теплопроводности. Кроме того, необходимы: колонка газохроматографическая длиной 6 м и диаметром 4 мм; секундомер (ГОСТ 5072 — 77); штангенциркуль (ГОСТ 166 — 99); лупа измерительная (ГОСТ 8309 — 77) с ценой деления 0,1 мм; твердый носитель ИНЗ-600 (ГОСТ 2694 — 78) с частицами размером 0,25...0,5 мм; жидкость ПЗС-В-2 (ГОСТ 164802 — 70); эфир этиловый (ГОСТ 6265 — 72); гелий (газ-носитель); ацетон (ТУ-6-09-35ГЗ — 74); спирт этиловый (ГОСТ 8314-69); интегратор цифровой автоматический И-02; регистрирующий прибор КПС-4; манометр образцовый 0-10 (ГОСТ 6521 — 60); муфта быстросъемная ИП-24; кран тонкой регулировки; бак для хладона.

Измерительная установка имеет блочную конструкцию, в комплект которой входят:

лабораторный хроматограф ПХМ-8МД, предназначенный для проведения анализа хладона 12, взятого из холодильного агрегата или бака в состоянии поставки;

автоматический интегратор И-02, предназначенный для автоматической обработки выходной информации хроматографа и регистрации полученных данных в цифровой форме;

регистрирующий прибор КСП-4, предназначенный для регистрации выходного сигнала хроматографа в виде хроматограммы (рис. 6.2).

Комплект блоков заключен в кожух. Передние панели блоков с рукоятками настройки и управления выведены на лицевую часть измерительной установки.

Принцип работы установки основан на методе разделения сложных соединений на две фазы: одна из фаз является неподвижной, с большей поверхностью, другая — газ, протекающий через неподвижную фазу.

Анализируемая смесь (хладон), введенная в узел ввода пробы, подхватывается газом-носителем и переносится в колонку. Исследуемая смесь компонентов, входящих в состав хладона 12, распределяется в колонке между неподвижной фазой (сорбентом) и подвижной фазой (газом-носителем).

Сорбент селективно удерживает компоненты пропорционально их коэффициенту сорбции, в результате чего скорость движения компонентов вдоль колонки различная, что приводит к разделению компонентов и образованию бинарных смесей (компонент плюс газ-носитель), которые, поступая в детектор, создают на его выходе соответствующие электрические сигналы.

Сигналы записываются на ленте регистратора в виде пиков с площадями, пропорциональными концентрации компонентов, а интегратор автоматически обчисляет выходную информацию и выдает результаты в цифровой форме.

Хроматограф определяет концентрацию (C_n) неконденсирующихся примесей (газов) в паре хладона. Проводится пересчет на общую концентрацию ($C_{общ}$) неконденсирующихся примесей (газов) и парциальное давление (P) воздуха в холодильном агрегате.

При остаточных давлениях, создаваемых воздухом в холодильном агрегате, примерно до 30 мм рт. ст. потребляемая мощность изменяется незначительно и не приводит к ощутимому изменению температурно-энергетических показателей при ис-

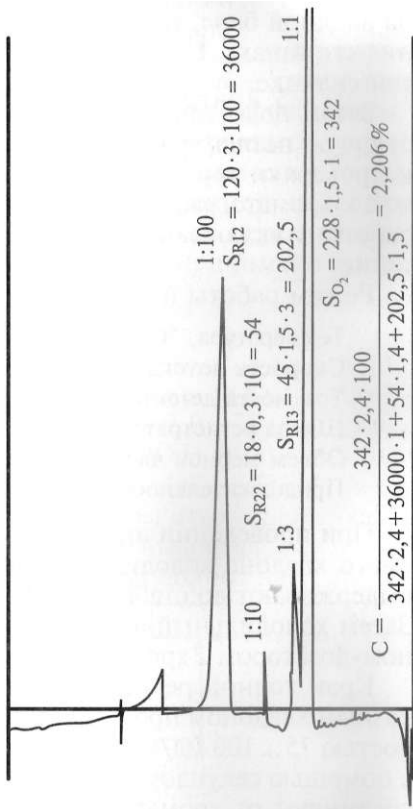


Рис. 6.2. Хроматограмма хладагента R12, извлеченного из ремонтируемого холодильного агрегата

питании холодильников. Однако при остаточном давлении выше 30 мм рт. ст. возрастает давление конденсации, повышается температура в испарителе, увеличивается расход электроэнергии.

При подготовке к анализу пустую колонку прокаливают при температуре 300...400 °С, затем промывают водопроводной водой и продувают сжатым воздухом. На следующем этапе колонку наполняют смесью спирт + эфир + ацетон в соотношении 1:1:1, оставляя ее в колонке на 15...20 ч, после чего колонку промывают растворителем до тех пор, пока смесь не станет светлой. Затем колонку сушат продувкой воздуха при температуре 200...250 °С в течение 1 ч.

На твердый носитель наносят кремнийорганическую жидкость в количестве 20 % его массы. Для этого жидкость растворяют в 300...350 мл этилового эфира и полученным раствором заливают твердый носитель. Для равномерной пропитки смесь осторожно перемешивают стеклянной палочкой и выпаривают этиловый эфир на водяной бане, постоянно перемешивая до полного исчезновения его запаха. Приготовленную насадку хранят в плотно закрытой склянке.

Затем подготовленную колонку помещают в установку, дозирующую петлю нужного объема, устанавливают на кран-дозатор и проверяют герметичность системы по инструкции, приложенной к хроматографу. Измерительную установку подготавливают к работе и включают в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Режим работы измерительной установки:

Температура, °С.....	50...55
Скорость потока гелия, мл/мин.....	50...55
Ток моста детектора, мА.....	130
Шкала регистратора.....	1 и 100
Объем мерной части крана-дозатора, мм.....	1
Продолжительность анализа, мин.....	20

При проведении анализа для определения параметра исследуемого хладона холодильный агрегат, заполненный хладоном 12, выдерживают до стабилизации в нем давления в течение 20 мин. Затем холодильный агрегат с помощью муфты соединяют с краном-дозатором 2 хроматографа по схеме, приведенной на рис. 6.3.

Кран точной регулировки 3 осторожно открывают и паробразным хладоном продувают кран-дозатор в течение 3 мин со скоростью 75... 100 мл/мин. Контроль скорости продувки производят с помощью секундомера. После продувки холодильный агрегат отсоединяют от хроматографа путем разъединения муфты и энергичным движением кран-дозатор переключают в рабочее положение на анализ с одновременным нажатием кнопки «Пуск» (на интеграторе загорается сигнальная лампочка). Анализ начинают с

установки ручки «Множитель» на блоке управления в положение «1». После выхода пиков воздуха, трифторхлорметана (R13) и дифторхлорметана (R22) переключают ручку «Множитель» в положение «100» для фиксации пика хладагента R12. Продолжительность проведения анализа 20 мин.

Хроматограмма выводится на ленту самопишущего потенциометра, а площади хроматографических пиков и время удержания отпечатываются на ленте интегратора.

Обработка результатов анализов проводится в следующей последовательности. Количественное содержание определяют по площади пиков, используя метод внутренней нормализации с поправочным коэффициентом. Сумму всех площадей пиков принимают за 100 % и рассчитывают содержание неконденсирующихся примесей по формуле

$$C_n = \frac{S_n K_n}{\sum SK} \cdot 100,$$

где S_n — площадь пика неконденсирующихся газов; K_n — поправочный коэффициент конденсирующихся газов; $\sum SK$ — сумма произведений площадей всех пиков на поправочные коэффициенты.

Площадь пика считают с ленты цифropечатающего устройства интегратора или вычисляют по хроматограмме как площадь треугольника умножением ширины пика, измеренной на половине высоты, на высоту и на величину показания переключателя «Множитель» на блоке управления. При этом принимают поправочные коэффициенты:

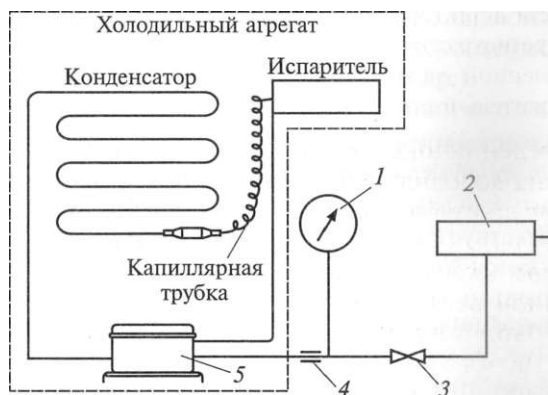


Рис. 6.3. Схема подключения холодильного агрегата к хроматографу:

1 — манометр; 2 — кран-дозатор; 3 — кран точной регулировки; 4 — соединительная муфта; 5 — компрессор

Неконденсирующиеся газы	2,4
Трифторхлорметан (R13)	1,5
Дифторхлорметан (R22)	1,4
Дифтордихлорметан (R12)	1,0
Фтордихлорметан (R21) ...	1,3

Обработка результатов анализов проводится в следующем порядке. В связи с тем что при заполнении холодильного агрегата хладоном часть его растворяется в масле, находящемся в компрессоре, а весь воздух, который был в агрегате до его заправки хладоном и поступивший в него вместе с хладоном находится в виде паровоздушной смеси, хроматографом определяется концентрация неконденсирующихся газов в паре хладона. Пересчет на общую концентрацию (%) неконденсирующихся газов на полную дозу хладона производят по формуле

$$C_{\text{общ}} = \frac{m_{\text{п}}}{m} \cdot C_{\text{п}},$$

где $m_{\text{п}}$ — масса пара хладона в агрегате, г; m — масса хладона (доза) в агрегате, г; $C_{\text{п}}$ — концентрация воздуха в паре хладона, определяемая по хроматограмме или данным интегратора, %.

Массу пара хладона в агрегате определяют по формуле

$$m_{\text{п}} = \frac{MV_{\text{агр}}P}{V_{\text{мол}}},$$

где M — молекулярная масса хладона, равная 120,93 г; $V_{\text{агр}}$ — объем холодильного агрегата, л; P — давление в агрегате в момент взятия пробы, Па; $V_{\text{мол}}$ — объем граммолекулы при атмосферном давлении и соответствующей температуре.

Парциальное давление воздуха в холодильном агрегате определяют по формуле

$$\bar{P} = 7,6 C_{\text{п}} P.$$

Анализ качественного состава реальных эксплуатационных и технологических доз хладона, извлеченных из агрегатов, поступивших в ремонт, показывает, что они содержат до 3 % кислорода, что не соответствует ГОСТ 19212 — 87. В составе доз также могут быть обнаружены дифторхлорметан (R22) — до 0,48 % объема и трифторхлорметан (R13) — до 0,5% объема. В некоторых дозах обнаруживается незначительное количество фтортрихлорметана (R11).

Сбор, дефектация и регенерация функциональных элементов бытовых холодильных приборов (хладона 12, смазочного масла ХФ-12-18(16), цеолита NaA-2MIU или NaA-2КТ) позволяют экономить дорогостоящие материалы, снижать затраты на ремонт, а главное — способствуют сохранности окружающей среды.

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ГЕРМЕТИЧНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

•

7.1. Технология очистки герметичных холодильных агрегатов

По технологии ремонта герметичных агрегатов холодильных машин одной из первых операций является наружная очистка холодильной машины перед разборкой и очистка внутренних полостей ее элементов после разборки.

Качество очистки и обезжиривания в существенной степени определяет надежность работы холодильной машины после ремонта. Необходимость очистки при ремонте холодильной техники намного выше, чем при ее изготовлении. Это обусловлено тем, что перед началом ремонта герметичного агрегата следует удалить следы смазочного масла, продуктов распада и деструкции компонентов рабочей среды и материалов деталей. Если при изготовлении агрегатов загрязненность поверхности оценивают как слабую (удельная загрязненность до 1 г/м^2), то при ремонте сталкиваются со средней и сильной степенью загрязненности, окисленности и замасленности (от 5 до 20 г/м^2).

Выбор способа удаления загрязнений зависит от вида загрязнения, вида очищаемого изделия (рода и состава материала детали, конфигурации обрабатываемой поверхности), свойств рабочего тела (состав, агрегатное состояние и др.).

При ремонте бытовой холодильной техники используют преимущественно жидкие, газообразные и смешанные очищающие среды.

Жидкие среды могут быть щелочными, кислыми и нейтральными, а по составу — одно- и многокомпонентными. Как правило, это однородная смесь (органический растворитель + водный раствор кислот, щелочей, солей), реже неоднородная (эмульсия, несмешивающиеся вещества).

Однородная смесь (моющий раствор) должна характеризоваться следующими основными физико-химическими свойствами:

обладать хорошей проникающей способностью в загрязнения и отделять (растворять) их от очищаемого объекта;

образовывать суспензии твердых или эмульсии жидких загрязнений для более легкого их удаления проточной водой с очищаемой поверхности;

не оставлять после очистки вторичных загрязнений;
не оказывать вредного необратимого воздействия на материал детали.

Технологические параметры очистки определяются температурой моющего раствора, его давлением и равномерностью распределения по очищаемой поверхности, способом контакта с обрабатываемой поверхностью и продолжительностью воздействия.

Условно процесс очистки разделяют на следующие этапы: механическое воздействие моющего раствора, смачивание и температурное воздействие, адсорбирование и смыв.

В ремонтном производстве бытовых холодильных машин широко распространены струйные машины тупикового и проходного типа с электрическим или паровым обогревом, в которых угол падения струи составляет 45...90°. Применяется пульсирующая струя, которая примерно в 15 раз быстрее разрушает загрязнения, чем непрерывная. Наиболее оптимальны следующие параметры струйной очистки:

Давление раствора, кПа.....	200...300
Продолжительность очистки, мин.....	10...20
Температура раствора, °С.....	80 ...90

Для обезжиривания и очистки внутренних полостей агрегатов бытовых холодильных машин и их деталей при ремонте в настоящее время все шире применяют хлорированные и фторированные органические растворители: трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, хладон 30, хладон 113, хладон 11, свойства которых приведены в табл. 7.1.

Эти растворители обладают хорошей растворяющей способностью, относительно стабильны в присутствии различных конст-

Таблица 7.1

Свойства органических растворителей, применяемых при ремонте бытовых холодильных приборов

Растворитель	Температура, °С		Горючесть	Предельно допустимая концентрация в воздухе, мг/м ³	Растворимость в воде, %
	кипения	самовоспламенения			
Трихлорэтилен	87,3	380	Горюч	10	0,013 ... 0,125
Перхлорэтилен	120,8	365	Негорюч	10	0,04
Хладон 11	23,7	700	Негорюч	1000	0,01 ... 0,3
Хладон 30	40,1	556	Пожароопасен	50	2,5 ... 0,53
Хладон 113	47,6	700	Негорюч	3000	0,01 ... 0,03

рукционных материалов, регенерируются, достаточно быстро испаряются и легко конденсируются. Небольшое поверхностное натяжение позволяет им проникать в минимальные зазоры и трещины и растворять находящиеся там загрязнения. Основной их недостаток — они пожароопасны.

Применение хладонов в качестве растворителей позволяет при ремонте холодильных агрегатов совместить операции сушки и обезжиривания деталей компрессора в сборе. Особенно эффективно использование для этих целей хладона 113 и хладона 30. Остатки хладонов в очищенной системе в количестве до 5 % не влияют на стабильность работы и характеристики бытовых холодильных машин.

Очистка герметичного агрегата хладонами наиболее эффективна при использовании их в жидкой фазе. При продувке системы холодильного агрегата хладонами в газообразной фазе в отдельных случаях возможно затвердевание загрязнений (охлаждение), из-за чего эффективность такой очистки снижается.

Особые трудности вызывает очистка деталей компрессоров при проведении капитального ремонта после их так называемого «грязного сгорания». В этом случае на поверхностях деталей компрессора имеет место наличие продуктов термодеструкции лаковой изоляции и смазочного масла, лаков, нагара и других трудноудаляемых загрязнений.

Технологический процесс очистки деталей герметичного хладонного компрессора осуществляют в следующей последовательности:

1. Компрессор в течение 4 ч (не позже) после его разрезки помещают в ванну с 2%-ным раствором «Тракторина» или «Лабомида» для удаления поверхностных загрязнений и жировых наслоений.

2. Компрессор или его отдельные детали загружают в ванну с препаратом АМ-15 при температуре 20 °С, где происходит размягчение продуктов загрязнения. В составе препарата АМ-15 кислоты 73 %, ализаринового масла 25 % и оксиэтилированного спирта ОС-20 2%.

3. Остатки загрязнений и препарата АМ-15 удаляют в моечной струйной машине 2%-ным раствором «Тракторина» или «Лабомида» при температуре 90 °С и давлении раствора не менее 0,15 МПа.

4. Погружают компрессор или его детали в ванну с 20%-ным раствором ингибированной соляной кислоты при температуре 20 °С на 1... 2 мин.

5. Остатки кислоты удаляют холодной проточной водой в течение 1...3 мин, после чего промывают компрессор (детали) в проточной воде при температуре 60...80 °С в течение 5 мин.

6. Нейтрализуют остатки кислоты 5%-ным раствором кальцинированной соды при температуре 20 °С в течение 2...3 мин, погружая компрессор (детали) в раствор.

7. Промывают компрессор (детали) в холодной проточной воде в течение 1... 2 мин.

8. Пассируют компрессор (детали) 5%-ным раствором нитрата натрия при температуре 20 °С в течение 30 мин.

Компрессор и его отдельные детали сушат в специальных сушильных шкафах.

Внутренние полости теплообменных аппаратов ремонтируемого герметичного агрегата, его фильтра-осушителя, капиллярной трубки, всасывающего и нагнетательного трубопроводов целесообразно очищать моющим раствором, в качестве которого применяется хладон 113, с использованием специальной установки. Объем моющего раствора должен быть не менее двойного объема внутренних полостей очищаемого объекта. Моющий раствор под давлением 0,3 МПа подается насосом во внутрь очищаемого объекта и далее через фильтр в ресивер. Затем жидкий хладон самотеком поступает в испаритель установки, где испаряется при подводе тепла от теплонагревательного элемента (давление повышается до 0,65 Па; температура — до 120 °С; мощность нагревателя 1,5 кВт). Парообразным хладоном продуваются полости очищаемого объекта, затем он поступает через фильтр в конденсатор с водяным змеевиком, где происходит его конденсация под давлением 0,65 МПа, а конденсат сливается в ресивер. Давление 0,65 МПа соответствует средней рабочей температуре 92 °С.

В процессе регенерации жидкий хладон самотеком поступает из ресивера в испаритель, где под действием теплонагревательного элемента разделяется на две фазы: парообразную, представляющую собой чистое рабочее тело, и загрязнения, оседающие на внутренней поверхности испарителя. Парообразный хладон конденсируется в конденсаторе за счет теплообмена с охладителем и самотеком сливается в чистом виде в ресивер.

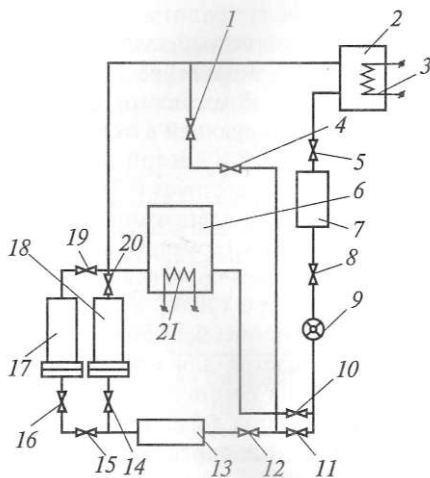
При удалении остатков моющего состава очищаемый объект помещается в теплоизолированную камеру, где электронагреватель мощностью 1,5 кВт нагревает его до 100 °С, что соответствует давлению паров 0,45 МПа. Под этим давлением пары отсасываются компрессором, затем сжимаются до давления нагнетания и подаются в конденсатор, где превращаются в жидкость, которая сливается в ресивер. В этом случае испарение жидкости с внутренней поверхности очищаемого объекта представляет собой также регенерацию остатков моющего раствора.

Внутренние полости теплообменных аппаратов ремонтируемого холодильного агрегата, его фильтра-осушителя, капиллярной трубки, всасывающего и нагнетательного трубопроводов целесообразно очищать с помощью специальной установки (рис. 7.1), что сокращает время очистки и расход моющего раствора, так как промывка и продувка осуществляются одним рабочим телом в жидком и газообразном состояниях, а также проведением регенерации моющего раствора в замкнутом цикле.

Процесс очистки осуществляется следующим образом. В режиме промывки чистый моющий раствор из бака 7 насосом 9 в

Рис. 7.1. Принципиальная схема установки для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов:

1, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20 — вентили; 2 — конденсатор; 3 — охладитель; 6 — испаритель; 7 — бак; 9 — насос; 13 — герметичный агрегат; 17, 18 — фильтры; 21 — теплонагревательный элемент



жидком состоянии подается в герметичный агрегат 13, где загрязнения растворяются жидким моющим раствором, а твердые частицы вытесняются гидродинамической силой давления. После промывки герметичного агрегата 13 моющий раствор направляется на регенерацию. Сначала он проходит фильтр 17, задерживающий металлические частицы, а затем испаритель 6, где за счет подвода тепла от теплонагревательного элемента 21 разделяется на две фазы: парообразную, представляющую собой чистый моющий раствор, и загрязнения, оседающие на внутренней поверхности испарителя. Парообразная фаза конденсируется в конденсаторе 2 за счет теплообмена с охладителем 3 и самотеком сливается в чистом виде в бак 7. Чистый рабочий раствор готов для повторной промывки.

В режиме продувки чистый моющий раствор из бака 7 насосом 9 подается в испаритель 6, где полностью испаряется с повышением давления в парообразной фазе. Парообразный моющий раствор под давлением направляют в герметичный агрегат 13 для удаления оставшихся загрязнений и моющего раствора. После герметичного агрегата 13 парообразный моющий раствор поступает на регенерацию в фильтр 18, а затем на конденсацию в конденсатор 2, после чего в жидком состоянии сливается в бак 7.

В процессе промывки герметичного агрегата 13 вентили 1, 5, 8, 11, 12, 15, 16 и 20 открыты, а остальные закрыты, в режиме продувки вентили 4, 8, 10 и 14 открыты, остальные закрыты.

Пример. В качестве моющего раствора применен хладон 113. Его объем составляет двойной объем герметичного агрегата. Хладон 113 в жидком состоянии при давлении 0,3 МПа подается насосом 9 (см. рис. 7.1) в герметичный агрегат 13 для промывки. Жидкий хладон 113 поступает через фильтр 17 на регенерацию, а далее в испаритель 6, где испаряется

за счет подвода теплоты от теплонагревательного элемента 21, образуя чистый парообразный хладон 113, давление которого достигает 0,45 МПа при средней температуре 100 °С. Из испарителя б парообразный хладон 113 подается в конденсатор 2, где конденсируется за счет теплообмена с водой, циркулирующей в охладителе 3. Поскольку теплофизические свойства хладона 113 и чистой воды близки, то давление хладона 113 в конденсаторе соответствует 0,21 Па при средней температуре 70°С. Жидкий хладон 113 из конденсатора 2 самотеком стекает в бак 7.

При продувке герметичного агрегата 13 жидкий хладон 113 подается насосом 9 в испаритель 6, где испаряется с поднятием давления до 0,65 МПа при температуре 120 °С. Указанная температура достигается за счет теплонагревательного элемента 21 мощностью 1,5 кВт. Парообразный хладон 113 подается для продувки герметичного агрегата 13, а затем направляется на регенерацию через фильтр 18 и в конденсатор 2. После конденсации под давлением 0,35 МПа жидкость сливается в бак 7. Указанное давление соответствует средней рабочей температуре 92 °С.

Качество очистки контролируется визуально по чистоте моющего раствора при пропускании его через фильтровальную бумагу (салфетку). Качественной считается очистка, когда на фильтровальной бумаге не остается следов масла или темных пятен. Более точный и объективный контроль осуществляют при определении кислотного числа моющего раствора, взятого на пробу в конце процесса очистки элемента ремонтируемого герметичного агрегата.

7.2. Осушка элементов герметичных агрегатов

Удаление влаги из внутренних полостей элементов и узлов герметичного агрегата перед его сборкой является наиболее ответственной операцией ремонтных работ, от которой зависят надежность и долговечность работы холодильной машины в последующем.

Технология осушки отдельных элементов герметичного агрегата зависит от их конструктивного исполнения, условий эксплуатации и функционального назначения. Диапазон температуры осушки ограничен температурой испарения воды и термостойкостью функциональных (смазочное масло) и конструктивных (лаковая изоляция обмоток статора встроенного электродвигателя хладонового компрессора) элементов, которые не превышают 120 °С.

При ремонте бытовых холодильных машин осушку герметичных агрегатов осуществляют термическим, вакуумическим, помпажным способами или их сочетанием. В последнее время перспективным считается адсорбционный метод осушки статоров встроенных электродвигателей хладоновых компрессоров, отдельных элементов и герметичной системы агрегата в целом.

Некоторые технологические параметры широко используемых процессов осушки отдельных узлов и в целом герметичных холодильных агрегатов приведены в табл. 7.2.

**Режимы и способы осушки герметичных холодильных агрегатов
при ремонте бытовых холодильных приборов**

Элементы агрегата	Температура осушки, °С	Продолжительность осушки, ч	Способы осушки
Статор	105...115	24...32	Продувка нагретым до 100 °С сухим воздухом
Конденсатор, испаритель, трубопроводы	110...120	4...6	Продувка нагретым до 100 °С сухим воздухом
Компрессор в сборе	105...115	6...8	Подача на обмотки напряжения, равного $0,85 U_n$
Агрегат в сборе	20...24	1...1,5	Вакуумирование цеолитовыми колонками до остаточного давления 4 кПа

При ремонте бытовых холодильных приборов в процессе осушки деталей и узлов герметичных агрегатов камерные шкафы и автоклавы, в которых изделия остаются в течение осушки, неподвижны. Причем в автоклавах изделия осушаются при давлении выше или ниже атмосферного.

В производственных условиях осушку ведут при максимально возможной температуре, при снижении парциального давления водяных паров в газовой фазе вакуумированием или адсорбцией. Непрерывное или периодическое (помпаж) введение в печь сухого воздуха увеличивает скорость отвода паров от поверхности обрабатываемого изделия.

При осушке компрессоров перенос теплоты к материалам изоляции осуществляется через кожух и корпусные детали электродвигателя и самого компрессора. Поэтому для интенсификации процесса осушки применяют электрический нагрев обмотки статора, периодическую подачу горячего воздуха или подачу в условиях вакуума хладагента R11 (хладона 11). Конденсация рабочего тела в этом случае интенсифицирует процесс осушки.

Перспективными способами осушки изделий холодильной техники в печах являются электротермические: индуктивные; использование токов высокой частоты или инфракрасного излучения для повышения температуры осушаемого изделия без привлечения газовой среды, выполняющей функции теплоносителя.

При индуктивном методе осушаемое изделие подключается к электрической цепи — удельный расход энергии составляет 1...1,4 кВт на 1 кг испаренной влаги. Использование этого метода ограничивается степенью электропроводности осушаемого объекта.

Осушка токами высокой частоты основана на способе нагрева изделия в электрическом поле высокочастотного конденсатора (частота от 1 до 10 МГц). Изделие прогревается равномерно, поэтому этот метод применим для сплошных (твердых) тел. При высокочастотном нагреве коэффициент полезного действия (КПД) в три раза выше, чем при конвективной сушке, а длительность процесса сокращается на 70...80 %. Однако для реализации этого метода необходимо сложное и дорогостоящее оборудование.

При сушке инфракрасным излучением теплота подается к осушаемому изделию от специальной лампы, нагретой металлической или керамической поверхности.

При реализации указанных способов сушки большое внимание уделяется получению сухого воздуха или азота. Установлено, что применение для сушки оксида фосфора вместо силикагеля позволяет сократить продолжительность сушки холодильной системы с 24 до 11 ч. Однако более эффективно применение для продувки холодильных систем азота, выпаренного из жидкости.

Особый интерес представляет адсорбционная сушка холодильной системы в сборе при обкатке герметичного агрегата в ходе ремонта. Она особенно эффективна в сочетании с уже рассмотренными способами.

В данном случае сушка осуществляется за счет поглощения влаги адсорбентом, помещенным в технологическом фильтре-осушителе, устанавливаемом на жидкостном тракте холодильной машины. Остаточное содержание влаги в герметичном агрегате определяется режимом обкатки, размерами фильтра-осушителя и адсорбционными свойствами применяемого сорбента-осушителя.

При сушке хладоновых компрессоров бытовых холодильников и морозильников совмещение термической и адсорбционной сушек позволяет значительно сократить расход моющего раствора (хладона 113), трудовые затраты, освободить производственные площади, занятые печами и термошкафами для сушки. При этом штатный фильтр-осушитель бытового холодильника вместимостью 10 г цеолита вполне способен одновременно выполнять функции как технологического фильтра-осушителя, так и штатного. Например, в новых компрессорах с предварительно осушенным статором остается до 0,6 г воды. При полном использовании статической активности для поглощения этого количества воды требуется 3,66 г адсорбента NaA-2КТ, что составляет около 33 % массы цеолита в фильтре-осушителе. При этом следует обращать внимание на кинетические характеристики адсорбентов. Так, для сушки агрегатов с высокооборотными хладоновыми компрессорами целесообразнее использовать цеолит NaA-2МУ1, который способен сорбировать выделяющуюся влагу из обмоток статора с большей скоростью, чем цеолит NaA-2КТ. Если это обстоятельство не учитывать, то можно ожидать замерзания в капиллярной

трубке на начальной стадии обкатки высокооборотных компрессоров.

На стадии заправки холодильного агрегата особое внимание следует обращать на степень осушки компонентов рабочей среды — смазочного масла и холодильного агента.

Методы осушки жидких органических веществ, таких, как хладоны и холодильные масла, разделяют на специальные и универсальные.

Специальные методы основаны на использовании некоторых физико-химических или химических свойств осушаемых технических жидкостей, например на их способности изменять влажность при переходе из одного агрегатного состояния в другое или при химических реакциях, в которых участвует вода, но не осушаемое вещество. К этой группе методов относят осушку хладонов посредством охлаждения до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, выпаривание части жидкого хладона 12, обеспечивающее уменьшение влагосодержания жидкости, и применение химических осушителей.

Однако наибольшее распространение в холодильной технике для осушки смазочных масел и холодильных агентов получили универсальные методы, основанные на испарении воды (осушка смазочных масел) или на адсорбции воды (осушка смазочных масел и хладонов).

Для осушки масел широко применяют вакуумирование с подогревом. Данный способ осушки позволяет получить остаточную концентрацию влаги в осушенном масле порядка $(30... 60) \cdot 10^{-4} \text{ мас. } \%$. Для его реализации необходимо сложное и дорогостоящее оборудование и ограничение температуры осушки. Высокая температура может привести к окислению и понижению показателей качества масла.

Практически используются способы осушки масел, основанные на пропускании их через белые глины, фильтровальную бумагу, десорбции воды сухим азотом, адсорбции силикагелем и оксидом алюминия.

Наиболее эффективной считается адсорбционная осушка синтетическими цеолитами типа А.

Осушка масел в динамических условиях синтетическими цеолитами реализуется при следующих технологических параметрах:

Скорость потока, м/с.....	0,003
Температура осушки, $^{\circ}\text{C}$	20...80
Диаметр зерен цеолита, мм.....	0,5...2

Динамическая активность цеолитов типа А при осушке масел составляет 1... 16 %.

Наибольший эффект получила схема осушки смазочного масла ХФ-12-18(16), при которой в динамических условиях используется на первой ступени вакуум-сушильная установка, а на второй — цеолитовый адсорбер. Масса цеолита 18 кг, высота его слоя

1900 мм, высота адсорбера 2100 мм, внутренний диаметр 80 мм. Температура масла на входе в слой цеолита 60 °С. Продолжительность работы адсорбера составляет приблизительно 2 мес.

Высокие требования к степени сухости хладонов обуславливают целесообразность их осушки с использованием синтетических цеолитов. Динамическая активность цеолитов типа NaA при осушке хладонов 11, 30 и 113 составляет от 3 до 5 %. На заводах, производящих хладон 12, его также осушают с использованием цеолита типа NaA.

Параметры процесса осушки хладона 12 в динамических условиях следующие:

Температура, °С.....	20
Давление, МПа.....	0,6...0,8
Объемная скорость потока, л/ч.....	700... 1200

Контроль влажности рабочей среды малых холодильных машин осуществляется при их изготовлении и ремонте. Из-за малых допустимых концентраций воды к методам контроля влажности предъявляются повышенные требования. Этим требованиям отвечают индикаторные методы, которые позволяют косвенно с достаточной степенью достоверности определить диапазон концентрации воды и, что особенно важно, определить норму и отклонения от нее.

Принцип действия индикаторов основан на изменении окраски чувствительного элемента при изменении концентрации воды в окружающей его среде (газ, жидкость).

В качестве чувствительного элемента используют пористый носитель, пропитанный солью (или солями) металла, способный менять окраску в зависимости от степени гидратации.

Концентрация воды, при которой изменяется окраска чувствительного элемента, зависит от вида контролируемой среды, растворимости воды в хладоне, температуры и других факторов.

Обычно индикатор представляет собой герметичный корпус со смотровым стеклом, внутри которого установлен чувствительный элемент.

При изготовлении индикаторов для контроля влажности рабочей среды малых холодильных машин используют, как правило, соли бромистого кобальта. Материалы чувствительных элементов, технология их пропитки и специфические добавки могут быть различными. Для контроля рабочей среды герметичных агрегатов бытовых холодильников рекомендуемый чувствительный элемент — фильтровальная бумага, пропитанная раствором CoBr_2 с добавлением $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, которая обладает малой сорбционной емкостью по воде и способна удерживать необходимое количество бромистого кобальта при использовании ее в среде хладонов и других жидкостей с достаточно малой растворимостью воды. Порог чувствительности подобран так, чтобы изменение окраски от «сухо» до «влажно» происходило на уровне предельно допустимых для герметич-

**Концентрация воды в хладоне 12, определяемая
по индикатору влажности, $10^{-4}\%$ (млн¹, мг/кг)**

Окраска чувствительного элемента	Температура хладона 12, °С		
	20	40	55
Зеленая («сухо»)	5	10	20
Синяя («сухо»)	5... 15	15... 30	30... 50
Голубая («сухо»)	—	—	—
Бледно-розовая («влажно»)	15	30	60

ных холодильных машин концентраций воды (10... 60 млн¹). В табл. 7.3 приведены сведения об окраске чувствительного элемента в зависимости от концентрации воды в хладоне 12 и его температуры.

Время, необходимое для вполне определенного изменения окраски при резком изменении концентрации воды в потоке как в сторону «сухо», так и в сторону «влажно», не превышает 2 ч. Обратимость окраски элемента и его чувствительность при эксплуатации в системах с хладоном 12 сохраняются в течение пяти лет. При изменении концентрации воды в смеси хладона 12 со смазочным маслом ХФ-12-18(16) от 0,0005 до 0,0015 % цвет чувствительного элемента индикатора изменяется с синего на голубой, а при более высоком влагосодержании — на розовый.

7.3. Вакуумирование герметичных агрегатов

Неконденсируемые примеси (воздух и другие газы) приводят к повышению давления конденсации, увеличению электрической мощности и снижению холодопроизводительности холодильного агрегата. При увеличении концентрации неконденсирующихся примесей в герметичном агрегате бытового холодильника увеличивается тепловая нагрузка на хладоновый компрессор и, в частности, повышается температура обмоток статора встроенного электродвигателя, снижается пусковой момент и в результате создаются предпосылки для возникновения аварийных ситуаций.

В табл. 7.4 показано влияние давления конденсации, вызванное наличием неконденсируемых примесей, на изменение температурного уровня обмоток герметичного хладонового компрессора бытового холодильника (морозильника).

До давления неконденсируемых газов 4 кПа температура обмоток электродвигателя практически не увеличивается. Это давление неконденсируемых примесей рекомендуют принимать за до-

пустимый предел при условии использования в холодильной системе фильтра-осушителя с цеолитом NaA-2КТ. Допустимое количество (по объему) неконденсируемых примесей в герметичном агрегате бытового холодильника (морозильника) после ремонта не должно превышать 0,7 % их количества в хладоне 12 нового холодильника (морозильника).

Удаление неконденсируемых примесей в процессе ремонта герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников осуществляется вакуумированием их внутренней системы после сборки. Для герметичных агрегатов бытовых холодильных приборов реализация этой операции сопряжена с определенными технологическими трудностями. Это обусловлено в первую очередь наличием в холодильной системе капиллярной трубки, которая имеет очень малое проходное сечение при значительной длине, и трудностью удаления воздуха из клапанной группы компрессора и обмоток статора его электродвигателя. При этом эффективность вакуумирования может быть обеспечена лишь при тщательном контроле за состоянием вакуумного оборудования, присоединительных устройств и герметичностью всех соединений.

В целях экономии времени и энергозатрат вакуумирование проводят в несколько стадий, используя конструктивные особенности агрегата и его элементов.

При первичном вакуумировании собранный отремонтированный холодильный агрегат с помощью быстросъемных муфт подсоединяют к вакуумному насосу типа ВНЧ или вакуумной установке типа СФ-1 и вакуумируют до остаточного давления 0,1... 0,2 МПа, после чего он заполняется технологической дозой хладона 12. В результате внутри агрегата находится воздушно-хладонная смесь при давлении от 0,2 до 0,5 МПа в зависимости от наличия масла в кожухе хладонного компрессора.

После заполнения агрегата технологической дозой хладона его подогревают в течение 2... 3 мин до температуры 60... 70 °С, что способствует повышению давления воздушно-хладонной смеси. Гер-

Таблица 1А

Влияние давления неконденсируемых примесей на температуру обмотки герметичного компрессора

Давление неконденсируемых примесей, кПа	Температура обмотки до пуска, °С	Время пуска компрессора, с	Температура обмотки после нормального пуска ($t = 1$ с), °С
До 10	100	До 1	90...100
10,6...20	104...111	2...5	97...100
20...93,3	111...127	Не запускается	—

метичность агрегата контролируют с помощью галоидного течеискателя или иным способом.

Практикуется одностороннее вакуумирование герметичного агрегата через технологический патрубок хладонового компрессора. Однако при этом затрачивается значительное время (порядка 7 ч) до достижения требуемой величины вакуума. Поэтому особый интерес представляет технология двухстадийного двухстороннего вакуумирования (рис. 7.2), реализуемая при использовании восстановленного фильтра-осушителя с технологическим патрубком в составе отремонтированного холодильного агрегата.

В этом случае (см. рис. 7.2) удаление неконденсируемых примесей из холодильной системы осуществляется одновременно со стороны низкого и высокого давлений, т.е. происходит одновременное вакуумирование капиллярной трубки с двух сторон. Это обстоятельство позволяет экономить материальные и трудовые ресурсы.

В целях экономии рабочего тела и исключения загрязнения окружающей среды при вакуумировании холодильных агрегатов в ходе их ремонта предпочтительнее способ удаления неконденсирующихся примесей, заключающийся в том, что технологическую дозу хладона удаляют из компрессора, снижают его давление методом дросселирования до требуемой температуры за счет теплообмена с внешним теплоносителем, а затем дозу хладона сжимают, конденсируют, фильтруют, регенерируют способом испарения с последующей подачей паров для удаления неконденсирующихся примесей и образования конденсата, который сливают в бак для хранения. В процессе сбора технологической дозы хладона осуществляется двукратный встречный теплообмен между жидкой и паровой фазами до и после фильтрации регенерируемого тела, а его растворенную фазу, находя-

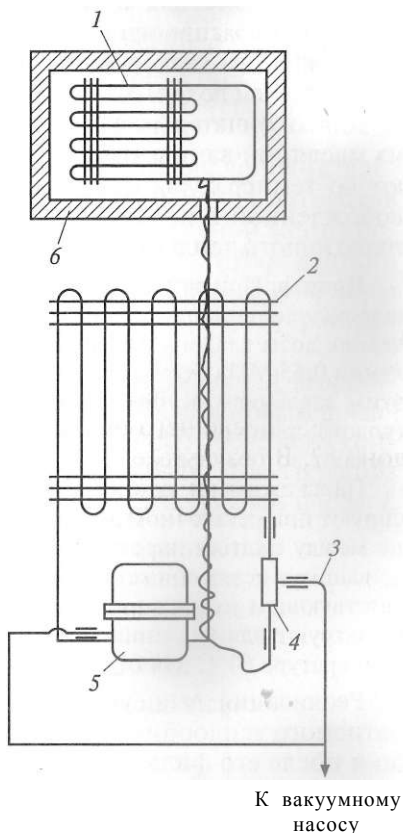


Рис. 7.2. Схема реализации двухстороннего вакуумирования ремонтного холодильного агрегата:

- 1 — испаритель; 2 — конденсатор; 3 — муфта; 4 — фильтр-осушитель; 5 — компрессор; 6 — термощаф

щуюся в масляной ванне компрессора, нагревают путем использования освобожденной мощности встроенного регенеративного теплообмена.

Сущность способа удаления неконденсирующихся примесей из холодильного агрегата заключается в следующем.

Технологическую дозу хладона и неконденсирующиеся примеси, находящиеся в системе агрегата, отсасывают и дросселируют до давления испарения при теплообмене между кипящим хладоном и внешним теплоносителем, используемым для обеспечения более полного сбора хладона. Затем его пары сжимают и конденсируют.

В целях повышения энергетической эффективности процесса осуществляют регенеративный теплообмен между жидкой и паровой фазами хладона, для чего его фильтруют и испаряют с осуществлением регенеративного теплообмена между парами высокого давления и жидким хладоном после фильтрации, конденсируют хладон теплоотдачей воде и затем удаляют неконденсирующиеся примеси.

Для окончательного удаления технологической дозы хладона из масляной ванны компрессора его растворенную фазу нагревают до температуры испарения с использованием мощности, освобожденной в испарителе за счет двукратного встречного регенеративного теплообмена.

Пример. При ремонте или изготовлении герметичных агрегатов бытовых холодильников или морозильников находящиеся в них технологические дозы хладона и неконденсирующиеся примеси при среднем давлении 0,65 МПа отсасывают и дросселируют до давления 0,32 МПа. Под этим давлением осуществляют теплообмен с внешним теплоносителем (водой), температура которого равна 25 °С. При этом пары хладона нагревают до температуры 25 °С, а теплоноситель охлаждают до 1 °С.

Пары сжимают компрессором до давления 1,11 МПа, затем конденсируют при остаточном давлении 0,8 МПа и регенеративном теплообмене между сжатым паром и жидкостью на линии предварительной конденсации в целях снижения температуры сжатых паров на 42 °С при соответствующем повышении температуры жидкости, при которой хладон фильтруют для удаления механических загрязнений, испаряют его при температуре 60 °С для отделения масла и кислот.

Реализация вышеуказанного двукратного встречного регенеративного теплообмена между жидкой и паровой фазами хладона до и после его фильтрации способствует уменьшению мощности, равной 22 Вт, затрачиваемой на испарение.

Далее пары хладагента конденсируют под давлением 0,75 МПа, удаляют неконденсирующиеся примеси, стравливая до величины остаточного парциального давления, равного 0,65 МПа, соответствующего температуре 25 °С.

Освобожденную мощность, равную 22 Вт, используют для испарения растворенной дозы хладона. После этого конденсат сливают в емкость для хранения.

7.4. Контроль остаточных влаги и загрязнений в компрессоре

Определение остаточной влаги во внутренней системе отремонтированного хладонового компрессора проводят на испытательной установке, схема которой представлена на рис. 7.3.

Для подсоединения испытываемого компрессора 7 с трубкой J и конденсатора 10 с вентилем 2 применяют трубку или шланг для вакуумирования с внутренним диаметром не более 4 мм. Для соединения вентиля 2 с насосом 1 применяют медную трубку или вакуумный шланг с внутренним диаметром не более 10 мм. Внутренние поверхности шлангов и трубопроводов должны быть чистыми (без следов грязи и оксидов).

Испытание компрессора на содержание остаточной влаги проводят в следующей последовательности. Испытываемый компрессор 7 с герметично закрытыми всасывающим и нагнетательным патрубками устанавливают в нагревательную печь 8 и через операционный патрубок подсоединяют к вентилю 6.

При испытании компрессоров с устройством для дополнительного охлаждения к вентилю 6 подсоединяют один из патрубков устройства для дополнительного охлаждения масляной ванны испытываемого хладонового компрессора, а другой патрубок данного устройства соединяют с операционным патрубком с помощью дополнительной медной трубки для вакуумирования внутренним диаметром не более 4 мм.

Конденсатор просушивают, герметично закрывают и взвешивают. Патрубки подсоединения конденсатора 10 к резиновым шлангам смазывают техническим вазелиновым маслом, после чего конденсатор устанавливают в испытательную установку. При закрытом вентилю 6 (вентили 2 и 4 открыты) включают вакуумный насос 1.

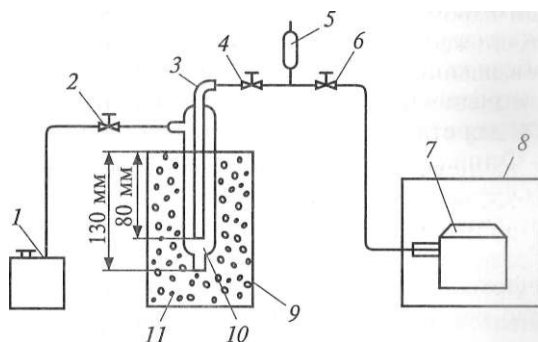


Рис. 7.3. Схема установки для определения остаточной влаги в отремонтированном компрессоре:

1 — насос; 2, 4, 6 — вентили; 3 — трубка; 5 — вакуумметр; 7 — компрессор; 8 — нагревательная печь; 9 — криогенный сосуд; 10 — конденсатор; 11 — охладитель

Проверку герметичности соединений установки производят следующим образом. При закрытом вентиле 6 достигается разрежение в системе установки до 0,05 мм рт. ст. и вентиль 2 закрывают. Если по истечении 2 мин после закрытия вентиля 2 вакуумметр 5 показывает разрежение не ниже 0,5 мм рт. ст., необходимо найти и устранить место утечки.

После этого заполняют твердым диоксидом углерода и этиловым спиртом криогенный сосуд 9, помещают его в охлажденную ванну температурой $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в него погружают конденсатор 10.

Затем устанавливают температуру в печи $(120\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ и медленно открывают вентили 2 и 6. Для ускорения нагревания к обмоткам электродвигателя компрессора, соединенным последовательно, подводят переменное напряжение, не превышающее 0,3 номинального, установленного для компрессора конкретного типа. Вакуумирование компрессора проводят в течение 10 ч. За время откачки принимают время, отсчитываемое с момента, когда температура обмоток электродвигателя компрессора достигнет $(120\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Разрежение по окончании испытаний должно быть не менее 0,1 мм рт. ст.

После откачки вентили 2 и 4 закрывают, и криогенный сосуд удаляют из охлажденной ванны.

После того как растаяла влага конденсатора 10, его снимают, уплотнительную смазку патрубков удаляют и взвешивают конденсатор с растаявшей влагой с точностью до 1 мг.

Для определения количества влаги, находящейся в конденсаторе, применяют метод Карла—Фишера или гидридкальциевый метод по ГОСТ 7822—75. Количество влаги в конденсаторе определяют следующим образом:

а) обезвоживают колбу, для чего в нее заливают этиловый спирт в количестве 20 г, и титруют реагентом Карла—Фишера до полного обезвоживания. При отсутствии влаги между электродами нет электрического тока, что фиксируется электронным индикатором;

б) определяют титр (способность) реагента Карла—Фишера. Для этого в обезвоженную колбу вводят 10 г этилового спирта, содержащего определенное количество воды, и титруют реагентом Карла—Фишера до полного обезвоживания спирта. Титр реагента Карла—Фишера (мг/мл) определяют по формуле

$$T_{\text{КФ}} = \frac{G_1}{V_1},$$

где G_1 — количество воды, содержащейся в этиловом спирте, мг
К] — количество реагента, пошедшего на титрование, мл;

в) определяют остаточную влагу в конденсаторе, добавляя 1.. 2 мл раствора этилового спирта, и перемешивают. Несколько капель полученной пробы переливают в титровальную колбу и титруют реагентом Карла—Фишера до полного обезвоживания. Количество остаточной влаги определяют по формуле

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = V_2 T_{\text{КФ}} \frac{x_2 - x_0}{x_2 - x_3} - V_c k - W,$$

где V_2 — количество израсходованного реагента Карла—Фишера, мл; x_2 — масса конденсатора со спиртом (пробы), кг; x_0 — масса сухого конденсатора, кг; x_3 — масса конденсатора с оставшейся пробой, кг; V_c — количество спирта, мг; k — количество воды в спирте, %; W — количество воды, которая может попасть из воздуха (поправка), мг.

В соответствии с ГОСТ 17008—85 остаточная влага в компрессоре не должна превышать 100 мг для типоразмеров 5 и 6 и 110 мг для типоразмера 8.

Испытанию на остаточное загрязнение подвергаются компрессоры, заполненные маслом, закрытые заглушками и не подвергавшиеся никаким испытаниям.

Испытываемый компрессор устанавливают операционными патрубками вверх, снимают заглушки и заливают через патрубки 0,5 л растворителя (хладона 113 или бензина Б-70 по ГОСТ 1012 — 72), предварительно профильтрованного.

При испытании компрессора с устройством для дополнительного охлаждения масла часть растворителя заливают в патрубки данного устройства. Закрывают патрубки заглушками и трясут компрессор в течение 10 мин так, чтобы растворитель смывал все внутренние части компрессора. Полученный раствор масла и растворителя профильтровывают через высушенный фильтр, предварительно взвешенный с точностью до 1 мг. Затем заливают в компрессор 0,8 л растворителя и повторяют промывание. Полученный раствор профильтровывают через тот же фильтр.

После этого в компрессор заливают 1 л растворителя и повторяют промывание. Полученный раствор профильтровывают через тот же фильтр. При наличии масла на фильтре после третьего промывания через фильтр пропускают 0,1 л чистого растворителя.

Помещают фильтр с осадком в сушильный шкаф и сушат при температуре 90... 100 °С до получения постоянной массы. Значение массы остаточного загрязнения получают как разность массы фильтра до и после анализа.

В соответствии с требованиями ГОСТ 17008 — 85 остаточное загрязнение в компрессоре, заправленном маслом, не должно превышать 100 мг.

7.5. Контроль неконденсирующихся примесей в герметичном агрегате

Неконденсирующиеся примеси в отремонтированном холодильном агрегате могут присутствовать в составе эксплуатационной дозы хладагента, в остатках воздуха после вакуумирования, а так-

же попадают в систему агрегата из заправочных стенов технологического оборудования.

При определении содержания воздуха в хладагенте в резервуарах поставки используется газовый хроматограф типа ЛХМ-8МД с детектором теплопроводности. При этом газохроматографические колонки подготавливают и устанавливают в режим работы хроматографа согласно ГОСТ 19212 — 87. Пробы R12 из бачка поставки отбирают из жидкой фазы в откакуумированный до 13,3 Па (0,1 мм рт. ст.), сосуд объемом 1 л после установления рабочих параметров хроматографа и стабилизации нулевой линии регистратора. Молярную концентрацию воздуха в жидкой фазе сосуда рассчитывают по объемной доле, определяемой хроматографом. При этом учитывают тот факт, что пробы в хроматографе и в исследуемом сосуде находятся при различных давлениях и температуре и поэтому пересчитывают объемную долю в молярную концентрацию по известным соотношениям.

Если сосуд заполнен жидким хладагентом практически полностью, то полученный результат характеризует общую молярную концентрацию воздуха, т.е. концентрацию воздуха в R12, который идет на заправку холодильного агрегата. Если же сосуд перед выполнением анализа заполнен R12 не полностью, как это допускается ГОСТ 19212—87, то общую концентрацию воздуха рассчитывают по формуле

$$C = \frac{C_{\text{ж}}V_{\text{ж}} + C_{\text{п}}V_{\text{п}}}{V},$$

где C , $C_{\text{ж}}$, $C_{\text{п}}$ — соответственно общая молярная концентрация и молярная концентрация воздуха в жидкой и паровой фазах хладона 12; V , $V_{\text{ж}}$, $V_{\text{п}}$ — соответственно общий объем и объем жидкой и паровой фаз хладона 12 при атмосферном давлении и окружающей температуре.

После некоторых преобразований получаем

$$C = \frac{C_{\text{ж}}}{V} V_{\text{ж}} [(1 - a) + Va],$$

где a — отношение молярных концентраций воздуха в паровой и жидкой фазах хладона 12.

Величину $V_{\text{ж}}$ находят по формуле

$$V_{\text{ж}} = \frac{m - \rho_{\text{п}}V}{\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{п}}},$$

где m — масса хладона 12 в баллоне; $\rho_{\text{ж}}$, $\rho_{\text{п}}$ — плотность соответственно жидкости и пара хладона при данной температуре.

Отношение концентраций получают из зависимостей на основании законов Генри и Рауля:

$$C_{\text{ж}}^* = k\bar{p},$$

$$\bar{p} = C_{\text{п}}^* P,$$

где $C_{\text{ж}}^*$, $C_{\text{п}}^*$ — объемная доля соответственно жидкости и пара, определяемая по хроматограмме; k — коэффициент, зависящий от температуры; p — парциальное давление воздуха над жидкостью; P — общее давление, равное сумме давлений насыщенных паров и R12 при температуре окружающего воздуха и парциального воздуха.

Из вышеуказанных зависимостей следует, что

$$a = \frac{1}{kP_{\text{п}} + C_{\text{ж}}^*} \frac{V_{\text{ж}}}{V - V_{\text{ж}}}.$$

При этом коэффициент k , 1/Па, рассчитывается по формуле

$$\lg k = \frac{736}{T} - 10,15,$$

где T — температура равновесия парожидкостной смеси.

При уменьшении в баллоне количества жидкого R12 концентрация воздуха в паровой фазе увеличивается и в жидкой уменьшается, следовательно, снижается точность измерения концентрации воздуха в жидкой фазе R12. Кроме того, при малых количествах жидкого хладагента возможны проскоки пара при подаче пробы на хроматограф и быстрое нарушение равновесия между паровой и жидкой фазами, что также снижает точность результатов опытов.

Поэтому, когда жидкого хладагента менее 30 % объема баллона, целесообразно на хроматограф подавать пробу не жидкой, а паровой фазы. Для уменьшения влияния температуры на концентрацию воздуха в паровой фазе баллон с хладагентом надо выдерживать при постоянной температуре в течение 20...30 мин до подачи пробы на хроматограф.

В этом случае для расчета используют следующие формулы:

$$C = \frac{C_{\text{п}}}{aV} [V_{\text{п}}(a-1) + V];$$

$$V_{\text{п}} = \frac{m - \rho_{\text{ж}}V}{\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{ж}}};$$

$$a = \frac{1 - C_{\text{п}}^*}{kP_{\text{п}}} \frac{V - V_{\text{п}}}{V_{\text{п}}}.$$

Определение общей концентрации через молярную в паровой фазе дает возможность получить более точные результаты, что

особенно важно при низких концентрациях. Например, при объеме баллона 1 л, массе хладагента 100 г, окружающей температуре 20 °С чувствительность метода газожидкостной хроматографии по теплопроводности составляет 0,01 об. %.

В этих условиях чувствительность определения содержания воздуха в исследуемом объекте возрастает более чем в 40 раз.

Контроль за содержанием воздуха в R12, находящемся в стенде заправки холодильного агрегата, который является промежуточным звеном между баллоном поставки и холодильным агрегатом, позволяет выявить неполадки в работе стенда и нарушение его герметичности или герметичности промежуточной системы трубопроводов.

Для определения содержания воздуха в хладагенте баллон присоединяют непосредственно к стенду и опорожняют дозатор стенда в баллон. Так как доза R12, а значит, и количество жидкости составляют меньшую часть от объема баллона, последний устанавливают в термостат с водой, как указано выше.

При определении содержания воздуха в холодильном агрегате после окончательного заполнения хладагентом холодильный агрегат выдерживают до стабилизации в нем давления в течение 20 мин. Затем непосредственно из агрегата отбирают пробу R12 в паровой фазе на хроматограф и по полученному результату рассчитывают общую концентрацию, т.е. всего заправляемого хладагента. При этом учитывают, что при заполнении холодильного агрегата часть хладагента растворяется в масле, которое находится в компрессоре, а весь воздух, который был в агрегате до его заправки и поступил в него с хладагентом, находится только в паровой фазе.

Общую молярную концентрацию воздуха в хладагенте холодильного агрегата в этом случае определяют по формуле

$$C = C_n = \frac{V_n}{V_{\text{арг}}},$$

где $V_{\text{арг}}$ — объем агрегата.

Зная значение давления в агрегате непосредственно перед подачей пробы в хроматограф и полученную по хроматограмме концентрацию воздуха в паровой фазе хладагента, можно не рассчитывать общую концентрацию, а определить парциальное давление воздуха в агрегате $P - C^*P$. В этом случае, принимая во внимание, что агрегат заполняется жидким R12, измеренная хроматографом концентрация воздуха равна концентрации дозы.

7.6. Контроль герметичности холодильных агрегатов

Наименее трудоемким способом определения мест нарушения герметичности холодильных агрегатов на стадии входного или выходного контроля при их ремонте является индикация течи хла-

дона специальными течеискателями типа ГТИ-6 или ПТ-11Д, для чего испытываемый холодильный агрегат заполняют чистым хладоном или смесью его с воздухом.

Поток газа Q , вытекающий через течь V из объекта, заполненного смесью под давлением P_x с концентрацией пробного вещества y , определяется по формуле

$$Q = B\gamma \left(\frac{P_1^2}{P_2^2} - 1 \right) \cdot \frac{1}{k},$$

где P_2 — атмосферное давление; k — отношение коэффициентов вязкости смеси и чистого воздуха.

Таким образом, при неизменном парциальном давлении пробного вещества поток его в атмосферу увеличивается с повышением давления воздуха, поскольку происходящее при этом уменьшение концентрации сказывается слабее, чем повышение суммарного давления. Это изменение не является определяющим фактором, поскольку значения вязкости воздуха и хладона, рекомендуемых как основные пробные вещества, отличаются несущественно, т.е. $k \approx 1$.

Испытания проводят путем медленного перемещения («0,5 см/с») шупа течеискателя около проверяемых участков объекта. В связи с понижением концентрации пробного вещества при удалении от места его утечки наконечник шупа должен быть максимально приближен к испытываемой поверхности. Так как утечки через большие течи могут привести к существенному повышению концентрации галогенов в атмосфере помещения и вследствие этого «отравлению» датчика, рекомендуется перед началом испытаний течеискателем отыскать большие течи более грубыми методами, например опрессовкой сжатым воздухом с определением места течи по звуку, обмыливанием или погружением объекта в жидкость с определением места течи по образованию пузырьков и т. п. Испытания начинают при небольшом давлении и малой концентрации хладона в заполняющей смеси. После выявления относительно больших течей давление и концентрацию повышают так, чтобы в соответствии с формулой определения потока обеспечить нужную чувствительность испытаний. Максимальное парциальное давление хладона в объекте ограничивается упругостью его пара и равно 0,56 Па при номинальной температуре. Возможность повышения общего давления, как правило, ограничивается прочностными характеристиками испытываемого объекта.

Атмосферные испытания проводят по схеме, представленной на рис. 7.4.

Вакуумный насос в этой схеме предназначен только для удаления хладона из объекта после окончания испытаний, поскольку выброс газа в атмосферу помещения недопустим.

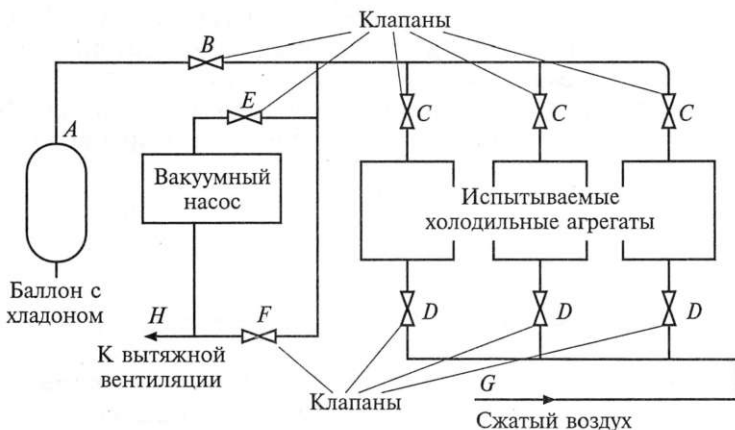


Рис. 7.4. Схема установки для испытаний холодильных агрегатов на герметичность смесью хладагента с воздухом

Рекомендуемая последовательность операций при испытаниях: подсоединяют испытываемый объект плотно (под вакуумом) к установке;

заполняют объект хладоном по линии ABC;

впуском сжатого воздуха по линии GD увеличивают давление в объекте до допускаемой величины;

производят поиск течи выносным щупом течеискателя;

после окончания испытаний с помощью сжатого воздуха удаляют хладон из объекта;

для предотвращения попадания в помещение остатков хладагента его откачивают из объекта вакуумным насосом (по линии CEH).

Для проведения испытаний при общем давлении смеси воздуха с хладоном, превышающем упругость насыщенного пара хладагента, сжатый воздух пропускают через слой жидкого хладагента, с тем чтобы насытить воздух парами хладагента и довести парциальное давление смеси до максимального значения. Чтобы избежать конденсации хладагента в испытываемом объеме, нужно поддерживать температуру в сосуде с хладоном, через который продувается воздух, на несколько градусов ниже, чем температура испытываемого объекта.

При проведении массовых испытаний проводят работы по схеме, предусматривающей перекачку и повторное использование хладагента (рис. 7.5).

Градуировка течеискателя по галоидной течи, проводимая непосредственно в процессе испытаний, позволяет оценить прибли-

тельную величину инициируемого потока хладагента $\left(\frac{\text{л} \cdot \text{мкм рт. ст.}}{\text{с}} \right)$,

т.е. обнаруживаемую течь, по формуле

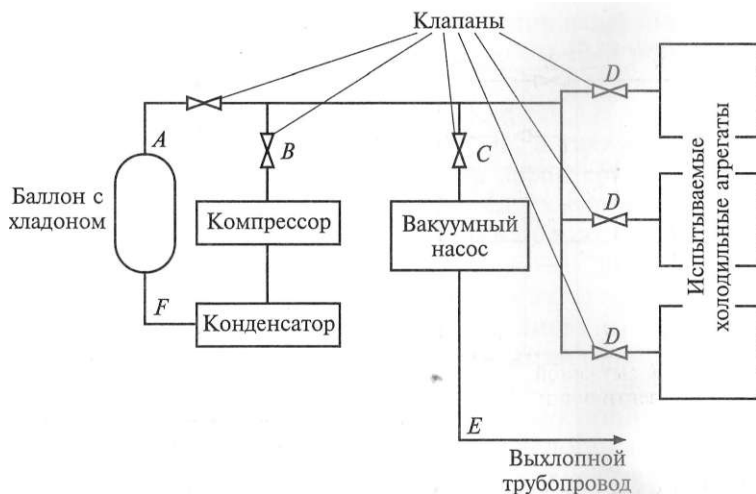


Рис. 7.5. Схема установки для испытаний холодильных агрегатов на герметичность хладоном

$$Q = \frac{Q_T}{\alpha_T} \cdot \alpha,$$

где Q_T — поток галоидной течи; α_T — отсчет течеискателя от галоидной течи; α — отсчет течеискателя.

При эксплуатации течеискателя в производственных помещениях из-за наличия в воздухе паров хладона могут возникать колебания стрелки прибора при положении «З» переключателя «Чувствительность».

При проведении вакуумных испытаний обследование вакуумных систем на герметичность проводится с помощью входящей в комплект течеискателя емкости, содержащей пробный газ.

Вакуумный датчик течеискателя устанавливают на стороне как высокого, так и низкого вакуума.

Зависимость чувствительности течеискателя от давления представлена на рис. 7.6, на графике которого видно, что максимальная чувствительность (т. е. возможность обнаружения хладона в вакуумной системе при его парциальном давлении) обеспечивается при общем давлении $5 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст. и менее.

Чувствительность течеискателя считается при расположении датчика на стороне низкого вакуума. Изменение чувствительности происходит в связи с изменением температуры эмиттера.

При расположении датчика в форвакуумной магистрали во избежание загрязнения, увлажнения и замасливания желательнее установить его в перекрываемую линию, параллельную основной магистрали (рис. 7.7).

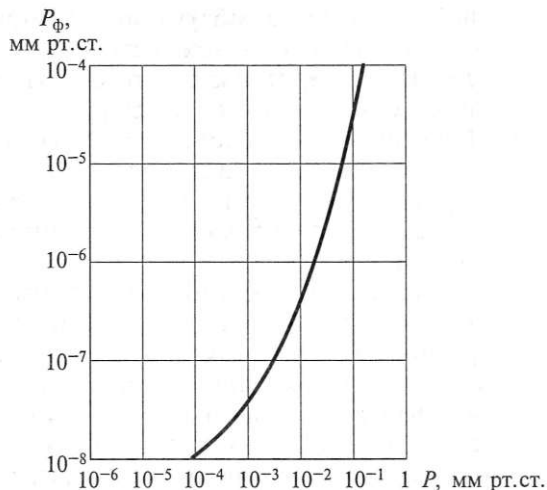


Рис. 7.6. Характер изменения чувствительности (P_{ϕ}) течеискателя от давления в вакуумной системе (P) при постоянном накале датчика

Первоначальную откачку объема до рабочего давления производят через основную магистраль, а линию, в которую включен вакуумный датчик, перекрывают. После достижения рабочего давления перекрывают основную магистраль и испытания проводят при откачке через линию, в которую включен вакуумный датчик.

Обследование вакуумных систем начинают обдуванием подозреваемых мест смесью хладона с воздухом концентрацией $10^{-3} \dots 10^{-1}$,

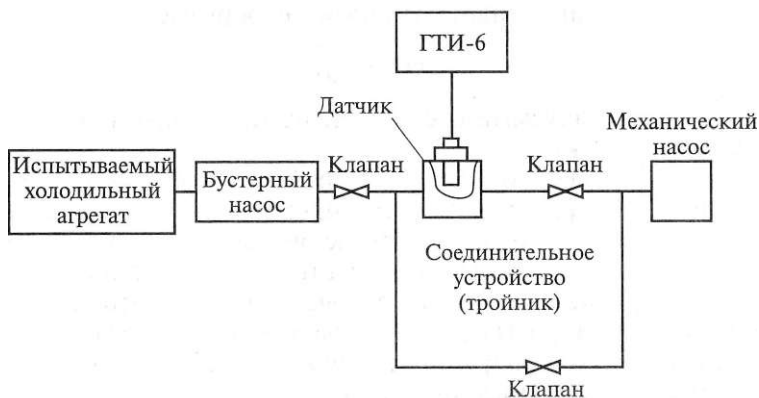


Рис. 7.7. Схема включения вакуумного датчика в линию вакуумирования холодильного агрегата

так как при большой течи в случае обдувания вакуумной системы чистым хладоном увеличивается возможность быстрого «отравления» вакуумного датчика. Свидетельство этого — увеличение начального тока и понижение чувствительности.

При наличии большой течи в системе, а также при больших флюктуациях начального тока датчика, характерных при работе датчика на форвакуумной магистрали, следует начинать поиск течи при пониженном токе накала датчика и в положении переключателя «Чувствительность».

При расположении вакуумного датчика в форвакуумной магистрали временные характеристики его зависят от сорбционных способностей и протяженности коммуникаций. Чувствительность испытаний снижается или испытания становятся невозможными при наличии в вакуумных системах конструктивных элементов, выделяющих пары или газы, содержащие галогены.

Время обдувания каждого подозреваемого участка выбирают в зависимости от параметров вакуумной системы из неравенства

$$\frac{V}{S_{\text{эф}}} \leq T \leq \frac{3V}{S_{\text{эф}}},$$

где T — время обдувания, с; V — испытываемый объем, л; $S_{\text{эф}}$ — эффективная скорость откачки, л/с.

При испытаниях вакуумных систем с использованием вакуумного датчика недопустимо применение вымораживающих ловушек. Вакуумный датчик необходимо предохранять от попадания на него паров масла, влаги и др.

Ориентировочная оценка обнаруживаемых течей может быть проведена по течеискателю, отградуированному в процессе испытаний в соответствии с методикой проверки чувствительности течеискателя с вакуумным датчиком по формуле

$$Q = \alpha S_Q,$$

где α — регистрируемый отсчет течеискателя; S_Q — цена деления прибора по потоку.

Ремонт бытовых холодильных приборов является сложным и специфическим технологическим процессом, на качество которого влияют в первую очередь такие операции, как очистка внутренней системы холодильного агрегата, осушка, вакуумирование и заправка его компонентами рабочей среды. Поэтому рассмотренные в гл. 7 вопросы совершенствования технологии выполнения перечисленных операций позволят повысить качество ремонта бытовых холодильных приборов.

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА
ЭЛЕМЕНТОВ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

8.1. Общие понятия и определения

Технологическим процессом ремонта называют часть производственного процесса, непосредственно связанную с последовательным выполнением работ по восстановлению исправности бытового холодильника (морозильника) или отдельных его элементов. Он строится по видам работ и методам их выполнения (восстановление хладонового компрессора, испарителя, фильтра-осушителя, сборки и т.д.).

Инженерными средствами выполнения технологического процесса ремонта бытовых холодильных приборов являются технологическое оборудование (стенды), специальные устройства (установки) и другая технологическая оснастка.

Под технологическим оборудованием понимаются орудия производства, в которых для выполнения определенной части технологического процесса ремонта размещаются неисправные изделия, эксплуатационные и ремонтные материалы, при необходимости — источники энергии.

Часть технологического процесса ремонта, выполняемая на рабочем месте или участке производственной площади одним или несколькими специалистами, называется технологической операцией.

В соответствии с содержанием и последовательностью выполнения операции рабочее место оснащается необходимыми техническими средствами, т.е. технологической оснасткой (специальные установки, устройства, приспособления и т.д.). Таким образом, технологическая оснастка — это орудие выполнения технологического процесса ремонта агрегатов (изделий) бытовых холодильников и морозильников.

Каждая технологическая операция является единицей производственного планирования и учета ремонта бытовых холодильных приборов и используется для определения трудоемкости ремонта, установления временных норм, расчета требуемого количества специалистов, технологического оборудования, приспособлений и другой оснастки.

8.2. Инженерно-техническое обеспечение технологического процесса ремонта компрессоров

Герметичный хладоновый компрессор является одним из наиболее сложных элементов холодильного агрегата, эксплуатационные характеристики которого в значительной степени определяют качество холодильной машины в целом. Технология восстановления эксплуатационных характеристик компрессоров требует специального технологического оборудования, обеспечивающего необходимое качество ремонтных работ.

В процессе эксплуатации холодильника (морозильника) иногда компрессор заклинивает. Для его расклинивания применяют устройство, выполненное в блочно-модульном исполнении. Оно входит в состав малогабаритного контрольно-диагностического комплекса, предназначенного для использования при ремонте холодильников (морозильников) на месте эксплуатации.

Устройство имеет три режима расклинивания:

вибрационный — режим воздействия электродвигателя на компрессор двухсторонними вибрациями;

электроударного воздействия на компрессор с повышенным моментом и реверсом относительно штатного вращения электродвигателя;

электроударного воздействия на компрессор с повышенным моментом и штатным направлением вращения.

Кроме того, расклинователь имеет блок регулировки напряжения для контроля запуска и работы узла компрессора при пониженном и номинальном напряжениях. Для обеспечения указанных режимов расклинователь имеет три независимых блока:

электровибрационного расклинивания;

электроударного расклинивания;

регулирования напряжения от 160 до 220 В.

Принципиальная схема блока регулирования сетевого напряжения представлена на рис. 8.1 и содержит регулятор на тиристоре 2 типа КУ202Н, включенный в диагональ моста 7, который включается последовательно с нагрузкой (электродвигателем) напрямую или через один из составных блоков. В цепь регулирования узла отсечки тока тиристора, определяющего напряжение нагрузки, включен переходный транзистор J типа КТ117В, обеспечивающий плавную регулировку напряжения нагрузки в диапазоне 160...220 В с помощью переменного резистора 4.

Корпус блока регулирования выполнен из ударопрочного полистирола. Величина напряжения в случае использования регулятора в составе контрольно-диагностического комплекса определяется по цифровому индикатору универсального вторичного преобразователя. В иных случаях для этой цели применяется вольтметр любого типа.

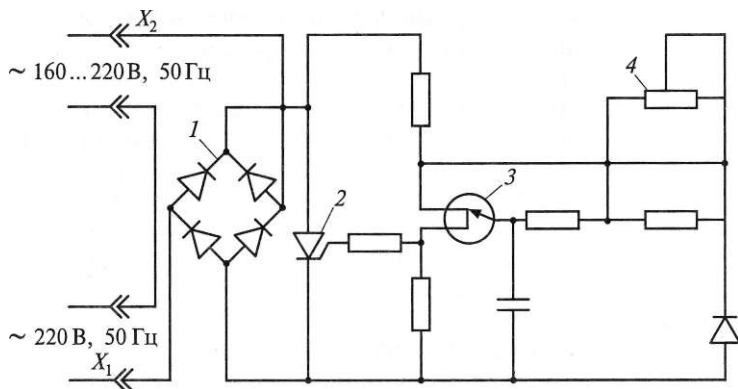


Рис. 8.1. Схема блока регулирования напряжения электропитания устройства расклинивания компрессоров бытовых холодильных приборов:
 1 — мост; 2 — тиристор; 3 — транзистор; 4 — переменный резистор

Подключение блока к сети 220 В, 50 Гц осуществляется стандартной вилкой. Нагрузка подключается через штепсельный разъем, соединенный с блоком шнуром.

Принципиальная схема блока электровибрационного расклинивания компрессора приведена на рис. 8.2. Этот блок подсоединяется к электродвигателю компрессора холодильного агрегата электрошнуром с трехштырьковым разъемом. При этом на рабочую обмотку 2 электродвигателя подается напряжение сети, а на пусковую 3 — выпрямленное напряжение с конденсатора 4, который включен между двумя последовательно подключенными диодами 5 и 6. Применение двух диодов объясняется тем, что на конденсаторе в нестандартных режимах могут возникать опасные для него перенапряжения.

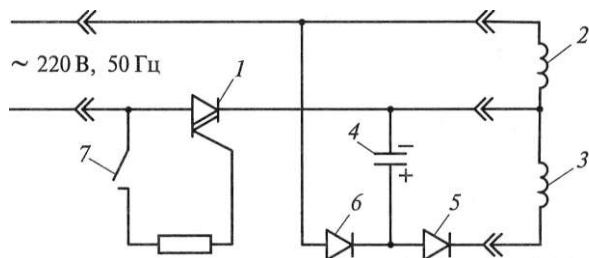


Рис. 8.2. Схема электрического блока устройства электровибрационного расклинивания компрессоров бытовых холодильных приборов:
 1 — симистор; 2 — рабочая обмотка; 3 — пусковая обмотка; 4 — конденсатор; 5, 6 — диоды; 7 — кнопка включения

Включение электродвигателя в режим вибрации ротора осуществляется с помощью симистора 1 типа ТС-2-25-9-У2, открываемого при нажатии кнопки включения 7. Взаимодействием в стали статора переменного магнитного потока с выпрямленным напряжением создается суммарный поток, заставляющий ротор электродвигателя совершать колебательные движения, которые разрушают схватывание металла на некоторых участках поверхностей трения деталей компрессора. При отпускании кнопки включения 7 подача напряжения на обмотки электродвигателя прекращается и режим виброколебаний заканчивается.

Принципиальная схема блока устройства электроударного расклинивания компрессора приведена на рис. 8.3. При разработке блока учитывались условия создания в электродвигателе компрессора режимов повышенного пускового момента без повышения напряжения питающей сети, что позволило снизить габариты блока и его массу. С этой же целью в блоке вместо бумажных и других неполярных конденсаторов использованы малогабаритные электролитические конденсаторы со специальным пуском включения.

Данный блок подключается к сети переменного тока (220 В, 50 Гц) с помощью двухполюсной вилки, соединенной с ним шнуром питания. Другой шнур имеет трехполюсный разъем для подключения блока к электродвигателю компрессора. Коммутация

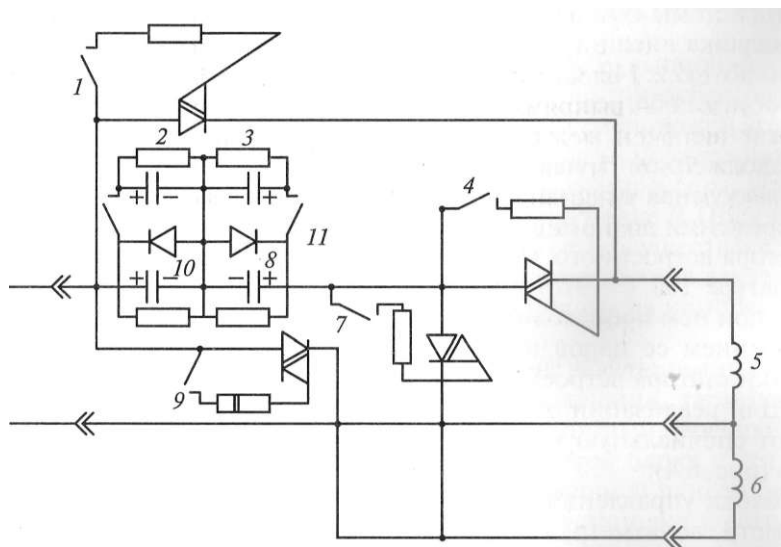


Рис. 8.3. Принципиальная схема блока устройства электроударного расклинивания компрессоров бытовых холодильных приборов:

1, 4, 7, 9, 11 — кнопки включения; 2, 3, 8, 10 — конденсаторы; 5, 6 — рабочая и пусковая обмотки

цепей производится с помощью симисторов типа ТС-2-25-9-У2, которые в случае работы без реверса подключают конденсаторы последовательно с пусковой обмоткой, а при осуществлении реверса — последовательно с рабочей обмоткой.

При нажатии кнопок 4, 9 переменное напряжение сети подается на пусковую обмотку 6. Рабочая обмотка 5 при этом подключается к сети через конденсаторы 8, 10 (две группы по 60 мкФ). Такое включение электродвигателя обеспечивает создание на его валу повышенного примерно в 1,4 раза относительно номинального момента с реверсом направления вращения. Отпустив кнопку 7, с помощью кнопки 11 подключают в цепь дополнительную группу конденсаторов по 20 мкФ. После этого нажимают кнопки 1 и 7, которые через симисторы подключают рабочую обмотку к питающей сети, а пусковая обмотка соединяется с сетью через конденсаторы, обеспечивающие повышение пускового момента в 1,4 раза при рабочем направлении вращения электродвигателя. Повышение пусковых моментов без повышения питающего напряжения улучшает условия формирования вращающего магнитного поля в статоре электродвигателя при подключении конденсаторов.

Одним из важнейших этапов технологии ремонта хладоновых компрессоров является удаление влаги из его отдельных деталей и элементов.

Существуют следующие способы удаления влаги из герметичной системы компрессора:

осушка внешним подогревом — подача сухого воздуха, нагретого до 132... 143 °С, в течение 4 ч;

осушка обогревом — подача сухого воздуха, нагретого до 163 °С, в течение 4 ч с последующим включением вакуумного насоса и продолжением осушки в течение 14 ч;

вакуумная осушка с внутренним и внешним подогревом при разрежении до 1 Па с подачей напряжения 40...50 В на обмотки статора встроенного электродвигателя в течение 30 мин при температуре 100 °С. Этот способ осушки наиболее эффективен, так как при нем происходит внутреннее и внешнее испарение влаги с удалением ее паров и одновременным подогревом рабочей обмотки статора встроенного электродвигателя.

Для реализации этого способа осушки компрессоров используют специальную установку, состоящую из следующих элементов (рис. 8.4):

блока управления, который включает в себя контактный термометр, вольтметр, теплонагреватель, систему пуска и отключения элементов установки;

блока внутреннего и внешнего подогрева, представляющего собой цельнометаллический шкаф с устройством для подключения нескольких статоров встроенных электродвигателей к электрической сети и подогрева объема шкафа;



Рис. 8.4. Схема осушки компрессоров холодильных агрегатов

блока удаления влажного воздуха, выполненного на базе герметичного высокооборотного компрессора с частотой вращения 50 об/с, применяемого в современных конструкциях бытовых холодильников и морозильников.

Установка для осушки компрессора (рис. 8.5) выполнена на базе холодильного шкафа 3, футерованного внутри асбестовым листом толщиной 6 мм. В нижней части шкафа расположен трубчатый электронагреватель (ТЭН) 10, позволяющий поддерживать необходимую температуру вокруг осушаемого компрессора, устанавливаемого на платформе 8, закрепленной на полке 9. Подключение обмоток компрессора к электрической сети осуществляется через клеммные колодки 2. В своей совокупности все вышесказанное образует блок внешнего и внутреннего подогрева компрессоров.

В верхней части установки закреплен блок регулирования 4, в состав которого входят кнопки пуска и отключения, терморегулирующий блок /4ТКП-160Сг-УХЛ-15 и двухпозиционный переключатель 12. Коммутационные соединения элементов блока с сетью заключены в металлическую оплетку 11. На внешней панели блока установлен пускатель 13 для подключения установки к сети.

В блоке удаления влажного воздуха используется компрессор 6, всасывающий патрубок которого подключен к блоку внешнего и внутреннего подогрева, а нагнетательный патрубок сообщается с атмосферой. Подключение установки к сети осуществляется с помощью электрошнура с вилкой 15.

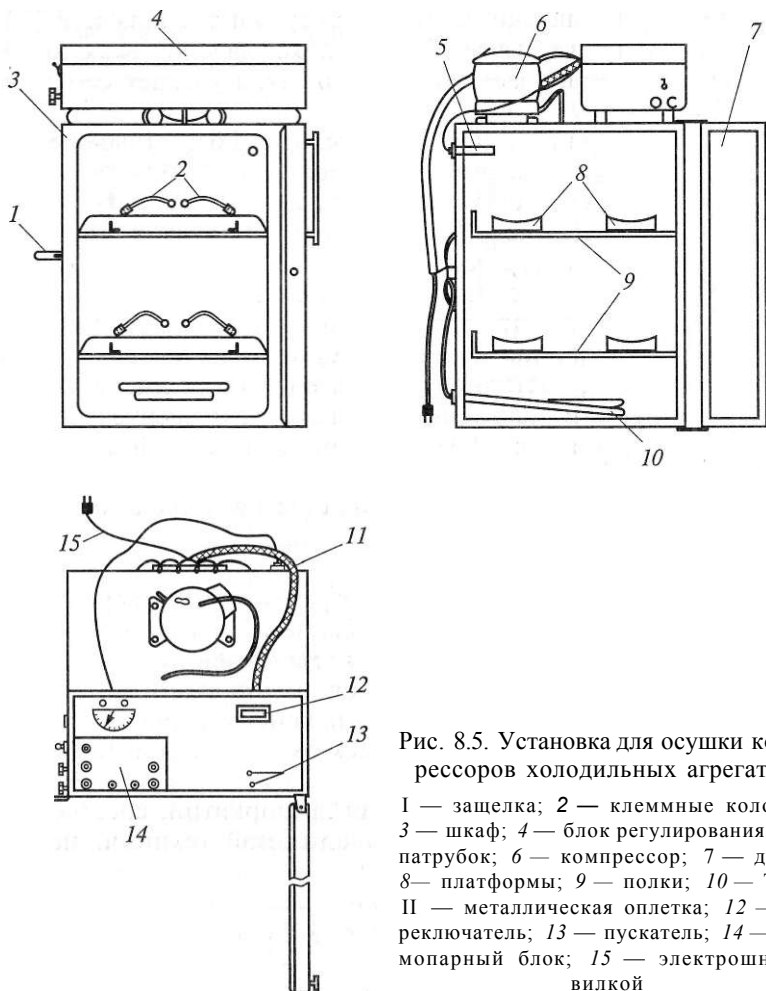


Рис. 8.5. Установка для осушки компрессоров холодильных агрегатов:

1 — защелка; 2 — клеммные колодки; 3 — шкаф; 4 — блок регулирования; 5 — патрубок; 6 — компрессор; 7 — дверь; 8 — платформы; 9 — полки; 10 — ТЭН; 11 — металлическая оплетка; 12 — переключатель; 13 — пускатель; 14 — термомпарный блок; 15 — электрошнур с вилкой

Осушку компрессора после сварки кожуха и заправки смазочным маслом осуществляют в следующей последовательности. Компрессоры устанавливают на одну из платформ **8**, закрепленных на полках **9**, и с помощью клеммных колодок **2** подключают к сети через автотрансформатор, установленный в блоке регулирования, выходное напряжение которого равно 50 В. С помощью термомпарного блока в соответствии с технологическим процессом ремонта устанавливают контрольное показание шкалы, равное 110 °С, включают трубчатый электронагреватель **10**, который автоматически выключается по достижении в шкафу **3** контрольного значения температуры. Подачу напряжения на установку выполняют с помощью пускателя **13**. Дверь **7** фиксируют в положении «Закры-

то» с помощью защелки 1. Процесс осушки продолжается 24 ч с включением через каждые 30 мин блока удаления влажного воздуха, который всасывает, сжимает и затем удаляет отбираемую среду в атмосферу.

Контроль влажности проводят согласно ГОСТ 17008—85.

Завершающим в ремонте компрессора холодильного агрегата является его обкатка, основное назначение которой — приработка трущихся деталей компрессора и подготовка их к воздействию эксплуатационных нагрузок.

Процесс обкатки можно разделить на три этапа:

оптимизация качества трущихся поверхностей детали;

снижение величины износа, механических потерь, упрочнение поверхности, частичное исправление погрешностей геометрической формы и положения деталей друг относительно друга;

стабилизация износа, КПД и готовность деталей компрессора к воздействию максимальных эксплуатационных нагрузок.

Существуют три вида обкатки на сухом воздухе с точкой росы не выше 223 К:

обкатка с противодавлением;

обкатка с предварительным подогревом компрессора до 353 К;

обкатка без противодавления — байпасирование всасывающего и нагнетательного трубопроводов в течение 1 ч.

Процесс обкатки включает в себя два этапа:

обкатку на холостом ходу (без клапанной группы);

обкатку под нагрузкой со снятием эксплуатационных характеристик.

Исследования показали, что для предприятий, специализирующихся на ремонте бытовой холодильной техники, наиболее целесообразна обкатка с противодавлением, равным 0,8 МПа, включающая в себя оба вышеуказанных этапа.

Принципиальная схема установки для обкатки компрессоров приведена на рис. 8.6, а общий вид ее с органами управления показан на рис. 8.7.

Компрессор 5 (см. рис. 8.6) нагнетает воздух в ресивер 4, откуда он через регулирующий вентиль 3 и запорный вентиль 2 подается в атмосферу. Производительность компрессора измеряется ротаметром 7. На всасывающую магистраль компрессора при необходимости может быть установлен фильтр-осушитель

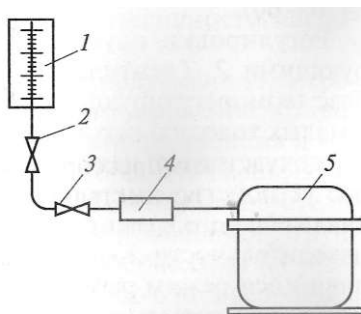


Рис. 8.6. Принципиальная схема установки для обкатки компрессоров после ремонта:

7 — ротаметр; 2 — запорный вентиль; 3 — регулирующий вентиль; 4 — ресивер; 5 — компрессор

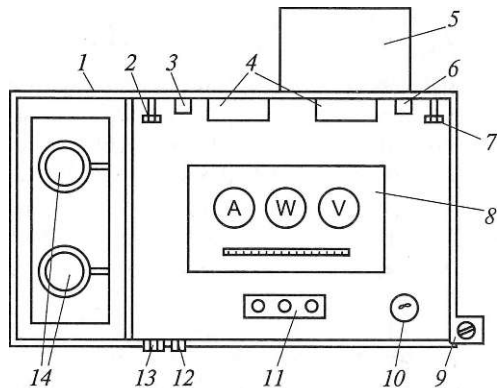


Рис. 8.7. Общий вид установки для обкатки компрессоров:

1 — рама; 2, 7 — регулирующие вентили; 3, 6 — ротаметры; 4 — манометры; 5 — емкость; 8 — измерительный комплект; 9 — термопарный блок; 10 — ЛАТР; 11 — блок управления; 12, 13 — запорные вентили; 14 — технологические кожухи

воздуха. Конструкция монтируется на раме 1 (рис. 8.7), где установлены два технологических кожуха 14 компрессоров. На лицевой панели выполнен монтаж блока управления работой стенда. Для измерения производительности установлены два ротаметра 6 типа РС-3. Регулирование напряжения осуществляется с помощью ЛАТР 10. Измерение противодавления осуществляется образцовыми манометрами 4 с пределами измерения до 1,6 МПа по ГОСТ 6521—72. Электрические параметры контролируются измерительным комплектом 8 типа К-505, в состав которого входят амперметр и вольтметр (ГОСТ 8711—60) и ваттметр (ГОСТ 8476-60).

Регулировки осуществляются запорными 12, 13 и регулирующими 2, 7 вентилями. Регулирующие вентили выполнены на базе терморегулирующих вентилей типа ТРВ-0,5М, применяемых в малых холодильных машинах торгового оборудования. При этом термочувствительная система удаляется и устанавливается винтовое устройство микрометра в целях обеспечения плавного и незначительного изменения противодавления и соответственно производительности. Контролируется выход компрессоров на установившийся режим работы с помощью термопарного блока 9.

Компрессоры типа ХКВ устанавливаются в технологические кожухи без клапанной группы. В кожухи заливается масло ХФ-12-18(16) в количестве 350...430 г в зависимости от исполнения компрессора по климатическим зонам. При обкатке на холостом ходу осуществляется контроль пусковых характеристик и потребляемой мощности в соответствии с ГОСТ 17008 — 85 в диапазоне напряжений

$$U_n - 0,16U_n \leq U_n \leq U_n + 0,1U_n.$$

Однако испытание отремонтированных компрессоров на воздухе в режиме холостого хода без клапанной группы в воздушном тракте не отражает реальных условий его эксплуатации при работе на холодильном агенте. Различие термодинамических свойств указанных сред приводит к возникновению брака вследствие отказов, обусловленных снижением производительности при окончании испытаний, и искажению достоверности результатов испытаний.

Как показали результаты исследований, температурное поле компрессора при обкатке на воздухе сравнительно высоко. Так, температура нагнетаемого воздуха в полости нагнетания составляет 170... 180 °С, масла — 110... 120 °С, металлических элементов — в среднем около 130 °С. Эти данные относятся к установившемуся режиму. При указанных температурах в полости нагнетания и клапанной группе возможно разложение масла, его коксование. Это приводит к отложению продуктов распада на седлах клапанов и, как следствие, к снижению производительности компрессора при дальнейшей эксплуатации в составе холодильного агрегата. Поэтому возникает необходимость предварительной и окончательной обкатки компрессора в эксплуатационных режимах. Причем в процессе окончательной обкатки противодействие на линии высокого давления должно соответствовать максимально возможному для бытовых холодильников исполнению «У». Это приводит к оптимизации качества трибосопряжений, снижению износа и стабилизации положения деталей относительно друг друга с обеспечением гарантии готовности деталей ремонтируемой машины к восприятию реальных эксплуатационных нагрузок с учетом фактора агрессивности маслохладоновой среды.

Длительность процесса обкатки 45 мин. Одновременно контролируются работа электродвигателя, функционирование кривошипно-кулисного механизма движения, надежность крепежа и т.д.

В процессе обкатки под нагрузкой компрессоры устанавливаются в технологические кожухи, к которым подключаются нагнетательные змеевики, а на цилиндры устанавливаются клапанные группы. С помощью блока управления подается напряжение на установку. Компрессоры сжимают воздух и подают его в ресивер, объем которого $(200 + 5) \cdot 10^{-3} \text{ л}^3$. Регулирующими вентилями устанавливается необходимое противодействие, равное $78,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Падение давления через нагнетательную сторону компрессора не должно превышать $1,96 \cdot 10^4 \text{ Па}$ за 8 с.

Обкатку под указанной нагрузкой осуществляют в течение 36 мин с параллельной проверкой объемной производительности при следующих условиях:

Температура обмоток электродвигателя, К.....	358 ± 10
Напряжение номинальное стабилизированное.....	По ГОСТ 14087-80
Давление всасывания, Па.....	0...1960

Допускается проверка объемной производительности и потребляемой мощности в холодном состоянии компрессора при температуре окружающей среды (293 ± 5) К. Технологические кожухи компрессора в зоне масляной ванны должны иметь температуру не ниже 289 К, а необходимое давление нагнетания устанавливается регулируемыми вентилями. При проверке на максимально развиваемое давление закрывается запорный вентиль 12 (см. рис. 8.7), а для подсоединения при необходимости фильтра-осушителя применяется запорный вентиль 13. Аналогично сказанному контролируются пусковые характеристики компрессора под нагрузкой. Время запуска не должно превышать 1,5 с.

Технические характеристики установки для обкатки компрессоров бытовых холодильных приборов

Типоразмер компрессора, подвергаемого обкатке.....	ХКВ
Напряжение питания, В.....	220
Габаритные размеры, мм.....	1200x600x800
Масса, кг.....	40

Принципиальная схема установки для обкатки герметичных компрессоров в условиях реальной эксплуатационной среды приведена на рис. 8.8. В составе установки: компрессор 7, включенный

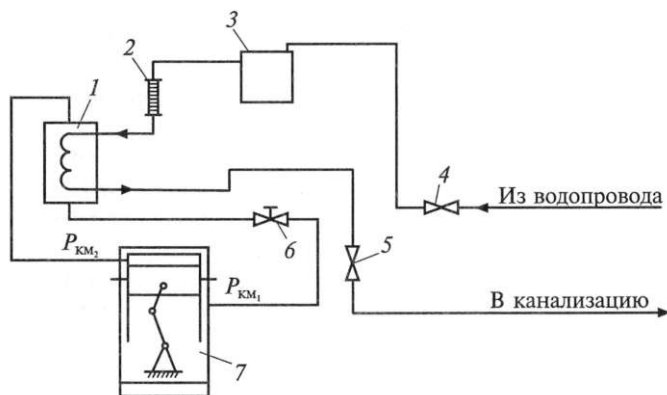


Рис. 8.8. Принципиальная схема установки для обкатки компрессоров:
 1 — конденсатор; 2 — ротаметр; 3 — емкость для воды; 4, 5 — запорные вентили;
 6 — регулирующий вентиль; 7 — компрессор; P_{KM1} — давление всасывания; P_{KM2} —
 давление нагнетания

в замкнутый хладоновый контур, состоящий из конденсатора 1 водяного охлаждения (охладитель — вода), регулирующего вентиля 6 и системы соединительных трубопроводов. Линия охлаждения конденсатора состоит из вентилей 4 и 5, емкости для воды 3, ротаметра 2, соединенного со змеевиком, установленным в конденсаторе. Подача воды осуществляется из водопроводной сети, а слив — в канализацию.

Установка работает следующим образом. Компрессор нагнетает хладон под давлением нагнетания $P_{кщ}$ в конденсатор, где осуществляется его конденсация. Из конденсатора жидкий хладон подается в регулирующий вентиль для дросселирования до необходимого давления всасывания $P_{кщ}$.

Водяной бачок служит для создания необходимого гарантированного расхода воды и снижения пульсации напора путем встраивания в водяную магистраль ротаметра 2 типа РС-3, который при необходимости можно использовать для измерения расхода воды. Регулирование подаваемого напряжения осуществляется с помощью ЛАТРа. Давление нагнетания $P_{кМ2}$ и всасывания $P_{кМ1}$ измеряется образцовыми манометрами с пределами измерения до 1,6 МПа по ГОСТ 6521-72.

Электрические параметры контролируются комплектом К-505. Регулирование работы осуществляется с помощью регулирующего вентиля и расхода воды через змеевик конденсатора. Для создания необходимого противодавления на нагнетательной линии может быть установлен дополнительный вентиль. Регулирующий вентиль 6 выполняется на базе вентиля типа ТРВ-0,5 с установкой винтового устройства. Контроль установившегося состояния осуществляется с помощью терморпарного блока. Блок конденсации рабочего тела выполняется в соответствии с рис. 8.9. В стальной цилиндр с внутренним диаметром 80 мм встраивается медный змеевик с внутренним диаметром 8 мм и длиной 0,6 м. Входы и выходы трубопроводов и змеевика герметизируются, а цилиндр подсоединяется к магистрали установки с помощью накладных гаек.

Подключение компрессоров к установке происходит по схеме, показан-

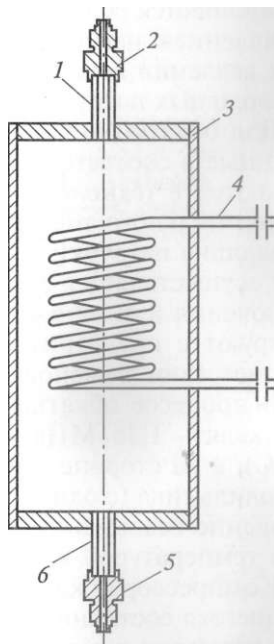


Рис. 8.9. Общий вид водяного конденсатора:

1, 6 — патрубки; 2, 5 — штуцеры; 3 — корпус; 4 — змеевик



Рис. 8.10. Схема подключения компрессоров для осушки

ной на рис. 8.10. Нагнетательные патрубки компрессоров № 1...4 объединяются общим коллектором в единую напорную магистраль с давлением нагнетания $P_{км2}$, а линия всасывающей магистрали при давлении всасывания $P_{км1}$ имеет четыре всасывающих самостоятельных патрубка, соединенных с компрессорами № 1...4.

Для обкатки под нагрузкой компрессоры, предварительно собранные в соответствии с техническими требованиями, устанавливаются в технологические кожухи и соединяются с помощью нагнетательного змеевика с напорной магистралью стенда, а всасывающие патрубки — с линией низкого давления. Подсоединение осуществляется с помощью быстросъемных муфт Ганзена. До включения в линию с хладагентом компрессоры обязательно вакуумируют с предварительной заправкой маслом ХФ-12-16(18) в соответствии с паспортными данными.

В процессе обкатки давление на стороне нагнетания должно составлять 1,36 МПа (максимальная температура конденсации 55 °С), а на стороне всасывания — в зависимости от маркировки холодильника (с одной, двумя, тремя или четырьмя звездочками). Давление всасывания устанавливается в соответствии с возможной температурой кипения: -6, -12, -18 или -24 °С.

Компрессор обкатывается в течение 2 ч до достижения установившегося состояния его производительности, что контролируется с помощью термопарного блока. Для обезвоживания установки могут быть применены разъемные цеолитовые осушители малых холодильных машин торгового оборудования.

Проверка необходимых параметров испытываемого компрессора осуществляется в соответствии с ГОСТ 17006—85.

Технические характеристики установки для обкатки компрессоров бытовых холодильных приборов в реальных эксплуатационных условиях

Типоразмер компрессора, подлежащего испытанию	ХКВ
Рабочее тело	R12
Тип конденсатора	Кожухотемплеквиовый
Охлаждение конденсатора	Водяное
Напряжение питания, В	220
Габаритные размеры, мм	1000x400x300
Масса, кг	43

Комплексные испытания отремонтированных компрессоров для проверки объемной производительности, потребляемой мощности, времени запуска и величины падения давления через нагнетательную сторону производят с использованием стенда, пневматическая схема которого представлена на рис. 8.11.

Пневматическая схема стенда включает в себя ресивер всасывания 4, промежуточный ресивер 9, ресивер нагнетания 14, ротаметр 12, регулирующие вентили 7 и 13, запорные вентили 10 и 11, включенные в контур с помощью системы соединительных тру-

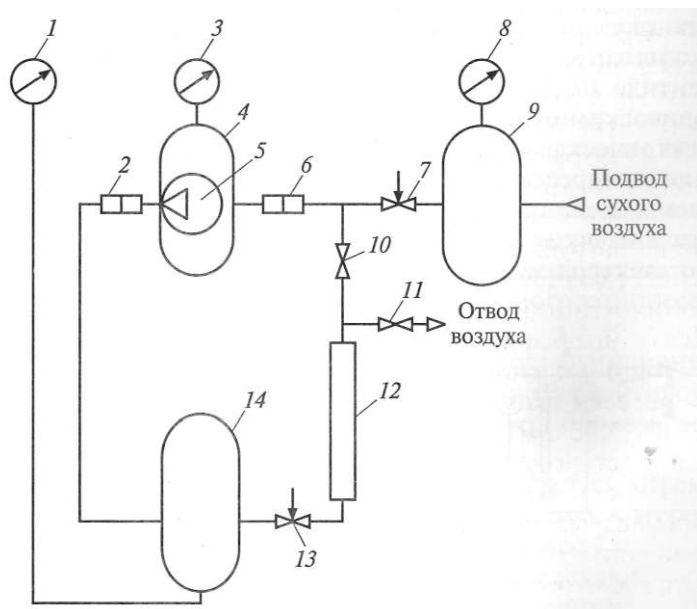


Рис. 8.11. Пневматическая схема стенда для комплексных испытаний компрессоров после ремонта:

1, 3, 8 — манометры; 2, 6 — герметичные муфты; 4 — ресивер всасывания; 5 — компрессор; 7, 13 — регулирующие вентили; 9 — промежуточный ресивер; 10, 11 — запорные вентили; 12 — ротаметр; 14 — ресивер нагнетания

бопроводов. В качестве ресивера всасывания используется герметичный кожух испытываемого компрессора 5, подсоединенного к стенду с помощью герметичных муфт 2 и 6. Манометры 1, 3 и 8 служат для измерения давления соответственно в нагнетательном, всасывающем и промежуточном ресиверах. Схема стенда снабжена подводом для подачи сухого воздуха.

Работа пневматической схемы стенда осуществляется следующим образом. Для определения объемной производительности компрессора вентиль 10 закрывают, вентиль 11 открывают. При работающем компрессоре 5 вентилем 7 устанавливается требуемое давление всасывания, вентилем 13 — давление нагнетания и производится отсчет производительности компрессора по ротаметру 12.

Для определения величины падения давления через нагнетательную сторону компрессора вентиль 11 закрывают. При достижении требуемого давления на стороне нагнетания вентиль 7 закрывается, компрессор выключается, вентили 10 и 11 открываются. Падение давления регистрируется по манометру 1.

Для установки уравновешенных давлений при проверке запуска компрессора вентиль 7 закрывается, вентиль 7J открывается. Требуемая величина уравновешенного давления на всасывании и нагнетании устанавливается периодическим открытием вентиля 11.

Установка неуравновешенных давлений для проверки компрессора на запуск осуществляется при закрытом вентиле 7 и открытом вентиле 10. Давление на стороне нагнетания устанавливается периодическим открытием вентиля 11.

Электрическая схема стенда (рис. 8.12) обеспечивает электропитание компрессора регулируемым напряжением, контроль потребляемой мощности, потребляемого тока и времени запуска компрессора, подачу напряжения для нагрева обмоток статора встроенного электродвигателя испытываемого компрессора.

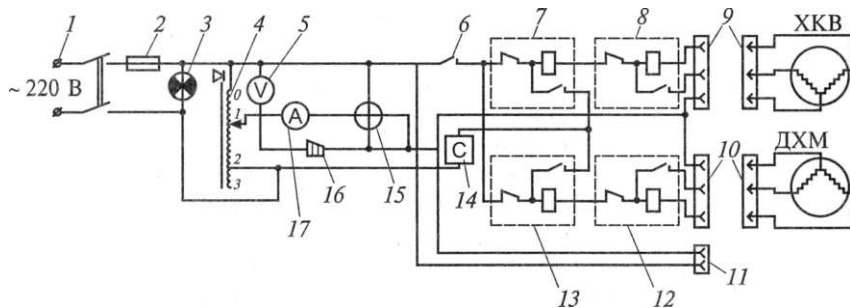


Рис. 8.12. Электрическая схема стенда для комплексных испытаний компрессоров после ремонта:

1 — переключатель; 2 — предохранитель; 3 — сигнальная лампа; 4 — автотрансформатор; 5 — вольтметр; 6 — тумблер; 7, 8, 12, 13 — реле; 9, 10, 11 — разъемы; 14 — электросекундомер; 15 — ваттметр; 16 — кнопка; 17 — амперметр

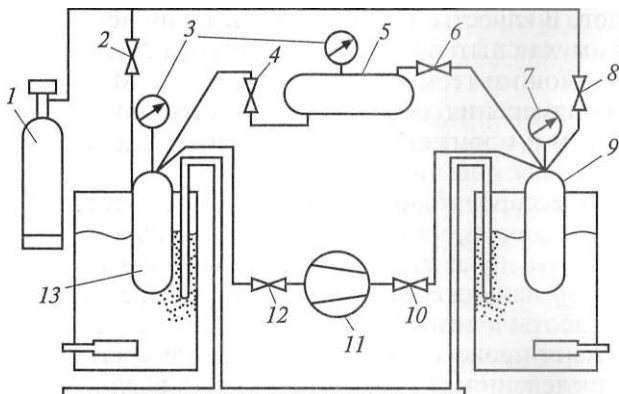


Рис. 8.13. Пневматическая схема стенда для испытаний компрессоров на запуск после ремонта:

7 — баллон; 2, 4, 6, 8, 10, 12 — вентили; 3, 7 — манометры; 5, 9, 13 — ресиверы; 11 — компрессор

Стенд включается переключателем 1, при этом загорается сигнальная лампа 3. Напряжение на клеммах пускозащитного реле компрессора и на разъеме 11 для подключения обмотки электродвигателя компрессора при нагреве задается автотрансформатором 4 и контролируется по вольтметру 5.

Компрессор типа ХКВ подсоединяется к стенду посредством разъема 9, компрессор типа ДХМ — посредством разъема 10. Включение компрессора осуществляется тумблером 6, при замыкании которого срабатывают реле 7, 13 (8, 12), обеспечивающие запуск компрессора и электросекундомера 14. При замыкании контактов кнопки 16 ваттметр 75 и амперметр 77 регистрируют потребляемую мощность и потребляемый ток герметичного компрессора. В схеме предусмотрен предохранитель 2.

При наличии стенда СПК-1 для расширения функциональных возможностей путем оценки времени запуска отремонтированного компрессора он должен быть укомплектован блоком, пневматическая схема которого приведена на рис. 8.13.

Ниже приводится методика испытания на запуск отремонтированного компрессора, временная характеристика которого определяется ГОСТ 17008 — 85 и составляет не более 1 с.

При испытании компрессора на запуск определяют:
 время запуска компрессора в холодном состоянии;
 время запуска компрессора в горячем состоянии.

При испытании компрессора на запуск его заправляют хладагентом R12 или сухим воздухом с точкой росы не выше $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Проверку запуска в холодном состоянии следует проводить в следующей последовательности.

До начала испытаний компрессоры исполнения УХЛ выдерживают не менее 12 ч при температуре $(32 \pm 2)^\circ\text{C}$, а компрессоры исполнения Т — при температуре $(43 \pm 2)^\circ\text{C}$. После этого замеряют сопротивление рабочей обмотки и устанавливают давление на стороне всасывания и нагнетания и избыточное уравновешенное давление соответственно:

для компрессоров исполнения УХЛ $(39,2 \pm 1,96) \cdot 10^4$ Па;

для компрессоров исполнения Т $(44,1 \pm 1,96) \cdot 10^4$ Па.

Компрессор запускается 10 раз при 0,84, а затем 10 раз при 1,1 номинального напряжения на сетевых клеммах реле. Продолжительность работы двигателя при одном запуске не более 5 с. Интервал времени между окончанием одного запуска и началом следующего должен составлять не менее 3 мин. Если компрессор каждый раз запускается, то испытание считают выдержанным.

Проверку запуска в горячем состоянии проводят при избыточном уравновешенном давлении $(39,2 \pm 1,96) \cdot 10^4$ Па. Температура основной обмотки должна составлять $(120 \pm 5)^\circ\text{C}$. Для достижения этой температуры к обмотке прикладывается напряжение, равное 0,8 номинального. Температуру обмотки проверяют замером ее омического сопротивления. Число запусков, интервал времени между запусками и другие условия те же, что и при проверке компрессора на запуск в холодном состоянии. Если компрессор каждый раз запускается, то испытание считают выдержанным.

При приемосдаточных испытаниях запуск компрессоров проверяют при температуре обмоток электродвигателя $(85 \pm 10)^\circ\text{C}$. Запуск производится при избыточном уравновешенном давлении всасывания и нагнетания $(39,2 \pm 1,96) \cdot 10^4$ Па. Допускается проводить проверку на запуск при избыточном неравновешенном давлении всасывания и нагнетания соответственно от 0 до 19600 и от 0 до 98000 Па

Техническая характеристика стенда для испытаний компрессоров бытовых холодильных приборов на запуск

Тип стенда.....	Настольный
Тип компрессора, проверяемого на стенде.....	ХКВ, ДХМ (ФГ)
Число одновременно проверяемых компрессоров, шт.....	1
Контролируемые параметры:	
объемная производительность, м^3	$(0... 17,5) \cdot 10^{-5}$
потребляемый ток, А.....	0...3
время запуска с точностью, с.....	$\pm 0,01$
рабочее тело.....	R12
потребляемая мощность, кВт, не более....	1
питание.....	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм.....	485x300x795
Масса, кг.....	38

В случае не запуска компрессора при одном из включений или если время запуска превышает 1 с, то компрессор считается не выдержавшим испытание.

Возможные причины плохого запуска компрессора:

неравномерный зазор между статором и ротором электродвигателя или заедание ротора при вращении;

неправильно выставлен «мертвый» зазор — поршень в верхней «мертвой» точке соприкасается с всасывающим клапаном;

неправильный подбор сопряжений трущихся пар;

неисправность электродвигателя — межвитковое замыкание, обрывы в обмотках;

засорение компрессора — наличие загрязнений и инородных частиц.

После выявления причины плохого запуска компрессора в зависимости от дефекта производятся его разборка, замена негодных деталей или узлов, промывка и осушка, сборка и регулировка. Собранный компрессор подвергается повторному испытанию на запуск.

Следует отметить, что в некоторых районах, особенно в сельской местности, в часы пиковых нагрузок напряжение в потребительских сетях понижается ниже номинально допустимых пределов. В таких случаях даже исправный хладоновый компрессор не обеспечивает нормального запуска, что в конечном итоге приводит к выходу его из строя.

Надежный запуск компрессора при напряжении ниже номинально допустимого может быть обеспечен выставлением гарантированного зазора между седлом и пластиной всасывающего клапана компрессора. Это достигается установкой дополнительной прокладки в клапанной группе в процессе ремонта компрессора. Установка прокладки обеспечивает надежный запуск компрессора при понижении напряжения до 160 В, при этом теплоэнергетические характеристики компрессора практически не изменяются.

Основной показатель отремонтированного компрессора — номинальную холодопроизводительность — определяют по формуле

$$Q_0 = G_a (i_{кМ} - i_{и}),$$

где G_a — количество циркулирующего холодильного агента, определенное опытным путем; $i_{кМ}$ — энтальпия пара, определенная по давлению и температуре у всасывающего патрубка; $i_{и}$ — энтальпия жидкости, определенная по температуре переохлаждения (температура жидкости перед терморегулирующим вентилем).

Количество холодильного агента G_a определяют калориметрическим способом, принцип которого основан на измерении количества теплоты Q_0 подведенной к теплообменному аппарату (калориметру) или отведенной от него в единицу времени. При

этом массовая производительность компрессора определяется из выражения

$$G_a = \frac{Q_0 + Q_{oc}}{i_{a_2} - i_{a_1}},$$

где Q_{oc} — количество теплоты, подведенной к аппарату из окружающей среды или отведенной от него в единицу времени; i_{a_2} , i_{a_1} — энтальпия хладагента соответственно до и после аппарата.

Для повышения точности испытаний компрессоров бытовых холодильников (морозильников) используют электрический калориметр со вторичным хладагентом (рис. 8.14).

Калориметр состоит из корпуса 4, заполненного частично хладоном R12, который нагревается нагревателем 5 и, испаряясь, конденсируется на поверхности испарителя 3. Мощность, подводимая к нагревателю, регулируется так, чтобы давление вторичного холодильного агента, измеряемое манометром 7, при данной настройке регулирующего вентиля оставалось постоянным. Для контроля уровня вторичного холодильного агента в корпусе калориметра предусмотрено смотровое стекло 6. Для выключения нагревателя в случае резкого повышения давления вторичного холодильного агента в конструкции калориметра предусмотрено

реле высокого давления 2, которое монтируется совместно (манометром 1 на крышке калориметра. Размеры испарителя и электрического нагревателя приблизительно одинаковы, что создает условия для компактности конструкции. Достоинством данного калориметра является то, что теплопритоки из окружающей среды практически не влияют на точность измерений. Однако точность результатов зависит от погрешности при определении энтальпии i_4 и i_{4_2} , тем не менее из существующих конструкций калориметров рассматриваемый обладает наибольшей точностью измерений.

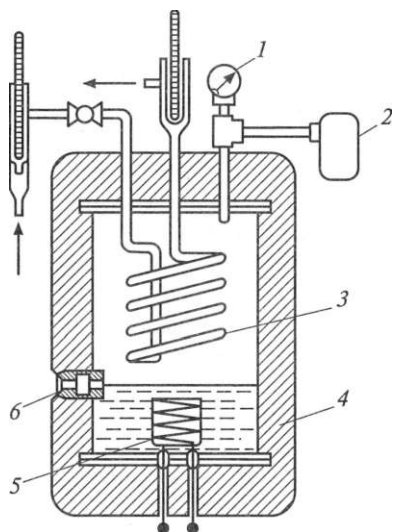


Рис. 8.14. Электрический калориметр для вторичного хладагента:

1 — манометр; 2 — реле давления; 3 — испаритель; 4 — корпус; 5 — нагреватель; 6 — смотровое стекло

При испытании хладонных компрессоров на холодопроизводительность контролируют сухость всасываемого пара. Для повышения точности измерений в составе калориметрического стенда долже

быть водяной конденсатор (рис. 8.15), тепловая нагрузка которого рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{кд}} = G_{\text{вд}} C_{\text{вд}} (t_{\text{вд}2} - t_{\text{вд}1}),$$

где G_m — расход воды; $C_{\text{вд}}$ — теплоемкость воды; $t_{\text{вд}1}$, $t_{\text{вд}2}$ — температура воды соответственно до и после конденсатора.

В конденсаторе предусмотрен жидкостной затвор, предотвращающий выход пара. Для конденсаторов используют ту же теплоизоляцию, что и для калориметров.

Сухость пара необходимо измерять даже при значительном его перегреве. При работе на влажном ходу компрессора расход хладагента G_d определяют по тепловому балансу конденсатора, сухость пара — по величине и тепловому балансу калориметра:

$$G_a i_{\text{и}} + Q_{\text{кл}} = X G_a i_{\text{кл}2\text{п}} + (1 - X) G_a i_{\text{кл}2\text{ж}},$$

где $i_{\text{и}}$ — энтальпия хладагента перед регулирующим вентилем; Q^{\wedge} — количество теплоты, подведенной к калориметру; $i_{\text{ш}2\text{п}}$ — энтальпия пара у выхода из калориметра при температуре t^{\wedge} ; $i_{\text{и}1\text{л}}$ — энтальпия жидкости у выхода из калориметра.

При испытаниях хладоновых компрессоров бытовых компрессионных холодильников и морозильников определяют концентрацию масла, циркулирующего в системе, так как масло, выходя из испарителя и возвращаясь в компрессор, несет в себе некоторое количество хладагента. Прибор для определения концентрации холодильного масла (рис. 8.16) представляет собой сосуд /, который располагают между регулирующим вентилем и ресивером.

Масляно-хладоновая смесь циркулирует через прибор в течение проведения испытаний, затем закрывают муфту 3 у входа в прибор, отсасывают хладон и определяют по смотровому стеклу 2 высоту слоя масла. Объемную концентрацию масла определяют по формуле

$$\xi \approx \frac{V_m}{V_m + V_x},$$

где V_m — объем масла; V_x — объем хладагента.

Зная плотность масла и хладагента, определяют концентрацию холодильного масла из выражения

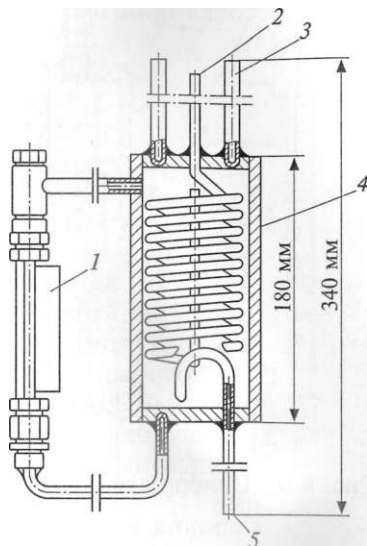


Рис. 8.15. Водяной конденсатор калориметра:

7 — дозатор; 2 — змеевик конденсатора; 3 — патрубок; 4 — корпус; 5 — трубопровод подачи хладагента

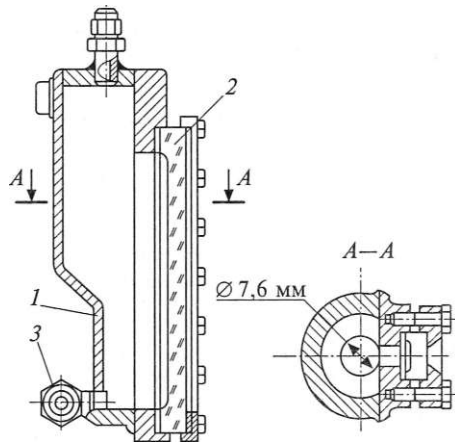


Рис. 8.16. Прибор для определения концентрации холодильного масла:
1 — сосуд; 2 — смотровое стекло; 3 — муфта

$$\xi_M = \frac{V_M \rho_M}{V_M \rho_M + V_X \rho_X}$$

Для определения показателей качества отремонтированных компрессоров бытовых холодильников и морозильников используют стенд (рис. 8.17), позволяющий проводить испытания серийной модели любой системы охлаждения.

Стенд включает в себя хладоновый компрессор с головками всасывания и нагнетания; замкнутый хладоновый контур, в который включены калориметр со змеевиком, испарителем и электронагревателем, конденсатор, ресивер жидкого хладагента, форконденсатор, соединенный на входе с нагнетательным патрубком компрессора и имеющий на выходе три разветвления, одна линия которого подключена к хладоновому контуру перед конденсатором, две другие — к системе охлаждения масла и к системе охлаждения головок компрессора. В хладоновый контур перед испарителем установлен фильтр-осушитель.

Стенд работает следующим образом. Компрессор 1, установленный в теплоизолированной камере 2, нагнетает хладон в дополнительный конденсатор 3. Отсюда сжиженный хладон поступает в герметичный кожух 4, установленный в зависимости от исследуемой системы охлаждения на головке цилиндра или в змеевике маслоохладителя 15, который находится в масляной ванне компрессора.

При этом жидкий хладон испаряется и подается в основной конденсатор 5 стенда, откуда жидкость стекает в ресивер 8. Пути движения жидкого хладагента в калориметр установлены при

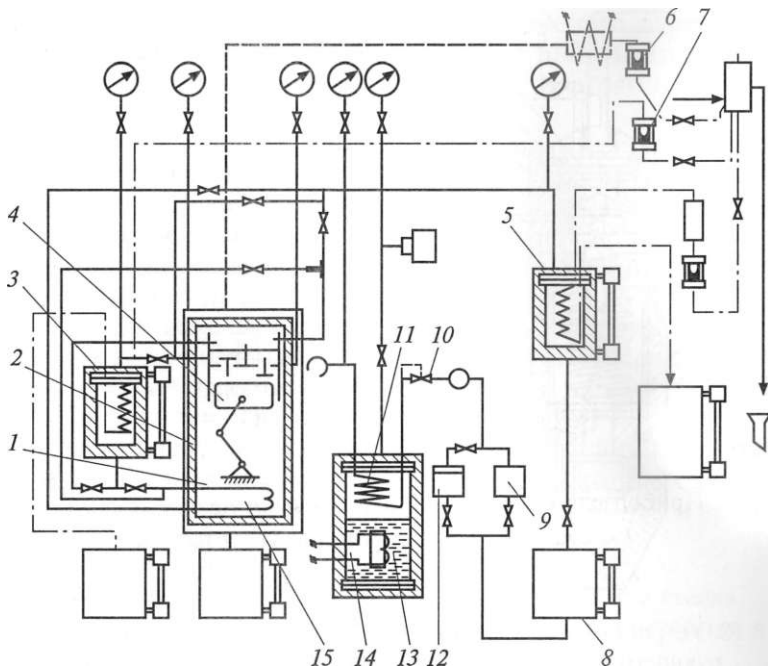


Рис. 8.17. Принципиальная схема calorиметрического стенда для испытаний холодильных агрегатов:

1 — компрессор; 2 — теплоизолированная камера; 3 — дополнительный конденсатор; 4 — герметичный кожух; 5 — основной конденсатор; 6, 7 — расходомеры; 8 — ресивер; 9 — прибор для определения концентрации холодильного масла; 10 — регулирующий вентиль; 11 — испаритель; 12 — фильтр-осушитель; 13 — calorиметр; 14 — нагреватель; 15 — змеевик маслоохладителя

боры для определения концентрации холодильного масла 9 и фильтр-осушитель 12 для очистки и обезвоживания хладона. Постоянное давление кипения P_0 в испарителе 11, встроенном в calorиметр 13, устанавливается и поддерживается с помощью автоматического регулирующего вентиля 10.

В качестве автоматического регулирующего вентиля используют модернизированный терморегулирующий вентиль (рис. 8.18). Вентиль состоит из основания 1 с патрубками входным 5 и выходным 6, мембраной 12, клапана 13, капиллярной трубки 8, винта 15, толкателя 10, пластины 7, пружины 2, седла 4. Устройство работает следующим образом.

В регулирующем вентиле жидкость дросселируется от давления конденсации до давления кипения, величина которого регулируется ходом винта, имеющего мелкий шаг резьбы, что обеспечивает более точное регулирование проходного сечения вентиля. При вращении рукоятки винта усилие передается на мембрану.

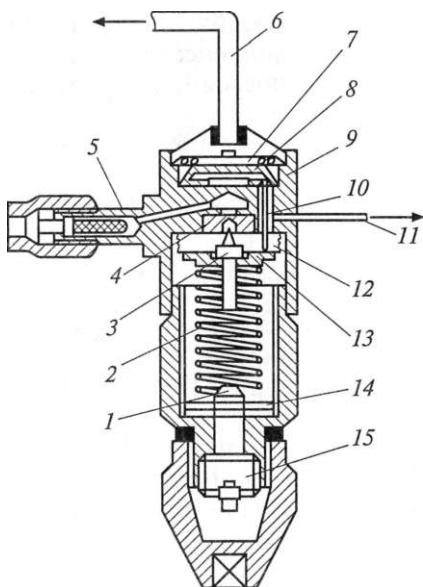


Рис. 8.18. Устройство терморегулирующего вентиля:

1 — основание; 2 — пружина; 3 — упор; 4 — седло; 5, 6 — входные патрубки; 7 — пластина; 8 — капиллярная трубка; 9 — корпус; 10 — толкатель; 11 — выходной патрубок; 12 — мембрана; 13 — клапан; 14 — шайба; 15 — винт

Перемещение мембраны передается двумя толкателями пластине, в которую вставлен игольчатый клапан. На игольчатый клапан снизу действует пружина, стремящаяся закрыть отверстие в седле. Для сокращения потерь холодопроизводительности в корпусе регулирующего вентиля установлена капиллярная трубка. Установка на выходе регулирующего вентиля постоянного дроссельного устройства в виде капиллярной трубки дает следующие преимущества: после игольчатого клапана можно поддерживать давление в 5...6 раз больше давления испарителя, что позволяет разгрузить его; увеличить площадь проходного сечения и уменьшить тем самым вероятность его засорения и «замерзания». Поскольку перепад давления на игольчатом клапане уменьшается, то после него устанавливаются более высокие положительные температуры холодильного агента, что умень-

шает необратимые потери дросселирования и обеспечивает единство и достоверность измерения холодопроизводительности.

Нижняя часть калориметра (см. рис. 8.17) приблизительно до половины смотровых стекол заполнена вторичным хладагентом в котором установлен электрический нагреватель. В качестве вторичного хладагента используется хладон 12. Мощность, подводимую к нагревателю, регулируют так, чтобы давление вторичного хладона оставалось постоянным. В этом случае количество подведенной ко вторичному хладону теплоты будет равно количеству полученного холода с учетом теплообмена калориметра с окружающей средой.*

В целях повышения достоверности измерения холодопроизводительности в процессе калориметрирования компрессора полость регулирующего вентиля с испарителем 11 соединяется через капиллярную трубку.

Из испарителя пары хладагента R12 всасываются в кожух компрессора, охлаждая встроенный электродвигатель.

Для установления и поддержания требуемого давления конденсации в дополнительном и основном конденсаторах служит водяная система, состоящая из сосуда с постоянным уровнем, ротаметров и грелки.

При испытании компрессоров с различными системами охлаждения возникает необходимость в направлении потока хладагента из дополнительного конденсатора в ту или иную охлаждающую систему. Для этого в системе стенда предусмотрены запорные вентили.

Давление хладагента R12 измеряют образцовыми манометрами класса 4 по ГОСТ 2405 — 88.

Величину атмосферного давления определяют барометром-анероидом. Температуру хладагента, воды и воздуха измеряют ртутными лабораторными термометрами с ценой деления 0,1 °С по ГОСТ 215-73.

Электрические параметры компрессора и calorиметра определяют с помощью комплектов К-505, в состав которых входят амперметры и вольтметры класса 0,5 по ГОСТ 8711 — 93 и ваттметры класса 0,5 по ГОСТ 8476-93.

Технические характеристики основных элементов стенда для calorиметрических испытаний герметичных агрегатов бытовых холодильных приборов

Calorиметр со вторичным холодильным агентом:

мощность нагревателя, Вт 700
теплообменная поверхность, м² 0,08
материал изоляции Поролон

Дополнительный конденсатор:

тип Кожухозмеевиковый
теплообменная поверхность, м² 0,08
материал изоляции Поролон

Основной конденсатор:

тип Кожухозмеевиковый
материал изоляции Поролон

В целях установления и поддержания температуры окружающей среды вокруг испытываемого компрессора, равной 305 К (ГОСТ 17008—85), его помещают в теплоизолированную камеру со встроенным в нее электронагревателем и контактным термометром типа ТК-6, настроенным на 305 К. Стенд оснащен пьезоэлектрическим индикатором и комплектом термопар для замера требуемых температур в процессе испытаний.

Испытания проводят в установившемся тепловом режиме, при котором отклонение от средних величин температур кипения, конденсации, всасывания, переохлаждения, а также воды в дополнительном и основном конденсаторах составляет не более $\pm 0,2$ К, а температуры нагнетания $\pm 0,5$ К.

Расчетный промежуток времени принимают равным 1 ч. При определении характеристик испытываемого компрессора рассчитывают среднее значение семи показаний всех приборов стенда.

Массовую производительность компрессора определяют, исходя из тепловых балансов калориметра и дополнительного конденсатора с водяным охлаждением.

Для определения структуры теплового поля испытываемого компрессора при различных системах охлаждения в характерных точках измеряют с помощью термопар температуру металлических частей компрессора, хладагона и масла.

Термопары подключают к потенциометру типа ПП-63 (по ГОСТ 9245—79), что позволяет измерять температуру с точностью до 0,5 °С, которая достаточна для данного вида испытаний.

Термопары устанавливают в металлические части компрессора приблизительно на середине по толщине соответствующей стенки, а также в паровом тракте и в масляной ванне. В полости всасывания и нагнетания термопары встраивают примерно в геометрическом центре соответствующего объема и выводят из них посредством сальников, а из кожуха компрессора термопары выводят, укладывая их между двумя слоями уплотнительной маслостойкой резины на фланцах для предотвращения их обрыва.

Среднюю температуру хладагона в кожухе компрессора определяют как среднее арифметическое значение показаний трех термопар, расположенных под углом 120° друг к другу. Кроме того, с помощью термопар устанавливают:

температуру хладагона у всасывающей трубки компрессора;

температуру стенки цилиндра по показаниям трех термопар, расположенных в верхней, средней и нижней частях стенки цилиндра;

температуру корпуса компрессора по показаниям четырех термопар, из которых две устанавливают на боковой поверхности корпуса со стороны крепления блока цилиндра, две — с противоположной стороны корпуса;

температуру масла по показаниям четырех термопар, из которых две устанавливают в объеме масляной ванны, две — на ее дне;

температуру кожуха компрессора по показаниям шести термопар, расположенных в верхней и нижней частях кожуха относительно плоскости разъема под углом 120° друг к другу.

Точность замеров при испытании отремонтированных компрессоров зависит от точности измерения и поддержания параметров, определяющих условия их эксплуатации.

Температура всасывания $t_{\text{вс}}/_{\text{КМ}}$ зависит от перегрева пара, которую обычно для хладагоновых компрессоров бытовых холодильников и морозильников принимают равной 305 К (ГОСТ 17008-85), что соответствует условиям работы малой холодильной машины с регенеративным теплообменником.

Температура переохлаждения t_u влияет на расчетную (условную) холодопроизводительность компрессора, поэтому ее определяют не при температуре переохлаждения, наблюдаемой при испытаниях, а при расчетной температуре, определяемой из выражения

$$t_{u\text{расч}} = t_K - 273 \text{ К},$$

где t_K — температура конденсации.

Сухость пара при испытаниях компрессоров после ремонта должна быть равна 1, концентрация масла не должна превышать 1 %. Во время испытаний необходимо поддерживать постоянными напряжение и частоту тока, так как в противном случае возможно изменение холодопроизводительности и потребляемой мощности. Температуру окружающего воздуха поддерживают равной 305 К (ГОСТ 17008-85).

Подготовка к работе стенда для испытания герметичного холодильного компрессора заключается в заполнении калориметра хладоном, контролируя отсутствие в нем воздуха. Для этого поддерживают постоянной температуру стенда в течение 16 ч, постоянно контролируя в последние 2 ч температуру воздуха у калориметра, а также давление вторичного холодильного агента, которое не должно превышать давления насыщенного пара хладона, соответствующее температуре окружающего воздуха. Аналогично для определения наличия воздуха во всей хладоновой системе стенда фиксируют температуру воздуха у конденсатора и давление хладона в конденсаторе при прекращении подачи воды.

Все испытательные приборы стенда подлежат проверке не реже одного раза в полгода и непосредственно перед испытаниями термометры и манометры должны быть поверены на «нуль».

Испытания проводят в установившемся тепловом режиме, при котором все измеряемые величины остаются практически неизменными, а расчетный промежуток времени принимают равным 1 ч. Допускаются отклонения от средних значений температур кипения t_0 , конденсации i_K , всасывания i_{KM} и переохлаждения хладона t_u , а также температур воды $i_{ВД}$ и $i_{ВД}$, не более чем на $\pm 0,2^\circ\text{C}$, температуры нагнетания i_{KM} , — не более чем на $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Питающее напряжение стенда должно поддерживаться с точностью ± 1 В; фиксация силы тока осуществляется при номинальном напряжении.

Массовая производительность компрессора определяется двумя способами: по тепловым балансам калориметра ($G_{\text{акл}}$ и предконденсатора ($G_{\text{акл}}$).

В первом случае массовая производительность рассчитывается из выражения

$$G_{\text{акл}} (i_{\text{кл}2} - i_u) = N_{\text{кл}} + \Delta Q_{\text{кл}},$$

где $i_{\text{кд}}$ — энтальпия хладагента у выхода из калориметра; $i_{\text{и}}$ — энтальпия хладагента перед регулирующим вентиляем, измеренная во время испытаний; N^{\wedge} — мощность нагревателя калориметра; AQ^{\wedge} — теплоприток калориметра, определяемый по формуле

$$\Delta Q_{\text{кл}} = kF_{\text{кл}} \left(\frac{t_{\text{вкл}_1} + t_{\text{вкл}_2}}{2} - t_{\text{вха}} \right),$$

где $k\Gamma_{\text{и}}$ — произведение коэффициента теплопередачи на площадь поверхности калориметра; $t_{\text{вкл}_1}$, $t_{\text{вкл}_2}$ — температура воздуха соответственно до и после калориметра; $t_{\text{вха}}$ — температура вторичного хладагента.

Во втором случае массовая производительность может быть рассчитана по формуле

$$G_{\text{акл}} = \frac{G_{\text{вд}} (t_{\text{вд}_2} - t_{\text{вд}_1}) + \Delta Q_{\text{кд}}}{i_{\text{кд}_1} - i_{\text{кд}_2}},$$

где $G_{\text{вд}}$ — расход воды, л/м; $t_{\text{вд}_1}$, $t_{\text{вд}_2}$ — температура воды соответственно до и после конденсатора, °С; $\Delta Q_{\text{кд}}$ — тепловые потери конденсатора; $i_{\text{кд}_1}$, $i_{\text{кд}_2}$ — энтальпия хладагента соответственно до и после конденсатора, Дж/кг,

$$\Delta Q_{\text{кд}} = (kF)_{\text{кд}} \left(t_{\text{кд}} - \frac{t_{\text{вкд}_1} + t_{\text{вкд}_2}}{2} \right),$$

где $(kF)_m$ — произведение коэффициента теплопередачи на площадь поверхности предконденсатора; t_m — температура хладагента, определяемая по давлению перед предконденсатором, °С; $t_{\text{вкд}_1}$, $t_{\text{вкд}_2}$ — температура воздуха соответственно до и после конденсатора, °С.

Действительную производительность компрессора определяют по формуле

$$G_{\text{а}} = \frac{G_{\text{акл}} + G_{\text{акд}}}{\delta},$$

причем величина

$$\delta = \frac{G_{\text{а}} - G_{\text{акл}}}{G_{\text{а}}} \cdot 100$$

характеризует погрешность испытания, которая согласно ГОСТ 17008 — 85 не должна превышать 3 %.

При обработке результатов испытаний определяют среднее арифметическое значение показаний приборов. При этом температуры кипения и конденсации определяют с помощью таблиц насыщенных паров холодильных агентов по абсолютным давле-

ниям соответственно перед всасывающим патрубком компрессора и после нагнетательного патрубка. Температуру хладона в конденсаторе и калориметре определяют по абсолютным давлениям у входа в конденсатор и вторичного хладагента из выражения

$$P_u = 98,1 \left(P + \frac{P_6}{735,6} \right),$$

где P — измеренное давление, кгс/см²; P_6 — показания барометра, мм рт. ст.

Затем проводят измерение температуры обмотки статора встроенного электродвигателя хладонного компрессора, которая может быть отнесена к наиболее важным техническим характеристикам.

Средняя температура обмотки может быть определена измерением величины ее сопротивления. В горячем состоянии температура обмотки определяется из выражения

$$t_r = \frac{R_r - R_x}{R_r} (235 + t_x) + t_x,$$

где R_r — сопротивление обмотки в горячем состоянии, Ом; R_x — сопротивление обмотки при $t = 305$ °С; t_r , t_x — температура обмотки соответственно в горячем и холодном состояниях, °С.

Проведя несколько замеров, определяют среднее арифметическое значение Rq И далее ведут расчет по формуле

$$t_r = \left(\frac{R_r}{R_0} - 1 \right) \cdot 235,$$

при этом замеры температуры обмоток проводят в установившемся режиме после окончания проведения испытаний.

Для оценки качества применяемой технологии ремонта холодильных компрессоров бытовых холодильников и морозильников необходимы их ресурсные испытания.

Как показали результаты исследований, температурное поле компрессора при обкатке в условиях давления нагнетания, равного 3 МПа, сравнительно высоко. Так, температура нагнетаемого хладона в полости нагнетания составляет 220...240 °С, температура масла — 130... 150 °С, температура металлических элементов — в среднем около 150 °С. Эти данные относятся к установившемуся режиму. При указанных температурах в полостях нагнетания и клапанной группе возможны разложение смазочного масла и его коксование, что приводит к отложению продуктов распада масла на седлах клапанов и, как следствие, к снижению производительности компрессора в процессе дальнейшей эксплуатации в составе холодильного агрегата.

Указанные обстоятельства обуславливают необходимость реализации испытаний отремонтированных компрессоров в эксплуатационных режимах температурного поля. Это приводит к оптимизации качества трибосопряжений, снижению величины износа и стабилизации положения деталей относительно друг друга с обеспечением гарантии готовности деталей ремонтируемой машины к восприятию реальных эксплуатационных нагрузок с учетом фактора агрессивности масляно-хладоновой среды.

Температурное поле наиболее совершенной модели холодильного агрегата, близкой к идеальной, характеризуется однородным распределением температуры и приближение к последнему представляет степень совершенства реализуемой модели. В условиях хорошего отвода теплоты от компрессора в окружающую среду температура масла, циркулирующего с холодильным агентом, равна температуре масляной ванны. В целом такое состояние характеризуется разностью температур элементов верхней и нижней частей кожуха, стремящейся к нулю, что является важнейшим показателем равномерности температурного поля компрессора, заключенного вместе с электродвигателем в герметичный кожух. Оптимальное поле температур компрессора в установившемся режиме, когда совокупность температур элементов компрессора, хладона в кожухе и смазочного масла достигает максимальных значений, характеризуется сравнительно малым среднеквадратичным отклонением температуры любой точки от средней величины этого параметра для модели в целом определяется из выражения

$$\Delta T = \frac{T_{\text{ср}} - T_i^2}{T_{\text{ср}}},$$

где i — число фиксированных характерных точек, в которых осуществляется измерение температур; T_i — величина температуры i -той фиксированной точки.

Величина $T_{\text{ср}}$ в диапазоне указанных давлений изменяется от 405 до 410 К.

В результате испытаний ряда компрессоров было установлено, что основной подогрев пара происходит во всасывающем канале, а именно на участке от всасывающего патрубка до всасывающей трубки.

Результаты предварительных испытаний показали, что на участке всасывающего канала от момента входа в кожух до трубки подогрев пара наибольший и составляет около 313 К, а в целом во всем диапазоне температур кипения в циклах с верхней границей, равной 328 К. По мере прохождения пара через первую и вторую камеры глушителя на стороне всасывания подогрев уменьшается и увеличение температуры пара составляет 21... 25 К. Температура пара в начале сжатия близка к температуре стенки ци-

линдра. В опытах с компрессором ХКВ-6 эта величина соответствует 425,5...429 К, т.е. в процессе всасывания в цилиндр пар нагревается еще на 9... 16 К.

Процентное распределение подогрева пара для характерных участков всасывающего канала следующее:

всасывающий патрубок — всасывающая трубка — 66...72;

всасывающая трубка — всасывающая полость — 25...28;

всасывающая полость — цилиндр — 7... 16.

Указанные характеристики аналогичны серийной модели холодильного агрегата. Температура хладагента в кожухе составляет 393...401 К.

Такая сравнительно большая величина подогрева пара является результатом конструктивного несовершенства серийной модели компрессора и, в частности, выполнения блока цилиндра в виде отливки с камерными глушителями на сторонах всасывания и нагнетания, а также непосредственного контакта полостей на сторонах низкого и высокого давлений.

Тепловая напряженность герметичного компрессора практически не зависит от температурных границ реализуемого термодинамического цикла и в полной мере определяется температурным уровнем холодильного прибора. Сочетание индивидуальных особенностей компрессора, характеризующих малыми расходами рабочего тела и своеобразием конструктивного исполнения различных моделей, приводит к образованию специфического температурного поля, количественные характеристики которого зависят от теплообмена с окружающей средой.

Экспериментальное исследование показало, что температурные характеристики опытной модели в условиях ресурсных испытаний выше температурных параметров компрессора серийного исполнения в среднем на 25... 30 К. Установлено, что количественные характеристики температур элементов компрессора, хладагента в кожухе и масла в зависимости от режима работы компрессора на линии всасывания изменяются в пределах 5... 8 К. Изменение температуры обмотки компрессора находится в пределах 130... 145 °С.

Температура масляной ванны является одной из важнейших характеристик компрессора, поскольку условия смазки трущихся деталей во многом определяют надежность холодильного агрегата в целом. По ГОСТ 5546 — 86 масло ХФ-12-16(18) обладает стабильными смазывающими свойствами при температуре масляной ванны до 353 К. Температура масла зависит от теплопритоков со стороны наиболее теплонапряженных элементов (цилиндра, электродвигателя, корпуса, пар трения). Наибольшее влияние на температурный уровень масляной ванны оказывают подогрев масла при всасывании в цилиндр, а также высокая температура рабочего тела в полости нагнетания. При этом в связи с непосредственным контактом масляной ванны и нижней части кожуха существенную роль

играет теплообмен с окружающей средой. В целом характер изменения температур по паровому тракту компрессора в условиях ресурсных испытаний аналогичен серийной модели при повышении среднего температурного уровня на 35...40 К. В целях приближения условий работы компрессора к реальным необходимо наличие интенсивной системы охлаждения теплонапряженных элементов.

Принципиальная схема установки для ресурсных испытаний компрессоров приведена на рис. 8.19. Установка состоит из компрессора 17, включенного в замкнутый хладоновый контур, состоящий из конденсаторов водяного охлаждения 2, 13 (охладитель — вода), регулирующего вентиля 7 и системы соединительных трубопроводов. Линия охлаждения конденсаторов состоит из бачка для воды 5, ротаметров 4, 6, соединенных со змеевиками 3, 14, установленными в конденсаторах водяного охлаждения 2, 13. Подача воды осуществляется из водопроводной сети, а слив — в канализацию. Возможно повторное использование отработанной воды (при установке перекачивающего насоса). В системе предусмотрен калориметр со вторичным хладагентом.

Установка работает следующим образом. Компрессор 17 нагнетает хладон под давлением нагнетания в конденсатор водяного охлаждения 2, где осуществляется его конденсация. Из конденсатора жидкий хладон подается в систему охлаждения компрессора, состоящую из головки охлаждения 1 и змеевика 3. Для создания температурного режима, близкого к реальным условиям экс-

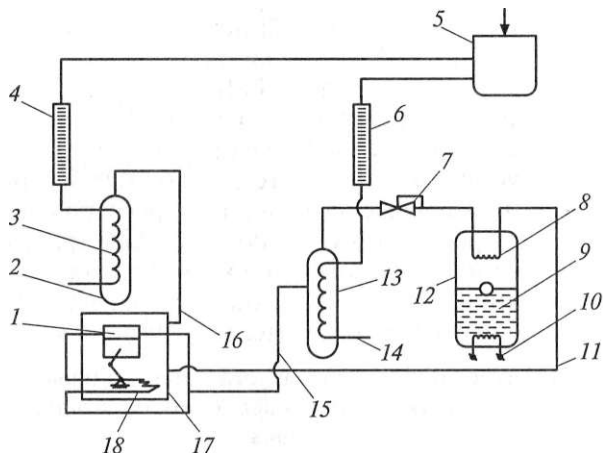


Рис. 8.19. Принципиальная схема установки для проведения ресурсных испытаний компрессоров после ремонта:

1 — головка охлаждения; 2, 13 — конденсаторы водяного охлаждения; 3, 14 — змеевики; 4, 6 — ротаметры; 5 — бакоч для воды; 7 — регулирующей вентиль; 8 — испаритель; 9 — вторичный хладагент; 10 — нагреватель; 11 — всасывающий трубопровод; 12 — калориметр; 15 — входной трубопровод; 16 — трубопровод; 17 — компрессор; 18 — маслоохладитель

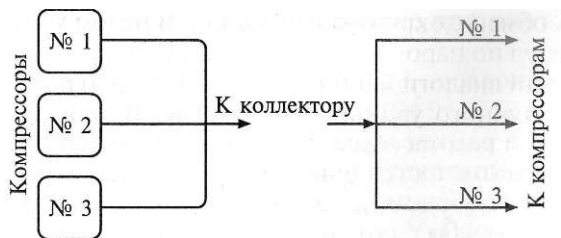


Рис. 8.20. Схема подключения компрессоров после их ремонта к установке для обкатки

плуатации, в схему установки включен калориметр 12 для дросселирования до необходимого давления всасывания. Водяной бачок служит для создания необходимого гарантированного расхода воды и снижения пульсации напора путем установки в водяную магистраль ротаметра типа РС-3, который при необходимости можно использовать для измерения расхода воды. Регулирование подаваемого нагнетания и всасывания осуществляется образцовыми манометрами с пределами измерения до 1,6 МПа (ГОСТ 6521—73).

Электрические параметры контролируются с помощью комплекта К-505, в состав которого входят вольтметр и амперметр (ГОСТ 0711-78), ваттметр (ГОСТ 8476-60). Режим работы установки регулируется с помощью регулирующего вентиля 7 и расхода воды — через змеевик конденсатора. При регулировании противодавления на нагнетательной линии может быть установлен дополнительный вентиль. Регулирующий вентиль выполняется на базе терморегулирующего вентиля ТРВ-0,5М.

В целях повышения производительности испытаний компрессоров в производственных условиях возможно подключение партии компрессоров к установке в соответствии со схемой, приведенной на рис. 8.20. Нагнетательные патрубки компрессоров объединяются общим коллектором в единую напорную магистраль с давлением нагнетания, а линия всасывающей магистрали аналогично при давлении всасывания разделена от коллектора на четыре всасывающих самостоятельных патрубка, подсоединенных к компрессорам.

Технические характеристики установки для проверки производительности компрессоров бытовых холодильных приборов

Тип испытываемых компрессоров	ХКВ
Рабочее тело	R12
Тип конденсатора	Кожухозмеевиковый
Охлаждение конденсатора	Водяное
Питание	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм	1000x400x300
Масса, кг	

8.3. Стенд для диагностики фильтров-осушителей

При восстановлении фильтров-осушителей герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников на первом и последнем этапах в рамках входного и выходного контроля их функциональных возможностей применяют стенд для диагностики проходимости фильтрующих элементов и слоя адсорбента.

Стенд представляет собой шкаф настольного типа, облицованный листовой сталью и содержащий компрессор типа ХКВ6-1ЛВ по ГОСТ 17006-85, реле давления типа РД-2-ОМ5-ОЭ.1, ротаметр типа РС-3, ресивер, регулируемую и измерительную аппаратуру.

На передней панели стенда (рис. 8.21) расположены мановакуумметр 1, манометры 3, 5, ротаметр 14, запорные вентили 8, 10, 12, 13, сигнальные лампы 2, 4, 6, тумблеры 9, 11 и быстросъемная муфта 7, предназначенная для подсоединения испытываемого фильтра-осушителя к пневматической схеме стенда, которая показана на рис. 8.22. Схема включает в себя компрессор 13, ресивер 12, ротаметр 4, диагностируемый фильтр-осушитель 11, реле давления 8, быстросъемную муфту 10, регулирующие вентили 1, 5, запорные вентили 6, 9, мановакуумметр МНВ и манометр МН1.

Электрическая схема стенда приведена на рис. 8.23. Она включает в себя пусковую (ПО) и рабочую (РО) обмотки электродвигателя компрессора, защитное реле (ЗР), пусковое реле (ПР), контакты пускового реле (КПР), контакты реле давления (КРД), выключатели ВК1 и ВК2, сигнальные лампы ЕЛ1, ЕЛ2 и ЕЛ3.

Работа стенда осуществляется следующим образом. В исходном положении регулирующие вентили 1, 5 (см. рис. 8.22) и запорный вентиль 6 открыты, а запорный вентиль 9 закрыт. При включении тумблера 9 (см. рис. 8.21) загорается сигнальная лампа 2, контролирующая подачу электрического питания на стенд, а при включении тумблера 11 загорается сигнальная лампа 4, контролирующая запуск и работу компрессора. При работе компрессора воздух всасывается через всасывающий патрубок, соединенный с регулирующим

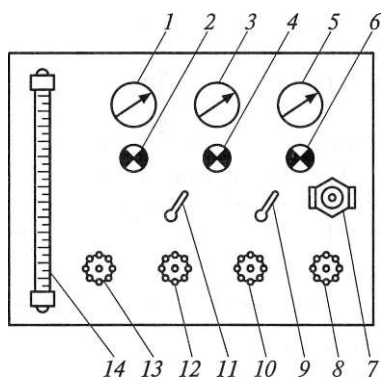


Рис. 8.21. Передняя панель стенда для диагностики фильтров-осушителей:

1 — мановакуумметр; 2, 4, 6 — сигнальные лампы; 3, 5 — манометры; 7 — быстросъемная муфта; 8, 10, 12, 13 — запорные вентили; 9, 11 — тумблеры; 14 — ротаметр

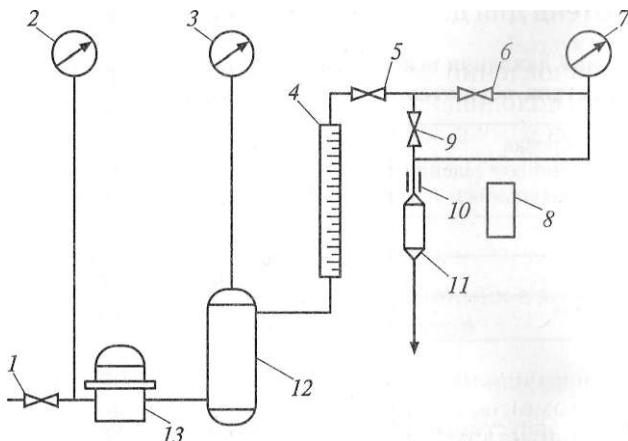


Рис. 8.22. Пневматическая схема стенда для диагностики фильтров-осушителей:

1, 5 — регулирующие вентили; 2 — мановакуумметр; 3, 7 — манометры; 4 — ротаметр; 6, 9 — запорные вентили; 8 — реле давления; 10 — быстрьюемая муфта; 11 — диагностируемый фильтр-осушитель; 12 — ресивер; 13 — компрессор

вентилем 1 (см. рис. 8.22) и мановакуумметром 2, и нагнетается через нагнетательный патрубок компрессора в соединенный с ним ресивер 12, давление воздуха в котором контролируется манометром 3. Требуемое давление всасывания устанавливается регулирующим вентилем 1 и контролируется мановакуумметром 2. Из ресивера воздух, проходя через ротаметр 4, регулирующей вентиль 5 и запорный вентиль 6, стравливается в атмосферу. При выходе компрессора на установившийся режим работы показания ротаметра стабилизируются. В этот момент регулирующим вентилем 5 устанавливают требуемое давление в ресивере, величину которого контролируют по манометру 3.

Величины давления всасывания и нагнетания, зависящие от типоразмера холодильника или морозильника, из которых извлечен испытываемый фильтр-осушитель, приведены в табл. 8.1.

При стабилизации давлений всасывания и нагнетания, величины которых соответствуют данным табл. 8.1,

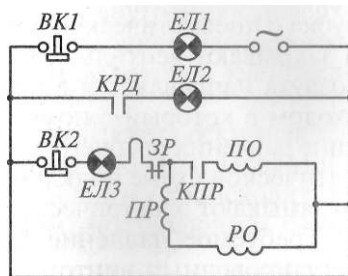


Рис. 8.23. Электрическая схема стенда для диагностики фильтров-осушителей:

ЕЛ1, ЕЛ2 и ЕЛ3 — сигнальные лампы; ВК1 и ВК2 — выключатели; КРД — контакты реле давления; КПР — контакты пускового реле; ПР — пусковое реле; ПО — пусковая обмотка; РО — рабочая обмотка; ЗР — защитное реле

**Значения давления всасывания и нагнетания при испытании
фильтров-осушителей бытовых холодильных приборов**

Маркировка низкотемпературного отделения (НТО) холодильника	Температура в НТО, К	Давление всасывания, Па	Давление нагнетания, Па
*	263	0...1960	1030
**	253	0...1960	890
***	243	0...1960	790

Таблица 8.2

**Предельно допустимые значения давления перед испытываемым
фильтром-осушителем**

Маркировка низкотемпературного отделения (НТО) холодильника	Температура в НТО, К	Величина давления перед фильтром-осушителем, Па
*	263	1610
**	253	3220
***	243	4830

стенд готов к дефектации фильтров-осушителей. Предварительно испытываемый фильтр-осушитель устанавливают в специальное приспособление, обеспечивающее герметизацию его входного патрубка с пневматической схемой стенда. Затем открывают вентиль 9 и закрывают вентиль 6, в результате чего фиксированный поток воздуха направляется в испытываемый фильтр-осушитель, перед входом в который с помощью манометра 7 регистрируется величина давления рабочего тела. Параллельно с манометром 7к пневматической схеме подключено реле давления 8, контакты которого замыкают электрическую цепь питания сигнальной лампы.

Требуемое давление замыкания контактов устанавливается регулировочным винтом натяжения пружины реле. Величина рабочего давления перед испытываемым фильтром-осушителем, фиксируемая манометром 7, не должна превышать значений, указанных в табл. 8.2.

**Технические характеристики стенда для диагностики
фильтров-осушителей бытовых холодильных приборов**

Тип стенда Настольный
 Тип испытываемых фильтров-осушителей.....По ОСТ 27-56-396-83
 Число одновременно испытываемых фильтров-осушителей 1

Рабочее тело, используемое при испытании.....	Воздух
Предельное избыточное давление в ресивере, МПа	2,5
Потребляемая мощность, кВт.	0,15
Питание.....	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм.....	460x425x200
Масса, кг.....	29

8.4. Установка для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов

Для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов бытовых холодильных приборов в ЮРГУЭС предложен способ и разработана установка. Принципиальная схема установки показана на рис. 8.24. В нее входят: ресивер 5 с чистым рабочим телом, насос 8, очищаемый холодильный агрегат 1, фильтр 2 жидкостной линии, испаритель 9 с нагревателем 10, конденсатор 3 с водяным змеевиком 4, компрессор 11, маслоотделитель 6 со змеевиком охлаждения 7.

Для промывки, продувки холодильного агрегата и регенерации рабочего тела предусмотрены запорные вентили *ВН1... ВН14*, расположенные в соответствующих контурах. В качестве рабочего тела используется хладон 113.

Установка работает следующим образом. При промывке открываются вентили *ВН8, ВШО, ВН13, ВН5*, остальные закрыты. При включении насоса чистое рабочее тело из ресивера нагнетается в очищаемый холодильный агрегат, удаляя из внутренних поверхностей эксплуатационные загрязнения и смазочное масло, которые направляются в фильтр, где загрязненное рабочее тело предварительно очищается.

При продувке очищаемого холодильного агрегата открываются вентили *ВН7, ВН9, ВН12, ВН13*, остальные закрыты. Предварительно при дополнительно открытом вентиле *ВН7* происходит заполнение маслоотделителя рабочим телом, поступающим самоотком из ресивера.

При подводе необходимого количества теплоты от нагревателя образовавшиеся пары рабочего тела отсасываются компрессором, что позволяет поддерживать постоянное давление кипения в испарителе. Далее эти пары под давлением нагнетания подаются в маслоотделитель, где при проходе через жидкое рабочее тело осуществляется отделение паров масла от парообразной масляно-хладонной смеси.

Очищенные от масла пары холодильного агента под давлением нагнетания поступают в очищаемый холодильный агрегат, где удаляются остатки загрязнений и жидкого рабочего тела, используемого при очистке.

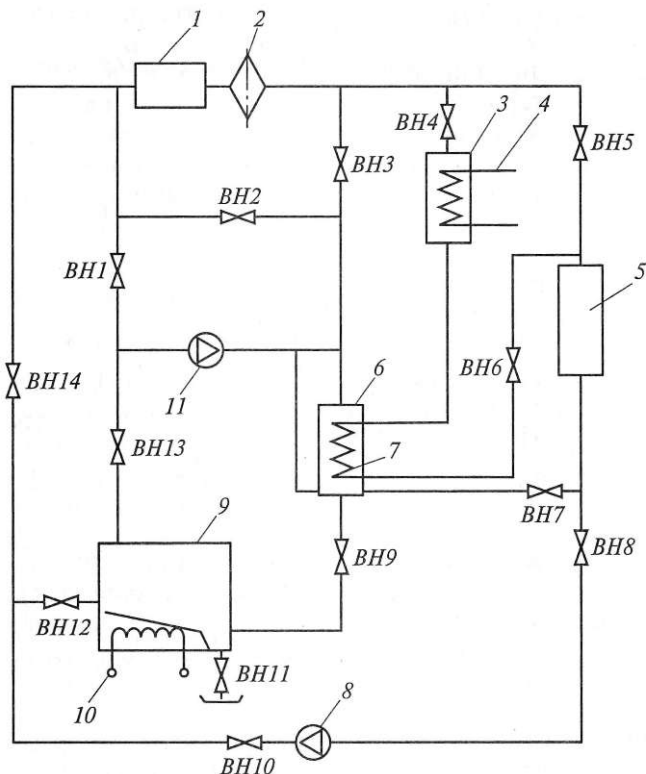


Рис. 8.24. Принципиальная схема установки для очистки внутренних поло­стей холодильных агрегатов:

1 — очищаемый холодильный агрегат; 2 — фильтр; 3 — конденсатор; 4 — змеевик; 5 — ресивер; 6 — маслоотделитель; 7 — змеевик охлаждения; 8 — насос; 9 — испаритель; 10 — нагреватель; 11 — компрессор; *BH1... BH14* — запорные вен­тили

После прохождения по очищаемому холодильному агрегату отработанные пары поступают через фильтр в конденсатор, где превращаются в жидкость за счет теплоотдачи воде, протекающей по змеевику. Из конденсатора охлажденное рабочее тело проходит по змеевику охлаждения, понижая температуру жидкости в маслоот­делителе, и поступает в ресивер.

По окончании продувки в очищаемом холодильном агрегате остаются пары рабочего тела, удаление которых осуществляется следующим образом. Вентили *BH1*, *BH3* и *BH4* открыты, остальные закрыты, пары отсасываются компрессором, проходят через маслоотделитель и под давлением нагнетания подаются в конденсатор, где конденсируются, и в жидкой фазе, проходя через змеевик охлаждения маслоотделителя, поступают в ресивер.

При регенерации отработанного рабочего тела открыты вентили *ВН4*, *ВН5*, *ВН9* и *ВН13*, остальные закрыты.

Предварительно при открытых вентилях *ВН8*, *ВН10* и *ВН12* жидкое рабочее тело из ресивера перекачивается насосом в испаритель, где нагревается. Образовавшиеся пары отсасываются компрессором и нагнетаются через маслоотделитель в конденсатор с водяным змеевиком. Здесь очищенное рабочее тело конденсируется и через змеевик охлаждения маслоотделителя поступает в ресивер.

Регенерация рабочего тела, находящегося во внутренней полости маслоотделителя, осуществляется следующим образом.

Открывается вентиль *ВН9*. Рабочее тело сливается в испаритель, где испаряется. Образовавшиеся пары отсасываются компрессором в конденсатор, конденсируются и в жидкой фазе поступают в ресивер. По окончании процесса регенерации давление в испарителе поддерживается равным атмосферному. Удаление остатков масла из испарителя после регенерации рабочего тела производится при открытом вентиле *ВН11*.

В соответствии с исходными требованиями на проектирование установки для очистки внутренних полостей сборочных единиц и деталей холодильных агрегатов бытовых холодильников и морозильников для реализации процесса продувки очищаемых изделий необходимо обеспечение давления пара рабочего тела на входе в изделие в пределах 0,9... 1 МПа.

При подключении нагревательного элемента испарителя установки происходят нагрев и испарение холодильного агента при давлении, не превышающем 0,2 МПа и обеспечивающем нормальную работу компрессора (типа ХКВ) установки. Пары рабочего тела, сжатые в компрессоре до давления 0,9... 1 МПа, подаются в маслоотделитель и очищаемый агрегат.

Суммарные затраты энергии на реализацию данной операции определяются из выражения

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + A_{\text{км}},$$

где Q_x — затраты теплоты на подогрев рабочего тела до температуры насыщения при давлении 0,2 МПа; Q_2 — затраты теплоты на испарение рабочего тела при давлении 0,2 МПа; Q_3 — потери теплоты; $A_{\text{км}}$ — тепловой эквивалент работы компрессора.

Указанные затраты тепловой энергии на реализацию данного процесса при использовании в качестве рабочего тела хладона 113 составляют из расчета на 1 кг рабочего тела 235 кДж.

При реализации данной операции для достижения требуемого для продувки давления затраты энергии определяются из выражения

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Здесь Q_4 — затраты электроэнергии на перегрев подаваемого пара. При этом $Q = 295$ кДж/кг.

Применение данного способа очистки холодильных агрегатов позволяет снизить удельные затраты теплоты на 25... 30 % в зависимости от режима работы установки.

При удалении остатков рабочего тела из очищаемого холодильного агрегата при закрытом вентиле *ВН14* динамическая составляющая давления потока на фильтрующем элементе будет близка к нулю. В связи с этим отрыв частиц загрязнений, осажденных на фильтре, наблюдаться не будет, так как скорость перемещения частиц составляет более 4 м/с.

Очищаемое изделие подсоединяется с помощью герметичных полумуфт, поэтому при удалении остаточных паров возможно разъединение тракта между агрегатом и фильтром.

Из-за высокой растворимости хладона в масле во избежание загрязнения окружающей среды необходимо осуществлять слив остатков рабочего тела в маслосборники с последующим разделением компонентов обработанного рабочего тела.

Поскольку в холодильных установках малой производительности рекомендуется использовать герметичный хладоновый компрессор, то гидравлический удар может возникнуть при недостатках в нагнетательной линии компрессора (например, при неплотном прилегании нагнетательного клапана), что обуславливает место расположения маслоотделителя.

Эффективность охлаждения рабочего тела в маслоотделителе определяется его геометрическими размерами, в том числе змеевика охлаждения. Очистка рабочего тела от масла осуществляется адгезией среды с парами масла в потоке и при его охлаждении.

Питание установки осуществляется от сети переменного тока напряжением 380 В с частотой 50 Гц. В электрической схеме (рис. 8.25) предусмотрен автоматический выключатель 7 для включения установки и защиты силовых цепей, электромагнитные клапаны 12... 21 в качестве исполнительных устройств, световая сигнализация (лампа 2), предохранитель 34 для защиты от коротких замыканий цепи управления, два магнитных пускателя 5, 6 для коммуникации цепей двигателя насоса и нагревателя, два реле давления 4, 8 и реле температуры 7, выключатели 3, 9, 22... 32.

При включении электродвигателя насоса 33 катушка магнитного пускателя 5 получает питание и он срабатывает, замыкая контакты в цепи электродвигателя насоса. Включение парогенератора осуществляется выключателем, при этом срабатывает магнитный пускатель 6 и замыкает контакт в цепи нагревателя 10.

Нагреватель получает питание и одновременно загорается сигнальная лампа 11. Двигатель компрессора получает питание непосредственно через переключатель и пускозащитное реле. С по-

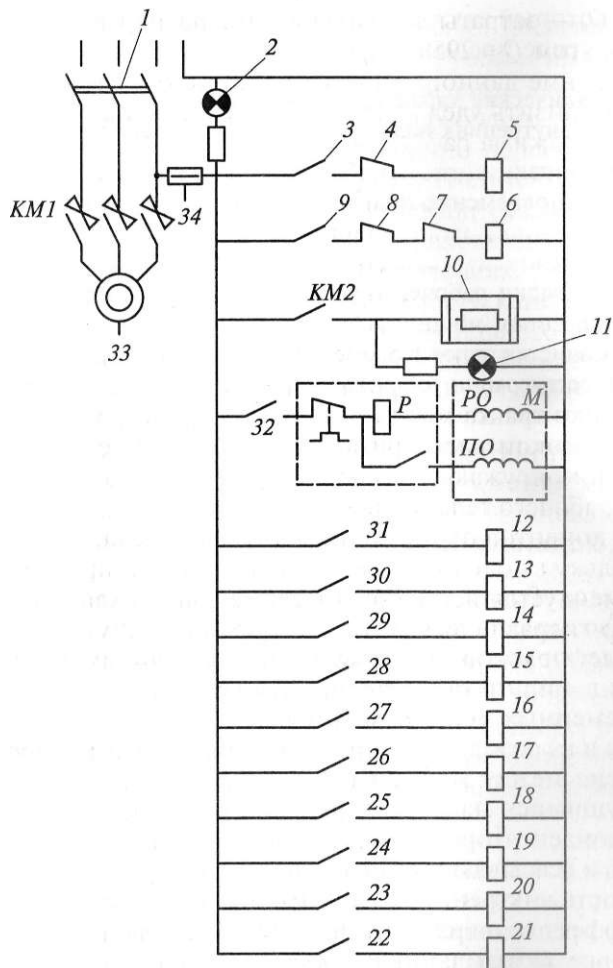


Рис. 8.25. Электрическая схема установки для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов:

1 — автоматический выключатель; 2, 11 — сигнальные лампы; 3, 9, 22...32 — выключатели; 4, 8 — реле давления; 5, 6 — магнитные пускатели; 7 — реле температуры; 10 — нагреватель; 12... 21 — электромагнитные клапаны; 33 — электродвигатель насоса; 34 — предохранитель

мощью выключателей возможно включение и выключение любого из электромагнитных клапанов 12... 21. В цепи катушек магнитных пускателей электродвигателя насоса и нагревателя парогенератора включены нормально замкнутые контакты датчиков реле давления 4, 8, которые обесточивают приборы при давлении выше допустимого. Кроме того, в цепь катушки пускателя парогенератора включен нормально замкнутый контакт датчика реле темпе-

ратуры 7, который также отключает нагреватель, если температура рабочего реле превышает 300 °С.

Технические характеристики установки для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов

Тип установки.....	Напольный
Число одновременно очищаемых изделий.....	1
Рабочее тело.....	R113
Масса зарядки рабочего тела, кг.....	10
Установленная мощность, кВт.....	3
Время очистки узлов и агрегатов, мин.....	8... 15
Время регенерации рабочего тела, мин.....	45
Охлаждающая жидкость.....	Вода
Габаритные размеры, мм.....	700x1400x400
Масса, кг.....	90

8.5. Установка для тарировки капиллярных трубок

В процессе сборки при изготовлении или ремонте холодильных агрегатов возможны засорение капиллярных трубок припоем или флюсом, деформация их торцов после отрезки или в результате установки в фильтр-осушитель, а также в испаритель.

В современных моделях герметичных агрегатов бытовых холодильников и морозильников для интенсификации регенеративного теплообмена между холодным и горячим холодильными агентами, движущимися навстречу друг другу соответственно из испарителя и конденсатора, капиллярные трубки навивают на фильтр-осушитель и всасывающий трубопровод. В этом случае наблюдается овальность внутреннего диаметра капиллярной трубки. Аналогичный эффект возникает при неосторожной транспортировке или перестановке холодильника, когда из-за случайной деформации капиллярной трубки сужается ее внутреннее сечение и в результате снижается производительность холодильного агрегата. Все это приводит к дисбалансу между производительностью капиллярной трубки и других элементов холодильного агрегата, что в конечном итоге вызывает снижение холодопроизводительности и увеличение энергопотребления холодильника.

Традиционным методом оценки проходимости элементов холодильных агрегатов является определение перепада давления, создаваемого ими при продувке. Однако использование этого метода для контроля степени чистоты капиллярных трубок и их проходимости не представляется возможным, что связано с геометрическими параметрами капиллярных трубок, которые изменяются в широком диапазоне в зависимости от типоразмера и модели холодильника или морозильника.

В связи с этим особый интерес представляет косвенный метод определения проходимости капиллярных трубок и их тарировки, который основан на контроле величины падения давления в эталонном резервуаре при истечении из него рабочего тела в фиксированный отрезок времени через герметично подсоединенную к нему испытываемую капиллярную трубку. Полученный результат сравнивается с величиной падения давления, создаваемого чистой эталонной капиллярной трубкой с аналогичными геометрическими размерами при прочих равных условиях.

Такой подход к определению проходимости капиллярных трубок после их эксплуатации в составе холодильного агрегата позволяет осуществить их тарировку, т. е. регулирование расхода до требуемой величины путем уменьшения ее длины перед установкой в холодильный агрегат.

Реализация предлагаемого метода дефектации и тарировки капиллярных трубок для их повторного использования может быть осуществлена с использованием специальной установки.

Установка представляет собой сварную конструкцию, облицованную листовой сталью. На передней панели (рис. 8.26) размещены тумблер 9 для подачи напряжения на установку, тумблер 14 для включения компрессора, подающего рабочее тело в проверяемую капиллярную трубку, сигнальная лампа 2 контроля подачи напряжения на установку, сигнальная лампа 5 контроля включения компрессора, манометр 3 для контроля давления в ресивере, ротаметр 4 для фиксации расхода воздуха через испытываемую капиллярную трубку, индикатор сухости воздуха 12, регулирующий вентиль 13 для

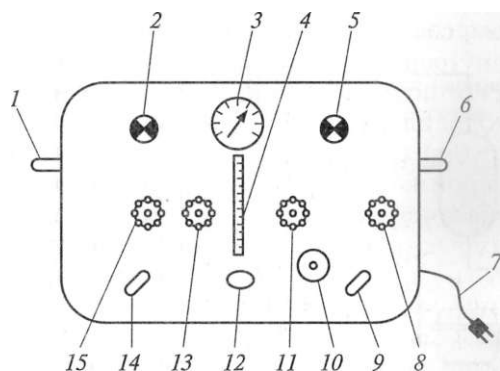


Рис. 8.26. Панель управления установки для тарировки капиллярных трубок:

1, 6 — ручки для транспортирования; 2, 5 — сигнальные лампы; 3 — манометр; 4 — ротаметр; 7 — электрический шнур с вилкой; 8, 11, 15 — запорные вентили; 9, 14 — тумблеры; 10 — полумуфта; 12 — индикатор сухости воздуха; 13 — регулирующий вентиль

фиксации номинальной величины расхода воздуха, запорные вентили 8, 11, 15, полумуфта 10 для подсоединения фиксирующего устройства с испытываемой капиллярной трубкой к установке.

Установка подключается к сети переменного тока электрошнуром с вилкой 7. Ручки 1 и 6 служат для удобства транспортирования установки.

Пневматическая схема установки (рис. 8.27) включает в себя компрессор 13, всасывающий патрубок которого соединен с атмосферой, а нагнетательный — с маслоотделителем 1. Последовательно к маслоотделителю подключены фильтр-осушитель 2 и далее двухступенчатый ресивер 4. Причем маслоотделитель 1 соединен обратным трубопроводом с технологическим патрубком компрессора 13, а вторая ступень ресивера 4 PC2 соединена с датчиком реле давления 3, обесточивающего компрессор при достижении в нем давления 1,5 МПа и, наоборот, включающего компрессор при снижении давления ниже 1,2 МПа.

Выходной патрубок ступени PC1 ресивера 4 подключен к входу ротаметра 8, имеющего два выходных патрубка, один из которых соединен с манометром 6, а другой — с герметичной муфтой 11. Причем на линии соединения ротаметра 8 и герметичной муфты 11 установлен запорный вентиль 10, а перед ротаметром 8 предусмотрен регулирующий вентиль 5. К герметичной муфте 11 подсоединяется устройство для фиксации капиллярных трубок.

Установка работает следующим образом. Испытываемая капиллярная трубка устанавливается в устройство для фиксации, которое

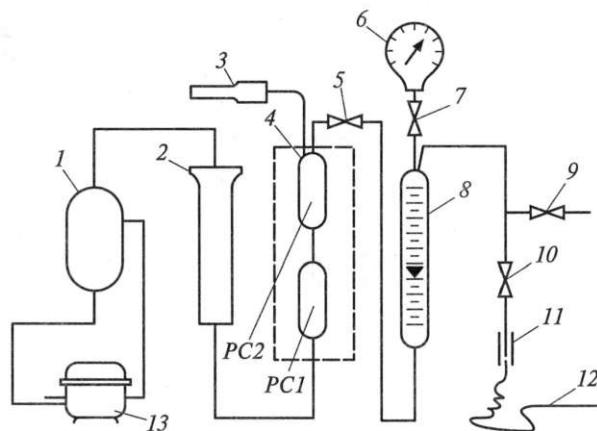


Рис. 8.27. Пневматическая схема установки для тарировки капиллярных трубок:

1 — маслоотделитель; 2 — фильтр-осушитель; 3 — реле давления; 4 — двухступенчатый ресивер; 5, 7, 9, 10 — вентили; 6 — манометр; 8 — ротаметр; 11 — герметичная муфта; 12 — капиллярная трубка; 13 — компрессор; PC1, PC2 — ступени ресивера

обеспечивает герметизацию ее входа в пневмомагистраль установки и подсоединяется к ней с помощью герметичной муфты 11. Перед включением установки в сеть открываются вентили 5, 7, 9. После включения в сеть установки и компрессора воздух всасывается из атмосферы и нагнетается в маслоотделитель, где взвешенная масляно-воздушная смесь разделяется и более тяжелое масло стекает по трубопроводу в кожух компрессора, а воздух через верхний патрубок маслоотделителя направляется в фильтр-осушитель.

В фильтре-осушителе воздух очищается от мелкодисперсных загрязнений и осушается, проходя через фильтрующие элементы и слой адсорбента, в качестве которого используется синтетический цеолит.

Затем осушенный поток воздуха собирается в ресивере, состоящем из двух ступеней (емкостей), которые обеспечивают снижение уровня пульсации потока воздуха.

Из выходного патрубка ресивера 4 стабилизированный поток воздуха направляется в ротаметр 8, где фиксируется его расход и в случае необходимости регулируется вентилем 5.

После выхода компрессора на установившийся режим работы вентилем 10 при закрытом вентиле 9 задается требуемое противодавление, соответствующее типу холодильного агрегата, из которого извлечена капиллярная трубка. Если реальная проходимость капиллярной трубки вызовет увеличение давления на входе в капиллярную трубку и соответственно в ресивере, превышающее 1,5 МПа, реле давления выключит компрессор. В этом случае следует считать, что испытываемая капиллярная трубка засорена или деформирована и необходима ее тарировка, заключающаяся в уменьшении ее длины до достижения требуемого расхода.

Технические характеристики установки для тарировки капиллярных трубок холодильных агрегатов

Тип установки	Настольный
Тип испытываемых капиллярных трубок	По ГОСТ 2624-87
Число одновременно испытываемых капиллярных трубок	
Рабочее тело	Сухой воздух с точкой росы не выше -50 °С
Контролируемые параметры:	
объемная производительность по воздуху, л/мин	4,5±0,3
давление на входе в капиллярную трубку, МПа	0,785
Питание	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм	490x500x370
Масса, кг	34

8.6. Установка для ремонта холодильных агрегатов на дому

Переносная установка для вакуумирования и заполнения холодильных агрегатов (ПУВЗ), выпускаемая Саратовским опытно-экспериментальным заводом «Саратовбытоборудование», имеет ограниченные технологические возможности, связанные с реализацией лишь вакуумирования и заполнения рабочим телом. Для качественного ремонта холодильника (морозильника) на дому у владельца переносное оборудование должно иметь расширенные функциональные и технологические возможности. В этом отношении представляется целесообразным дополнение названной ПУВЗ приборами контроля пусковых и энергетических характеристик отремонтированного холодильного агрегата.

Каркас ПУВЗ (рис. 8.28) представляет собой сварную конструкцию, облицованную листовой сталью. На передней панели размещены переключатель 14 для включения установки, сигнальная лампа 7, тумблер 16 включения компрессора, предохранитель 8, кнопка 11 включения ваттметра 19 и амперметра 10 для реги-

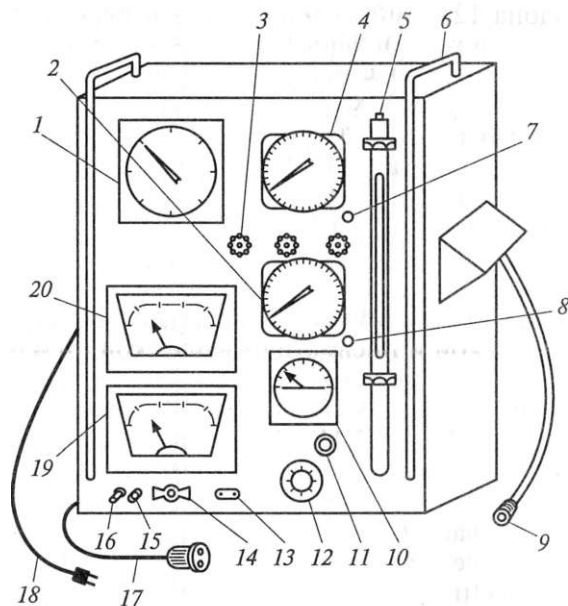


Рис. 8.28. Установка для испытаний холодильного агрегата при его ремонте на дому у владельца:

1 — электросекундомер; 2 — манометр; 3 — вентили; 4, 20 — вольтметры; 5 — уровнемер; 6 — ручка для транспортирования; 7 — сигнальная лампа; 8, 13 — предохранители; 9 — соединительный шланг; 10 — амперметр; 11 — кнопка; 12 — ручка управления автотрансформатором; 14 — переключатель; 15, 16 — тумблеры; 17 — электрошнур с разъемом; 18 — сетевой электрошнур; 19 — ваттметр

страции потребляемых мощности и тока компрессора, ручка управления автотрансформатором 12, вольтметр 20 для регистрации напряжения на клеммах пускового реле герметичного компрессора, электросекундомер 1 для измерения продолжительности запуска компрессора и уровнемер хладона 5.

На основании каркаса размещены малогабаритный вакуумный насос, над которым помещена стойка с вентилями, система пневмогидравлического тракта и электрических коммуникаций. К пневмогидравлической схеме подключен мановакуумметр. С правой стороны установки размещен дозатор (уровнемер) хладона 5 с измерительной шкалой, в днище которого установлен нагревательный элемент.

К выходному штуцеру установки крепится гибкий соединительный шланг 9 с быстросъемной муфтой для подключения к баллону и холодильному агрегату.

Принцип работы установки основан на откачивании воздуха из системы холодильного агрегата и создания разрежения до 0,1 МПа с последующим заполнением системы хладоном 12 из дозатора установки. При этом разрежение контролируется по мановакуумметру, давление в дозаторе — по манометру, количество заправляемого хладона 12 — по мерной шкале и переводной таблице. Связь установки и холодильного агрегата осуществляется с помощью гибкого шланга с быстросъемной муфтой, позволяющей отсоединить установку до обжатия и запайки заправочного технологического патрубка компрессора холодильного агрегата.

Если давление хладона 12 в дозаторе установки ниже 0,4 МПа, то для ускорения заполнения системы хладоном надо включить обогрев дозатора тумблером «Нагрев». Не допускается повышение давления хладона в дозаторе более 1 МПа.

Установка подключается к сети переменного тока сетевым электрошнуром 18, а подсоединение компрессора холодильного агрегата к электрической и пневмогидравлической схемам установки осуществляется соответственно с помощью электрошнура 17 или соединительного шланга 9 (в зависимости от типа хладонового компрессора — ХКВ или ДХМ). Электрошнур с разъемом 77 предназначен для подачи напряжения при нагреве обмоток хладонового компрессора перед проведением испытаний. Ручка 6 служит для транспортирования установки.

Измерение давления хладона в дозаторе осуществляется манометром 2, включение вакуумного насоса — тумблером 15.

Перед работой дозатор установки заполняют хладоном 12. Для этого подсоединяют баллон с хладоном посредством рукава. Заполнение дозатора контролируют по уровнемеру, одновременно стравливая воздух. Контролируют давление в дозаторе с помощью манометра. При заполнении холодильного агрегата на заправочном патрубке закрепляют быстросъемную муфту. При этом все вентили установки должны быть закрыты, а тумблеры включения в сеть отключены.

Перед заполнением отремонтированного холодильного агрегата шкалу дозатора по уровнемеру выставляют так, чтобы ее нулевое деление совпадало с уровнем хладона в стеклянной трубке. С помощью шнура и тумблера 15 включают установку и вакуумный насос, через 15 мин открывают вентиль и газобалластное устройство. Операцию первичного вакуумирования проводят в течение 8 мин до остаточного давления 1330 Па. Закрывают вентиль 3 (левый), тумблером 15 выключают вакуумный насос и осуществляют поступление в него воздуха. Затем включают холодильный агрегат и, открыв вентиль 3 (правый), заполняют холодильный агрегат хладоном в количестве 0,06 кг с последующей выдержкой в течение 5 мин при закрытом вентиле 3 (левый), после чего агрегат отключается. Открыв вентиль 3 (средний), затем вентиль 3 (левый), удаляют хладон в переносную установку для сбора хладона и после отбора хладона из агрегата закрывают вентиль 3 (средний).

Включают вакуумный насос и вторично вакуумируют холодильный агрегат в течение 15 мин до остаточного давления 2660 Па. Установив указатель уровня хладона, закрывают газобалластное устройство. Открывают вентиль 3 (правый) и заполняют холодильный агрегат хладоном 12 в соответствии с данными табл. 8.3.

По окончании заполнения закрывают вентиль 3 (левый). С помощью электрошнура с разъемом /7 компрессор ремонтируемого холодильного агрегата подсоединяют к установке. Испытания на запуск

Таблица 8.3

Зависимость массы заправляемого в холодильный агрегат хладона 12 от давления

Давление в дозаторе, МПа	Коэффициент K	Масса заправляемого хладона 12 для параметрического ряда холодильников, г					
		90	100	120	125	140	160
0,4	1	90	100	120	125	140	160
0,45	1,01	91	101	121	126	141	162
0,56	1,04	94	104	125	130	146	166
0,63	1,05	95	105	126	131	147	168
0,7	1,07	96	107	128	134	150	171
0,77	1,08	97	108	130	135	151	173
0,84	1,09	98	109	131	136	153	174
0,91	1,1	99	110	132	138	154	176
0,98	1,12	101	112	134	140	157	179

и потребляемую мощность проводят в соответствии с методикой по ГОСТ 17008—85 в части определения величины напряжения запуска, частоты пусков и продолжительности циклов. При этом время срабатывания пускового реле должно быть не более 2 с.

Для установления и поддержания заданного напряжения предназначен ЛТАТР-1М, обеспечивающий контроль следующих параметров: напряжения — вольтметром, потребляемой мощности — ваттметром, времени запуска — электросекундомером.

Пользоваться табл. 8.3 следует следующим образом. Например, нужно заправить хладоном 12 холодильник «Саратов-2М» при давлении, показываемом манометром установки ПУВЗ, равном 0,63 Па.

Для заправки агрегата хладоном 12 в количестве 140 г необходимо по шкале дозатора отсчитать 147 г, т.е. количество заправляемого хладагента умножается на коэффициент, выбранный из табл. 8.3 ($140 \cdot 1,05 = 147$ г).

В правой части табл. 8.3 приведены рассчитанные значения дозы хладагента 12 для параметрического ряда холодильников в зависимости от давления в дозаторе.

Технические характеристики переносной установки для вакуумирования и заполнения хладоном холодильных агрегатов

Тип установки.....	Настольный
Масса хладагента в объеме дозатора, г.....	1250 ± 25
Масса хладагента в одном делении дозатора, г.....	10
Давление хладагента в дозаторе, кПа:	
минимальное.....	392
максимальное.....	980
Развиваемое давление при вакуумировании, кПа	
Время вакуумирования, мин, не более.....	15
Напряжение сети, В.....	220
Потребляемая мощность, кВт, не более	
Типы проверяемых компрессоров.....	ХКВ, ДХМ (ФГ)
Число одновременно проверяемых холодильных агрегатов.....	1
Контролируемые параметры:	
потребляемая мощность, кВт.....	0...1
потребляемый ток, А.....	0...3
напряжение питания регулируемое, В.....	0...250
время запуска, с.....	220 В, 50 Гц
Питание.....	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм.....	485x795x300
Масса, кг	

2,45 МПа, вторичного хладагента — 1,57 МПа. Величина атмосферного давления определяется барометром-анероидом, температура хладона, воды и воздуха — ртутными лабораторными термометрами с ценой деления 0,1 °С по ГОСТ 215 — 73. Электрические параметры компрессора и калориметра регистрируются с помощью комплектов К-505, в состав которых входят амперметры и вольтметры класса 0,5 по ГОСТ 8711 — 93 и ваттметры класса 0,5 по ГОСТ 8476-93.

Калориметр, водяной конденсатор и соединительные трубопроводы хладонового контура стенда теплоизолированы поролоном. Для калориметра и конденсатора определяется произведение коэффициента теплопередачи на величину теплопередающей поверхности.

Для установления и поддержания заданной температуры окружающей среды стенд помещен в теплоизолированную камеру 2 со встроенным кондиционером 8, вентилятором 13 и электронагревателем 14.

Для определения структуры температурного поля элементов испытываемого холодильного агрегата в стенде предусмотрен блок термопар 24, которые соединены с потенциометром ПП-63 (точность измерений до 0,5 °С).

Испытания на стенде осуществляются следующим образом. В зависимости от модификации испытываемого холодильного агрегата подключаются соответствующие блоки стенда. Например, для агрегатов с воздушным конденсатором (при естественном охлаждении) компрессор нагнетает хладон в воздушный форконденсатор, откуда жидкий хладон поступает в одну из систем охлаждения компрессора или, минуя форконденсатор, в воздушный конденсатор.

Жидкий хладон из конденсатора стекает в ресивер. На пути движения хладона из ресивера в калориметр установлен прибор для определения концентрации масла и технологический фильтр-осушитель, обеспечивающие чистоту масляно-хладоновой смеси.

Постоянное давление кипения холодильного агента в испарителе, встроенном в калориметр, устанавливается и поддерживается автоматическим регулирующим вентилем. Нижняя часть калориметра приблизительно до половины заполнена хладагентом, в котором установлен электрический нагревательный элемент. В качестве вторичного хладагента используется хладон 12. Мощность, подводимая к электронагревательному элементу, регулируется таким образом, чтобы давление вторичного хладагента оставалось постоянным. В этом случае количество подведенной к вторичному хладагенту теплоты будет равно количеству полученного холода с учетом теплообмена калориметра с окружающей средой. Из испарителя пары хладона всасываются в компрессор, и цикл повторяется.

Испытания проводятся в установившемся тепловом режиме, при котором отклонения средних величин температур кипения, конденсации, всасывания и переохлаждения хладагона составляют не более 0,2 К, а температуры нагнетания — 0,5 К.

При подсчете результатов испытаний определяется среднее арифметическое значение семи последовательных показаний приборов. Температура кипения хладагона и температура вторичного хладагента определяются с помощью таблиц насыщенных паров хладагентов по абсолютным давлениям перед всасывающим патрубком и в корпусе балансного калориметра.

Абсолютное давление хладагента (P_a) определяют по формуле

$$P_a = 98,1 \left(P + \frac{P_6}{735,6} \right),$$

где P — показания манометра, МПа; P_6 — показания барометра, мм рт. ст.

Хододопроизводительность агрегата определяют по формуле

$$Q_{0 \text{ агр}} = G_{\text{а.кл}} (i_{\text{агр1}} - i_{\text{агр2}}),$$

1Ж бакл ~ массовая производительность агрегата по тепловому балансу калориметра, кг/с; $i_{\text{агр1}}$ — энтальпия хладагента перед всасывающим патрубком, кДж/кг; $i_{\text{агр2}}$ — энтальпия хладагента после конденсатора, кДж/кг.

Массовая производительность агрегата по тепловому балансу калориметра определяется по формуле

$$G_{\text{а.кл}} = \frac{N_{\text{кл}} + \Delta Q_{\text{кл}}}{i_{\text{кл2}} - i_{\text{и}}},$$

где $N_{\text{кл}}$ — мощность электронагревательного элемента калориметра, Вт; $\Delta Q_{\text{кл}}$ — теплотери калориметра, Вт; $i_{\text{о2}}$ — энтальпия хладагона после калориметра, кДж/кг; $i_{\text{и}}$ — энтальпия хладагона перед регулирующим вентилем, кДж/кг.

Энтальпии хладагента перед всасывающим патрубком ($i_{\text{агр}}$) и после калориметра определяются по тепловым диаграммам I—P или T—S, а энтальпии хладагента после агрегата ($i_{\text{агр2}}$) и перед регулирующим вентилем ($i_{\text{агр1}}$) — по таблицам насыщенных паров.

8.8. Стенд для регулировки и испытания приборов автоматики

Практическая реализация технологических процессов восстановления исходной годности терморегуляторов бытовой холодильной техники в условиях специализированных предприятий по ремонту бытовой техники требует создания необходимого технологического оборудования. В ЮРГУЭС разработана конструкция стенда для регулировки и испытания терморегулято-

ров после ремонта, принципиальная схема которого приведена на рис. 8.30.

Стенд представляет собой сборочно-сварочный пульт, в котором расположен холодильный агрегат, испытательная ванна и система пусковой, регулирующей и запорной аппаратуры.

Проверяемые приборы устанавливают на панели стенда, опустив концы их капилляров в рабочую жидкость, находящуюся в испытательной ванне, на длину, указанную в технических условиях на терморегуляторы. Рабочую жидкость с помощью холодильного агрегата охлаждают до температуры размыкания контактов терморегулятора, затем подогревают до температуры их замыкания. Процессы происходят автоматически с помощью электромагнитных вентиляей.

Для контроля температуры рабочей жидкости в испытательной ванне установлен термометр. Размыкание и замыкание контактов терморегуляторов фиксирует световое табло на лицевой панели стенда. Проверку терморегуляторов проводят методом сравнения показания термометра в момент срабатывания соответствующего табло с температурными параметрами, предусмотренными техническими условиями на проверяемые приборы. При проверке терморегуляторов типа Т-178В с верхним температурным параметром 32 °С включают лампу для нагрева корпусов проверяемых прибо-



Рис. 8.30. Принципиальная схема стенда для испытаний терморегуляторов бытовых холодильных приборов:

7 — компрессор; 2 — манометр; 3 — предконденсатор; 4 — конденсатор; 5, 7, 14... 21 — запорные вентили; 6 — ресивер; 7 — указатель уровня; 8 — мешалка; 9 — терморегулирующий вентиль; 10 — испытательная ванна; 11 — обратный клапан; 13 — реле давления; 22 — масляная ванна

ров. Необходимую скорость изменения температуры рабочей жидкости, заданную техническими условиями на терморегуляторы, устанавливают с помощью регулирующих вентилей на лицевой панели стенда. Для равномерного распределения температуры в объеме рабочей жидкости в стенде предусмотрена электромешалка.

Для снижения энергопотребления в испытательной ванне дополнительно установлен змеевик, входной патрубок которого соединен с входом конденсатора, а выходной — с входным патрубком дросселя, выходной патрубок которого подсоединен к испарителю холодильного агрегата. Для снижения потерь холода предусмотрено расположение дроссельного вентиля между дополнительным змеевиком и испарителем холодильного агрегата в пределах испытательной ванны при их обязательном погружении в рабочую жидкость.

В органы управления, сигнализации и наблюдения стенда для испытания терморегуляторов холодильных агрегатов входят:

- вентиль «Нагрев» для регулировки скорости изменения температуры при нагреве рабочей жидкости;

- вентиль «Охлаждение» для регулировки скорости изменения температуры при охлаждении рабочей жидкости;

- термометр 4-В1 по ГОСТ 215 — 73 для визуального съема показаний температуры срабатывания терморегуляторов;

- термометр манометрический ТПГ-СК (пределы измерений $-50...+50$ °С (длина дистанционного капилляра 2,5 м, глубина погружения 250 мм) для автоматического управления сменой режимов температуры рабочей жидкости;

- температурное реле типа РТ-200 для защиты рабочей жидкости от нагрева выше 40 °С;

- барометр-анероид для учета барометрического давления при проверке терморегуляторов;

 - манометр типа МТ-3 для контроля давления всасывания;

- секундомер электрический типа П-30 для определения скорости изменения температуры рабочей жидкости;

- переключатель для индивидуального и совместного включений мешалки и холодильного агрегата;

 - выключатель автоматический для подачи напряжения на стенд;

- тумблер для изменения режима управления температурой жидкости («Ручной» — «Автомат»);

 - кнопка включения «Охлаждение» и сигнальная лампа;

 - кнопка включения «Нагрев» и сигнальная лампа;

 - тумблер для включения секундомера;

 - кнопка сброса показаний секундомера;

 - тумблер «Нагрев корпусов терморегуляторов»;

 - тумблер «Освещение»;

 - табло для фиксации моментов срабатывания терморегуляторов;

 - разъем штепсельный для подключения стенда к электросети;

**Циклограмма работы стенда для испытаний терморегуляторов
бытовых холодильников при их ремонте**

Операция	Положение вентиляей											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
«Охлаждение»	×	×	-	/	-	/		-	×	-	-	×
«Нагрев»	-	-	×	-	/	-	×	-	×	×	-	-

Примечание. Обозначение положения вентиляей: х закрыт; - открыт; / периодически открывается.

реле давления РД-12 для защиты компрессора от перегрузок;
терморегулирующий вентиль типа 22ТРВ-0,5В;
термоклапан обратный.

Циклограмма работы стенда для испытаний терморегуляторов приведена в табл. 8.4.

**Технические характеристики стенда для испытаний
терморегуляторов холодильных агрегатов**

Тип стенда	Напольный
Тип проверяемых терморегуляторов.....	АРТ и все современные типы, температурные параметры которых находятся в пределах рабочих температур стенда
Число одновременно проверяемых терморегуляторов	10
Интервал рабочих температур, К	243... 345
Скорость изменения рабочей температуры, К/мин	0,1...0,5
Тип холодильного агрегата для изменения температуры рабочей жидкости	ВН 0,35-3
Номинальная холодопроизводительность (при температуре кипения -35 °С, окружающего воздуха 20°С), Вт	260
Масса зарядки хладагентом, кг.,	1,3
Потребляемая мощность, кВт.,	0,37
Питание	220/380 В, 50 Гц
Точность контроля температуры, °С	±0,1
Привод мешалки	Электрический

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

«

9.1. Сбор и регенерация хладагента

Для сбора и регенерации отработанного хладона важное значение имеет предотвращение потерь рабочего тела. Это достигается созданием специальных устройств для разгерметизации герметичной системы ремонтируемых холодильных агрегатов бытовых холодильников и морозильников. Для этих целей в ЮРГУЭС разработано устройство для разгерметизации ремонтируемых холодильных агрегатов на базе быстродействующих съемных муфт типа ИП-24, обеспечивающее полное удаление из агрегата эксплуатационной дозы хладона в установку для его сбора и регенерации.

На рис. 9.1 приведена схема устройства, которое включает в себя корпус *1* с патрубками входа *18* и выхода *2* хладона. На входном патрубке установлена накидная гайка *21* с зажимной шайбой *20*, уплотнительной втулкой *19* и упором *17*.

Во входном патрубке установлен штуцер *5*, в котором жестко закреплена игла *3*, соединенная с опорой *15*. Герметизируются штуцер и выходной патрубок с помощью резиновой манжеты *4*. Со штуцером соединена полумуфта *8*, имеющая подвижное кольцо *6* с фиксирующей пружиной *14*.

Полумуфта и штуцер имеют обратные клапаны *9*, опирающиеся на пружины *13* и опоры *7*, *10*, в которых предусмотрены отверстия *12*, *16*, обеспечивающие проход хладона через соединения штуцер — полумуфта.

Входной патрубок *18* в концевой части выполнен профильным для обеспечения фиксации устройства при его установке на заправочный технологический патрубок *23* компрессора холодильного агрегата. Для подсоединения к установке сбора и регенерации хладона предназначен шланг *11*.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Заправочный патрубок компрессора холодильного агрегата помещается в корпусе, причем на заправочный патрубок предварительно устанавливается накидная гайка с зажимной шайбой.

Фиксация и герметизация входного патрубка устройства и заправочного патрубка компрессора холодильного агрегата осу-

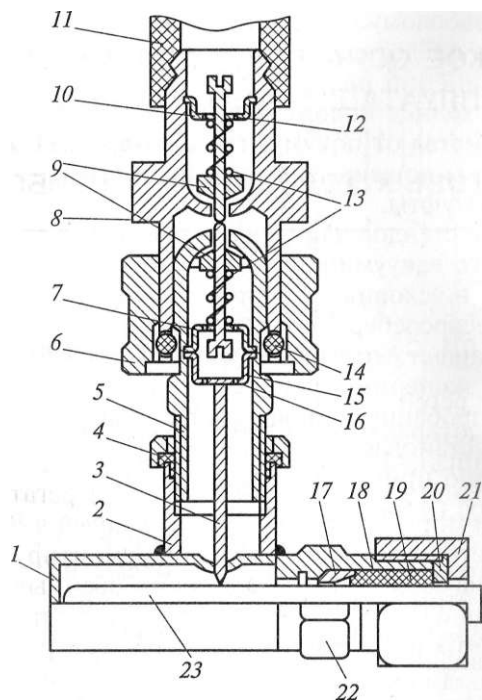


Рис. 9.1. Устройство для разгерметизации холодильного агрегата:

1 — корпус; 2, 18, 22, 23 — патрубки; 3 — игла; 4 — манжета; 5 — штуцер; 6 — кольцо; 7, 10, 15 — опоры; 8 — полумуфта; 9 — клапан; 11 — шланг; 12, 16 — отверстия; 13, 14 — пружины; 17 — упор; 19 — втулка; 20 — шайба; 21 — гайка

ществляются с помощью уплотнительной втулки и упора, усилие сжатия при этом обеспечивается перемещением зажимной шайбы при наворачивании накидной гайки на входной патрубок устройства.

Полумуфта 8 устройства подсоединяется к установке сбора хладона с помощью гибкого хлорвинилового шланга и соединяется со штуцером посредством фиксирующей пружины при поступательном перемещении кольца. При этом срабатывают обратные клапаны штуцера и полумуфты, обеспечивая проход хладону из полости корпуса к установке сбора хладона через отверстия в опорах.

При вращении штуцера игла, соединенная с опорой, перемещается по направлению к заправочному патрубку и прокалывает его в конце своего хода. В результате происходит разгерметизация заправочного патрубка компрессора, и хладон из компрессора направляется через выходной патрубок устройства разгерметизации, штуцер, полумуфту и шланг к установке сбора хладона. Утечка

хладона по резьбовому соединению выходного патрубка устройства и штуцера предотвращается резиновой манжетой.

При отсоединении полумуфты от штуцера подвижное кольцо отводится в исходное положение, что приводит к отсоединению штуцера устройства от полумуфты, а возвратные пружины перемещают клапаны до закрытия выходных отверстий штуцера устройства и полумуфты.

Применение стендов для сбора и регенерации хладона на стадии двукратного вакуумирования как при ремонте на дому у заказчика, так и в условиях стационарных предприятий позволяет реализовать ресурсосберегающую технологию и в определенной мере предотвращает загрязнение окружающей среды.

Разработан экспериментальный стенд, который прошел предварительную апробацию в производственных условиях. В результате апробации установлено следующее:

целесообразно применение регенеративных теплообменников на линиях сбора испарений хладона;

в целях повышения надежности и производительности необходимо нагреватель располагать вне объема испарителя, предусматривая при этом меры по сокращению потерь энергии;

учитывая малые расходы рабочего тела, целесообразно вместо конденсатора водяного охлаждения применение воздушного охладителя.

Усовершенствование конструкции стенда позволило снизить его металлоемкость. Стенд (рис. 9.2) включает в себя последовательно соединенные между собой и образующие замкнутый хладоновый циркуляционный контур следующие устройства и детали:

устройство для отбора хладона;

герметичный хладоновый компрессор;

фильтр-осушитель;

конденсатор водяного охлаждения линии предварительного сбора хладона;

испаритель с электронагревателем с патрубками подвода жидкости и отвода пара;

конденсатор водяного охлаждения линии регенерации отработанного рабочего тела;

бак для сбора отработанного хладона, погруженного в охлаждающую ванну.

Компрессор 11, соединенный с устройством для отбора хладона 12, через технологический патрубок 13 компрессора ремонтируемого холодильного агрегата отсасывает рабочее тело и подает его под давлением нагнетания в конденсатор 1 со змеевиком системы охлаждения 2 и уравнивателем 17. Здесь за счет теплоотдачи воде хладон превращается в жидкость, уровень которой контролируется по уровнемеру. При заполнении всего объема конденсатора открывается вентиль ВН4 и жидкость сливается

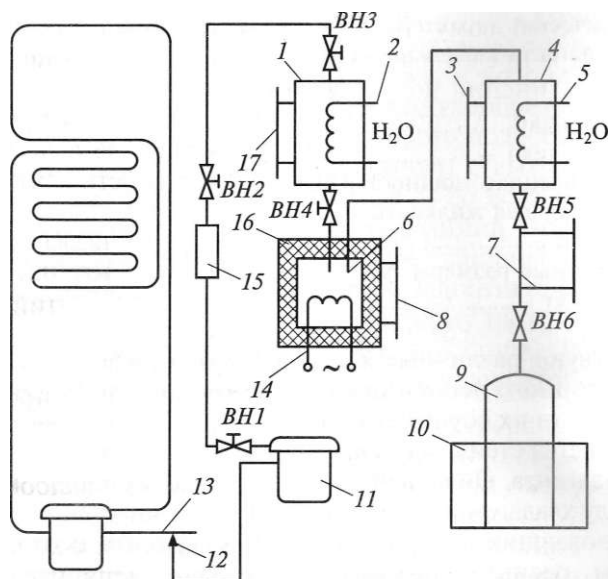


Рис. 9.2. Стенд для разрядки холодильных агрегатов;

1, 4 — конденсаторы; 2, 5 — змеевики системы охлаждения; 3, 7, 8, 17 — уровнемеры; 6 — патрубок; 9 — баллон; 10 — охлаждающая емкость; 11 — компрессор; 12 — устройство для отбора хладагента; 13 — технологический патрубок; 14 — нагреватель; 15 — фильтр; 16 — испаритель; BH1...BH6 — вентили

в испаритель 16, уровень жидкости в котором контролируется с помощью уровнемера 8. Испарению хладагента способствует нагреватель 14.

По мере испарения хладагента пар по патрубку 6 линии окончательной конденсации поступают в конденсатор 4 со змеевиком системы охлаждения 5 и уровнемером 3. По мере заполнения конденсатора открывают вентили BH5 и BH6. При этом жидкое рабочее тело сливается в баллон 9, установленный в охлаждающей емкости 10. У уровнемер 7 служит для контроля заполнения линии сбора хладагента. Вентили BH1... BH6 позволяют осуществлять замену элементов стенда путем перекрытия пневмогидравлического тракта стенда. Для очистки хладагента от загрязнений предназначен фильтр 15, который служит и осушителем хладагента. Его конструкция выполнена разъемной, он расположен в нагнетательном тракте компрессора 11.

Стенд работает при совмещении термодинамических циклов стандартных и нестандартных элементов с учетом соответствия производительности линии предварительной и окончательной конденсации рабочего тела.

Технические характеристики стенда для сбора и регенерации хладагента холодильных агрегатов бытовых холодильных приборов

Тип стенда	Напольный
Рабочее тело	R12
Установленная мощность, кВт	1,9
Охлаждающая жидкость	Вода
Питание	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм	600x 1800x350
Масса, кг	85

Существуют различные варианты экологически чистых технологий повторного использования отработанного хладагента и технических средств их осуществления.

Так, имеется стенд для разрядки холодильных агрегатов и регенерации хладагента. Он включает в себя последовательно установленные по ходу хладагента фильтр-осушитель, компрессор, теплообменник образовавшихся паров, сборник хладагента с охлаждающим змеевиком, ресивер, подсоединенный через терморегулирующий вентиль к выходному концу змеевика конденсатора. Недостатком данного стенда является отсутствие охлаждающего змеевика в ресивере для создания перепада давления между ним и конденсатором.

Известна также установка для откачки и регенерации хладагента, включающая в себя компрессор, маслоотделитель, конденсатор паров хладагента, сборник масла, ресивер, фильтр-осушитель и змеевик, установленный в ресивере. Недостатками этой установки является то, что при промывке маслоотделителя жидким хладагентом из конденсатора, как показывает практика эксплуатации, масло удаляется не полностью с поверхности колец маслоотделителя и поэтому при испарении хладагента из обогреваемого сборника масла при прохождении его паров через контактные кольца маслоотделителя происходит загрязнение маслом паров хладагента, поступающего в конденсатор, а также то, что давление в системе холодильного агрегата, поступающего в ремонт, составляет в среднем 0,5...0,6 МПа, поэтому при всасывании хладагента в герметичный компрессор возникает высокое давление, что приводит к снижению надежности компрессора.

Поскольку хладагент в системе ремонтируемого холодильного агрегата находится при температуре окружающей среды порядка 20...25 °С, при поступлении его в кожух герметичного компрессора происходит интенсивный подогрев до 115... 125 °С, что приводит к повышению температуры по окончании процесса сжатия и понижению надежности компрессора при увеличении температуры хладагента.

При отсасывании хладагента около $\frac{1}{3}$ цикла отсасывания реализуется при вакуумных режимах работы компрессора, обусловленных малыми дозами хладагента (0,1... 0,2 кг) в холодильных агрегатах

бытовых холодильников и морозильников. Работа компрессора на вакуумных режимах также приводит к снижению его надежности.

Устранены эти недостатки в установке, в которой обогреваемый сборник масла выполнен в виде кожухообразного теплообменника, внутренний трубопровод которого подсоединен на входе к емкости с нагревателем, соединенным с выходным патрубком дроссельного вентиля, а на выходе — со всасывающим патрубком компрессора. Паровой патрубок линии очистки хладагента после обогреваемого сборника масла через запорный вентиль подсоединен к маслоотделителю. Резервуар хладагента посредством капиллярной трубки подсоединен к выходному патрубку дроссельного вентиля, а вокруг маслоотделителя установлена байпасная линия, соединенная с дополнительным конденсатором.

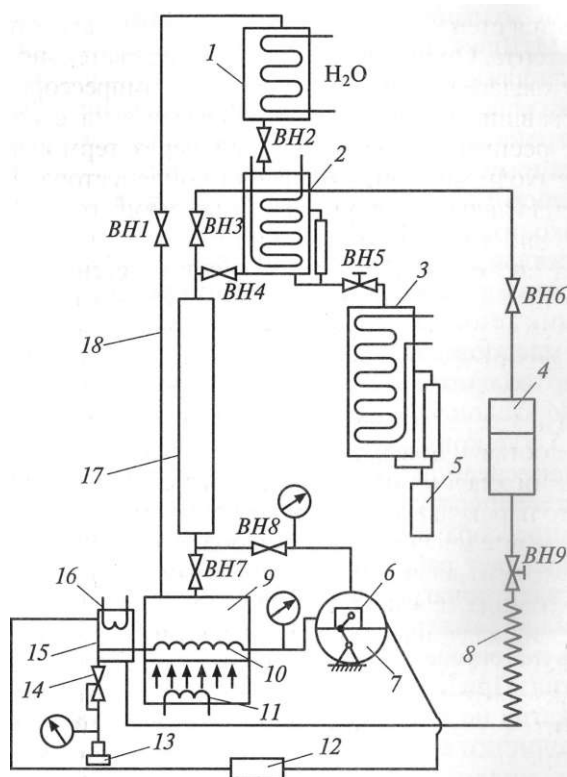


Рис. 9.3. Установка для регенерации отработанного хладагента:

1, 2 — основной и дополнительный конденсаторы; 3, 4 — резервуары; 5 — фильтр-осушитель; 6 — датчик температуры; 7 — компрессор; 8 — капиллярная трубка; 9 — сборник масла; 10 — трубопровод; 11, 16 — электронагреватели; 12 — микропроцессор; 13 — соединительное устройство; 14 — дроссельный вентиль; 15 — бак; 17 — маслоотделитель; 18 — байпасная линия; BH1...BH9 — запорные вентили

Установка для регенерации хладона (рис. 9.3) включает в себя компрессор 7, обогреваемый сборник масла 9 с внутренним трубопроводом 10 и электронагревателем 77, бачок 15 с электронагревателем 16, маслоотделитель 17 и установленный перед ним запорный вентиль *ВН7*, конденсатор водяного охлаждения 2, байпасную линию 18, соединенную с дополнительным конденсатором водяного охлаждения 7, соединенным, в свою очередь, с конденсатором водяного охлаждения, который подсоединен к ресиверам 3 и 4, причем последний посредством капиллярной трубки 8 подсоединен к выходному патрубку вентиля 14. В кожухе компрессора установлен датчик температуры 6, связанный с микропроцессором 12, управляющим работой электронагревателей 17 и 16.

Для выполнения задаваемых режимов работы в установке имеются запорные вентили *ВН1... ВН9*. Для подсоединения установки к ремонтируемому холодильному агрегату предназначено соединительное устройство 13. Для контроля давлений в установке предусмотрены манометры, а для осушки хладона — фильтр-осушитель 5.

Установка работает следующим образом. С помощью соединительного устройства 13 установка подсоединяется к ремонтируемому холодильному агрегату. При включении компрессора осуществляется отбор хладона из агрегата. На пути движения хладона, который находится в агрегате под давлением 0,5...0,6 МПа, установлен дроссельный вентиль 14, который позволяет снизить давление всасывания до 0,15...0,2 МПа. Компрессор, в котором установлен датчик температуры, нагнетает хладон при открытом вентиле *ВН8* в маслоотделитель и далее при закрытом вентиле *ВН4* в конденсатор водяного охлаждения, из которого при закрытом вентиле *ВН6* хладон поступает в ресивер 3 и затем через фильтр-осушитель 5, где конденсат осушается, он поступает в бачок для сбора или непосредственно на зарядку холодильного агрегата. При достижении температуры всасываемого хладона у всасывающей трубки компрессора 60...65 °С срабатывает датчик температуры, который управляет работой микропроцессора. Сигналом датчика включается электронагреватель 16, который нагревает всасываемые пары хладона до температуры 45... 50 °С, что позволяет снизить интенсивность подогрева всасываемого пара в кожухе компрессора до начала сжатия. При этом температура паров хладона по окончании процесса сжатия не должна превышать допустимых пределов.

В целях очистки маслоотделителя от масла по мере его загрязнения часть жидкого хладона из конденсатора 2 при открытом вентиле *ВН4* подается в маслоотделитель, откуда при открытом вентиле *ВН7* стекает в обогреваемый сборник масла 9 с внутренним трубопроводом и нагревателем, по мере заполнения которого при закрытом вентиле *ВН7* включается электронагреватель 11, и пар хладона по байпасной линии при открытом вентиле *ВН1* поступает в конденсатор 1 при закрытом вентиле *ВН2*. По мере

заполнения конденсатора 1, давление в котором в процессе работы установки ниже, чем в конденсаторе 2, в условиях выравнивания давления в конденсаторах во время останова установки (в течение ночи) при открытом вентиле *ВН2* хладон подается в конденсатор 2, из которого при открытом вентиле *ВН6* заполняется ресивер 4.

При достижении вакуумных режимов в процессе отбора хладона открывается вентиль *ВН9* по капиллярной трубке. Часть хладона подается во всасывающий тракт компрессора перед бачком 15 с нагревателем, что обеспечивает создание избыточного давления, равного 0,01...0,02 МПа, и соответственно повышает надежность работы компрессора.

Для контроля отрегенированного хладона на содержание влаги как одного из основных показателей его качества используется влагомер кулонометрического типа «Байкал» и др. Принцип его действия основан на непрерывном количественном поглощении влаги пленкой сорбирующего вещества (фосфорного ангидрида P_2O_5) из точно дозируемого потока анализируемого газа при одновременном электролитическом разложении поглощенной влаги. Ток электролиза в установившемся режиме работы влагомера является мерой абсолютного содержания влаги в анализируемом газе.

На рис. 9.4 изображен кулонометрический чувствительный элемент в корпусе 1 с источником питания 3 и измерителем тока электролиза 2.

В канале цилиндрического стеклянного корпуса чувствительного элемента размещены платиновые электроды 4... 6, выполненные в виде геликоидальных несоприкасающихся спиралей, расположенных друг за другом по ходу газового потока. Между электродами нанесена пленка, обладающая высокой влагосорбирующей способностью.

Через чувствительный элемент непрерывно подается анализируемый газ с постоянным расходом, равным $50 \text{ см}^3/\text{мин}$.

При данном расходе газа через чувствительный элемент влага практически полностью извлекается пленкой оксида фосфора(V). К электродам чувствительного элемента подключен источник постоянного тока, величина напряжения которого превышает потенциал разложения воды так, что

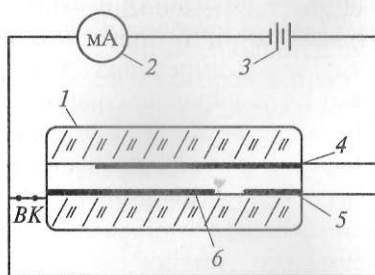


Рис. 9.4. Кулонометрический чувствительный элемент:

1 — корпус; 2 — измерительный прибор; 3 — источник постоянного тока; 4... 6 — электроды; ВК — сорбирующая поверхность чувствительного элемента

одновременно с поглощением влаги ведется непрерывный ее электролиз. В процессе измерения электроды 5, 6 соединены параллельно. Измеряется ток электролиза влаги, поглощенной сорбирующей поверхностью всего чувствительного элемента ВК. В установившемся режиме количества поглощенной и разложенной в единицу времени воды равны и, следовательно, ток электролиза является точной мерой концентрации влаги в анализируемом газе.

Условия работы чувствительного элемента таковы, что сорбирующая влагу активная поверхность пленки оксида фосфора с течением времени уменьшается за счет частичного загрязнения пленки механическими примесями и полимеризующимися на ней компонентами газовой смеси, а также за счет реакции примесей щелочных компонентов с оксидом фосфора и, наконец, за счет постепенного выноса пленки газовым потоком.

Исправный чувствительный элемент поглощает практически всю влагу из газового потока, но через определенное время в связи с уменьшением активной поверхности пленки чувствительный элемент поглощает влагу не полностью, вследствие чего часть влаги не задерживается пленкой и, следовательно, прибор выдает неточные показания.

Для проверки полноты поглощения влаги чувствительным элементом в конструкции влагомера предусмотрена возможность измерения тока электролиза только в цепи электрода 5.

При исправном чувствительном элементе показания влагомера при определении количества влаги в хладоне не должны превышать значений, определяемых из неравенства

$$B_k \leq 0,15 B_u,$$

где B_k — показания влагомера при контроле паров хладона; B_u — показания прибора до контроля.

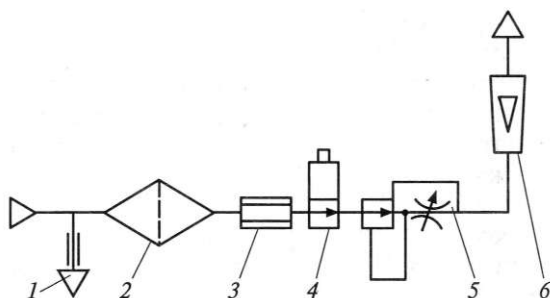


Рис. 9.5. Влагомер низких давлений газов в холодильном агрегате:

1 — дроссель; 2 — фильтр; 3 — чувствительный элемент; 4 — электромагнитный клапан; 5 — регулятор расхода газа; 6 — индикатор расхода

В конструкции влагомера одна из двух схем газового потока настроена на низкие (от 10 до 200 кПа), вторая — на высокие (от 0,2 до 40 МПа) давления анализируемого газа.

На рис. 9.5 показана схема циркуляции газа во влагомере «Байкал» при низких давлениях как наиболее приемлемая для анализа отрегенерированного хладагента R12.

Перед фильтром тонкой очистки для уменьшения инерционности прибора значительная часть газовой смеси байпасируется в дренаж через постоянный дроссель 7, обеспечивающий расход смеси, примерно равный 3000 см³/мин.

Поток анализируемой газовой смеси проходит через фильтр 2, чувствительный элемент 3, электромагнитный клапан 4, предназначенный для запирания влагомера при аварийных отключениях напряжения питания или при увеличении плотности газа выше верхнего предела измерения, регулятор расхода газа 5, поддерживающий расход газовой смеси через чувствительные элементы с точностью $\pm 2\%$, индикатор расхода 6 и отводится в дренажный трубопровод.

9.2. Технологическая оснастка для сбора и регенерации смазочного масла

В процессе ремонта хладоновых компрессоров бытовых холодильников и морозильников необходима замена смазочного масла на новое или отрегенерированное.

Как показывает опыт работы участков по ремонту компрессоров, новым смазочным маслом они практически не снабжаются, а отработанное, как правило, сливают в канализацию.

Проводимые анализы физико-химического состава масла, извлеченного из поступивших в ремонт хладоновых компрессоров и отработавших различный срок, показывают, что наблюдается существенное различие его остаточной годности, которая в производственных условиях может быть определена путем визуального контроля по цвету.

В процессе эксплуатации смазочное масло засоряется в первую очередь примесями органических кислот, наличие которых вызывает изменение его цвета от светло-желтого до черного. Масло черного цвета, содержащее наибольшее количество кислот, практически непригодно для дальнейшего использования даже после выполнения всего комплекса операций, связанных с его регенерацией.

При удалении смазочного масла из поступивших в ремонт хладоновых компрессоров обязательны контроль его по цвету и разделение по этому признаку путем помещения в отдельные баки. Обязательного отделения требует масло черного цвета, которое, как правило, извлекается из кожухов хладоновых компрессоров, поступивших в ремонт по причине «грязного» сгорания лаковой изо-

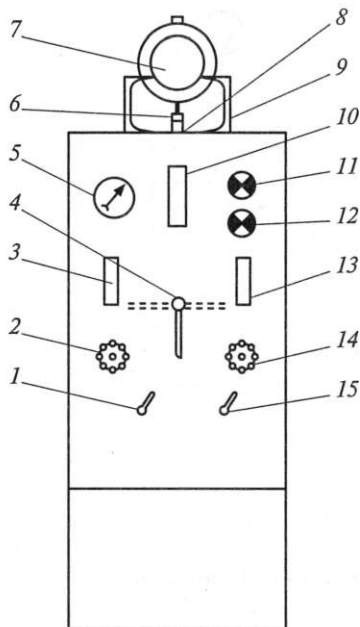


Рис. 9.6. Установка для сбора и диагностики холодильного масла ХФ-12-18(16):

1, 15 — тумблеры; 2, 14 — вентили; 3, 13 — уровнемеры; 4 — трехпозиционный вентиль; 5 — вакуумметр; 6 — герметичная полумуфта; 7 — компрессор; 8 — гибкий шланг; 9 — подставка; 10 — смотровое стекло; 11, 12 — сигнальные лампы

щие емкости; вакуумметр 5 для контроля остаточного давления в вакуумном тракте установки; тумблер 1 подачи питания на вакуумный насос; сигнальная лампа 11 для контроля подачи питания на вакуумный насос; сигнальная лампа 12 для контроля включения вакуумного насоса; уровнемер 13 для контроля уровня масла желто-коричневого цвета; уровнемер 3 для контроля уровня масла черного цвета; запорные вентили 2 и 14 для подключения баков с желто-коричневым и черным маслом к вакуумному тракту установки.

Установка подключается к сети переменного тока. С помощью гибкого шланга 8 и герметичной полумуфты 6 к ней подключается ремонтируемый компрессор.

Пневмогидравлическая схема установки (рис. 9.7) включает: ремонтируемый компрессор 7; герметичную полумуфту 6 для подсоединения компрессора к вакуумному тракту; смотровое стекло 5

ляции обмоток статора встроенного электродвигателя. Это масло должно быть собрано в отдельные баки, которые затем сдаются.

Масло, имеющее цветовую гамму от светло-желтого до коричневого цвета, собирают в отдельные герметично закрывающиеся баки и подвергают регенерации. Для этих целей разработана специальная установка, обеспечивающая ускоренный сбор и осушку смазочного масла в зависимости от его цвета с последующим его разливом в соответствующие баки. Учитывая, что оценку масла необходимо производить для каждого отдельно взятого ремонтируемого компрессора, сливать масло следует через герметичный тракт, находящийся под вакуумом.

Установка (рис. 9.6) представляет собой сварную конструкцию, облицованную листовой сталью. На передней панели установки размещены: подставка 9 под ремонтируемый компрессор 7; смотровое стекло 10 для контроля цвета сливаемого масла; распределительный трехпозиционный вентиль 4 для разлива масла различных цветов в соответствующие емкости; вакуумметр 5 для контроля остаточного давления в вакуумном тракте установки; тумблер 1 подачи питания на вакуумный насос; сигнальная лампа 11 для контроля подачи питания на вакуумный насос; сигнальная лампа 12 для контроля включения вакуумного насоса; уровнемер 13 для контроля уровня масла желто-коричневого цвета; уровнемер 3 для контроля уровня масла черного цвета; запорные вентили 2 и 14 для подключения баков с желто-коричневым и черным маслом к вакуумному тракту установки.

для визуального контроля цвета масла, сливаемого из ремонтируемого компрессора; распределительный трехпозиционный вентиль 9 для распределения масла различного цвета; ресиверы 2 и 12 для хранения масла желто-коричневого и черного цветов; уровнемеры 3 и 11 для контроля уровня масла в ресиверах; ресивер 14; вакуумный насос 15 для удаления масла из ремонтируемого компрессора; мановакуумметр 8 для контроля остаточного давления в ресивере 14; вентили 4 и 10 для подключения к вакуумной магистрали ресиверов 2 и 12, снабженных сливными патрубками с запорными вентилями 1 и 13.

Установка работает следующим образом. Ремонтируемый компрессор с заглушками на нагнетательном и всасывающем патрубках и полумуфтой на технологическом патрубке устанавливают на подставке (см. рис. 9.7). Затем подсоединяют гибкий шланг посредством полумуфты при закрытом вентиле 9. В этом случае масло самотеком из кожуха ремонтируемого компрессора стекает в контрольную емкость со смотровым стеклом, где визуально определяется его цвет. Подают напряжение на вакуумный насос, который должен работать до тех пор, пока остаточное давление в ресивере 14 не достигнет величины, равной 0,26 кПа.

После определения цвета масла, находящегося в промежуточной контрольной емкости со смотровым стеклом, переключением вентиля 9 направляют в ресиверы 2 или 12. Если масло черного цвета, вентиль поворачивают до упора вправо, если желто-коричневого — до упора влево. Для интенсификации процесса удаления масла из кожуха ремонтируемого компрессора его подключают к вакуумному тракту установки. При этом, если масло черного цвета, открывают вентиль 10, а если масло желто-коричневого цвета — вентиль 4 при соответствующем положении вентиля 9.

Контролируется наполнение ресиверов 2 и 12 визуально с помощью уровнемеров 3 и 11. В случае когда один из них или оба наполнены, открывают вентиль 7 или 13 и масло сливают в баки

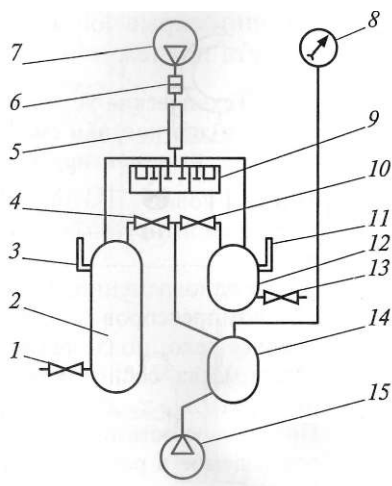


Рис. 9.7. Пневмогидравлическая схема установки для сбора и диагностики холодильного масла ХФ-12-Щ16):

- 1, 4, 10, 13 - вентили; 2, 12, 14 - ресиверы; 3, 11 — уровнемеры; 5 — смотровое стекло; 6 — полумуфта; 7 — компрессор; 8 — мановакуумметр; 9 — трехпозиционный вентиль; 15 — вакуумный насос

ично закрывающимися горловинами. Масло желто-корич-
j цвета подлежит регенерации, а черное утилизируется.

**Технические характеристики установки для сбора
и диагностики смазочного масла, извлекаемого
из ремонтируемого холодильного агрегата**

Тип установки.....	Напольный
Типы ремонтируемых компрессо- ров.....	ХКВ, ДХМ (ФГ)
Число одновременно обслуживае- мых компрессоров	1
Рабочее тело, подлежащее сбору.....	Масло ХФ-12-18(16)
Масса масла, собираемого за один цикл, кг.....	50
Предельное остаточное давление, создаваемое в ресивере, кПа	0,26
Потребляемая мощность, кВт.	0,19
Питание.....	220 В, 50 Гц
Габаритные размеры, мм.....	700x525x1600

Для снижения трудоемкости регенерации смазочного масла желто-коричневого цвета используется установка (рис. 9.8), в которой отделение загрязнений и остатков холодильного агента осуществляется включением в технологию очистки в качестве рабочих тел хладонов ограниченной и неограниченной растворимости.

Установка содержит бак 1 для отработанного смазочного масла, соединенный посредством фильтра грубой очистки 21 с баком-отстойником 17 с уровнемером 18, сливной патрубком которого соединен через фильтр-сборник с масляным насосом 6. Спускной патрубок 75 бака-отстойника 77 подсоединен к баку-распределителю 13, в котором установлены мешалка 12 и паровой патрубок 5, подключенный к всасывающему патрубку компрессора 4, нагнетательный патрубок которого подсоединен к конденсатору 2 водяного охлаждения, соединенному с баком 22 с хладоном неограниченной растворимости и регенерируемым маслом, подсоединенным к баку-отстойнику, в котором расположен затвор-оболочка 14, соединенный с помощью трубопроводов 19 и 20 с всасывающим и нагнетательным патрубками компрессора 4.

Для отделения механических загрязнений предусмотрен бак 3 с хладоном ограниченной растворимости и регенерируемым маслом. Насос 6, посредством фильтра тонкой очистки 7 соединенный с адсорбционными колонками 8 и 9 для поглощения влаги и кислот, подает холодильное масло в сменную тару 10.

Для подачи масла из бака-распределителя 13 в насосе 6 предусмотрен сливной патрубок 11. Для обеспечения процесса регенерации установлены запорные вентили ВН1...ВН17.

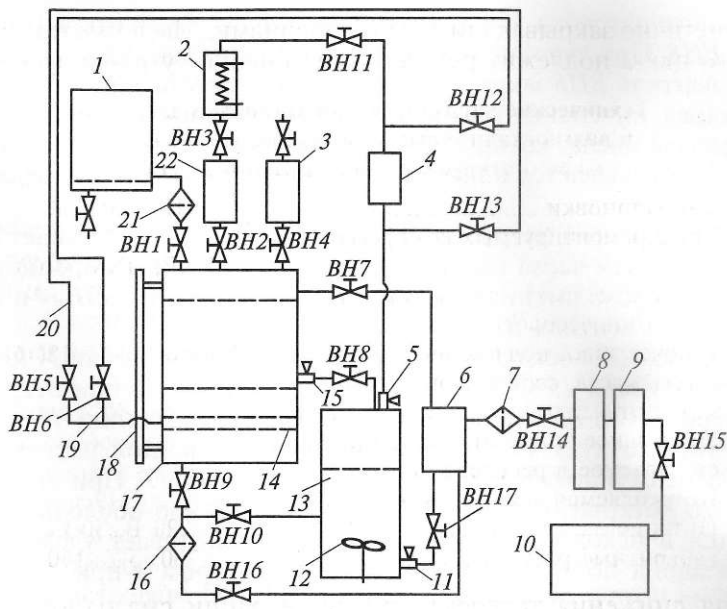


Рис. 9.8. Принципиальная схема установки для регенерации холодильного масла ХФ-12-18(16):

1, 3, 22 — баки; 2 — конденсатор; 4 — компрессор; 5, 77 — патрубки; 6 — масляный насос; 7 — фильтр тонкой очистки; 8, 9 — адсорбционные колонки; 10 — сменная тара; 12 — мешалка; 13 — бак-распределитель; 14 — затвор-оболочка; 15 — спускной патрубок; 16 — фильтр-сборник; 17 — бак-отстойник; 18 — уровнемер; 19, 20 — трубопроводы; 21 — фильтр грубой очистки; BH1...BH17 — запорные вентили

Установка работает следующим образом. Отработанное масло при ремонте хладонных компрессоров после сбора и дефектации сливают в бак 1, откуда оно поступает через фильтр грубой очистки 21 при открытом вентиле BH1 в бак-отстойник 77 с уровнемером 18 и затвором-оболочкой 14, находящемся в исходном положении. В бак-отстойник 77 поступают также хладоны с ограниченной и неограниченной растворимостью соответственно из баков 3 и 22 посредством вентилей BH2 и BH4. Введение хладона с неограниченной растворимостью снижает вязкость масла и увеличивает интенсивность оседания загрязнений на дно бака-отстойника 17, что уменьшает трудоемкость реализации процесса регенерации, а введение хладона с ограниченной растворимостью — отделение отстоя загрязнений масла. Наличие затвора-оболочки 14 при введении в него газообразного хладона с помощью компрессора 4 по трубопроводу 20 при открытых вентиле BH5 и BH12 позволяет предотвратить смешивание осадка с хладоном ограниченной растворимости при удалении масляного слоя посредством

спускного патрубка 15 в бак-распределитель 13 при открытом вентиле ВН8. При заполнении бака-распределителя 7^{на} 0,7 его высоты вентиль ВН8 закрывается и включается мешалка 12, способствующая интенсификации выделения хладона из регенерируемой массы масла, который посредством компрессора 4 через патрубок 5 отсасывается и подается в конденсатор водяного охлаждения 2.

Через сливной патрубок 11 холодильное масло поступает в насос и подается через фильтр тонкой очистки 7 в адсорбционные колонки 8 и 9 и сменную тару 10. При этом вентили ВН14 и ВН15 открыты, а вентиль ВН17 закрыт.

Для удаления осадка загрязнений из бака-отстойника 17и бака-распределителя 13 их посредством трубопроводов при открытых вентилях ВН9 и ВН10 подсоединяют к фильтру-сборнику 16 разборного типа, откуда масло с хладоном ограниченной растворимости насосом 6 подается вновь в бак-отстойник 77. При этом вентиль ВН7 открыт, вентиль ВН14 закрыт, а затвор-оболочка 14 находится в исходном положении, что обеспечивает удаление из нее хладона по трубопроводу 20 компрессором 4 при открытых вентилях ВН5 и ВН13.

Жидкий хладон из конденсатора 2 при открытом вентиле ВИЗ поступает в бак 22 с хладоном неограниченной растворимости и регенерируемым маслом.

Разработка и практическое использование рассмотренного в главах 8 и 9 технологического оборудования для диагностики и ремонта бытовых холодильных приборов позволит предприятиям различной формы собственности, занимающимся ремонтом и сервисным обслуживанием бытовых холодильных приборов, обеспечить качественный их ремонт и получить дополнительную прибыль от реализации фонда конструктивных и функциональных элементов в процессе ремонта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Массовое поступление на рынок современных конструкций бытовых холодильников и морозильников отечественного и импортного производства ведет к ускорению их морального старения и сокращению срока замены. Прежний «классический» срок обновления, составлявший 15...20 лет, сегодня заметно сокращается. Это вызывает необходимость разработок новых технологий технического обслуживания и ремонта холодильной техники, а также современного технологического оборудования и оснастки, что особенно необходимо в связи с систематическим ростом парка бытовых холодильников и морозильников, изменением и усложнением их конструкции.

В соответствии с этим ремонтные службы должны постоянно совершенствовать свою техническую оснащенность и осваивать новые технологические процессы технического обслуживания и ремонта бытовых холодильных приборов.

Для организации и качественного выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо стандартизировать технологические процессы сервиса.

Типизация и стандартизация ремонта являются частью единой инженерной политики, главная цель которых — совершенствование организации сервиса, определение содержания и технической оснащенности работ по ремонту, а также методов испытания и контроля качества технического обслуживания и ремонта.

При количественном росте и разнообразии холодильной техники в сфере сервиса появилась большая потребность в запасных частях и эксплуатационных материалах. Вместе с тем растет также количество невостребованных запасных частей и материалов, поскольку со сменой моделей увеличивается вероятность того, что объекты материального обеспечения технического обслуживания и ремонта бытовых холодильных приборов не найдут нужного потребителя, что, в свою очередь, затруднит работу ремонтных служб.

В сегодняшних условиях техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов имеют большое значение в подготовке специалистов для предприятий сервиса, вооружая их знаниями, необходимыми не только для повседневной работы, но и для творческой деятельности, разработки современной технологии и ее технического обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болгов И.В., Баринов В.В. Ремонт бытовых холодильников: Учебное пособие. — М.: МТИ, 1984. — 92 с.

Болгов И.В. Технология ремонта оборудования предприятий бытового обслуживания населения. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 248 с.

Вайнберг Е.С., Вайн Л.Н. Бытовые компрессионные холодильники. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 272 с.

Малкин Л.И., Колин В.Л. Сушка и очистка малых холодильных машин. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 152 с.

Спицын В.Н. Система технического обслуживания и ремонта бытовых машин и приборов. Сборник научных трудов // Рыночная экономика переходного периода: Проблемы и перспективы развития. — М.: ИНЭП, 1996. - С. 3.

Фактова М.М., Киселев Б.К., Гришина Л.Н. Методика определения неконденсирующихся примесей в холодильном агрегате бытового холодильника // Холодильная техника, 1979. — № 4. — С. 43 — 45.

Якобсон В.Б. Малые холодильные машины. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 368 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

— § —

Предисловие.....	3
Глава 1. Конструктивно-технологические характеристики бытовых холодильников и морозильников.....	4
1.1. Назначение и конструктивные особенности бытовых компрессионных холодильников и морозильников.....	4
1.2. Анализ конструктивных элементов герметичных агрегатов.....	8
1.3. Функциональные элементы герметичных агрегатов.....	12
Глава 2. Теоретические основы эксплуатации бытовых холодильных приборов.....	19
2.1. Инженерное формирование процесса эксплуатации.....	19
2.2. Характерные неисправности бытовых холодильных приборов. Причины их возникновения.....	21
2.3. Виды ремонта бытовых холодильных приборов.....	37
Глава 3. Меры безопасности при эксплуатации и ремонте бытовых холодильных приборов.....	39
3.1. Организационные формы ремонта бытовых холодильников и морозильников.....	39
3.2. Эксплуатация и ремонт бытовых холодильных приборов. Требования безопасности.....	40
Глава 4. Инженерно-техническая подготовка и ремонт холодильных приборов.....	43
4.1. Приемка в ремонт и хранение ремонтного фонда.....	43
4.2. Разборка холодильных приборов на месте эксплуатации.....	44
4.3. Подготовка холодильных приборов к ремонту.....	44
4.4. Технические требования на дефектацию и ремонт бытовых холодильных приборов.....	45
4.5. Ремонт герметичных агрегатов.....	46
4.6. Испытание, проверка и прием бытовых холодильных приборов после ремонта.....	47
4.7. Технические требования на отремонтированные бытовые холодильные приборы.....	50
Глава 5. Восстановление эксплуатационных характеристик конструктивных элементов холодильных приборов.....	55
5.1. Технология восстановления хладонового компрессора.....	55
5.2. Требования, предъявляемые к отремонтированным компрессорам.....	62
5.3. Методы испытаний отремонтированных компрессоров.....	64
5.4. Технология восстановления фильтров-осушителей.....	67
5.5. Технология восстановления испарителей.....	74

Глава 6. Ресурсосберегающие технологии ремонта бытовых холодильных приборов.....	77
6.1. Технология дефектации и регенерации смазочного масла ХФ-12-18(16).....	77
6.2. Методы оценки качества смазочного масла ХФ-12-18(16).....	79
6.3. Технология заправки холодильных агрегатов смазочным маслом ХФ-12-18(16).....	85
6.4. Технология сбора и регенерации хладагента 12.....	87
6.5. Контроль качества регенерации хладагента 12.....	88
Глава 7. Прогрессивные технологии ремонта герметичных холодильных агрегатов.....	93
7.1. Технология очистки герметичных холодильных агрегатов.....	93
7.2. Осушка элементов герметичных агрегатов.....	98
7.3. Вакуумирование герметичных агрегатов.....	103
7.4. Контроль остаточных влаги и загрязнений в компрессоре.....	107
7.5. Контроль неконденсирующихся примесей в герметичном агрегате.....	109
7.6. Контроль герметичности холодильных агрегатов.....	112
Глава 8. Инженерно-техническое обеспечение технологического процесса ремонта элементов бытовых холодильных приборов.....	118
8.1. Общие понятия и определения.....	118
8.2. Инженерно-техническое обеспечение технологического процесса ремонта компрессоров.....	119
8.3. Стенд для диагностики фильтров-осушителей.....	150
8.4. Установка для очистки внутренних полостей холодильных агрегатов.....	153
8.5. Установка для тарировки капиллярных трубок.....	158
8.6. Установка для ремонта холодильных агрегатов на дому.....	162
8.7. Калориметрический стенд для испытаний отремонтированных холодильных агрегатов.....	166
8.8. Стенд для регулировки и испытания приборов автоматики.....	169
Глава 9. Техническое оснащение для восстановления эксплуатационных характеристик функциональных элементов бытовых холодильных приборов.....	174
9.1. Сбор и регенерация хладагента.....	174
9.2. Технологическая оснастка для сбора и регенерации смазочного масла.....	183
Заключение.....	189
Список литературы.....	190