

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»*

2-е издание, стереотипное

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.**

К584      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. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 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, дано описание принципиально нового оборудования, реализующего возможность использования безотходных и экологически чистых технологий.

Предназначено для студентов высших учебных заведений.

УДК 641.546.44  
ББК 31.392я73

ISBN 5-7695-1305-5

© Кожемяченко А. В., Петросов С. П., 2003  
© Издательский центр «Академия», 2004

Предисловие .....	3
<b>Глава 1. Конструктивно-технологические характеристики бытовых холодильников и морозильников .....</b>	<b>4</b>
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
<b>Глава 2. Теоретические основы эксплуатации бытовых холодильных приборов .....</b>	<b>19</b>
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
<b>Глава 3. Меры безопасности при эксплуатации и ремонте бытовых холодильных приборов .....</b>	<b>39</b>
3.1. Организационные формы ремонта бытовых холодильников и морозильников .....	39
3.2. Эксплуатация и ремонт бытовых холодильных приборов. Требования безопасности .....	40
<b>Глава 4. Инженерно-техническая подготовка и ремонт холодильных приборов .....</b>	<b>43</b>
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
<b>Глава 5. Восстановление эксплуатационных характеристик конструктивных элементов холодильных приборов .....</b>	<b>55</b>
5.1. Технология восстановления хладонного 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

<b>Глава 6. Ресурсосберегающие технологии ремонта бытовых холодильных приборов</b> .....	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
<b>Глава 7. Прогрессивные технологии ремонта герметичных холодильных агрегатов</b> .....	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
<b>Глава 8. Инженерно-техническое обеспечение технологического процесса ремонта элементов бытовых холодильных приборов</b> .....	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
<b>Глава 9. Техническое оснащение для восстановления эксплуатационных характеристик функциональных элементов бытовых холодильных приборов</b> .....	174
9.1. Сбор и регенерация хладагента .....	174
9.2. Технологическая оснастка для сбора и регенерации смазочного масла .....	183
Заключение .....	189
Список литературы .....	190

## 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, *а* (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-

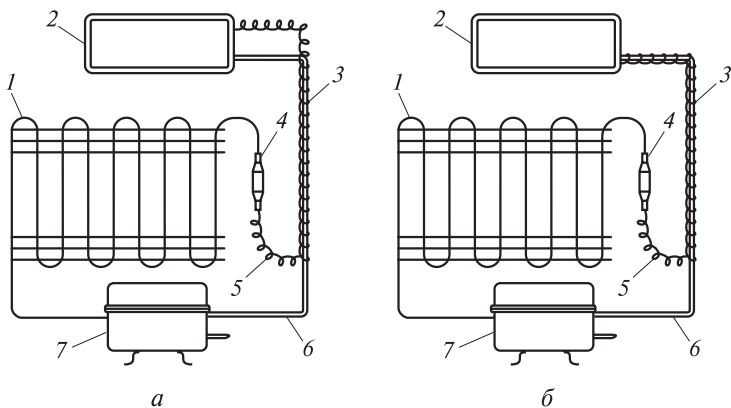


Рис. 1.1. Герметичные агрегаты однокамерного холодильника с двухканальными (а) и одноканальными (б) теплообменниками:

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,

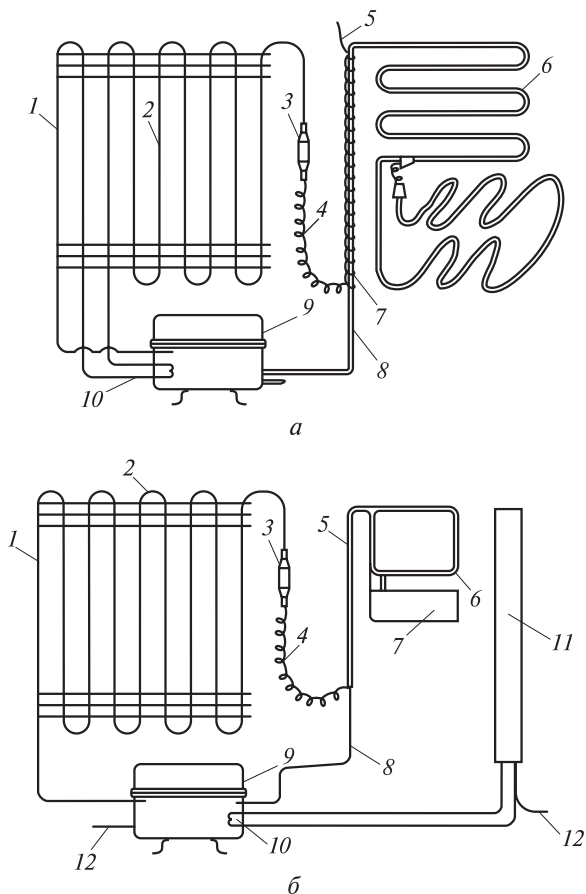


Рис. 1.2. Герметичные агрегаты двухкамерных холодильников КШД 350/80 «Минск-25» (а) и КШД 270/80 «Мир» (б):

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.



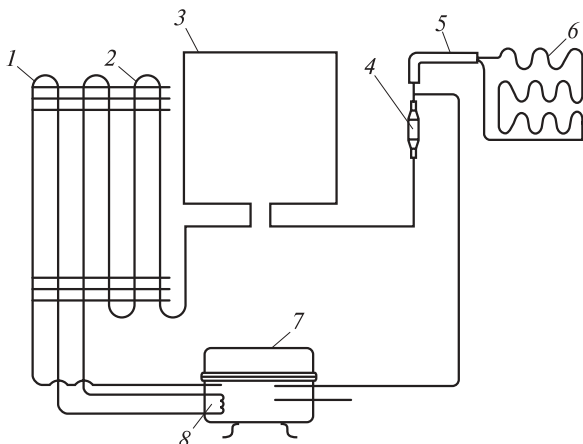


Рис. 1.3. Герметичный агрегат бытового морозильника:

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

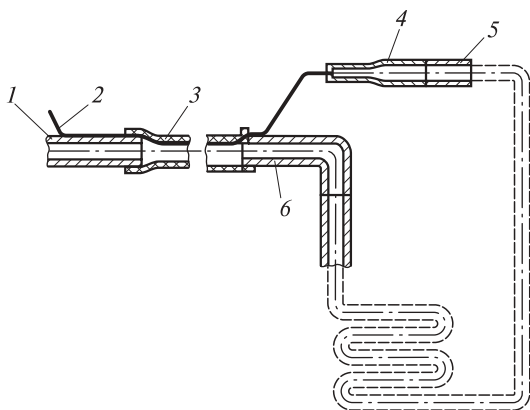


Рис. 1.4. Теплообменник и испаритель бытового морозильника:

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 хладагента 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 закрасенных 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 встык 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  $-55^{\circ}\text{C}$ , с давлением на выходе  $0,785\text{ МПа}$ . Пропускная способность при этом должна быть  $(4,5 \pm 0,3)$  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  $105 \dots 135$  мм и диаметром от 12 до 20 мм, к обоим 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 мм, сплавленных в столбик конусообразной формы, заключенный в металлический корпус. Капиллярную трубку припаивают к металлическому фильтру под углом  $30^{\circ}$ .

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  $1 \dots 2\%$  (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  $t_0 = -15^\circ\text{C}$ ;  $t_k = 30^\circ\text{C}$  примерно в 1,5 раза ниже, чем аммиака, используемого в адсорбционных холодильниках, но более низкие давления позволяют использовать его при температуре конденсации до  $70^\circ\text{C}$ . Температура хладона 12 в конце сжатия составляет  $60 \dots 70^\circ\text{C}$ .

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 хлад-агентов. 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, использующиеся 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  $\text{SiO}_2$ , 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/см<sup>3</sup>. 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.

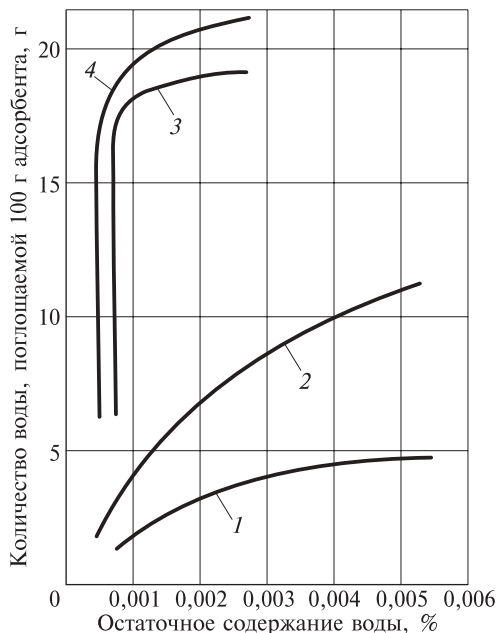


Рис. 1.5. Поглощительная способность силикагеля и цеолита при температуре 60 °C:

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 Å. К таким жидкостям и газам относится H<sub>2</sub>O (предельный размер молекулы воды 3,2 Å), CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub> и др. Хладагент R12 и холодильное масло ХФ-12-18(16), размер молекул которых составляет 4,9 Å, будут «отсеиваться», не попадая в поры цеолита группы NaA-A.

Преимущества цеолита еще более значительны при наличии в хладагенте масла. Определено, что поглощительная способность силикагеля при наличии масла в хладагенте R12 при температуре 60 °C (рис. 1.5) снижается с 3,75 % (при содержании 0,001 % воды в хладагенте R12) до 0,9 %, а поглощительная 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 °C. 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-2МШ 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-2МШ	NaA-2КТ
Насыпная плотность, кг/см <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	3,2 кг на гранулу	5,0 кг на гранулу
Массовые потери при прокаливании, %, не более	10	10	5

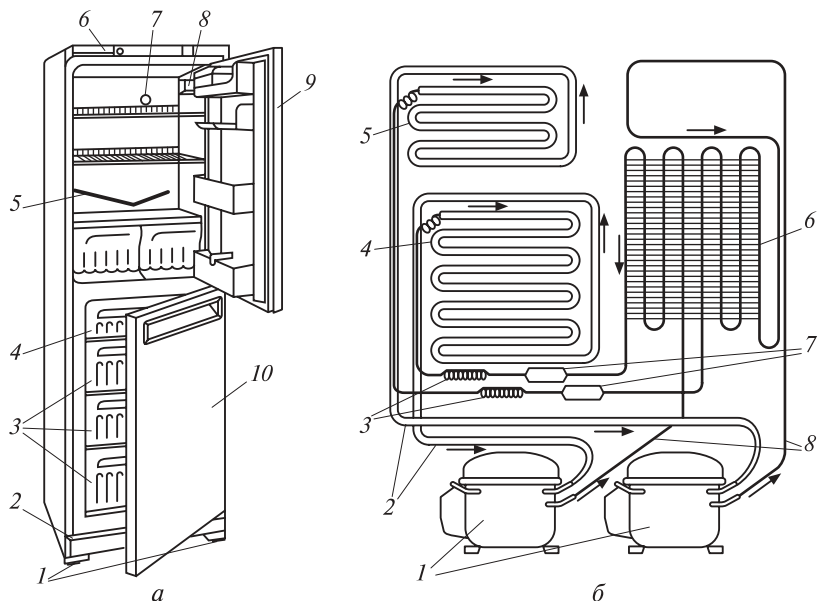


Рис. 1.6. Холодильник-морозильник «STINOL-102» (КШМХ 340/200):

*a* — общий вид: 1 — регулируемые опоры; 2 — цоколь; 3 — отделения для хранения замороженных продуктов; 4 — отделение для замораживания продуктов; 5 — направляющие для стока воды; 6 — 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 транспортировочными 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:

напряжение 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-