

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ  
ПО МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМ  
РЕКОМЕНДАЦИИ**

**МИНСК 2021**

УДК 637.116:005.93(083.13)

ББК

Одобрены НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 3–19 от 20 декабря 2019 г.).

Рекомендации подготовили: Карпович С.К., Брыло И.В., Матвейчук А.С., Гордиенко Н.А. (Минсельхозпрод), Полещук Л.Л., (Департамент по энергоэффективности Госстандарта), Комлач Д.И., Клыбик В.К., Новиков М.И., Минич Ю.Л. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»), Жук Н.П. (БНТУ), Крук И.С., Сапожников Ф.Д., Назаров Ф.И. (БГАТУ), Сайганов А.С. (ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»), Юркевич С.Б. (РО «Белагросервис»), Лисай Н.К.

Под общей редакцией кандидата экономических наук, доцента Карповича С.К.

Рецензенты:

заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» БНТУ, д.т.н., профессор Баштовой В.Г.;

доцент кафедры «Технологии и механизация животноводства» БГАТУ Кольга Д.Ф.

Производственно-техническая эксплуатация холодильного оборудования. Рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; подгот.: Карпович С.К. [и др.]; под общ. ред. Карповича С.К. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2021. – 134 с.

Представлен материал по устройству, монтажу и эксплуатации холодильного оборудования молочно-товарных ферм и комплексов. Особое внимание уделено особенностям технического обслуживания (ТО) и ремонта холодильного оборудования, используемому при этом аппаратному обеспечению и инструменту, вопросам охраны труда и составлению учетной документации. Приведена номенклатура сервисных работ, нормативы периодичности их выполнения для основных видов холодильного оборудования.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников технического сервиса холодильного оборудования организаций АПК. Могут быть использованы в качестве учебного пособия в учреждениях образования для подготовки и переподготовки инженерно-технических кадров.

УДК 637.116:005.93(083.13)

ББК

ISBN \_\_\_\_\_

© Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2021

© РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2021

## Содержание

Введение	5
1 Микробиология сырого молока	
1.1 Источники обсеменения сырого молока микроорганизмами	6
1.2 Требования, предъявляемые к молоку при приемке	7
1.3 Охлаждение и хранение сырого молока на МТФ	8
2 Хладагенты	
2.1 Краткая история	11
2.2 Маркировка хладагентов	12
2.3 Классификации групп безопасности	15
2.4 Хладагенты установок охлаждения молока	18
3 Установки охлаждения молока	
3.1 Способы и типы установок для охлаждения молока	21
3.2 Установки объемного охлаждения молока	25
3.3 Принцип работы установок объемного охлаждения молока	31
4. Монтаж и ремонт холодильного оборудования	
4.1 Общие положения	33
4.2 Размещение холодильных агрегатов	33
4.3 Аппаратура, оборудование и инструмент для монтажа и ремонта холодильного оборудования	37
4.3.1 Агрегаты для вакуумирования, заправки, откачки и промывки	39
4.3.2 Оборудование для сварки и пайки	44
4.3.3 Измерительная аппаратура	45
4.3.4 Аппаратура для обнаружения утечек хладагента	47
4.3.5 Инструменты для работы с трубопроводами	51
4.3.6 Электроизмерительные приборы	54
4.3.7 Прочие инструменты	56
4.4 Пайка медного трубопровода	58
4.5 Пусконаладочные работы	65
4.5.1 Испытания холодильной установки	65
4.5.2 Заправка системы холодильным агентом, маслом и хладоносителем	70
4.5.3 Проверка правильности подключения силовых и сигнальных кабелей	74
4.5.4 Программирование процессоров	75

5 Техническое обслуживание, ремонт и управление работой холодильного оборудования	
5.1 Общие положения	81
5.2 Договор на техническое обслуживание оборудования	87
5.2.1 Предварительные условия для заключения договора	88
5.2.2 Содержание договора	88
5.3 Выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования	89
6 Охрана труда и пожарная безопасность	
6.1 Охрана труда	102
6.2 Пожарная безопасность	109
Список литературы	111
Приложения	113
Приложение А – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагентов R22, R134A, R404A, R407C, R507A	114
Приложение Б – Перечень инструментов, приборов и оборудования, входящих в комплект поста передвижного ПДП-1	117
Приложение В – Форма графика периодических технических обслуживаний холодильного оборудования	119
Приложение Г – Рекомендуемая форма журнала учета технического обслуживания для ЕТО	120
Приложение Д – Форма журнала учета при проведении ТО-1	121
Приложение Е – Рекомендуемая форма формуляра для регистрации параметров холодильной системы	122
Приложение Ж – Договор на техническое обслуживание и ремонт холодильного оборудования	123
Приложение И – Таблицы перевода единиц измерения	129
СПИСОК сокращений	131

## **Введение**

С целью сохранения первоначального качества молока, его бактерицидных и бактериостатических свойств, предотвращения развития микроорганизмов, торможения ферментативных и физико-химических изменений, а также создания необходимых условий для его дальнейшей технологической переработки на молочных предприятиях, необходимо как можно быстрее после доения снизить температуру молока до 18-20°C, а в течение 2 часов – до 4 °С.

Свежевыдоенное молоко содержит бактерицидные вещества, не только препятствующие росту микроорганизмов, но и их уничтожению. От условий охлаждения молока зависит качество производимых молочных продуктов. Поэтому эффективная система охлаждения молока имеет определяющее значение для любой молочно-товарной фермы (МТФ), во многом зависит от работы используемого холодильного оборудования и позволяет доставить молоко на перерабатывающие предприятия без ухудшения его качественных характеристик.

Настоящие рекомендации разработаны в целях обеспечения эффективного и надежного функционирования холодильного оборудования, повышения качества его технического обслуживания и ремонта. Рекомендации основаны на планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта, составлены с учетом действующих нормативных технических документов и предназначены для предприятий, занимающихся эксплуатацией и техническим сервисом холодильного оборудования сельскохозяйственных организаций, а также могут быть использованы при разработке внутренних организационных и технологических документов.

Основное внимание при разработке настоящих рекомендаций уделено особенностям эксплуатации, технического обслуживания и ремонта холодильного оборудования, используемому при этом оборудованию и инструменту, составлению учетной документации и вопросам охраны труда при выполнении данных видов работ.

В рекомендациях приведена номенклатура сервисных работ, нормативы периодичности их выполнения для основных видов холодильного оборудования.

# **1 Микробиология сырого молока**

## **1.1 Источники обсеменения сырого молока микроорганизмами**

Молоко сельскохозяйственных животных является ценным пищевым продуктом. Например, химический состав основных компонентов коровьего молока колеблется в следующих пределах: белок – 2,7...3,7 %, жир – 2,7...6,0 %, молочный сахар – 4,0...5,6%, минеральные вещества – 0,6...0,85 %. Молоко содержит все витамины и микроэлементы, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма.

Сырым называют свежеполученное молоко, не подвергавшееся тепловой обработке. Содержание микроорганизмов в сыром молоке отражает уровень гигиены получения молока, особенно степень чистоты доильных установок, условия его хранения и транспортирования.

Известны два пути обсеменения молока микроорганизмами: эндогенный и экзогенный. При эндогенном пути молоко обсеменяется микроорганизмами непосредственно в вымени животного. Экзогенное обсеменение происходит из внешних источников: кожи животного, подстилочных материалов, кормов, воздуха, воды, доильной аппаратуры и посуды, рук и одежды работников МТФ.

Загрязнение через воздух чаще всего происходит микрококками, сарцинами, клетками дрожжей и спорами плесеней. Общее количество бактерий в воздухе составляет 300...1500 микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup>. Содержание микробов в воздухе в течение дня меняется и во время раздачи и приема корма животными достигает максимального значения.

Вода, отвечающая требованиям ГОСТа на питьевую воду, и применяемая для мытья молочной посуды и аппаратуры, содержит незначительное количество микроорганизмов. Вода открытых водоемов может содержать флюоресцирующие палочки, кокковую микрофлору, кишечные палочки, гнилостные бактерии и др.

Некачественно вымытое и продезинфицированное доильное оборудование и резервуары для хранения молока являются основным источником заражения молока психрофильными бактериями, преимущественно псевдомонадами, которые интенсивно размножаются в молочно-водной среде, находясь в активной фазе размножения. В некачественно вымытом оборудовании также размножаются молочнокислые бактерии, кишечные палочки, микрококки, гнилостные микроорганизмы и др.

Руки и одежда работников МТФ могут стать источником обсеменения молока возбудителями (кишечными палочками, стафилококками,

стрептококками и др.) различных болезней. Работники МТФ, соприкасающиеся с молоком, обязаны строго выполнять правила личной гигиены, предупреждающие обсеменение молока микроорганизмами.

## 1.2 Требования, предъявляемые к молоку при приемке

Молоко, поступающее на молокоперерабатывающее предприятие, должно соответствовать ряду требований, обеспечивающих получение качественных молочных продуктов.

Молоко должно быть получено от здоровых животных из хозяйств, благополучных в ветеринарно-санитарном отношении. непригодно для переработки молоко, полученное от животных, подвергшихся лечению антибиотиками, молозиво (полученное в первые 7 дней после отела), а также стародойное молоко, полученное в последние 7 дней перед отелом. Не подлежит приемке молоко, содержащее примесь маститного молока.

В соответствии с требованиями СТБ 1598-2006 молоко, поступающее на переработку, должно быть цельным, свежим, чистым, без посторонних привкусов и запахов, не замороженным, плотностью не менее  $1,027 \text{ г/см}^3$ . По внешнему виду и консистенции оно должно представлять собой однородную жидкость от белого до светло-кремового цвета. Молоко должно быть без осадка и хлопьев. Кроме того, молоко оценивают по результатам пробы на редуктазу, титруемой кислотности и содержанию механических примесей, а также по содержанию соматических клеток.

В зависимости от полученных показателей молоко подразделяют на сорт экстра, высший и первый. Физико-химические показатели молока представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Физико-химические показатели молока (согласно СТБ 1598-2006)

<i>Показатель</i>	<i>Сорт Экстра</i>	<i>Высший сорт</i>	<i>Первый сорт</i>
Титруемая кислотность, °Т	16-18	16-18	16-18
Группа чистоты по эталону, не ниже группы	I	I	I
Плотность (при температуре молока 20 °С), не менее, кг/м <sup>3</sup>	1028,0	1028,0	1027,0
Точка замерзания, °С	≤ - 0,52	≤ - 0,52	≤ - 0,52
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	$1 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Общее количество микроорганизмов (бактериальная обсемененность методом пробы на редуктазу), КОЕ/см <sup>3</sup> , не более	–	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^5$

Продолжение таблицы 1.1

<i>Показатель</i>	<i>Сорт Экстра</i>	<i>Высший сорт</i>	<i>Первый сорт</i>
Количество соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , не более	3 × 10 <sup>5</sup>	4 × 10 <sup>5</sup>	5 × 10 <sup>5</sup>
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 см <sup>3</sup>	Не допускаются		

Как видно из таблицы, требования, предъявляемые к качеству сырого молока, достаточно высокие, что предполагает постоянное повышение уровня производственной культуры, соблюдения технологического процесса доения, внедрения мероприятий, направленных на снижение бактериальной обсемененности молока, а также применения современных высокоэффективных средств дезинфекции оборудования.

### **1.3 Охлаждение и хранение сырого молока на МТФ**

Важнейшим этапом первичной обработки сырого молока является его охлаждение. Не позднее чем через 2 часа после получения молока его необходимо охладить до температуры 4 °С. Охлаждение молока до 10 °С поддерживает бактериальную стабильность в нем до 10 часов, до 4 °С – более 24 часов. Если этого не сделать, то через 3 часа после выдаивания кислотность молока превысит допустимые пределы и составит 20 °Т и более.

При сдаче на переработку температура молока должна быть не выше 10 °С, что позволяет задержать рост уже имеющихся в продукте бактерий. Если молоко содержит более 300...500 тыс./см<sup>3</sup> микроорганизмов, нельзя ожидать, что после охлаждения его примут на переработку высшим или первым сортом. В связи с чем, эффект от охлаждения будет только в том случае, если сырье изначально имеет высокое качество.

Влияние температуры на развитие бактерий в сыром молоке представлено на рисунке 1.1, а зависимость роста количества бактерий в процессе хранения молока от первоначальной степени его микробного загрязнения и температуры – в таблице 1.2.

На рисунке видно, что скорость развития бактерий при более высоких температурах значительно снижается при охлаждении молока до 4 °С.

При бактериальной обсемененности, равной 2300 бактерий на 1 см<sup>3</sup>, и температуре 15 °С через сутки их число достигает 1 млн. на 1 см<sup>3</sup>, в то время как при охлаждении до 4 °С через 2 суток содержание бактерий составляет до десяти тысяч.

Ситуация значительно усугубляется, если изначально молоко имеет высокое загрязнение бактериями, например 137 тыс. на 1 см<sup>3</sup>.



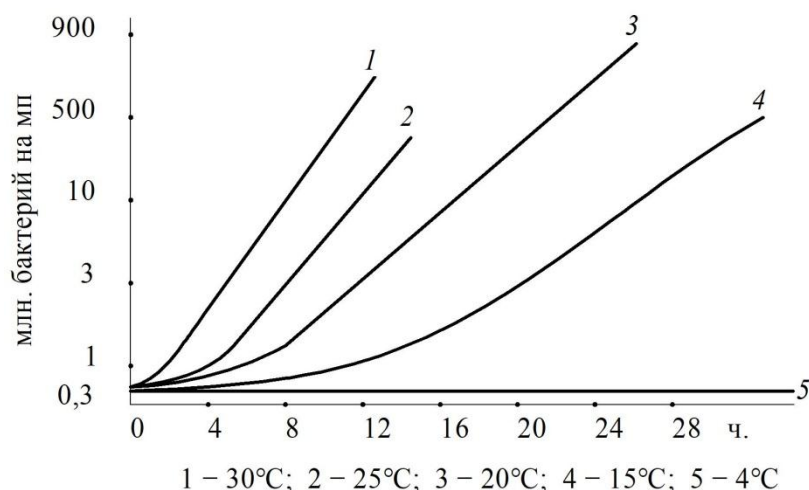


Рисунок 1.1 – Влияние температуры на развитие бактерий в сыром молоке

При охлаждении до 15 °С через сутки появляются уже десятки миллионов бактерий, тогда как при температуре молока 4 °С их количество увеличивается только в два раза до 280 тысяч на 1 см<sup>3</sup>.

Таблица 1.2 – Увеличение числа бактерий в 1 см<sup>3</sup> молока при разной температуре хранения (по данным Whittlestone W.G.)

Продолжительность хранения, ч	Температура, °С		
	4,4	10	15,6
Чистое молоко			
Сразу после выдаивания	2 300	2 300	2 300
24	4 200	14 000	1 600 000
48	4 600	128 000	33 000 000
72	8 300	5 720 000	326 000 000
Загрязненное молоко			
Сразу после выдаивания	137 000	137 000	137 000
24	282 000	1 170 000	24 700 000
48	540 000	13 700 000	640 000 000
72	750 000	25 700 000	2 410 000 000

Если парное молоко сразу же после дойки охладить до 4 °С, то оно сможет храниться до 3-х суток без потери питательных свойств. Поэтому рентабельность МТФ напрямую зависит от качественной работы охладительного оборудования. Причем важна как температура хранения, так и время охлаждения: оно должно быть минимальным.

Существует две системы: охлаждение прямое и косвенное. При первом дно резервуара сконструировано как испаритель, а тепло, выделяемое молоком, передается через стенку из нержавеющей стали хладагенту. Хладагент испаряется, забирая тепло от молока. В системе этого типа оно охлаждается прямым методом с постоянным перемешиванием в резервуаре.

В системах косвенного охлаждения испаритель расположен в резервуаре, наполненном теплоносителем (как правило, водой). Испаритель состоит из системы спиралей и трубок, в которых испаряется хладагент и снижается температура теплоносителя.

При использовании высокопроизводительных доильных установок (доильные залы) на 16 и более мест, в систему охлаждения одновременно поступает большое количество молока, что требует больше времени для охлаждения продукта, а в конечном итоге приводит к возрастанию числа бактерий в нем. Поэтому зачастую проводят быстрое предварительное охлаждение молока в пластинчатом охладителе, позволяющем снижать температуру молока на 2...4 °С перед поступлением в танк-охладитель.

Мгновенное охлаждение – лучший способ поддержания качества молока. Такая обработка замедляет рост бактерий и значительно улучшает сохранность продукции.

## 2 Хладагенты

### 2.1 Краткая история

Изначально в холодильниках в качестве хладагентов использовались аммиак ( $\text{NH}_3$ ), метилхлорид ( $\text{CH}_3\text{Cl}$ ) и сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ). Токсичность данных соединений и требования безопасности потребовали разработки новых хладагентов. В 20-х годах прошлого столетия было разработано вещество, названное «фреоном», в качестве заменителя для токсических газовых хладагентов.

Фреоны (хладоны) представляют собой органические соединения, состоящие из атомов хлора (Cl), фтора (F) и углерода (C). Хлорфторуглероды (ХФУ) – представляют собой бесцветные, невоспламеняющиеся, некоррозионные газы или жидкости без запаха. Синтезированный в 1928 году Томасом Мидгли дифтордихлорметан ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ), полученный из метана ( $\text{CH}_4$ ), в молекуле которого четыре атома водорода заменили двумя атомами хлора и двумя атомами фтора, был назван «фреон-12» (1931 г.) и получил широкое распространение.

Однако в 1973 г. профессор Джеймс Лавлок сообщил об открытии следов наличия этих хладагентов в атмосфере, и в 1974 г. Шервуд Роулэнд и Марио Молина предсказали, что ХФУ, достигнув верхних слоев стратосферы, будут вызывать разрушение озонового слоя. В связи с чем был принят ряд мер по отказу от производства ХФУ и переходу к использованию гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ), а в дальнейшем полностью на гидрофторуглероды (ГФУ) и другие безопасные хладагенты.

ГХФУ являются группой искусственных соединений, содержащих водород, хлор, фтор и углерод. Они так же, как и ХФУ, не существуют в природе. Производство ГХФУ существенно увеличилось после того, как Стороны Монреальского протокола согласились постепенно сократить использование ХФУ, хотя они использовались более 60-ти лет до этого.

ГФУ – синтетические хладагенты с нулевым озоноразрушающим потенциалом и высоким потенциалом глобального потепления, что усугубляет ситуацию с климатом. ГФУ считались долгосрочными альтернативами с учетом их озонобезопасности. Однако из-за повсеместного внедрения ГФУ выбросы этих парниковых газов ежегодно увеличиваются на 10 %, при этом они удерживают тепло в тысячу раз эффективнее, чем диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ). Это привело к разработке плана сокращения их использования.

14 октября 2016 г. в Руанде 197 стран-участниц Монреальского протокола утвердили поправку к документу, нацеленную на постепенный вывод из оборота ГФУ. Утвержденная поправка предполагает постепенное

их выведение из технологических процессов к 2047 году на 80...85 %, что в результате может затормозить глобальное потепление на 0,5 °С к концу века (с учетом дальнейшего снижения выбросов CO<sub>2</sub> и метана).

По новым правилам Монреальского протокола все страны делятся на три категории, каждая из которых получает собственный график вывода ГФУ из оборота. Так, большинство развитых стран уже заморозили объемы потребления ГФУ и намерены постепенно снижать от года в год.

Для Беларуси, Российской Федерации, Казахстана, Таджикистана и Узбекистана утвержден следующий график поэтапного сокращения:

- 2020-2024 годы – 95 %;
- 2025-2028 годы – 65 %;
- 2029-2033 годы – 30 %;
- 2034-2035 годы – 20 %;
- 2036 год и далее – 15 % базового уровня потребления ГФУ, который составляет в среднем потребление ГФУ за 2011-2013 годы, плюс 25 % – базовый уровень потребления ГХФУ.

Сегодня в качестве замены ГФУ рассматривают вещества, не разрушающие озоновый слой с минимальным воздействием на климат, такие как аммиак (NH<sub>3</sub>) или диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), чистые углеводороды и гидрофторолефины (ГФО). Также осуществляется разработка новых озонобезопасных хладагентов с низким потенциалом глобального потепления (ПГП).

## **2.2 Маркировка хладагентов**

Вместо сложного названия хладагентов или торговой марки установлены международные стандарты, которые классифицируют хладагенты и обеспечивают их унифицированное наименование. Используются следующие основные стандарты:

ГОСТ ISO 817-2014 «Хладагенты. Система обозначений», который устанавливает определенную систему присвоения номеров хладагентам и префиксов, обозначающих состав хладагентов;

ГОСТ 32968-2014 «Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению», устанавливающий требования к порядку выпуска в обращение, применению по назначению, хранению, упаковке, транспортированию, извлечению и переработке (утилизации, уничтожению) холодильных агентов, используемых в холодильных установках (холодильных системах, тепловых насосах);

ГОСТ EN 378-1-2014 «Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Основные

требования, определения, классификация и критерии выбора»;

ГОСТ EN 378-2-2014 «Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 2. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация»;

ГОСТ EN 378-3-2014 «Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 3. Размещение оборудования и защита персонала»;

ГОСТ EN 378-4-2014 «Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление.

Эти стандарты идентичны европейскому стандарту EN 378 и определяют требования безопасности и охраны окружающей среды на этапах проектирования, производства, строительства, монтажа, эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и утилизации холодильных систем и установок по отношению к окружающей среде в помещениях и окружающей среде в целом.

#### *Система R-нумерации*

Система R-нумерации была разработана компанией DuPont для системной идентификации молекулярной структуры хладагентов с единственным галогенизированным углеводородом. Полное объяснение системы нумерации можно найти в стандарте ГОСТ ISO 817-2014, согласно которого большинство хладагентов классифицированы следующим образом: «Приставка  $n_1n_2n_3$  Суффикс».

Значения кодов в названии хладагентов представлены в таблице 2.1.

Таблице 2.1 – Значения кодов

<i>Приставка</i>	<i>R = Хладагент</i>
$n_1$	Число атомов углерода минус один
$n_2$	Один плюс число водородных атомов на молекулу
$n_3$	Число атомов фтора на молекулу
Суффикс	Суффикс строчной буквы a, b или c указывает нарастающие несбалансированные изомеры

Пример расшифровки названия хладагента R134a (тетрафторэтан) приведен в таблице 2.2. Суффикс «a» указывает, что изомер разбалансирован одним атомом, давая 1,1,1,2-тетрафторэтан. У R134 без суффикса «a» была бы молекулярная структура из 1,1,2,2-тетрафторэтана, который является составом, не особенно эффективным в качестве хладагента.

Таблице 2.2 – Расшифровки названия хладагента R134a (тетрафторэтан)

<i>Приставка</i>	<i>R</i>	<i>Хладагент</i>	<i>R = Хладагент</i>
n <sub>1</sub>	1	2 атома углерода	Количество атомов углерода минус 1
n <sub>2</sub>	3	2 атома водорода	Количество водородных атомов на молекулу плюс 1
n <sub>3</sub>	4	4 атома фтора	Количество атомов фтора в молекуле
Суффикс	a	Изомер разбалансирован одним атомом	Суффикс строчной буквы a, b, или c указывает нарастающие несбалансированные изомеры

### *Ряды хладагентов*

Многочисленные альтернативные хладагенты, доступные на рынке сегодня, создают несколько запутывающую ситуацию для пользователей. Стандарт обеспечивает систему нумерации хладагентов, устанавливающую обозначение приставок для различных групп хладагентов (таблица 2.3).

Таблице 2.3 – Группы номера хладагента

R10 до R50	Хладагенты ряда метана
R110 до R170	Хладагенты ряда этана
R216ca до R290	Хладагенты ряда пропана
R316 до R318	Циклические органические составные хладагенты
R400 до R442A	Зеотропные смеси хладагентов
R500 до R512A	Азеотропные смеси хладагентов
R600 до R620	Смешанные органические составные хладагенты
R630 до R631	Азотные соединения
R702 до R764	Неорганические соединения
R1112a до R1270	Ненасыщенные органические соединения

Коммерчески доступным зеотропным смесям хладагентов были присвоены идентификационные номера в 400 ряду. Номер указывает на то, какие компоненты находятся в смеси, но не сообщает о пропорциях, в которых представлены компоненты. Прописная буква, добавленная к номеру хладагента, различает зеотропные смеси, имеющие те же самые компоненты в различных пропорциях.

Зеотропные смеси изменяют свой состав во время кипения или конденсации. Так как смеси находятся в состоянии фазового перехода, один из присутствующих компонентов перейдет в другую фазу быстрее, чем остальные. Это свойство называют разделением на фракции. Изменяющийся состав жидкости заставляет температуру точки кипения меняться. Полное изменение температуры от одной стороны теплообменника к другой называется температурным скольжением или глайдом.

Азеотропная смесь (идентификационные номера в 500 ряду) – это смесь 2-х или более хладагентов в таком соотношении, что она формирует паровую фазу с той же самой концентрацией компонентов, как и в жидкой фазе, и кипит и конденсируется без изменения в концентрации.

Чтобы различить разные зеотропные смеси, имеющие одинаковые хладагенты, но разный состав, после номера добавляют прописную букву (А, В, С, ...).

### **2.3 Классификации групп безопасности**

Стандартная классификация групп безопасности использует два алфавитно-цифровых символа, например, А2 или В1, что позволяет определить безопасность определенного хладагента.

Заглавная буква указывает токсичность, а число обозначает огнеопасность. Существуют две категории токсичности и три категории огнеопасности.

Представление недавно разработанного хладагента в международные органы по стандартизации (ISO/ASHRAE) должно сопровождаться соответствующими данными, описывающими точную природу и свойства нового соединения. Детальное тестирование и анализ должны быть выполнены до представления хладагента в эти органы. Эта информация рассматривается авторитетными комитетами этих органов, и после одобрения хладагент официально регистрируется, и ему присваивается R-номер с официальной классификацией безопасности.

Детальные процедуры и стандарты тестирования также применены к оценке токсичности и огнеопасности хладагента, чтобы гарантировать его соответствие принятой международной системе классификации.

#### *Классификация в зависимости от токсичности*

Хладагенты в зависимости от токсичности распределены на две группы (А или В) в зависимости от уровня допустимой концентрации при длительном воздействии, основанные на следующей классификации:

*Группа А* (низкая токсичность): хладагенты, при средней концентрации которых в воздухе рабочей зоны, равной или более 400 мл/м<sup>3</sup> отсутствует вредное влияние почти на всех работающих, могущих подвергаться воздействию хладагента изо дня в день в течение 8-часового рабочего дня при 40-часовой рабочей неделе;

*Группа В* (высокая токсичность): хладагенты, при средней концентрации которых в воздухе рабочей зоны ниже 400 мл/м<sup>3</sup> отсутствует вредное влияние почти на всех работающих, могущих

подвергаться воздействию хладагента изо дня в день в течение 8-часового рабочего дня при 40-часовой рабочей неделе.

#### *Классификация в зависимости от воспламеняемости*

В зависимости от воспламеняемости хладагенты распределены по трем классам: 1, 2 или 3. Тесты на воспламеняемость проводятся в соответствии с международными стандартами (*Американское общество по испытанию материалов E681-85*).

По воспламеняемости хладагенты относят к одному из трех классов – 1, 2, или 3 – в зависимости от результатов испытаний воспламеняемости. Смесевые хладагенты по воспламеняемости классифицируют на основе анализа результатов процесса разложения смеси на фракции и определения наихудшей рецептуры по воспламеняемости (НРФ-НКПВ). Определение наихудшей рецептуры (НР) – композиции индивидуальных веществ, допускаемой рецептурами смесевых хладагентов серий R400 и R500 (в диапазоне допусков на содержание компонентов согласно приложению Е ГОСТ EN 378-1–2014), которая приводит к снижению расчетных значений показателей предельно допустимой концентрации (ПДК) и нижнего концентрационного предела воспламеняемости (НКПВ) или НРФ-НКПВ не проводят, если ни один из компонентов смеси не принадлежит к классам 2 или 3. В этом случае процесс разложения смеси на фракции не требуется, и смесь относят к 1 классу.

*Класс 1* (негорючие хладагенты) – индивидуальные вещества, используемые в качестве хладагентов, которые не способны к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа.

*Класс 2* (трудно горючие хладагенты) – индивидуальные вещества, используемые в качестве хладагентов, при выполнении следующих трех условий:

- способность к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа;
- значение НКПВ не менее 3,5 % по объему;
- теплота сгорания менее 19 000 кДж/кг.

*Класс 3* (горючие хладагенты) – индивидуальные вещества, используемые в качестве хладагентов, при выполнении следующих двух условий:

- способность к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа;



- значение НКПВ не менее 3,5 % по объему или теплота сгорания не менее 19000 кДж/кг.

Группы токсичности и классы горючести хладагентов образуют шесть групп опасности (A1, A2, A3, B1, B2, и B3) веществ, используемых в качестве хладагентов (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Система классификации хладагентов по группам опасности

<i>Горючесть</i>	<i>Токсичность</i>	
	<i>Низкая</i>	<i>Высокая</i>
Способность к распространению пламени отсутствует	A1	B1
Трудная горючесть	A2	B2
Горючесть	A3	B3

#### *Классификация безопасности смесевых хладагентов*

Смеси, чьи воспламеняемость и (или) характеристики токсичности могут измениться с изменением их состава во время разделения на фракции, должны быть классифицированы по двум группам безопасности с двумя классификациями, разделенными дробной чертой. Каждая из этих двух классификаций была определена согласно тем же самым критериям, что и в случае однокомпонентного хладагента. Первая является классификацией, соответствующей формуле состава смеси. Вторая – это классификация состава смеси для «худшего случая разделения на фракции».

Для воспламеняемости «худший случай фракционирования» определен как состав во время фракционирования, который приводит к высокой концентрации самого огнеопасного компонента или компонентов в паровой или жидкой фазе.

Смесевые хладагенты по воспламеняемости относят к первому классу, если фракции, образующиеся в результате процесса разложения смеси НРФ-НКПВ, не способны к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа.

Смесевые хладагенты по воспламеняемости относят ко второму классу при выполнении следующих трех условий:

- фракции, образующиеся в результате процесса разложения смеси НРФ-НКПВ, способны к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа;
- фракции, образующиеся в результате процесса разложения смеси НРФ-НКПВ, имеют значение НКПВ более 3,5 % по объему;
- смесь с номинальной рецептурой имеет теплоту сгорания менее 19 000 кДж/кг.

Смесевые хладагенты по воспламеняемости относят к третьему классу при выполнении следующих двух условий:

- фракции, образующиеся в результате процесса разложения смеси НРФ-НКПВ, способны к распространению пламени в ходе испытаний на открытом воздухе при температуре вещества 60 °С и давлении 101,3 кПа;
- фракции, образующиеся в результате процесса разложения смеси НРФ-НКПВ, имеют значение НКПВ более 3,5 % по объему или теплоту сгорания не менее 19000 кДж/кг.

Для токсичности «худший случай фракционирования» определен как состав во время фракционирования, который приводит к самой высокой концентрации или концентрациям в паровой или жидкой фазе, для которого ПДК меньше, чем 400 ppm, который вычислен на основе ПДК отдельных компонентов.

#### 2.4 Хладагенты установок охлаждения молока

Среди хладагентов, применяемых в молокоохладителях на МТФ республики, наибольшее распространение получили переходной ГХФУ R22, однокомпонентный ГФУ R134a и смеси R404A, R407C, R507A. Далее приведем более подробные характеристики по каждому хладагенту (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Характеристики хладагентов

Показатели	Хладагенты				
	R22	R134a	R404A	R407C	R507A
Тип	ГХФУ, индивидуальное вещество	ГФУ, индивидуальное вещество	ГФУ, Зеотропная смесь с небольшим температурным глайдом*	ГФУ, Зеотропная смесь с температурным глайдом*	ГФУ, Азеотропная смесь без температурного глайда
Химическая формула. Состав	CHF <sub>2</sub> Cl	CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>	R143A - 52% R125 - 44% R134A - 4%	R32 - 23%; R125 - 25%; R134A -52%.	R125 - 50%, R143A - 50%.
Цвет	бесцветная жидкость (газ)				
Запах	легкий запах эфира	без запаха			
Критическая температура, °С	96	101	72	86,2	70,75
Критическое давление, МПа	4,98	4,07	3,74	4,62	3,72

Продолжение таблицы 2.5

<i>Показатели</i>	<i>Хладагенты</i>				
	<i>R22</i>	<i>R134a</i>	<i>R404A</i>	<i>R407C</i>	<i>R507A</i>
Температура кипения при атмосферном давлении, °С	-40,8	-26,5	-45,8	-43,4	-46,7
Растворимость воды в хладагенте, % по массе	0,13	0,097	нет данных	нет данных	нет данных
Стабильность	высокая				
Озоноразрушающий потенциал ОРП (ODP)	0,05	0	0	0	0
Потенциал глобального парникового эффекта за 100-летний период GWP <sub>100</sub> (относительно CO <sub>2</sub> )	1700	1300	3800	1600	3985
Токсичность	Безвреден при вдыхании паров			Практически безвреден при вдыхании паров	
	При термическом разложении под действием высокой температуры выделяет токсичные и коррозионноактивные вещества. При попадании на кожу в жидкой фазе возможны обморожения				
Средства индивидуальной защиты и меры предосторожности при обращении	Не допускать контакта жидкой фазы с кожей, беречь глаза, использовать перчатки и очки. Не курить			Избегать вдыхания паров	
Правила обращения и хранения	Не допускать контакта с открытым пламенем. Хранить вдали от источников тепла в просторном и проветриваемом помещении				
Официальная классификация	Безопасное вещество. Нетоксичная и негорючая среда. Группа опасности: A1: A – слаботоксичные и нетоксичные вещества; 1 – не распространяющие пламя при температуре 18 °С и давлении 101,3 кПа				
Обнаружение утечек	Обмыливание. Электронный детектор				
	Галогеновая лампа				
Условия, которые необходимо соблюдать при монтажных и пусконаладочных работах	Тщательная очистка деталей при монтаже. Использование паяных соединений. Пайка в среде защитного (нейтрального) газа. Вакуумирование до остаточного давления не выше 30 Па. Использование специального инструмента и оборудования (вакуумный насос, шланги и т.п.) Предотвращение контакта с открытым пламенем и горячими металлическими поверхностями				

Продолжение таблицы 2.5

<i>Показатели</i>	<i>Хладагенты</i>				
	<i>R22</i>	<i>R134a</i>	<i>R404A</i>	<i>R407C</i>	<i>R507A</i>
Применяемые масла	Минеральное, синтетическое, алкилбензольное	Эфирное			

\* Температурный глайд – разность между температурой начала конденсации (окончания кипения) и температурой окончания конденсации (начала кипения) при фиксированном давлении для зетропной смеси двух и более индивидуальных веществ.

Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагентов R22, R134a, R404A, R407C, R507A представлены в приложении А.

### 3 Установки охлаждения молока

#### 3.1 Способы и типы установок для охлаждения молока.

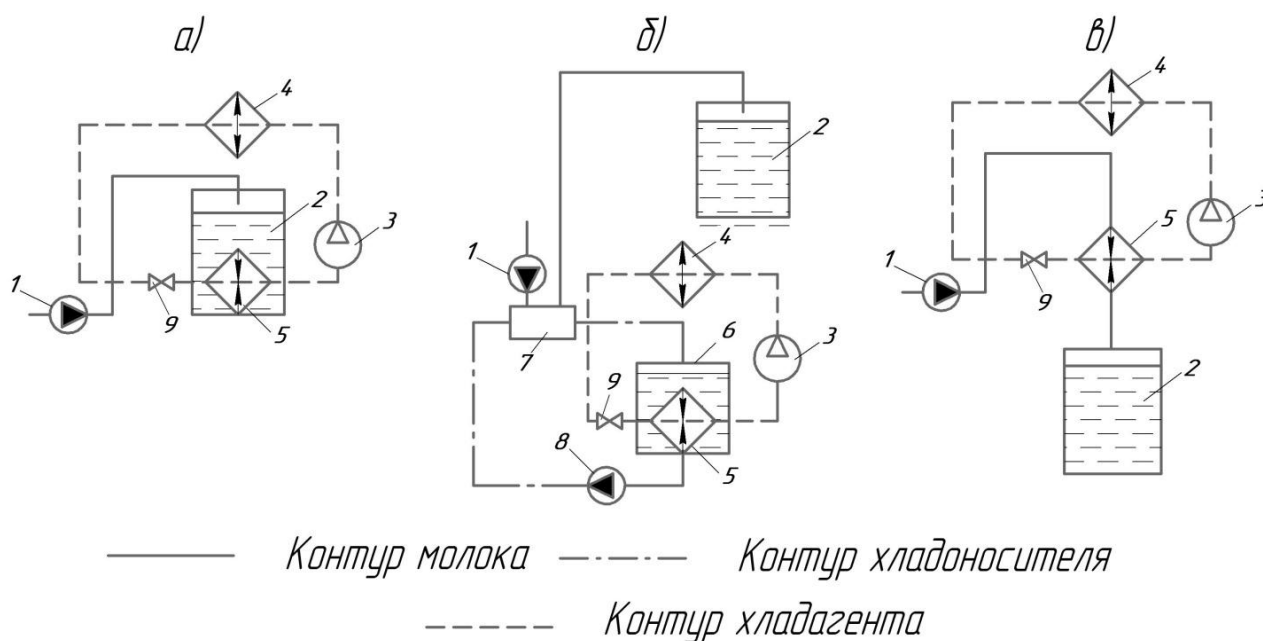
Охлаждение молока осуществляется за счет передачи тепла молока охлаждающему агенту (хладагенту) через разделяющую их стенку. Выделяют следующие основные способы охлаждения молока:

1. Объемное охлаждение молока (с использованием фреонового испарителя, расположенного в нижней части охлаждаемого объема). Теплопередача от молока к хладагенту осуществляется непосредственно через стенку испарителя. Реализуется в танках-охладителях молока (рисунок 3.1а);

2. Охлаждение в потоке:

- с помощью промежуточного хладоносителя в теплообменных аппаратах. Реализуется в охладителях с аккумулятированием холода в виде льда (рисунок 3.1б);

- в проточном испарителе, вынесенном за объем резервуара. Молоко охлаждается до необходимой температуры за счет кипения фреона с непосредственной теплопередачей через стенку испарителя (рисунок 3.1в).



- а) – объемное охлаждение в резервуаре со встроенным (погружным) испарителем;  
б) – охлаждение в потоке с помощью промежуточного хладоносителя в теплообменном аппарате; в) – охлаждение в проточном испарителе, вынесенном за объем резервуара;  
1 – молочный насос; 2 – молочный резервуар; 3 – холодильный компрессор;  
4 – конденсатор; 5 – испаритель; 6 – аккумулятор холода; 7 – теплообменный аппарат;  
8 – насос водяной; 9 – дросселирующее устройство

Рисунок 3.1 – Способы охлаждения молока

Имеются различные комбинации данных способов охлаждения. Например, совмещение танка-охладителя с аккумулятором холода; проточное охлаждение молока в теплообменном аппарате водой из скважины и доохлаждение в танке-охладителе.

Способ объемного охлаждения молока реализуется в танках-охладителях, которые конструктивно подразделяются на открытые и закрытые.

Танки-охладители открытого типа, как правило, вместимостью до 3 т предназначены для использования на небольших МТФ. По форме молочного резервуара танки-охладители имеют цилиндрическое исполнение и в виде ванны, общий вид которых представлен на рисунках 3.2 и 3.3.

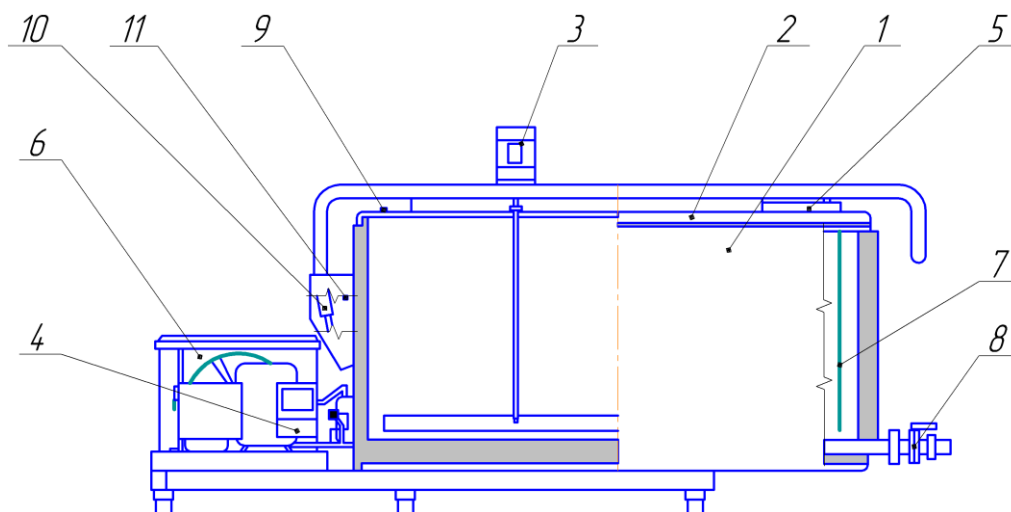


Рисунок 3.2 – Танк-охладитель открытого типа цилиндрической формы



Рисунок 3.3 – Танк-охладитель открытого типа с молочным резервуаром в виде ванны

Схематическое исполнение танка-охладителя открытого типа представлено на рисунке 3.4.



1 – изотермический молочный резервуар; 2 – крышка молочного резервуара; 3 – мотор-редуктор с мешалкой; 4 – шкаф управления; 5 – люк; 6 – компрессорно-конденсаторный агрегат; 7 – измерительная линейка; 8 – сливной клапан; 9 – патрубок наполнения; 10 – газовый амортизатор; 11 – концевой выключатель

Рисунок 3.4 – Схематический вид танка-охладителя открытого типа

Молочные резервуары (1) танков-охладителей изготавливаются из нержавеющей пищевой стали и состоят из 2-х стенок, между которыми находится изоляционный материал. Внутри молочного резервуара расположена измерительная линейка (7) для определения фактического объема молока.

Компрессорно-конденсаторный агрегат (6) со шкафом управления (4) обеспечивают процесс охлаждения и контроль за режимами работы танка-охладителя.

На крышке (2) молочного резервуара установлен мотор-редуктор (3) с мешалкой. Лопасть мешалки изготовлена из нержавеющей стали. Мешалка обеспечивает перемешивание молока, что повышает равномерность теплообмена и однородность температуры охлаждаемого молока.

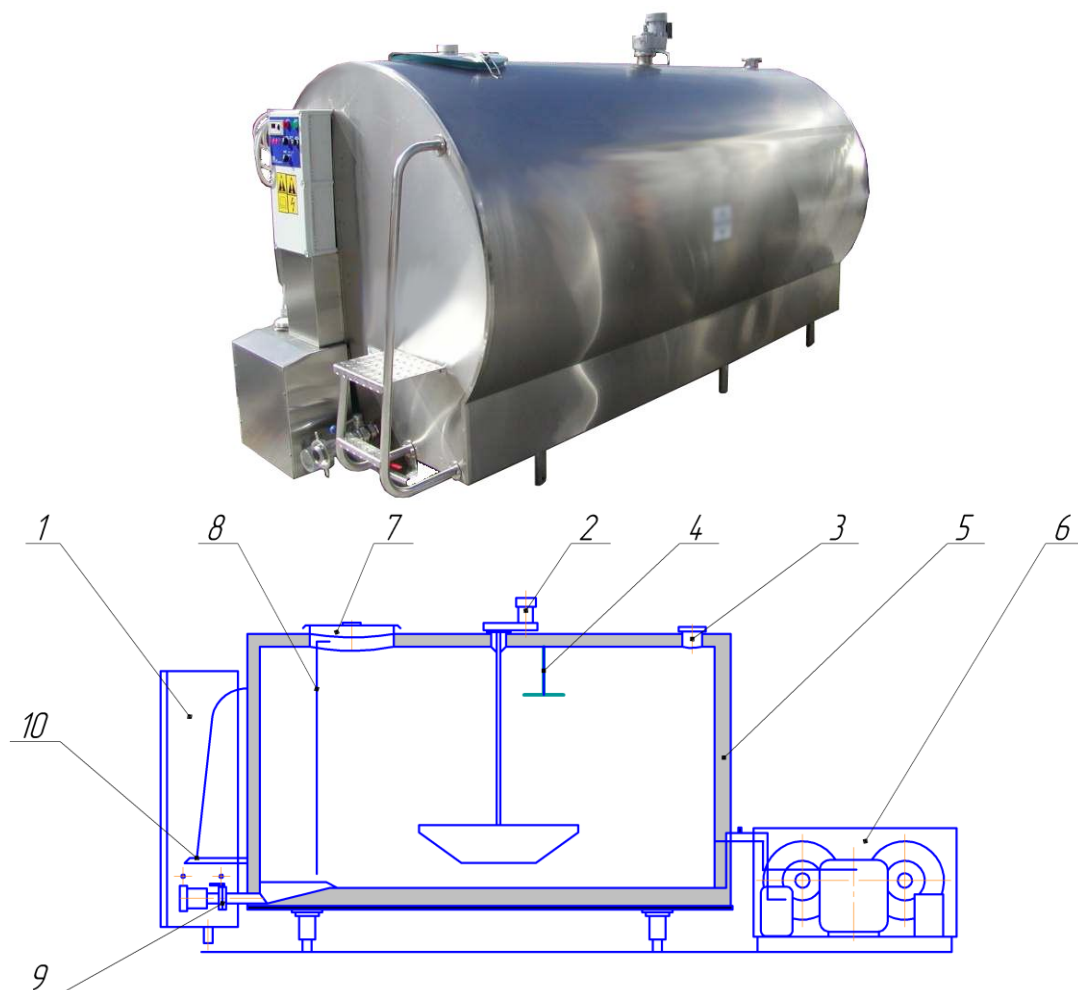
Для осмотра резервуара без поднятия крышки в ней предусмотрен люк (5). Также в крышке установлен патрубок наполнения (9) для подачи молока от доильной установки. При его отсутствии подача осуществляется через люк.

Для облегчения поднятия крышки предусмотрен газовый амортизатор (10). Концевой выключатель (11), смонтированный на крышке, обеспечивает прерывание работы (вращение) мешалки в случае открытия крышки молочного резервуара. Как только крышка закрывается, мешалка снова начинает вращаться.

Выгрузка молока из молочного резервуара осуществляется через сливной клапан (8).

Наличие у танков-охладителей открытого типа откидной крышки определяет их два основных недостатка: большая площадь контакта молока с внешней средой приводит к риску загрязнения и отсутствие теплоизоляции на крышке танка вызывает нагревание молока и, как следствие, более частое включение компрессорных агрегатов для его доохлаждения. Кроме того, в открытых танках отсутствует система автоматической промывки, что требует их ручной очистки.

Наибольшее распространение на МТФ получили танки-охладители закрытого типа (рисунок 3.5):



- 1 – шкаф управления с автоматом промывки; 2 – мотор-редуктор с мешалкой;  
 3 – отдушина; 4 – моющая головка; 5 – изолированный молочный резервуар;  
 6 – компрессорно-конденсаторный агрегат; 7 – люк; 8 – измерительная линейка;  
 9 – сливной клапан; 10 – лестница

Рисунок 3.5 – Танк-охладитель закрытого типа

Закрытые танки-охладители имеют ряд отличительных особенностей, заключающихся в наличии герметичного корпуса с надежной термоизоляцией, системы автоматической промывки, а также специального



люка, через который при необходимости возможен спуск специалиста для проведения ремонтных мероприятий.

Узлы и составные части танка-охладителя закрытого типа подробно рассмотрены в разделе 3.3.

Существуют также технические решения для комбинированных систем охлаждения. Например, системы с аккумуляцией холода (Pasco, Dari-kool, Everest) используют холодильный агрегат, охлаждающий хладагент, который хранится в теплоаккумулирующем танке. Как правило, в одном корпусе совмещены аккумулятор холода и емкость для приемки, охлаждения и хранения. Молоко охлаждается ледяной водой температурой 0...1 °С. Вода распыляется на стенки резервуара, где хранится молоко, и, забирая у него тепло, стекает по внешней стенке внутренней емкости в область нахождения льдогенератора, где происходит медленное таяние льда и повторное его намораживание, когда количество льда достигнет критического минимума. Однако данные системы пока не получили широкого распространения.

### **3.2 Установки объемного охлаждения молока**

Основным элементом установки для охлаждения молока являются: теплоизолированный молочный резервуар (танк) с испарителем; компрессорно-конденсаторный агрегат, обеспечивающий циркуляцию хладагента; блок управления со встроенным автоматом промывки и водонагревателем.

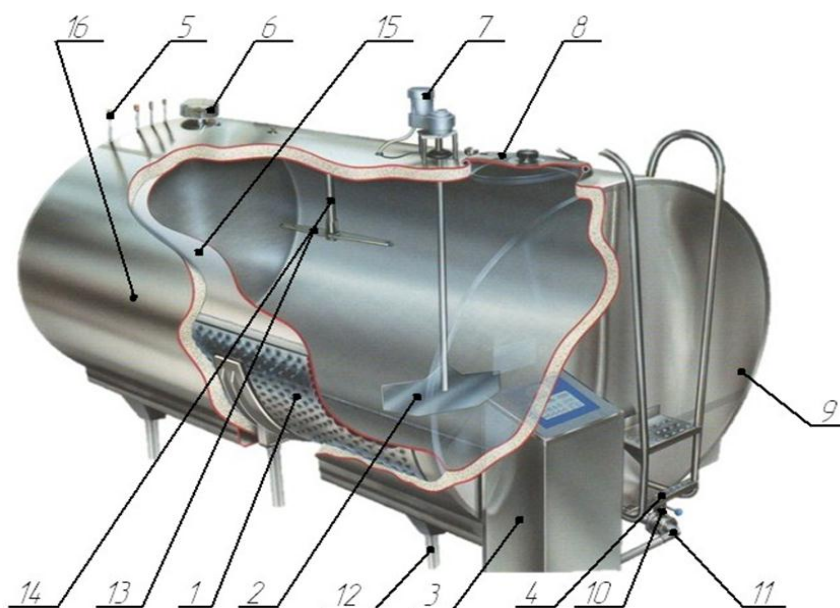
#### *Молочный резервуар*

Резервуар установки (рисунок 3.7) состоит из внутренней емкости (15) и наружного кожуха (16), изготовленных из листовой нержавеющей стали, полость между которыми заполнена пеной на полиуретановой основе.

Резервуар может иметь форму цилиндра или эллипса. Изготавливая резервуары разных форм, производители стремятся увеличить площадь поверхности охлаждения и одновременно оптимизировать габариты.

Для танков-охладителей молока важен объем первоначального заполнения, который должен быть не ниже уровня лопастей мешалки (или не менее 5 % общего объема молочного резервуара), так как хладагент, циркулирующий по испарителю, имеет отрицательную температуру и при отсутствии перемешивания поступившего молока способствует его замерзанию на внутренних стенках емкости и, как следствие, изменению органолептических свойств продукта.

Резервуары с системой аккумуляции холода лишены данного недостатка, так как в качестве хладагента используется ледяная вода.



1 – испаритель; 2 – лопастная мешалка; 3 – блок управления с автоматом промывки (с водонагревателем); 4 – лестница; 5 – отводящий патрубок к агрегату охлаждения; 6 – отдушина; 7 – мотор-редуктор; 8 – крышка люка горловины; 9 – боковина; 10 – кран выгрузки молока; 11 – труба сливная; 12 – основание с регулируемыми опорами; 13 – распылительная головка; 14 – шток распылительной головки; 15 – емкость внутренняя; 16 – кожух наружный.

Рисунок 3.7 – Резервуар установки охлаждения молока

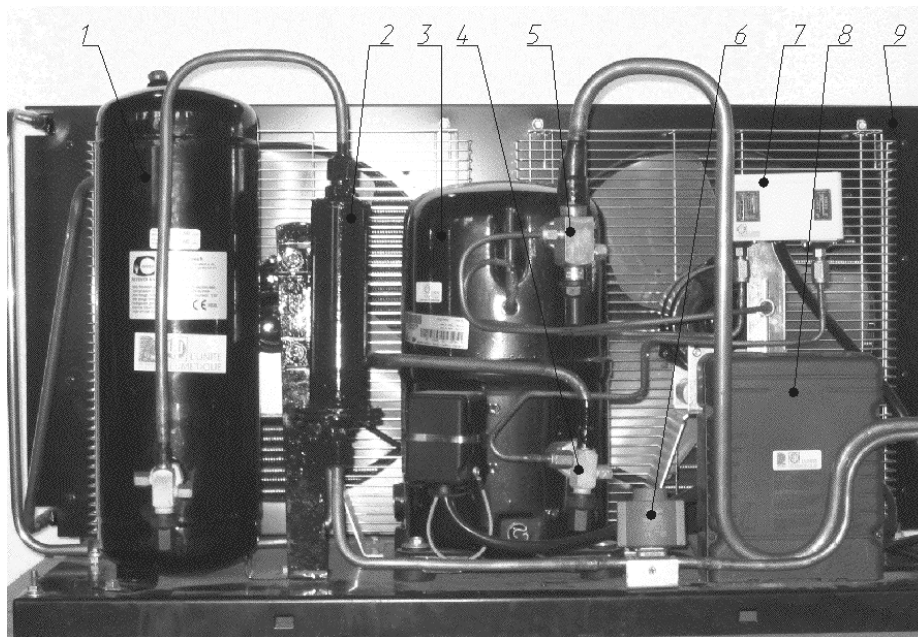
Ключевой элемент резервуара – испаритель (1). Его изготавливают с применением точечной сварки двух стальных листов и «раздувания» инертным газом с целью формирования контуров для движения хладагента. Испаритель монтируется между внутренней емкостью и внешним кожухом резервуара, а свободное пространство наполняется термоизолирующей пеной. В танках с теплоаккумуляцией между внутренней и внешней оболочками расположен аккумулятор холода, на котором намораживается лед. Вода, образующаяся при таянии, насосом подается в верхнюю часть танка и через форсунки орошает всю поверхность емкости. При этом система является полностью замкнутой.

Для обеспечения максимально быстрого и равномерного охлаждения молока емкости снабжаются перемешивающими устройствами, которые состоят из привода и лопастной мешалки (2). Привод представляет собой мотор-редуктор (7), причем практически все ведущие производители комплектуют емкости редукторами планетарного типа, которые в отличие от червячных, обладают меньшими габаритными размерами, более высоким ресурсом и низким потреблением электроэнергии. Скорость вращения для емкостей разного объема варьирует от 21 до 48 об/мин и подбирается таким образом, чтобы при вращении лопастей мешалки жировые шарики

не разбивались, а структура молока не изменялась. При этом выбирают разные конструкции лопастей с целью минимизировать попадание воздуха в молоко и снизить образование свободных жирных кислот.

#### *Компрессорно-конденсаторный агрегат (ККА)*

Одна из основных частей танка-охладителя – компрессорно-конденсаторный агрегат (рисунок 3.8), обеспечивающий циркуляцию хладагента. К числу наиболее распространенных производителей компрессоров и комплектующих, относятся фирмы Bitzer, Maneurop, Copeland, Guntner, LUnite Hermetique, Danfos, Castel, Parker, Alco Controls и др.



1 – ресивер; 2 – фильтр-осушитель; 3 – компрессор; 4, 5 – запорные вентили всасывающей и нагнетательной магистралей; 6 – электромагнитный клапан; 7 – реле давления, 8 – шкаф управления, 9 – конденсатор с вентиляторами.

Рисунок 3.8 – Агрегат компрессорно-конденсаторный

Компрессор (3) является основной частью ККА и осуществляет отсасывание холодильных паров из испарительной системы и нагнетание их в конденсатор.

В компрессоре установлено биметаллическое реле тепловой защиты, которое включается в цепь питания обмоток электродвигателя и в случае их перегрева разрывает цепь.

Конденсатор (9) предназначен для рассеивания в атмосфере тепла, отбираемого агрегатом от охлаждаемой среды (молока).

Запорные вентили на всасывающей и нагнетательной магистралях позволяют перекрывать поток хладагента при выполнении ремонтных и

сервисных работ, а также подключать измерительные приборы и сервисное оборудование.

Конденсатор воздушного охлаждения представляет собой компактный трубчато-ребристый теплообменник из медных трубок с оребренной поверхностью из алюминиевых панелей. Конденсатор обдувается осевыми вентиляторами.

Жидкостной ресивер (1) служит дополнительной емкостью к конденсатору, исключаяющей заполнение конденсатора жидким холодильным агентом, а также обеспечивает равномерную подачу жидкого холодильного агента при различных режимах работы. Одновременно ресивер предназначен для создания определенного запаса холодильного агента в системе.

Ресивер представляет собой стальной, цилиндрический сосуд, имеющий штуцера для присоединения конденсатора и вентиль, к которому присоединяется заборная жидкостная трубка.

Фильтр (2) установлен в жидкостной магистрали и осуществляет удаление влаги из холодильного агента и его фильтрацию от механических примесей.

Электромагнитный клапан (6) предназначен для прекращения подачи потока жидкого хладагента в испаритель. Он должен быть нормально закрытым, т.е. это означает, что при пропадании напряжения питания в холодильной установке электромагнитный клапан закрывается автоматически, и перекрывает поток жидкого хладагента. Управление электромагнитным клапаном осуществляется со шкафа холодильной установки.

Для защиты компрессора от работы вне разрешенного диапазона давлений испарения и конденсации на компрессоре установлены защитные реле низкого (НД) и высокого (ВД) давлений (7) (прессостат), каждое из которых имеет две регулировки – установка давления и дифференциал.

Реле ВД отключает компрессор при давлении нагнетания, равном установленному, и разрешает его повторный пуск, когда давление упадет на величину дифференциала.

Реле НД отключает компрессор при снижении давления всасывания до значения, равного установленному минус дифференциал, и разрешает его повторный пуск, когда давление возрастет до величины установленного. Заводская установка реле НД соответствует его срабатыванию при падении давления всасывания до 0,7 атм.

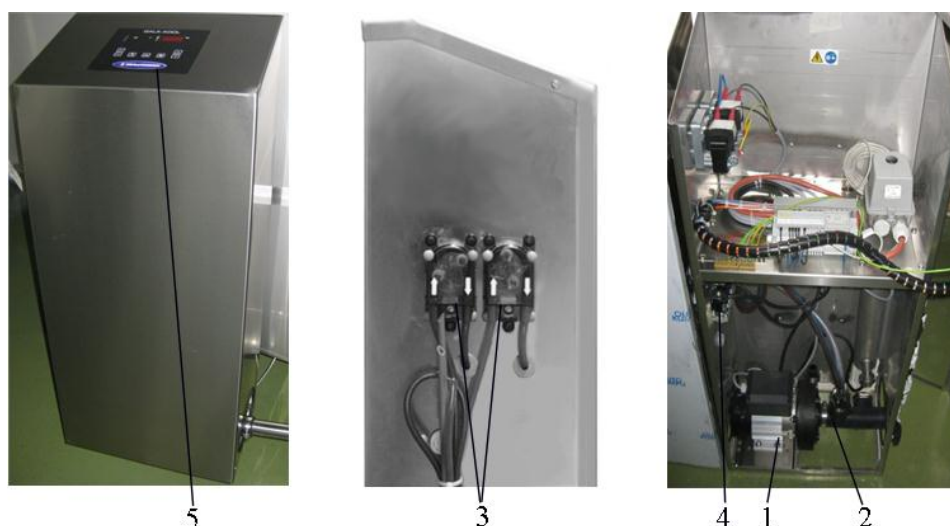
Рама компрессорно-конденсаторного агрегата изготовлена методом штамповки стального листа и предназначена для крепления основных узлов агрегата на размещенные на ней кронштейны.

### *Система промывки. Блок управления. Автомат промывки.*

Система промывки является одним из ключевых компонентов системы охлаждения молока для получения качественной продукции. Производители предлагают следующие варианты систем промывки танков-охладителей молока: промывка через полый вал мешалки; установка нескольких форсунок в верхней части танка с отдельным приводом или без.

Средства для мойки молочного оборудования бывают двух видов: кислотные и щелочные. Каждое средство эффективно борется с различными видами загрязнений, поэтому они используются поочередно, в соответствии с установленным графиком. Завод изготовитель танка охладителя молока в руководстве по эксплуатации указывает моюще-дезинфицирующие средства, позволяющие обеспечить качественную промывку оборудования.

Основными элементами и приборами блока управления (рисунок 3.9) являются: электродвигатель, насос, дозировочные насосы, программный таймер (рисунок 3.10) и сенсорный дисплей.



1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – дозировочные насосы; 4 – программный таймер;  
5 – сенсорный дисплей

Рисунок 3.9 – Блок управления с встроенным автоматом промывки

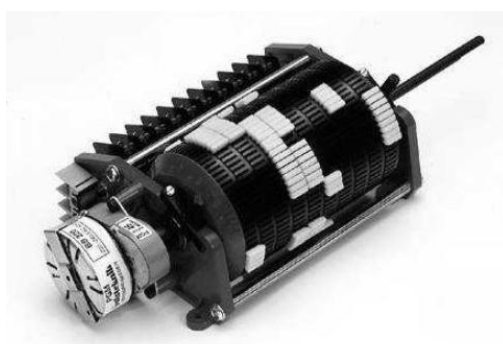


Рисунок 3.10 – Программный таймер

На левой стороне блока управления находятся электромагнитные клапаны для подачи воды «теплая/холодная» с размером 3/4" для подключения прилагаемых аппаратных шлангов, дозировочные насосы для щелочных и кислотных моющих средств (с приложенными синим и красным шлангами), а также переключатель «щелочь/кислота».

Производительность дозировочных насосов (165 мл/мин.) и количество подаваемой воды (10 л/мин.) настроены на 0,5 %-ный раствор.

При очень жесткой воде существует возможность увеличить количество моющего средства путем изменения программы на программном таймере (указанные работы осуществляются специализированной сервисной бригадой). Управление установкой охлаждения производится в зависимости от температуры молока через электронный термостат с цифровым термометром. При этом термостат управляет открытием или закрытием соленоидного вентиля на линии жидкостного трубопровода холодильной установки. Возникающие при этом изменения давления на стороне низкого давления холодильного цикла, приводят к включению или же выключению холодильного агрегата через прессостат низкого давления (т.н. «схема откачки»).

#### *Предоохладители молока*

Предварительное охлаждение молока на пластинчатых или трубчатых теплообменниках, имеющих подачу воды, позволяет за короткий промежуток времени охладить молоко до 15...17 °С, не увеличивая нагрузку на компрессорный агрегат. Для получения максимального эффекта предварительного охлаждения скорость потока воды из магистрали должна быть в 2,5...3 раза выше скорости потока молока. Вода, нагретая в процессе охлаждения молока, может быть использована для промывки оборудования, бытовых нужд и т.д.

Зачастую из-за плохого качества проточной воды пластинчатые теплообменники требуют частого технического обслуживания.

Такие проблемы не возникают при использовании трубчатого теплообменника и ледяной воды, вырабатываемой льдогенератором для танка-охладителя с закольцовыванием системы. В трубчатых теплообменниках молоко проходит через нержавеющую трубу, в то время как охлаждающая среда (главным образом вода) движется в противоположном направлении через вторую трубу, окружающую первую (рисунок 3.11).

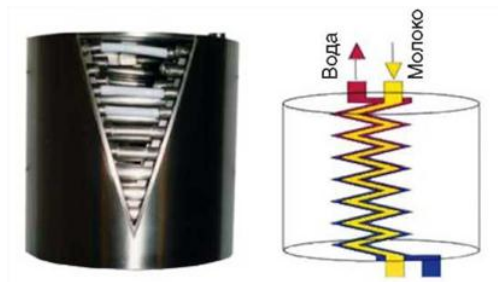


Рисунок 3.11 – Трубчатый теплообменник

Система безразборная, давление ледяной воды в ней поддерживается всегда на необходимом уровне благодаря центробежному насосу.

Преимущества использования данной системы:

- молоко, поступающее в танк-охладитель, уже имеет температуру 8...10 °С, что практически полностью останавливает рост бактерий;
- молоко доохлаждается за минимальное время, что в конечном итоге сокращает общее время охлаждения до 1,5 часов (при стандартном нормативе для танков с непосредственным охлаждением 3 часов). Это, в свою очередь, ведет к снижению нагрузки на компрессорные агрегаты, увеличению срока их эксплуатации и снижению потребляемой мощности;
- благодаря циркуляции ледяной воды в замкнутом контуре отсутствует ее расход, свойственный системам с применением пластинчатых охладителей.

#### *Дополнительное оборудование*

Водонагреватели проточного или накопительного типа необходимы для обеспечения качественной промывки емкости после слива молока. Их емкость рассчитывается с учетом, будет ли вода использоваться только для промывки танка или для прочего оборудования и технологических нужд. Для предотвращения выхода оборудования из строя по причине неудовлетворительного качества воды необходимо проводить мероприятия по водоподготовке и установку фильтров.

В последнее время производители широко предлагают электронный счетчик молока, являющийся альтернативой мерным линейкам, который позволяет определять объем молока в процессе отгрузки с высокой точностью.

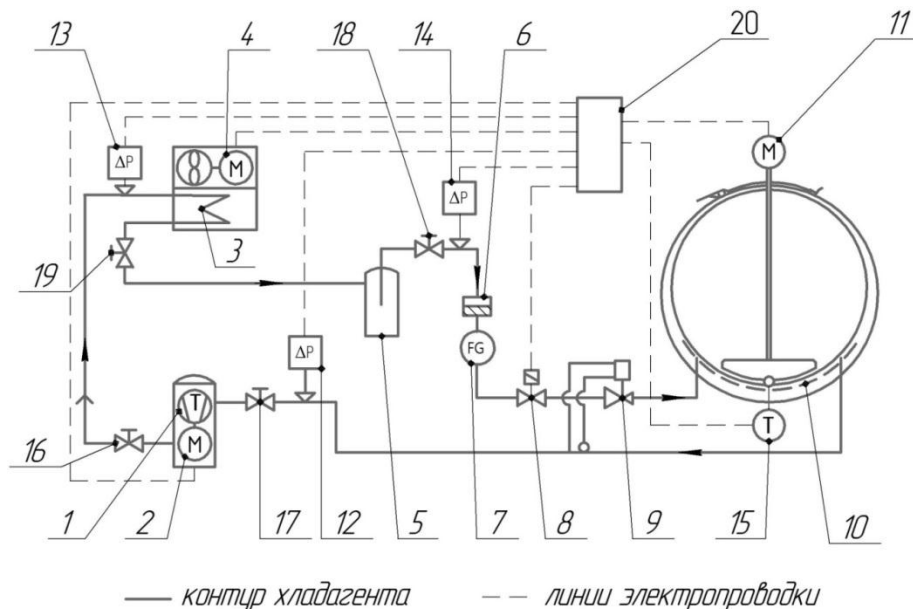
### **3.3 Принцип работы установок объемного охлаждения молока**

Наиболее широко на МТФ представлены холодильные установки объемного охлаждения, таких производителей как ОАО «Гомельагрокомплект», ИЧУП «МК «Промтехника», DeLaval, GEA Farm Technologies GmbH и т.п. Молоко охлаждается при



непосредственном контакте с испарителем, напрямую контактирующим с внутренней поверхностью емкости. В качестве хладагентов в данных установках используется фреон.

Блок-схема холодильного контура установки объемного охлаждения молока представлена на рисунке 3.6.



- 1 – компрессор; 2 – электродвигатель компрессора; 3 – воздушный конденсатор; 4 – двигатель вентилятора; 5 – ресивер; 6 – жидкостной фильтр-осушитель; 7 – смотровое стекло на жидкостной линии; 8 – соленоидный вентиль; 9 – терморегулирующий вентиль; 10 – испаритель; 11 – моторредуктор; 12 – реле низкого давления; 13 – реле регулирования давления конденсации; 14 – реле высокого давления (если имеется); 15 – датчик температуры; 16 – вентиль на линии нагнетания компрессора; 17 – вентиль на линии всасывания компрессора; 18 – вентиль на выходе из ресивера; 19 – вентиль отсечения конденсатора; 20 – электрошкаф управления

Рисунок 3.6 – Блок-схема холодильного контура установки объемного охлаждения молока

Принцип работы холодильного контура заключается в следующем: из испарителя (10) пары хладагента засасываются в компрессор (1), где сжимаются до давления конденсации и нагнетаются в конденсатор (3). В конденсаторе горячие пары хладагента охлаждаются и конденсируются, отдавая тепло окружающему воздуху, а затем жидкий хладагент поступает в ресивер (5). Из ресивера жидкий хладагент поступает к фильтру-осушителю (6), где освобождается от влаги и механических примесей. Далее он проходит через соленоидный вентиль (8) к терморегулирующему вентилю (9), где дросселируется до давления испарения и поступает в испаритель (10). В испарителе хладагент кипит, отнимая тепло от молока. Образующиеся при кипении пары хладагента отсасываются компрессором (1), и далее цикл повторяется.



## **4 Монтаж и ремонт холодильного оборудования**

### **4.1 Общие положения**

При монтаже холодильного оборудования следует руководствоваться проектом, разработанным проектной организацией с учетом особенностей объекта, или технической документацией завода-изготовителя. При разработке проекта осуществляется выбор типа и производительности (например, конденсатор с водяным или воздушным охлаждением и его производительность, компрессор герметичный, полугерметичный или открытый, поршневой, винтовой и др.), определяются длины и диаметры соответствующих трубопроводов, образующих холодильный контур, выполняется разработка необходимой системы регулирования и т.д.

Монтаж оборудования производится квалифицированным персоналом завода-изготовителя или специализированной организации.

### **4.2 Размещение холодильных агрегатов**

При размещении холодильных агрегатов в помещении рекомендуется:

- объем помещения должен составлять не менее  $17 \text{ м}^3$  на 1 кВт холодопроизводительности агрегата. Если это условие невыполнимо, необходимо для обеспечения бесперебойной работы холодильной установки оборудовать помещение системой приточно-вытяжной вентиляции. Нагретый в результате теплоотдачи конденсатора воздух должен иметь возможность выходить наружу, а соответствующее количество свежего воздуха должно поступать через вентиляционное отверстие в помещении. В зимнее время можно использовать отходящее тепло холодильной установки для обогрева машинного помещения;

- для нормального доступа воздуха к конденсатору воздушного охлаждения минимальное расстояние от агрегата до стены должно составлять не менее 0,2 м;

- холодильные агрегаты с конденсатором воздушного охлаждения устанавливать в местах, не подвергающихся непосредственному влиянию погоды, избегая действия прямых солнечных лучей, мороза и т.д., и на расстоянии не менее 1,5 м от нагревательных устройств;

- во избежание быстрого загрязнения конденсатора воздушного охлаждения и нарушений в работе холодильной установки агрегат не рекомендуется устанавливать в пыльных помещениях и в помещениях с неподготовленным полом. Если в помещении установлен вакуумный насос доильной установки, необходимо принять меры по предотвращению попадания замасленного отработанного воздуха на конденсатор агрегата;

- температура в помещении, в котором устанавливается холодильная установка, должна быть не ниже  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и не выше  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- должна быть обеспечена хорошая доступность холодильных агрегатов для сервисных и ремонтных работ. Холодильные агрегаты рекомендуется монтировать в помещении на фундаментном цоколе приблизительно 20...30 см от вентиляционного отверстия;
- рекуператор обратного тепла (если предусмотрен) необходимо установить вблизи холодильного агрегата.

Перемещение холодильного агрегата необходимо осуществлять только с использованием предусмотренной для этого несущей части!

При перемещении резервуара его необходимо приподнять на достаточную высоту с целью избегания повреждений внешнего и внутреннего корпуса. Обязательно нужно следить за расстоянием между ножками резервуара и полом, не толкать резервуар, стоящий на полу. При использовании погрузчика подъем осуществлять за поддон молочного танка. Подъем танка погрузчиком непосредственно за корпус танка не допускается.

#### *Выверка резервуара эллипсной формы в помещении*

Резервуар должен иметь наклон приблизительно  $2^{\circ}$  к сливному патрубку для обеспечения полного слива молока или моющего раствора. При указанном угле наклона резервуара с использованием калибровочной таблицы можно определить количество содержащегося в резервуаре молока.

Выверка резервуара производится по двум методам:

#### *Метод 1.*

Проложенным поперек через открытое отверстие люка ватерпасом проверяется горизонтальное положение резервуара.

После этого производится выверка резервуара по длине при помощи шлангового ватерпаса (рисунок 4.1).

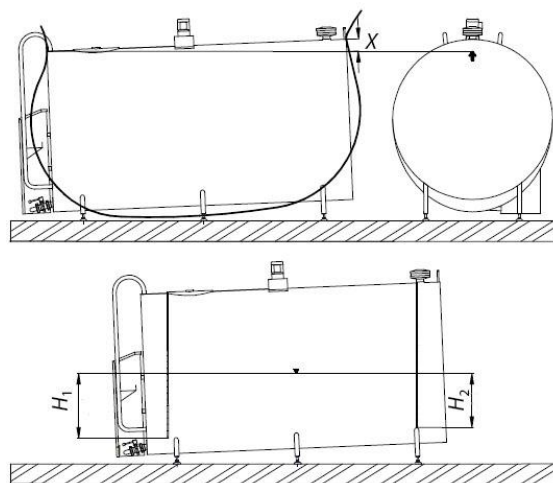


Рисунок 4.1 – Выверка эллипсных резервуаров по шланговому ватерпасу (Метод 1 – сверху) и по разнице уровня воды (Метод 2 – снизу)

Опорной точкой является красная стрелка на тыльной стенке резервуара в диапазоне X (таблица 4.1.).

Резервуар установлен правильно, когда уровень воды в шланговом ватерпасе находится в указанных на рисунке пунктах на лицевой и тыльной стенке резервуара.

Выверка резервуара ведется только по угловым ножкам.

Опорной точкой может быть любая точка на торце танка с переносом и пересчетом ее (на размер X) на другой торец.

Таблица 4.1 – Таблица выверки эллипсных резервуаров

<i>Объем резервуара, м<sup>3</sup></i>	<i>Метод 1 Высота стрелки X</i>	<i>Метод 2 H<sub>1</sub> – H<sub>2</sub></i>
1,0	58 мм	43 мм
1,2	70 мм	52 мм
1,6	73 мм	55 мм
2,0	75 мм	57 мм
2,5	75 мм	57 мм
3,0	100 мм	71 мм
3,5	103 мм	85 мм
4,0	80 мм	62 мм
4,5	110 мм	92 мм
5,0	106 мм	83 мм
6,0	106 мм	88 мм
7,0	106 мм	74 мм
8,0	106 мм	88 мм
10,0	106 мм	88 мм
8,0/Q*	156 мм	138 мм
10,0/Q*	170 мм	152 мм
13,0/Q*	136 мм	121 мм
14,0/Q*	130 мм	146 мм
16,0Q*	168 мм	150 мм
18,0/Q*	189 мм	162 мм
20,0/Q*	210 мм	174 мм
22,0/Q*	220 мм	184 мм
28,0/Q*	210 мм	174 мм

\* – четыре резервуара с теплообменниками

#### *Метод 2.*

Проверяется, как описано в методе 1 проложенным поперек через открытое отверстие люка ватерпасом горизонтальное положение резервуара.

Затем резервуар заполняется водой в количестве 5...10 % от объема резервуара.

По обоим точкам крепления измерительной линейки выверяется уровень воды (рисунок 4.1). Резервуар установлен правильно, когда достигнута необходимая разница уровня воды  $H_1 - H_2$ .

#### *Выверка резервуара цилиндрической формы в помещении*

Резервуар должен иметь наклон приблизительно  $2^\circ$  к сливному патрубку для обеспечения полного слива молока или моющего раствора. При указанном угле наклона резервуара с использованием калибровочной таблицы можно определить количество содержащегося в резервуаре молока.

Выверка производится по двум методам:

#### *Метод 1.*

Проложенным поперек через открытое отверстие люка ватерпасом проверяется горизонтальное положение резервуара.

После этого производится выверка резервуара по длине при помощи шлангового ватерпаса (рисунок 4.2).

Опорной точкой является красная стрелка на тыльной стенке резервуара в диапазоне X (таблица 4.2).

Резервуар установлен правильно, когда уровень воды в шланговом ватерпасе находится в указанных на рисунке пунктах на лицевой и тыльной стенке резервуара.

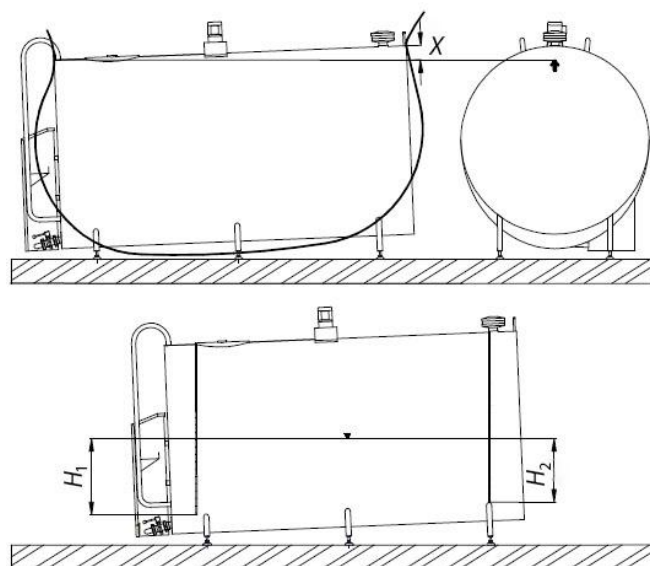


Рисунок 4.2 – Выверка цилиндрических резервуаров по шланговому ватерпасу (Метод 1 – сверху) и по разнице уровня воды (Метод 2 – снизу)

Опорной точкой может быть любая точка на торце танка с переносом и пересчетом ее (на размер X) на другой торец.

Выверка резервуара ведется только по угловым ножкам. Средние ножки регулируются при необходимости в последнюю очередь.

Таблица 4.2 – Таблица выверки цилиндрических резервуаров.

<i>Тип резервуара Цилиндрический</i>	<i>Метод 1 Высота стрелки X</i>	<i>Метод 2 H<sub>1</sub> – H<sub>2</sub></i>
1,2	57 мм	40 мм
1,6	53 мм	36 мм
2,0	75 мм	48 мм
2,5	81 мм	64 мм
3,0	100 мм	72 мм
3,5	72 мм	55 мм
4,0	82 мм	65 мм
5,0	106 мм	85 мм
6,0	106 мм	83 мм
8,0	106 мм	88 мм
10,0	106 мм	88 мм

#### *Метод 2.*

Проверяется, как описано в методе 1 проложенным поперек через открытое отверстие люка ватерпасом горизонтальное положение резервуара.

Затем резервуар заполняется водой в количестве 5...10 % от объема резервуара.

По обеим точкам крепления измерительной линейки выверяется уровень воды (рисунок 4.2).

Резервуар установлен правильно, когда достигнута необходимая разница уровня воды  $H_1 - H_2$ .

### **4.3 Аппаратура, оборудование и инструмент для монтажа и ремонта холодильного оборудования**

Монтаж холодильного оборудования включает его установку, пайку трубопроводов, присоединение электрических кабельных сетей, заправку системы хладагентом, проведение пуско-наладочных работ и т.д. При этом необходимо обладать знаниями в электронике, автоматизации и информатике.

Учитывая это, перечень измерительного оборудования и необходимых принадлежностей для оснащения монтажной площадки или для быстрого и точного выявления причины неисправности холодильного оборудования достаточно разнообразен (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Перечень измерительной аппаратуры и базового оборудования

<i>Наименование</i>	<i>Наличие оборудования</i>
<i>Приборы и оборудование для вакуумирования и контроля</i>	
2-ступенчатый вакуумный насос	●
4-ходовой коллектор с манометрами и гибкими шлангами	●
Вакуумметр с трубкой Бурдона	●
Вакуумметр электронный	○
Электронные заправочные весы	●
Заправочно-вакуумирующая станция с насосом, электронными заправочными весами и электронным вакуумметром	○
Электронный течеискатель	●
Галогенный течеискатель	○
Пульверизатор	○
Цифровой контактный термометр	●
Ручной анемометр	○
Электронный анемометр	○
Психрометр	○
Электронный указатель уровня	○
Автогенный сварочный агрегат	●
Токоизмерительные клещи	○
Мультиметр (тестер)	●
Проволока для чистки капилляров	○
Промывочный пистолет	○
Установка для промывки холодильных установок	○
<i>Ручной инструмент</i>	
Вальцовка от 3/16 до 5/8"	●
Вальцовка с расширителем от 1/8 до 3/4"	●
Устройство для гибки труб	
- 1/4"	●
- 3/8"	●
- 1/2"	●
- 5/8"	●
- 3/4"	●
- 7/8"	○
Труборез от 1/8 до 5/8"	○
- от 1/8 до 5/8"	○
- от 1/8 до 1 1/8"	●
- от 3/8 до 2 5/8"	○
Шабер для снятия заусенцев	●
Ключ с трещоткой	●
Набор ключей с трещотками в коробке	●

Продолжение таблицы 4.3

<i>Наименование</i>	<i>Наличие оборудования</i>
Набор расширителей от 5/16 до 1 5/8"	○
Струбцина	●
Клещи обжимные	○
Гребенка для чистки оребрения	●
Масляный насос	●

● – основное оборудование; ○ – дополнительное оборудование

### 4.3.1 Агрегаты для вакуумирования, заправки и промывки

На рисунке 4.3 представлен общий вид двухступенчатого вакуумного насоса.



Рисунок 4.3 – Двухступенчатый вакуумный насос

Как и все насосы, вакуумный насос работает нормально только при выполнении двух условий:

- чтобы используемое в насосе масло соответствовало предусмотренному изготовителем, и было чистым, а его заправка отвечала заданным пределам;
- чтобы температура окружающего воздуха соответствовала заданным параметрам (например, для представленной модели – не ниже 8 °С).

Для откачивания хладагента применяют переносные компрессорно-конденсаторные агрегаты (станции откачки и очистки хладагента (рисунок 4.4, а). Они представляют собой изделия, состоящие из компрессора, конденсатора, установленные на общей раме. Станция может осуществлять откачку хладагента в жидком (метод вытеснения) или в газообразном (прямой метод) состоянии.



*а*



*б*

Рисунок 4.4 – Станции для откачки и очистки (*а*) и заправки (*б*) хладагента

Откачку хладагента всегда предпочтительнее осуществлять в жидком состоянии, чем в газообразном, так как в этом случае продолжительность процедуры может быть сокращена в 30–40 раз. Если масса хладагента в холодильной установке превышает несколько килограмм, идеальным решением всегда будет откачка максимального количества хладагента в жидком состоянии с последующим завершением процедуры откачки в газообразном состоянии. Каким бы ни был используемый способ откачки хладагента с целью максимального ускорения процедуры все соединительные магистрали между баллоном и станцией должны иметь минимально возможные потери давления.

При откачке хладагента предварительно определяют количество необходимых пустых баллонов исходя из всей массы хладагента в холодильной установке. При этом следует учитывать, что баллоны нельзя заполнять больше, чем на 80 % их объема, а также хладагентами, марка которых не указана на их наружной поверхности. Давление в переполненном баллоне (или баллоне, заправленном непредусмотренным хладагентом) может достигать при случайном нагреве таких величин, что появится огромный риск тяжелой аварии. Запрещается смешивать разные хладагенты в одном сливном баллоне, так как получившаяся смесь будет непригодна для повторного использования, и ее уничтожение является дорогостоящей процедурой.

При откачке разных хладагентов на входе станции устанавливают соответствующие фильтры. Для каждого вида хладагента применяют свой фильтр. При откачке хладагента из холодильной установки со сгоревшим компрессором используют два антикислотных фильтра.

Заправочная станция (рисунок 4.4, б) является переносной и обеспечивает вакуумирование и заправку холодильного оборудования на месте их монтажа и ремонта. Она оснащена вакуумметром, манометрами



высокого и низкого давлений с масляным наполнением, гибкими шлангами для слива и наполнения установки, электронными заправочными весами для взвешивания дозы заправки хладагента с цифровым табло.

Заправка установки хладагентом с помощью заправочной станции обеспечивается путем взвешивания дозы заправки на электронных весах, позволяющих осуществлять заправку массовой дозы прямо из баллона с хладагентом. В отличие от заправочного цилиндра, дозировка хладагента в котором обеспечивается объемным способом, данная заправочная станция исключает влияние природы хладагента и окружающей температуры на изменение его объема, а электронный дозатор обеспечивает непрерывный контроль за количеством хладагента, залитого в установку, с точностью до 10 г.

Если холодильный контур загрязнен (перегорание обмотки электродвигателя, химические реакции окисления, образование окислов в сварных или паяных соединениях), он подлежит тщательной промывке с использованием специального оборудования (рисунок 4.5). Соответствующая очистка необходима также перед вводом в эксплуатацию вновь собранной установки.



Рисунок 4.5 – Установка для промывки холодильных установок

Любая промывка холодильного контура должна проводиться с соблюдением ряда правил, главные из которых заключаются в следующем:

- разобрать контур на несколько частей, очистку которых легче производить по отдельности;
- обязательно перекрыть запорные вентили компрессора или убрать его из установки независимо от того, пригоден он к использованию или неисправен,
- подать моющую жидкость под давлением в промываемые части с таким расчетом, чтобы целиком заполнить их внутренний объем;

- пролить моющую жидкость через промываемые части в направлении, обратном направлению движения хладагента при работе установки, чтобы облегчить удаление отдельных загрязнителей, искусственно создав при этом небольшие гидроудары за счет быстрого открытия и закрытия вентиля приемного баллона.

Органы регулирования, капилляры, терморегулирующие вентили и т.п., должны промываться каждый в отдельности.

Исправный компрессор, удаленный из установки после закрытия запорных вентилей, перед новым монтажом должен быть промыт. Для этого следует слить масло, дав ему полностью стечь, продуть компрессор сухим азотом и промыть под давлением в направлении от низкого давления (всасывания) к высокому давлению (нагнетанию) хладагентом, на котором будет работать установка.

Промытый компрессор следует отвакуумировать через всасывающий и нагнетательный патрубки, заправить свежим маслом, защищая внутреннюю поверхность от контакта с окружающим воздухом, и создать в нем давление выше атмосферного за счет паров хладагента, предназначенного к использованию в установке.

Затем компрессор необходимо включить на короткое время, обеспечив перепуск хладагента из нагнетательного патрубка во всасывающий в целях заполнения системы смазки маслом.

При проведении работ по промывке элементов, узлов и агрегатов холодильного контура необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и производственной гигиены, отраженные в разделе 6 настоящих рекомендаций.

Также одной из принадлежностей, необходимых специалисту по монтажу и ремонту холодильного оборудования, является переносной коллектор, который, благодаря врезанным в него и оснащенным вентилями нескольким патрубкам, набору гибких шлангов и манометрам высокого и низкого давления, позволяет подключать компрессор холодильной установки к вакуумному насосу, баллону с хладагентом, заправочной станции и т.п. Некоторые модели коллекторов, кроме того, оснащены мановакуумметром, позволяющим определять глубину вакуума во время вакуумирования. Образец коллектора, имеющего 4 патрубка и 4 вентиля, и способы его подключения представлены на рисунке 4.б.

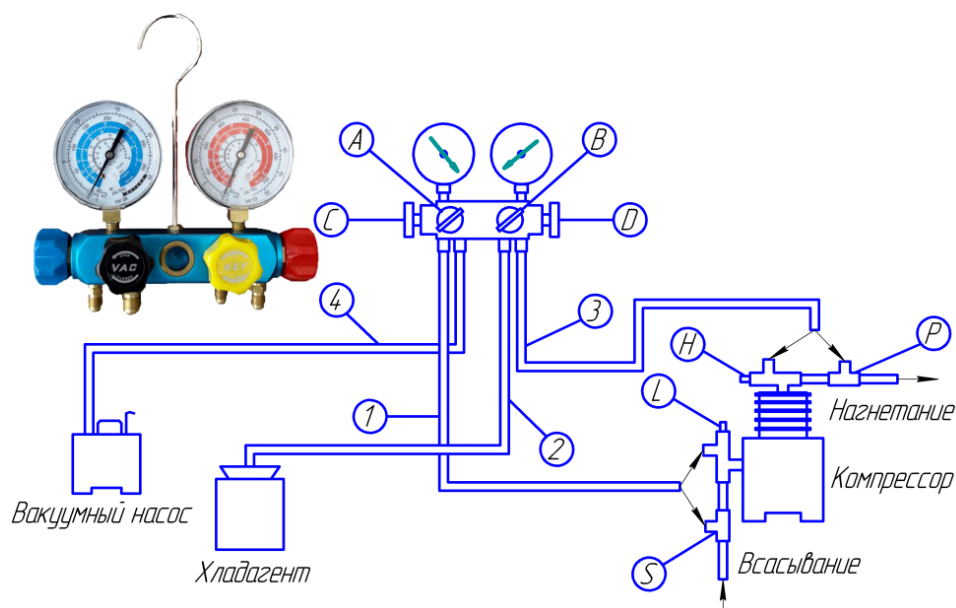


Рисунок 4.6 – Пример манометрического коллектора и принципиальные схемы его возможных подключений

**Для продувки гибких шлангов (рисунок 4.6):** *A, C, D* – открыты; *B* – закрыт (гибкий шланг № 2 под давлением); 1, 3, 4 – подсоединены к коллектору, как показано на схеме, но противоположные концы свободны; 2 – подсоединен, как показано на схеме; *B* – открыть, для того чтобы начать продувку.

**Для контроля за давлением в контуре (рисунок 4.6):** *C* и *D* – закрыты; *A* и *B* – открыты до упора; 1 и 3 – подсоединены, как показано на схеме; *H* и *L* – отвернуть до упора, затем завернуть на ½ оборота. Наблюдать за давлением.

**Для продувки контура (рисунок 4.6):** *A* и *B* – закрыты; *C* и *D* – открыты; 1 и 3 – подсоединены, как показано на схеме; 4 – подсоединен одним концом к коллектору, как показано на схеме, другой конец свободен; *H* и *L* – отвернуть до упора, затем завернуть на ½ оборота; *A* – открыть в начале наружной продувки (через гибкий шланг 4).

**Для заправки хладагента в контур через всасывающую магистраль (рисунок 4.6):** *A, B* и *D* – закрыты; *C* – открыт; 1, 2 и 3 – подсоединены, как показано на схеме; *H* – отвернуть до упора, затем завернуть на ½ оборота; *L* – отвернуть до половины; *B* – медленно открыть, регулируя расход хладагента.

**Для заправки масла через всасывающую магистраль контура (рисунок 4.6):** *A, B* и *D* – закрыты; *C* – открыт; 1 – подключен, как показано на схеме; 2 – подключен одним концом к коллектору, как показано на схеме, а другим концом к резервуару с маслом; *H* – закрыть до упора; *L* – закрыть до упора; *B* – медленно открыть, регулируя расход масла.

**Для вакуумирования и заправки контура (рисунок 4.6):** *A* и *B* – закрыты; *C* и *D* – открыты; 1 и 3 – подсоединены, как показано на схеме; *H* и *L* – отвернуть до упора, затем завернуть на ½ оборота; *Примечание* Если манометры показывают наличие остаточного давления, перед началом вакуумирования продуть контур. *A* – открыт; *H* и *L* – открыты наполовину; 2 и 4 – подсоединены, как показано на схеме.

### 4.3.2 Оборудование для сварки и пайки

При выполнении сварочных работ необходимо располагать сварочным или паяльным агрегатом. Для трубопроводов небольших диаметров вместо сварки предпочтительнее использовать пайку. Например, в случае пайки твердым серебряным припоем трубок диаметром до 20 мм или пайки мягким мельхиоровым припоем трубок диаметром 40 мм применяют посты, использующие смесь пропан-бутана и кислорода как наиболее подходящие по температуре пламени.

Такой пост состоит из горелки, в которой смешиваются пропан-бутан и кислород, подаваемые по шлангам (рукавам) от редукторов, закрепленных на баллонах (рисунок 4.7).

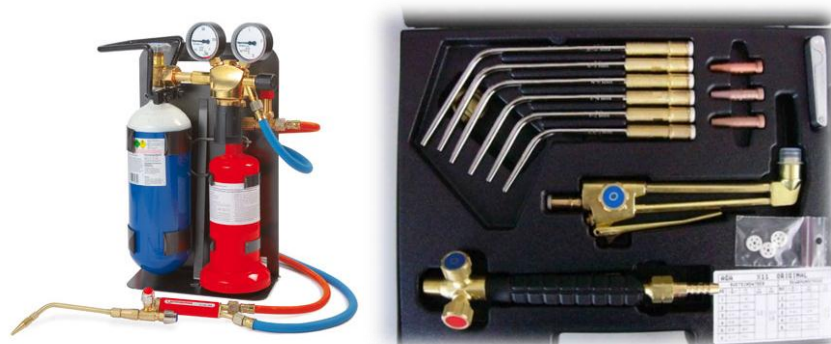


Рисунок 4.7 – Оборудование для пайки

Для пайки необходимо более низкое давление, чем то, с которым поставляются баллоны, и редуктор (рисунок 4.8) понижает давление до рабочего давления в горелке. Бытовые пропан-бутановые редукторы (красного цвета) уже настроены на требуемое давление в диапазоне 0,05...0,1 МПа, а регулируемые следует настроить на указанный диапазон.

Кислородные редукторы (рисунок 4.9) аналогичны пропановым, но имеют два манометра: один показывает давление в баллоне, другой – после редуктора. В заряженном баллоне давление кислорода соответствует 10...15 МПа, а после редуктора – 0,15...0,5 МПа.



Рисунок 4.8 – Редуктор для пропана



Рисунок 4.9 – Кислородный редуктор

Настройка редуктора осуществляется регулировочным винтом: вывернутый до отказа он закрыт, ввинченный до отказа – полностью открыт, промежуточные положения настроечные, к баллону присоединяется в полностью закрытом состоянии.

Соединяющие шланги, ниппели на редукторе и горелке имеют внутренний диаметр 9 и 6 мм. Диаметр стандартной поставки ниппелей на редукторах и горелках соответствует 9 мм, но из соображений компактности и снижения массы поста, их в ряде случаев заменяют на 6-миллиметровые.

Пропан-бутановые рукава имеют красный цвет, кислородные – голубой. В ряде случаев используются черные морозостойкие рукава.

На ниппеле рукав закрепляется только с использованием винтового хомута. Применение проволоки недопустимо.

Пост позволяет осуществлять пайку медных труб, алюминиевых испарителей, стыков латунных и стальных штуцеров с медью.

Порядок работы с использованием поста следующий: проверить герметичность соединений, открыть вентили на баллонах, проверить настройку редукторов, для зажигания пламени открыть на 1...4 оборота вентиль кислорода, открыть вентиль пропан-бутана и зажечь смесь, по окончании пайки закрыть вначале вентиль пропан-бутана, затем кислорода.

Также для указанных целей используются и электрические паяльные станции. Такие аппараты имеют ряд преимуществ: можно плавно регулировать температуру нагревательных клещей и нет опасности нехватки газа или случайного повреждения пластмассовых деталей, краски либо других элементов, находящихся вблизи от места пайки.

Для трубопроводов более значительных диаметров используют сварочный агрегат с кислородно-ацетиленовой горелкой, в состав которого входят баллоны со сжатым кислородом и ацетиленом.

### **4.3.3 Измерительная аппаратура**

Любая холодильная установка в процессе эксплуатации требует поддержания на заданном уровне значений различных параметров (температуры внутри холодильной камеры, давления нагнетания компрессора, уровня масла и т.д.). Существует различная аппаратура, назначение которой заключается в том, чтобы текущее значение заданной регулируемой величины в конечном итоге осталось на уровне, максимально близком к заданному значению. Чтобы выполнить это условие, необходимо располагать соответствующей измерительной аппаратурой, которая будет фиксировать конечное значение регулируемой величины (температуру, давление, уровень и т.п.), измерять, оценивая ее значение по отношению к

принятой базовой шкале, а затем сравнивать полученное значение с заданным.

Необходимая измерительная аппаратура встраивается в контур регулирования работы холодильной установки и постоянно используется для измерения конечного значения регулируемой величины.

Кроме того возможно использование автономных средств измерений и измерительных приборов, например, представленных на рисунках 4.8...4.10.

*Цифровые вакуумметры и манометры* (рисунок 4.8). На данных приборах заданы определенные пороги, при достижении которых производится цветовая сигнализация. У более новых моделей на жидкокристаллическом дисплее отображается значение давления. Они удобны тем, что практически не подвержены деформациям, ударам, отсутствие стрелки позволяет избежать ошибок при считывании. Недостатком можно назвать проблемы неверных показаний при разрядке батарей и трудности в использовании при низких температурах.



Рисунок 4.8 – Цифровой вакуумметр

*Термоанемометры* (рисунок 4.9). Применяются для определения скорости воздушного потока и его температуры.



Рисунок 4.9 – Термоанемометр

*Термометры.* Применяются для проверки правильности выхода установки на режим. Термопары, распространенные в настоящее время, весьма удобны, но инерционны. Учитывая необходимость измерения температуры воды и хладонносителей, при выборе термометра следует подбирать прибор, датчик которого герметично закрыт (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10 – Термометр

#### **4.3.4 Аппаратура для обнаружения утечек хладагента**

Существует ряд признаков, по которым можно определить наличие утечек в установках. Одним из них является характерный запах некоторых хладагентов (особенно аммиака).

Другим признаком утечек может служить то обстоятельство, что компрессор при их наличии будет гораздо реже останавливаться, а в некоторых случаях может даже работать непрерывно (при меньшем количестве хладагента заданную холодопроизводительность можно обеспечить только за счет повышения длительности работы компрессора). Такая ситуация может привести к повреждению компрессора вследствие его перегрева. Однако в составе любой установки всегда предусматриваются предохранительные устройства, поэтому компрессор будет остановлен, что заставит предположить неисправность, причину которой нужно будет найти.

Наконец, в результате утечки может сильно упасть температура испарителя, хотя это может быть обусловлено также плохой работой терморегулирующего вентиля. Чтобы исключить нежелательные последствия утечек, всегда приводящих к значительным потерям как с точки зрения затрат времени на поиск названных утечек, так и с точки зрения ущерба, обусловленного необходимостью ремонта и вызванными этим ремонтом эксплуатационными потерями, рекомендуется регулярно убеждаться в отсутствии утечек.



Одним из способов обнаружения утечек является нанесение на трубопровод или любую другую часть установки слоя соответствующего вещества, в качестве которого может выступать сильно концентрированный мыльный раствор или специальная жидкость типа Prestobul (компания Dehon). Появление пузырей позволяет установить место утечки. Такой метод обнаружения утечек пригоден для любых хладагентов, содержащихся в установках под давлением выше атмосферного.

В частном случае с аммиаком присутствие характерного едкого запаха часто является первым признаком, заставляющим опасаться утечки. Поиск точного места утечки может быть выполнен либо описанным выше способом, либо с применением специальной бумаги, пропитанной фенолфталеином или лакмусом, которая меняет свой цвет в присутствии паров аммиака. Например, лакмусовая бумага под воздействием аммиака меняет цвет с красного на голубой.

Еще одним способом обнаружения утечек является использование добавляемого в хладагент индикатора утечек типа Dytel (компания Primagaz), который приобретает красную окраску в смеси с хладагентом. При наличии утечек на поверхности трубопроводов, агрегатов или узлов появляются красные пятна, что позволяет очень легко локализовать место ремонта. После ремонта красные следы удаляются тряпкой.

Обнаружение утечек с помощью индикатора представляет собой очень простой и эффективный способ, используемый для таких хладагентов, как R22 и R502, при условии, когда установка находится под избыточным давлением.

Кроме того, указанный способ может быть использован только в том случае, когда хладагент в контуре содержит по меньшей мере 0,1 % масла по массе. В противном случае индикатор будет накапливаться в испарителе. Следовательно, этот способ не эффективен, если установка оснащена маслоотделителем, который полностью исключает смешивание масла с хладагентом в контуре, точно так же, как в низкотемпературных (менее «минус» 45° С) системах, где циркуляция масла часто проблематична.

Также необходимо получить согласие изготовителя компрессора и поставщиков масла и хладагента на применение способа обнаружения утечек с помощью индикатора утечек.

Помимо описанных выше способов, существуют различные аппаратные методы, использующие такие приборы, как галоидные лампы, ультрафиолетовые детекторы, электронные детекторы и т.п. На рисунке 4.11 представлен образец галоидной лампы (галогенного факела), используемой в установках с давлением выше атмосферного для обнаружения утечек



невоспламеняющихся хладагентов, в состав которых входит Cl, таких как R11, R12, R13, R13B1, R22, R113, R114, R500, R502, R503.



Рисунок 4.11 – Галоидная лампа

В состав галоидной лампы входит баллон с газом (как правило, это пропан, но может быть и ацетилен, и даже пары денатурата) и горелка на гибком шланге. Когда горелка зажигается, факел на ее конце подсасывает в пламя окружающий его газ. Подводя конец шланга к трубопроводам или другим частям установки, утечку можно обнаружить по следующему признаку. Пары хлорсодержащего хладагента, находящиеся в зоне утечки, подсасываются в пламя и, нагретые этим пламенем, проходят через медную нить, закрепленную на конце горелки, образуя галоидное соединение меди (называемое также галоидом меди, откуда и название лампы) и окрашивая ранее бесцветное пламя в зеленый цвет.

Галоидная лампа является простым, но достаточно точным инструментом для обнаружения даже небольших утечек, однако по соображениям безопасности она не может быть использована с воспламеняющимися хладагентами (например, R134A) и аммиаком.

Обнаружение утечек хладагента может также осуществляться путем визуализации процесса флуоресценции специальных добавок к хладагенту в ультрафиолетовом свете. Такой метод основан на использовании комбинации лампы, излучающей ультрафиолетовый свет, со специальными добавками к хладагенту. Лампа излучает ультрафиолетовый пучок света высокой интенсивности, который возбуждает свечение индикатора газа, введенного в контур, и в случае утечек истекающего наружу вместе с хладагентом.

Тип индикаторного газа зависит от марки применяемого в установке хладагента и, разумеется, от типа масла. Для разных групп хладагентов

применяются различные индикаторные газы (один для R12, R22 и R502, другой для R134A и т.д.), используемые в зависимости от категории масла и температуры испарения (ниже или выше «минус» 30 °С). Индикаторный газ должен хорошо смешиваться с различными хладагентами и быть нейтральным по отношению к материалам, используемым в конструкции установки.

Одним из ультрафиолетовых приборов, позволяющих с высокой точностью выявлять места самых незначительных утечек, является лампа Spectroline (рисунок. 4.12).



Рисунок 4.12 – Ультрафиолетовая лампа для обнаружения утечек за счет свечения индикаторного газа в ее лучах (модель Spectroline FC 100)

Данный прибор может также применяться для обнаружения утечек аммиака, однако количество вводимого индикаторного газа при этом следует удвоить. Для других хладагентов (например, R142B), как и для соответствующих масел, следует использовать иные индикаторные газы.

Существуют также более сложные приборы, в частности электронные детекторы утечек (рисунок 4.13), некоторые модели которых оборудованы микронасосами.



Рисунок 4.13 – Электронный течеискатель

Преимущество прибора с микронасосом заключается в том, что при возникновении утечки насос успевает всосать хладагент, вытекающий из контура, прежде чем он рассеется в окружающей среде, особенно если место утечки обдувается вентилятором конденсатора либо испарителя или если в этой зоне существует мощный естественный поток воздуха.

Чувствительный элемент подносят к местам возможной утечки, настроив на один из уровней чувствительности. Сигналы о присутствии хладагента: звуковые и световые; чем больше концентрация, тем интенсивнее сигнал. Не следует дуть на чувствительный элемент, он быстро выходит из строя, при недостаточном питании показания нестабильны, часто реагирует на посторонние газы. Для работы с электронным течеискателем необходимы определенные навыки, однако он гораздо удобнее ультразвуковых течеискателей и проще по отношению к методу применения галогенных присадок.

#### **4.3.5 Инструменты для работы с трубопроводами**

*Труборез* (рисунок 4.14) позволяет чисто отрезать куски трубы в отличие от ножовки по металлу, при использовании которой редко удается получить гладкий торец и приходится удалять заусенцы.

Различают труборезы для медной и пластиковой труб. Они все состоят из корпуса, внутри которого смонтированы два-три ролика, и круглого ножа.

Порядок реза: трубу укладывают на ролики и прижимают ножом, который должен быть заглублен в поверхность трубы не более, чем на один оборот винта. Затем труборез вращают на один поворот от себя и на один к себе, заглубляют нож еще на один-два оборота и повторяют эти движения до тех пор, пока труба не будет перерезана. Труборез должен располагаться перпендикулярно к трубе для обеспечения ровного среза.



Рисунок 4.14 – Труборезы

Для зачистки от заусенцев и подготовке кромок труб для пайки существуют специальные приспособления – *шаберы*, которые имеют режущие кромки. Их вставляют в трубу и, прокручивая, снимают заусенцы. Конструкции шаберов различаются (рисунок 4.15), но все предназначены для снятия заусенцев.



Рисунок 4.15 – Шаберы

*Труборасширители* (рисунок 4.16) используются для монтажа труб без использования фитингов, т.е. для расширения медных труб перед пайкой стыков труба в трубу. Именно труборасширитель задает зазор между трубами и глубину раструба. Для изготовления раструба нужно использовать те насадки, которые предназначены для данного диаметра трубы, тогда диаметр расширенной части получится чуть больше диаметра трубы. Обычно зазор между внутренним диаметром раструба и внешним диаметром вставляемой трубы составляет примерно 0,04...0,2 мм. Такой зазор обеспечивает равномерное распределение и затекание припоя по месту пайки.



Рисунок 4.16 – Труборасширители

Использование труборасширителя позволяет сократить расходы на фитинги и припой, а также уменьшить количество соединений, подлежащих пайке. Подбирается труборасширитель под определенный диаметр трубы, но чаще всего этот инструмент имеет несколько головок и является универсальным.

*Трубогибы* (рисунок 4.17) применяются для сгибания медных и стальных труб. Трубогиб для медной трубы имеет диапазон диаметров, которые может изгибать, либо сменные барабаны. Трубу вставляют в полностью раскрытый трубогиб, затем рукояти сводят, и захваты обминают трубу по барабану, имеющему полукруглую выемку в торце. Трубу можно изгибать под разными углами, риски нанесены на барабане.



Рисунок 4.17 – Трубогибы

Трубогиб пружинного типа используют для небольших диаметров, он представляет собой пружину, надеваемую на трубу, – она не дает трубе ломаться в местегиба. В этом случае трубу сгибают вручную, поэтому диаметр трубы, для которой применим пружинный трубогиб, ограничен (рисунок 4.18). Неудобен тем, что может быть использован только на один диаметр трубы и после гибки трубогиб трудно снять с согнутого участка.



Рисунок 4.18 – Трубогиб пружинного типа



Наборы для развальцовки труб (рисунок 4.19) используются для монтажа труб с использованием фитингов. Для фитингового соединения детали отверстие медной трубки не просто расширяют до нужного размера, а подготавливают на конце фаску нужной формы, обычно под углом  $45^{\circ}$ . Таким образом, увеличивают площадь контакта, благодаря чему обеспечивается надежность узла. Помогает в этом и природная пластичность меди – при обжатии места соединения фитингом размягченный металл плотно обхватывает присоединенную к трубе деталь и заполняет все зазоры.



Рисунок 4.19 – Наборы для развальцовки труб

#### 4.3.6 Электроизмерительные приборы

Мультиметры (тестеры) (рисунок 4.20) используются для проверки целостности обмоток и кабелей, измерения сопротивления обмоток, силы тока и напряжения. Тестеры со звуковым сигналом незаменимы при работе с щитовой разводкой и приборами КИП и А, выпускаются модели с термодатчиком. Желательно не применять мультиметры со стрелочным отображением информации из-за их низкой надежности и точности. Полезно

в набор включить несколько зажимов типа «крокодил» для удобства замыкания проводников при прозванивании электрических цепей.



Рисунок 4.20 – Мультиметры

*Клещи* (рисунок 4.21) выполняют функции мультиметра, однако имеют важное преимущество – могут измерять силу и напряжение тока в кабеле поверх изоляции чувствительными клещами. Следует всегда при измерении напряжения следить за положением переключателя («напр.», «сопр.» «сила»). Даже опытные электромонтажники пережигают клещи, измеряя напряжение, не переключившись с прозвонки, предохранители в данном случае не успевают сработать. Желательно не применять клещи со стрелочным отображением информации из-за их низкой надежности и точности.



Рисунок 4.21 – Клещи

*Индикаторные отвертки* используются для определения наличия напряжения. Они не должны иметь большие шлицы, еще лучше модели с заостренным концом, так как измерение происходит в стесненных и труднодоступных местах, на очень маленьких винтах и контактах.

*Мегомметры.* Приборы, необходимые при сдаточных испытаниях электрической части холодильной установки. Применяются для измерения сопротивления изоляции кабелей. По результатам измерения составляют акт проверки сопротивления изоляции.

#### **4.3.7 Прочие инструменты**

*Инструменты для теплоизоляционных работ.* При монтаже оборудования часто приходится иметь дело с установкой теплоизоляции на отдельных участках трубопроводов, вентилях или каких-либо других элементах холодильного контура.

При выполнении таких работ необходимо использовать некоторые простые инструменты и приспособления: складной метр, разметочный мелок, шариковую ручку со специальным красителем для разметки, циркуль, кронциркуль, металлическую линейку, ножи с коротким и длинным лезвием, точильный брусок, специальный резак, ножницы кривые, кисти с жестким и коротким волосом, шпатель гладкий, трубки с заостренными краями для прорубания отверстий (вырубки прокладок) наиболее часто встречающихся диаметров.

*Инструменты для обжима кабельных наконечников* (рисунок 4.22) бывают гидравлическими и силовыми. Гидравлические весьма удобны при обжимке наконечников кабелей, питающих электродвигатели крупных винтовых и поршневых компрессоров, когда площадь сечения кабеля составляет  $120 \text{ мм}^2$  и более. Крупные силовые применяют для тех же целей, что и гидравлические, малые обжимки – для цилиндрических наконечников, надеваемых на концы многожильных кабелей.



Рисунок 4.22 – Инструменты для обжима кабеля



*Инструменты для зачистки кабеля* (рисунок 4.23). Применение данного инструмента целесообразно для кабеля с сечением площадью до 6 мм<sup>2</sup>. Конец кабеля вставляют в отверстие соответствующего диаметра и сжимают инструмент, затем, не отпуская рукоятей, тянут инструмент, тем самым срезая изоляцию на конце кабеля.



Рисунок 4.23 – Инструменты для зачистки кабеля

*Заклепочники* (рисунок 4.24). Тяговый заклепочник со сменными насадками для заклепок различных диаметра и длины необходим для неразъемного соединения металлических пластин. В основном они применяются при обшивке холодильных камер и изолированных труб листами алюминия или оцинкованного железа. Заклепка хвостовиком вставляется в насадку заклепочника, при этом рукояти инструмента максимально разведены, затем рабочей частью вставляется в отверстие в соединяемых деталях и рукояти сводятся. При сведении рукоятей хвостовик заклепки отрывается, на деталях остается сформированное заклепочное соединение.



Рисунок 4.24 – Заклепочники

*Гребенки для ребер* (рисунок 4.25) применяются для восстановления межреберного расстояния у теплообменных поверхностей конденсаторов и испарителей, смятых при монтаже, обслуживании или ремонте.

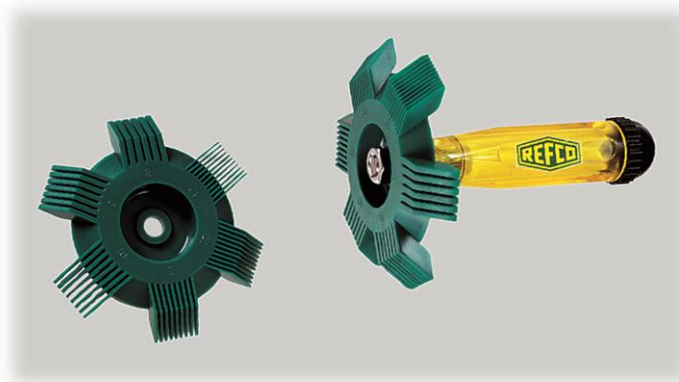


Рисунок 4.25 – Гребенка для ребер

Очевидно, что приведенный перечень оборудования и инструментов, используемых при сборке, эксплуатации и ремонте холодильных систем, не полон. Существуют также наборы инструментов, инструментальные сумки и чемоданы, содержащие количество различных инструментов, необходимых для выполнения указанных выше работ.

#### **4.4 Пайка медного трубопровода**

Медные трубы пригодны для всех типов трубных разводов: холодильных систем и агрегатов, отопления, горячего и холодного водоснабжения, транспортировки газа и жидкого топлива для отопительных котлов, солнечных и термальных отопительных систем.

Медные трубы отличаются особо высокой коррозионной стойкостью и пластичностью. Они имеют очень гладкие стенки: шероховатость стенок в 100 раз ниже, чем у стальных, и в 4...5 раз ниже, чем у полимерных. Их пропускная способность остается постоянно высокой весь период эксплуатации. Трубы выпускаются стандартных размеров: диаметр от 10 до 28 мм при толщине стенки около 1 мм и диаметром от 35 до 54 мм при толщине стенки около 1,5 мм. Необходимо отметить, что по сравнению со стальными, медные трубы имеют очень маленькую толщину стенки и соответственно увеличенный внутренний диаметр. При столь малой толщине стенки медные трубы рассчитаны на более высокое, чем у стальных, рабочее давление. Прочностные параметры и долговечность медных труб не зависят от давления и температуры транспортируемой жидкости (допустимый интервал температур от «минус» 100 до «плюс» 250 °С).

Трубы из меди технологичны: их легко резать и гнуть. Для устройства поворотов и ответвлений на трубопроводах из медных труб используют соответствующие медные фитинги.

*Подготовка труб к соединению.*

Перед соединением концы труб должны быть очищены от грязи и обезжирены. Чтобы грязь не попадала вовнутрь трубы, концы труб нужно закрыть временными полимерными заглушками. Резку труб осуществляют труборезом. Трубу необходимо резать строго под прямым углом с последующей обработкой от заусениц. Заусенцы на трубах, называемые «гратами», устраняют инструментом – шабером (рисунок 4.26). Неправильно отторцованную трубу подрабатывают напильником. Завальцованный или слегка смятый конец трубы расправляют соответствующей оправкой (калибром), придавая трубе правильную О-образную форму.



отрезать трубу



снять грат



зачистить внешнюю поверхность трубы



зачистить раструб фитинга

Рисунок 4.26 – Подготовка медных труб к соединению

От того на сколько правильно будет отпилен конец трубы зависит надежность всего соединения. В идеале, обрезанный конец должен иметь правильную круглую форму и ровный торец без заусениц. Зачистку поверхности трубы и внутренней поверхности фитинга делают стальной губкой, специальной салфеткой или мелкой шкуркой. Наиболее удобны специальные салфетки на нейлоновой основе, поскольку после них, в отличие от шкурки и стальной губки, не требуется удалять продукты зачистки, которые могут содержать остатки абразива или частицы стали. Чтобы не оставлять на трубах жирных пятен, после зачистки конца трубы и внутренней поверхности раструба, следует постараться избежать касания мест пайки пальцами рук. Гнуть трубы нужно трубогибом, только так можно обеспечить целостность внутреннего сечения трубы (рисунок 4.27).



Рисунок 4.27 – Сгибание трубы под необходимый радиус

Метод соединения медных труб и фитингов пайкой основан на капиллярном подъеме жидкости (расплавленного припоя) по тончайшему зазору между стенками труб. Различают два вида пайки медных труб: низко- и высокотемпературную пайку. Разница в пайках в основном зависит от температуры плавления припоя.

Для высокотемпературных паяк используют тугоплавкие стержневые припои, для низкотемпературных – мягкие припои, свернутые в бухточки. Соответственно, для нагревания труб при высокотемпературной пайке применяются ацетиленовые и пропановые горелки, для низкотемпературных, порой, достаточно огня от паяльной лампы.

Высокотемпературная пайка может применяться для всех видов медных разводов, включая коллекторы солнечного отопления, где трубы

могут нагреваться до 250 °С, низкотемпературная пайка более требовательна к температурам нагрева труб, тем не менее, ее с успехом применяют в системах горячего водоснабжения и отопления. Высокотемпературную пайку чаще используют при раструбных соединениях труб, а низкотемпературную – на соединениях труб фитингами с заплавленным в них припоем.

Для монтажа медных трубопроводов используют три вида труб: мягкие (R220), полутвердые (R250) и твердые (R290). В качестве параметра твердости (жесткости) предлагается предел прочности на разрыв в МПа (Н/мм<sup>2</sup>). Мягкие трубы продаются свернутыми в бухты, полутвердые и твердые – прямыми стержнями. Принципиальное различие в этих видах труб – это давление транспортируемой среды, которое могут выдержать трубы. Самое большое давление выдерживают твердые трубы (290 Н/мм<sup>2</sup>), самое низкое – мягкие (220 Н/мм<sup>2</sup>). Мягкие трубы легко подвергаются гибке и вальцовке.

При раструбной пайке (рисунок 4.28) используются мягкие, полутвердые либо твердые медные трубы с предварительно отожженным концом. Одному из концов трубы эспандером придают форму раструба, аналогичного раструбу канализационных труб, в него будет вставлен конец другой трубы. Необходимо помнить, что при отжиге концов твердых труб вы отпускаете металл, и труба в месте соединения приобретает свойства мягкой трубы. Это обстоятельство нужно учитывать при проектировании трубопровода по критериям давления.

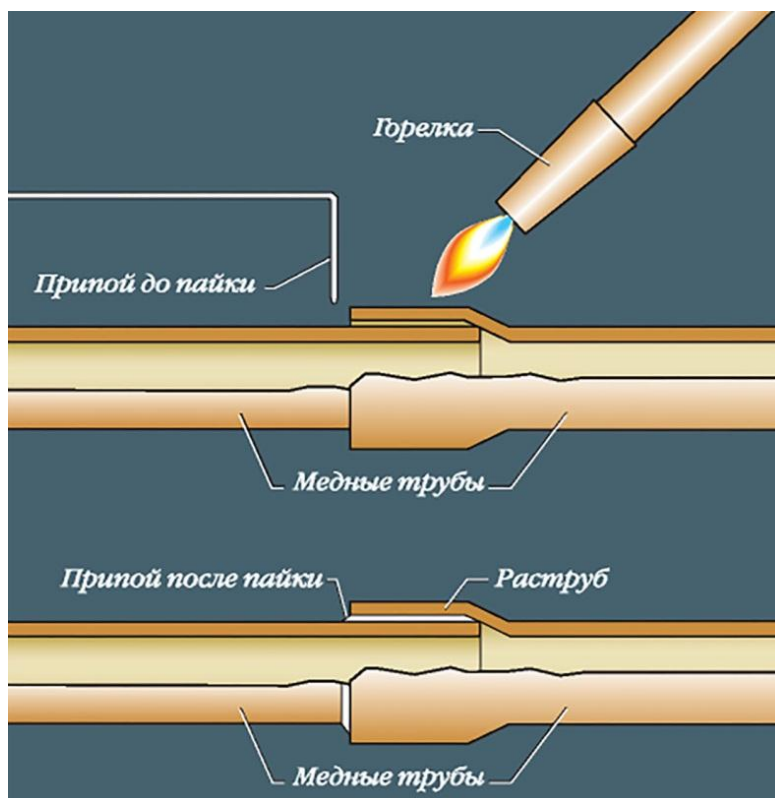


Рисунок 4.28 – Соединение медных труб раструбной пайкой



Для изготовления раструба нужно использовать только те головки, которые предназначены для данного диаметра трубы, тогда диаметр раструба автоматически получится чуть больше внешнего диаметра трубы. Обычно зазор между внутренними стенками раструба и внешними стенками вставляемой в раструб трубы составляет примерно 0,2 мм. Такой зазор обеспечивает «втягивание» расплавленного припоя и равномерное его распределение по всей внутренней поверхности раструба при любом положении трубы. Другими словами, пайка труб может производиться в любом положении, даже раструбом вниз, капиллярный зазор между трубами все равно «всосет» в себя расплавленный припой, который равномерно распределится по месту пайки.

Сегодня изготовители труб выпускают готовые фитинги и соединительные муфты, на которых уже сделаны раструбы (рисунок 4.29). Применение таких деталей делает трубопровод дороже, но зато полностью исключает «человеческий фактор», присутствующий при самостоятельном изготовлении раструба.



Рисунок 4.29 – Фитинги из меди и ее сплавов для раструбной пайки

Трубы в месте припоя покрывают флюсом (рисунок 4.30), который выполняет роль смазки для припоя и «протравки» (очистки металла) для меди.



Рисунок 4.30 – Покрытие труб флюсом и пайка

При высокотемпературной пайке с припоями из серебра или бронзы в качестве флюса используют буру. Ее смешивают с водой до получения вязкой кашицы. Существует большое разнообразие готовых флюсов для различных видов пайки и для соединения различных материалов. Флюс наносится без излишков только на поясok трубы, который будет сочленен с фитингом или раструбом, а не внутрь фитинга или раструба. После нанесения флюса рекомендуется сразу сочленить детали, чтобы исключить попадание на влажную поверхность посторонних частиц. Если по какой-то причине пайка будет происходить чуть позднее, то деталям лучше дождаться этого момента уже в сочлененном виде. Рекомендуется повернуть трубу в фитинге или раструбе, либо, наоборот, фитинг вокруг оси трубы, с тем, чтобы убедиться, что флюс равномерно распределился в монтажном зазоре и почувствовать, что труба достигла упора. Затем необходимо удалить тряпкой видимые остатки флюса с внешней поверхности трубы.

Для пайки медных труб используют прутки припоя из сплавов меди с добавлением серебра. После изготовления раструба либо при использовании готового фитинга с раструбом трубы вставляются друг в друга. Место соединения со всех сторон нагревается пропановой или ацетиленовой горелкой. Нагревание производится до тех пор, пока поднесенный и прижатый к раструбу пруток припоя не начнет плавиться. Время нагрева труб определяется по изменению их цвета – до достижения «красного свечения». Фитинги с резьбой для присоединения их к другим трубопроводам или к приборам изготавливаются из бронзы и латуни и требуют при пайке более длительного нагрева.

Для определения расхода припоя на одно соединение обычно пользуются следующим способом: пруток припоя сгибают в виде буквы Г, делая загиб чуть больше диаметра раструба. Как только место пайки будет прогрето до нужной температуры, припой прижимают к зазору между раструбом и вставленной в него трубой и ведут им вокруг трубы, не прекращая при этом нагревания соединения. Припой плавится и затекает в зазор. Нужно вплавить в зазор весь отогнутый конец припоя, не больше и не меньше. Увеличение расхода припоя ведет к тому, что он может протечь сквозь щель и заплавить внутреннее сечение труб, уменьшение расхода припоя приводит к непропаиванию соединения.

При пайке труб нужно соблюдать элементарные меры безопасности при работе с открытым огнем. Работать нужно в брезентовых рукавицах, лучше вдвоем с помощником, удержание трубы производить в удалении от места нагрева. При работе в одиночку для временного закрепления труб использовать струбины.

После остывания узел готов к эксплуатации – это самое надежное соединение медных труб и совсем несложное. Для нагревания труб нужно оборудование для газовой сварки. Иногда (для пайки соединений небольших диаметров) можно воспользоваться горячим воздухом мощного строительного фена, используя насадку, ограничивающую конус горячего воздуха, с тем, чтобы быстрее добиться нагрева. Другим способом нагрева без пламени являются электроконтактные устройства. Внешне они напоминают большие клещи со сменными головками для охвата труб разных диаметров.

По окончании пайки узла либо всего трубопровода его необходимо промыть, чтобы освободить внутренние полости от остатков флюса. Как уже говорилось, флюс работает не только смазкой для припоя, но и протравкой для меди, то есть по сути это агрессивный окислитель, следовательно, его необходимо удалить промывкой водой. С внешней поверхности труб вытекший флюс удаляют ветошью.

Пайка трубопроводов встык не допускается.

Если необходимо соединить детали встык, то производят не пайку труб, а сварку. В принципе делаются практически те же операции, что и при высокотемпературной пайке, за исключением того, что не требуется применения флюса, а нагрев труб и фитингов увеличивается до температуры плавления металла.

Для низкотемпературных паяк используют фитинги с заплавленным в них припоем. Внешне это такие же фитинги для раструбной пайки, но по поверхности раструба выдавлен поясок (рисунок 4.31), внутрь которого производители залили припой еще на стадии изготовления фитингов. В фитинг может быть залит как тугоплавкий, так и легкоплавкий припой, благодаря которому могут выполняться оба вида пайки. Однако, чаще всего, в фитинги заливают легкоплавкий припой, поэтому соединения на таких фитингах относят к категории низкотемпературных паяк.



Рисунок 4.31 – Фитинги с заплавленным в них припоем



Технология соединения медных труб на фитингах с заплавленным припоем еще проще, чем на обычных фитингах. Трубы и фитинги обрабатываются точно так же, как было описано выше. Затем трубы вставляются в фитинги или соединительные муфты. Фитинги нагреваются огнем паяльной лампы либо горячим воздухом строительного фена, припой, заложенный в фитингах, расплавляется и растекается по раструбу, спаивая детали (рисунок 4.32).

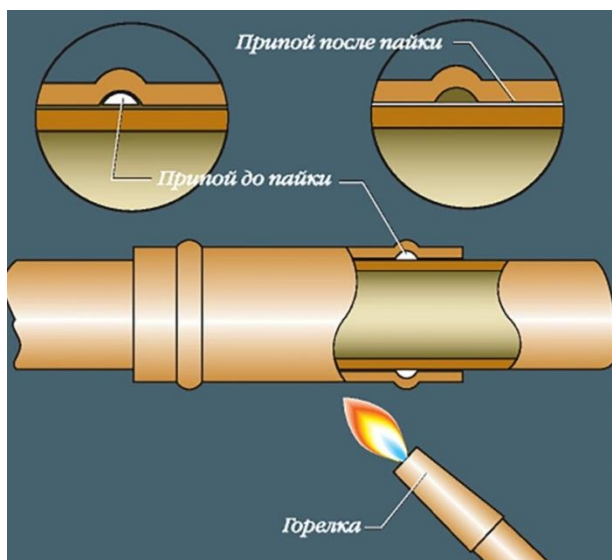


Рисунок 4.32 – Соединение медных труб фитингами с заплавленным в них припоем

## 4.5 Пусконаладочные работы

Пусконаладочные работы – это завершающая часть монтажа. При пусконаладочных работах систему испытывают на прочность и плотность, заправляют холодильным агентом, хладоносителем, циркуляционной водой, проверяют правильность подключения электродвигателей и приборов автоматизации, настраивают агрегаты на рабочий режим и запускают холодильную установку. Пусконаладочные работы выполняют наиболее квалифицированные специалисты. При пусконаладке можно использовать специальные инструменты, например холодильную линейку, переводящую давление в разнообразных системах в температуру в градусах Цельсия или Фаренгейта, таблицы термодинамических свойств, течеискатели, вакуумные насосы и т.д.

### 4.5.1 Испытания холодильной установки

Перед пуском в работу после монтажа, а также ремонта или остановки, длящейся более года, сосуды, аппараты и трубопроводы должны быть подвергнуты техническому освидетельствованию.

В состав технического освидетельствования сосудов, аппаратов и трубопроводов входят: наружный и внутренний осмотр (при наличии люков), пневматические испытания на прочность и плотность сосудов, аппаратов и трубопроводов (для фреоновых установок испытания проводят только на плотность из-за высокой текучести агента). Для вновь устанавливаемых сосудов и аппаратов, поставляемых в собранном виде и законсервированных, если соблюдены указанные в эксплуатационной документации условия и сроки хранения, испытания на прочность проводить не требуется. Новые сосуды и аппараты испытывают на плотность и прочность воздухом или инертным газом (азотом) под давлением, указанным в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Давление воздуха (инертного газа) для испытания на плотность и прочность холодильных аппаратов

<i>Область испытаний</i>	<i>Давление испытания (избыточное). МПа</i>	
	<i>пробное, на прочность</i>	<i>расчетное, на плотность</i>
Сторона низкого давления установок и сторона промежуточного давления двухступенчатых установок	2,0	1,6
Сторона низкого давления для установок с температурой окружающего (атмосферного) воздуха не более 32 °С	1,6	1,2
Сторона высокого давления для установок с водоохлаждаемыми и испарительными конденсаторами	2,0	1,6
Сторона высокого давления для установок с конденсаторами воздушного охлаждения	2,9	2,3
Сторона высокого давления для установок эксплуатируемых в условиях умеренной и холодной зоны при обеспечении температуры конденсации не более 50 °С (за счет подбора оборудования)	2,5	2,0

В качестве нагружающей среды при пневматическом испытании должен применяться воздух, осушенный до точки росы не выше «плюс» 4 °С, или инертный газ. Применение воды, аммиака или других газов и жидкостей в этих целях не допускается.

При испытании на прочность одного сосуда (аппарата) или трубопровода (участка) он должен быть отсоединен от других сосудов, аппаратов и трубопроводов с использованием межфланцевых металлических заглушек толщиной, рассчитанной на давление выше пробного в 1,5 раза. Заглушки должны иметь прокладки с хвостовиками, выступающими за пределы фланцев не менее 20 мм. Вместо заглушек запрещено использовать запорную арматуру, места расположения отмечают предупредительными

знаками и освобождают от людей. Всю запорную арматуру на сосуде (аппарате) и трубопроводе полностью открывают, сальники уплотняют, вместо регулирующих клапанов и измерительных устройств устанавливают монтажные катушки, врезки, штуцеры, бобышки для КИП заглушают, не рассчитанные на давление испытания отключают. Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами, прошедшими поверку, опломбированными, одинакового класса точности (не ниже 1,5), диаметром не менее 160 мм и шкалой на максимальное давление, равное  $4/3$  от измеряемого давления. Один манометр устанавливают у воздушного компрессора при баллонах с азотом после запорного вентиля, второй – на наиболее удаленном сосуде, аппарате или на трубопроводе.

Давление в сосудах, аппаратах и трубопроводах создается в зависимости от внутреннего объема установки воздушным компрессором или из баллонов. В малых фреоновых установках принято испытывать фреоном, но в связи с ограничениями, связанными с экологическими проблемами, рекомендуется вместо фреона использовать азот.

На фреоновых холодильных установках использовать для опрессовывания воздух, даже осушенный, нежелательно. Это связано с тем, что свойства ряда масел при контакте с воздухом ухудшаются, воздух для фреоновых установок следует использовать при уверенности в совместимости его с маслом. Распространенного способа вакуумирования установки и выдержки некоторого времени под вакуумом с контролем прироста давления без испытаний на плотность среди работающих с фреоном следует избегать. Безусловно, установка, вакуумированная и оставленная под вакуумом на некоторое время, будет в какой-то мере испытана на плотность, но арматура и уплотнения, а также сварные и паяные соединения, работающие под давлением, могут под вакуумом работать по-другому. Кроме того, воздух менее текуч и соединение, выдержавшее вакуум в течение длительного времени, даст течь после заправки фреоном. При вакуумировании перепад давления между атмосферным давлением и давлением в установке менее 0,1 МПа по сравнению с испытанием воздухом или азотом, когда достаточно выдержать 12 часов при испытании на плотность. Время корректного испытания установки под вакуумом не менее 144 часов. Кроме этого, в вакуумированную установку попадает влага из воздуха сквозь течи и неплотности.

Давление в сосуде, аппарате, трубопроводе поднимают до пробного со скоростью не более 0,1 МПа в минуту; при достижении 30 и 60 % от пробного, а также при рабочем давлении необходимо прекратить повышение давления и провести наружный осмотр системы. Под пробным (на

прочность) давлением сосуд, аппарат, трубопровод находится в течение не менее 5 мин, затем давление снижают до расчетного (на плотность) и осматривают систему. Плотность соединений проверяют мыльными растворами или течеискателями. При этом надо учесть, что при низких температурах мыльная пена не успевает пениться и замерзает на холодном металле. Для предотвращения замерзания в мыльный раствор добавляют гликоль, тосол или спирт. Для того, чтобы при пневматических испытаниях фреоновых установок на плотность воздухом или азотом использовать течеискатели, в систему необходимо добавить немного фреона.

Электронные течеискатели обладают высокой чувствительностью, поэтому фреон в воздух или азот можно добавлять в соотношении 1/100 по объему. Следует учесть, что азот при одной и той же температуре в несколько раз легче фреона, через некоторое время азот скопится вверху установки, а фреон – внизу. Таким образом, в верхней части установки по прошествии некоторого времени будет невозможно обнаружить утечки, поэтому начинать поиск утечек необходимо с верхних частей установки. Течеискателем, настроенным на среднюю чувствительность, необходимо проверить все фланцевые, сварные, штуцерно-ниппельные, вальцованные соединения. Иногда течеискатель, особенно такой, который настроен на высокую чувствительность, реагирует на посторонние газы. Поэтому надо несколько раз проверить сомнительные места, так как сквозняк или ветер на открытой площадке мог принести посторонний газ, на который реагирует течеискатель, в то время как течи нет. Не следует использовать для фреоновых установок, которые работают на холодильных агентах, не содержащих хлор (R134A и R404A), галоидную лампу, так как она реагирует на хлор, не содержащийся в таких агентах.

Испытания на плотность сосудов, аппаратов и трубопроводов проводят отдельно для сторон низкого и высокого давлений. Температура внутри системы и наружного воздуха для окончательных испытаний в течение не менее 3 ч должна устояться, и затек в течение не менее 12 часов проводят испытания на плотность. Изменение давления за это время не допускается, кроме вызванного естественным колебанием температуры окружающей среды. Результат испытаний считается положительным при отсутствии падения давления, видимых деформаций и разрывов. Результаты испытаний на прочность и плотность оформляются актом испытаний, который прилагается к паспорту на оборудование.

Кроме испытаний на прочность и плотность, аммиачные трубопроводы совместно с оборудованием подвергаются дополнительным испытаниям на герметичность – после промывки и продувки системы. Давление испытания

равно рабочему давлению, для вакуумных трубопроводов оно равно 0,1 МПа, продолжительность испытаний не менее 24 часов. Скорость падения при испытаниях не должна превышать 0,2 % в час.

После пневматических испытаний на плотность установку вакуумируют и оставляют под вакуумом в течение 18 часов при остаточном давлении 0,005 МПа. Давление необходимо фиксировать каждый час, повышение давления допускается до 50 % за первые 6 часов, остальное время давление должно быть постоянным. Вакуумировать установку холодильным компрессором нельзя, так как большинство современных компрессоров по конструктивным особенностям не предназначены для этого и могут быть повреждены. Для вакуумирования используют вакуумные насосы, присоединяемые шлангами к любому свободному ниппелю или специально выделенному для этих целей производителем оборудования штуцером, если это оговорено в документации. Контроль уровня вакуума производят по мановакуумметру; все манометры для холодильной техники имеют шкалу вакуума до «минус» 0,1 МПа. Следует использовать мановакуумметры для всасывающей стороны – сектор вакуума на шкале больше, поэтому показания будут точнее. Еще предпочтительнее использовать электронные вакуумметры или мановакуумметры.

Для удаления из системы окалины и мелких частиц, оседающих впоследствии на фильтрах и забивающих проходные отверстия приборов КИП и А и арматуры, до пневматических испытаний системы производят продувку воздухом или азотом под давлением, равным рабочему. В течение не менее 10 минут систему продувают, открыв все продувочные вентили, потом обязательно необходимо их прочистить, соленоидные вентили, нормально закрытые, открыть или снять, фильтры снять, заменив монтажными катушками.

Трубопроводы хладоносителя и подающие трубопроводы обратного водоснабжения должны подвергаться гидравлическим испытаниям на прочность и плотность. Испытания производят водой с температурой 5...40 °С. В зимнее время осуществляют меры против замерзания воды и надежное опорожнение трубопроводов после испытаний. Наиболее удобно испытывать систему, создавая необходимое давление (около 0,6 МПа) насосом и следя, чтобы его напор не превышал требуемого давления. Испытательное давление выдерживают 10 минут (испытание на прочность), затем снижают до рабочего и осматривают сварные швы (испытание на плотность). По окончании осмотра давление на 5 минут вновь повышают и вторично осматривают трубопроводы. При отсутствии видимых деформаций, течей и разрывов испытание считается удовлетворительным. Одновременное

гидравлическое испытание двух трубопроводов, лежащих на одной эстакаде, допускается, если это разрешено проектом. Открытые баки для воды и хладоносителя проверяют наполнением водой, сливные трубопроводы оборотного водоснабжения так же испытывают под налив.

#### **4.5.2 Заправка системы холодильным агентом, маслом и хладоносителем**

После испытаний на плотность и прочность, устранения всех течей установку вакуумируют, заправляют маслом, холодильным агентом, контур хладопосителя – хладоносителем и систему оборотной воды – водой (для систем пассивного охлаждения).

##### *Заправка маслом.*

При работе с небольшими фреоновыми установками следует учесть, что компрессоры поступают заправленными маслом. Вместе с тем, если в смотровом глазке не видно уровня масла, следует проверить его, отвинтив пробку внизу картера (в случае герметичных компрессоров без глазков по наличию плеска). Случается на заводах перезаправляют компрессор выше глазка и уровня не видно.

Крупные агрегаты приходят без заправки маслом, их следует заправлять перед заполнением системы холодильным агентом. Для этого к штуцеру в картере или маслоохладителе присоединяют шланг, второй конец которого опускают в бочку или в канистру.

Важно не допустить попадания воздуха в систему. Для этого следует контролировать уровень масла в заправочной емкости и перекрыть вентиль или ниппель, когда масло в емкости закончится.

Обычно компрессор заправляют до 3/4 смотрового глазка либо до риски, нанесенной на стекле: там показаны положения минимальной и максимальной заправки. Нормальная заправка находится между ними.

Уровень масла при работе установки может сильно колебаться. На некоторых компрессорах конструкция масляного насоса, когда нагнетательная трубка направлена прямо в стекло, не позволяет контролировать уровень масла во время работы, поэтому его следует проверять в период остановки.

Большие агрегаты целесообразно заправлять через специально предусмотренный в схеме холодильной установки масляный насос.

В ряде холодильных установок предусматриваются целые маслозаправочные станции, оборудованные насосами, манометрами, датчиками уровня и арматурой.

Следует знать, что холодильные масла должны находиться на открытом воздухе не более 10 минут, иначе они успевают набрать влагу из воздуха, которая, возможно, не будет поглощена фильтром-осушителем и замерзнет в дросселирующем органе. Надо учитывать, что масла различных фирм имеют различные антикислотные и противоизносные добавки, поэтому масла, даже одинаковые по свойствам, нельзя смешивать. Синтетические масла, загрязненные минеральным маслом, теряют смешиваемость с фреоном, поэтому даже манометры, не говоря о заправочных шлангах и емкостях для масла, необходимо иметь под каждый тип масла и хладагента.

#### *Заправка систем холодильным агентом.*

В зависимости от емкости установки, заправку холодильным агентом производят из цистерн или баллонов. Для этого в системе предусмотрен заправочный коллектор, специальный вентиль или ниппель.

Заправку производят в линейный ресивер, жидкостной ресивер или в конденсатор. Следует учесть, что чиллеры, сплит-системы и моноблоки обычно имеют заводскую заправку маслом и холодильным агентом. Для того, чтобы проверить заправку, следует присоединить к ниппелю манометр и, учитывая температуру окружающего воздуха, проверить давление в системе. Установка находится при температуре окружающего воздуха, поэтому холодильный агент внутри находится при температуре окружающего воздуха. Температурная шкала соответствующего хладагента на манометре должна показать температуру окружающего воздуха. Если температуры, а следовательно, и давления отличаются, то машина либо не заправлена, либо заправлена инертным газом.

Перед заправкой надо проверить, все ли манометры и приборы автоматизации на месте, сняты ли заглушки на нагнетании и всасывании компрессора, так как все это грозит потерей холодильного агента. Смесевые неазеотропные и азеотропные холодильные агенты (R404A) заправлять можно лишь по жидкой фазе: баллон подключают к жидкостному ресиверу и установку заправляют жидким холодильным агентом. В противном случае более легко кипящий компонент попадет в систему в большей мере, смесь в установке будет иметь отличные от холодильного агента свойства и не обеспечит необходимых температур и производительности.

Холодильные агенты, являющиеся одним веществом (R134A, R22), и азеотропные смеси (R502) можно заправлять по жидкой и газообразной фазам. При заправке по газообразной фазе баллон присоединяют к всасывающей линии работающей холодильной установки, и компрессор отсасывает из баллона пары агента в систему. Для ускорения заправки не следует греть баллон факельной горелкой или ставить баллон в горячую

воду. Холодильные установки заправляют по массе, для чего используют весы, входящие в состав заправочной станции (см. рисунок 4.4).

В документации к холодильному оборудованию указана масса заправки. В случае отсутствия таких данных следует просчитать внутренний объем аппаратов (в  $\text{м}^3$ ), умножить его на плотность холодильного агента (в  $\text{кг}/\text{м}^3$ ) и получить массу заправки (в кг). При кажущейся сложности такого расчета он прост и поможет впоследствии избежать дозаправки или слива агента.

Для заправки из баллона на резьбовой штуцер навинчивают заправочный шланг, второй конец шланга присоединяют к системе, но гайку до конца не завинчивают и ставят баллон на весы. Перед заправкой необходимо продуть шланг от воздуха, для чего открывают на баллоне вентиль, и воздух выдавливается холодильным агентом из шланга, после чего гайку завинчивают. Заправочные вентили или ниппели на холодильной установке открывают, и по шлангу холодильный агент перетекает из баллона в систему, по весам контролируют массу заправленного агента. Более грамотно использовать не просто шланг, а заправочный коллектор и заправочные весы, при этом баллон шлангом присоединяют к штуцеру заправочных весов, вторым от весов – к среднему штуцеру коллектора, третьим шлангом – к системе. Таким образом, заправка превращается в строго контролируемую процедуру, не допускающую случайностей. На пульте весов вводят необходимую массу заправки. Соленоид внутри весов открывается, и агент подается на коллектор. Открыв вентиль на коллекторе, соединяют баллон с системой и производят заправку, контролируя давление по манометру. Соленоид в весах автоматически закроется, когда масса заправленного агента будет равна заданной.

Вместо весов можно использовать зарядный цилиндр, но там заправку производят по объему. На прозрачном цилиндре нанесены отметки для различных холодильных агентов, по аналогии с мерным стаканом.

На крупных фреоновых системах следует предусмотреть варианты заправки из различных баллонов и бочек. Для этого необходимо впаять в систему несколько ниппелей для баллонов на 13,7 кг с отсекающими вентилями, так как в случае течи в ниппеле вся система разгерметизируется. Кроме ниппелей, впаяв медную трубку диаметром 6 мм и запорный вентиль, следует предусмотреть штуцерно-ниппельное соединение 3/4" для присоединения крупных баллонов и бочек.

Следует выполнить все инструкции заводов-изготовителей по заправке и опорожнению оборудования. При заправке холодильным агентом удобно пользоваться линейкой, переводящей давление в температуру (рисунок 4.33).



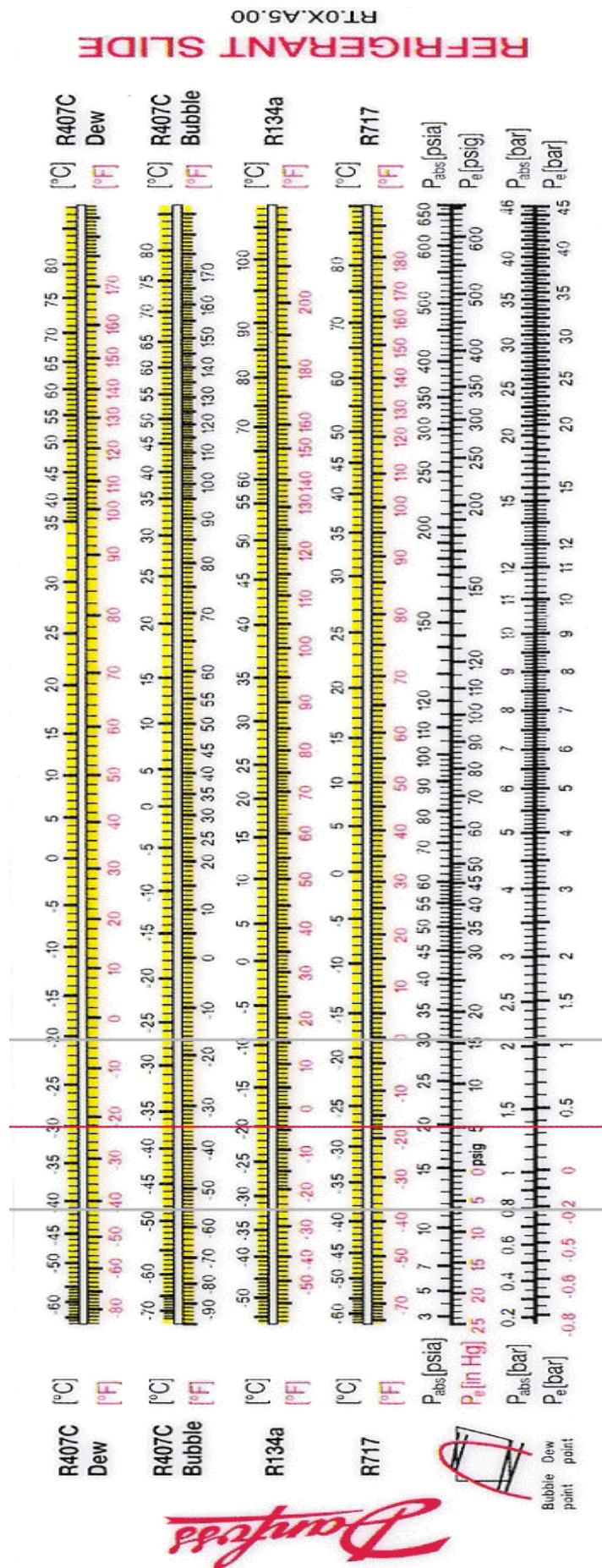


Рисунок 4.33 –Линейка с номограммой давление-температура

На манометрах зачастую не бывает температурной шкалы, поэтому линейка помогает быстро перевести давление в температуру.

Кроме того, она компактна, имеет различные шкалы давлений и температур и выполнена для различных холодильных агентов, в том числе аммиака.

Существуют приложения с аналогичным содержанием на планшеты и мобильные телефоны, позволяющие иметь доступ к необходимой информации.

#### *Заправка систем хладоносителем.*

Заправку систем хладоносителем производят через специально предназначенные для этого штуцеры или непосредственно в бак хладоносителя.

Контур оборотного водоснабжения заполняют водопроводной водой, прошедшей систему очистки и водоподготовки. Это позволяет предотвратить отложение водяного камня на внутренних поверхностях теплообменников, маслоохладителей и градирен.

При заполнении в зимнее время системы оборотного водоснабжения обогреватели поддонов конденсаторов и градирен, встроенных в испарительные конденсаторы насосов, необходимо включить заранее.

### **4.5.3 Проверка правильности подключения силовых и сигнальных кабелей**

После подключения силовых и сигнальных кабелей следует проверить правильность их подключения. Для этого применяют тестер с функцией прозвонки. Данная операция проводится парой специалистов: один ставит в щите временную перемычку, а второй находится у агрегата или прибора. В случае если кабели подключены от соответствующего агрегата или прибора в нужные клеммы, временную перемычку снимают и переходят к следующим кабелям. Это позволит проверить правильность монтажа и избежать выхода из строя дорогостоящего оборудования.

Затем проверяют правильность направления вращения валов электродвигателей холодильного агрегата. При этом муфты компрессора и электродвигателя должны быть разъединены, и электродвигатель запускают отдельно. В документации изготовителя оборудования указано правильное направление вращения электродвигателя. В случае если при пробном запуске двигатель крутится в обратную сторону, следует перекинуть фазы в силовом щите или в клеммной коробке электродвигателя (обычно это проще сделать в щите). Направление вращения важно для винтовых и спиральных

компрессоров, для поршневых компрессоров направление вращения не имеет значения.

Направление вращения вентиляторов легко определяется при кратковременном пуске.

Для определения направления вращения электродвигателя герметичного насоса необходимо снять пластиковую защитную муфту в месте стыковки вала насоса и электродвигателя.

#### 4.5.4 Программирование процессоров

В качестве примера рассмотрим описание модуля управления GALA-KOOL (рисунок 4.35), используемого на холодильных установках, производимых ОАО «Гомельагрокомплект».



Рисунок 4.34 – Модуль управления GALA-KOOL

Блок управления обслуживается четырьмя кнопками: «Охлаждение», «Перемешивание», «Вверх» и «Вниз».

Наряду с отдельными функциями кнопок можно путем одновременного нажатия кнопок «Охлаждение» и «Перемешивание» (далее называя эту комбинацию – кнопка «Регистрации») записать в память прибора основные параметры, а путем одновременного нажатия кнопок «Вверх» и «Вниз» (далее называя эту комбинацию – кнопка «Переключения») переключать индикацию в определенных ситуациях управления.

Время реакции кнопок «Вверх» и «Вниз» составляет 0,25 секунды, а «Охлаждение» и «Перемешивание» – 2 секунды. При изменении регулируемых параметров кнопками «Вверх» и «Вниз» значение, начинающееся с однозначного десятичного разряда, увеличивается или уменьшается. При удержании кнопки изменяющийся параметр достигает следующей позиции десятичного разряда, происходит обработка десятичных и сотых. Эта функция используется для установки необходимого значения параметра.

Нажатием кнопки «Регистрации» перенимается в общем один регулируемый параметр в качестве новой настройки. Как подтверждение команды индикатор переключается к следующей ситуации управления.

Заводская настройка регулируемых основных параметров содержит в отдельности следующие значения:

задержка включения холодильного агрегата – 0 минут;

время ручного перемешивания – 10 минут,

заданный параметр – «плюс» 4 °С.

*Индикация фактической величины*

При понижении значения индицируемой на табло фактической величины более чем на 2 °С от актуального заданного параметра, начинает мигать индикация. При достижении значением фактической величины температуры «минус» 12 °С, или же при поломке чувствительного элемента на табло высвечивается код ошибки «ЕС.1».

При превышении значением фактической величины температуры «плюс» 67 °С или при коротком замыкании чувствительного элемента на табло высвечивается код ошибки «ЕС.2».

В обоих случаях автоматически отключается охлаждение, а с задержкой в 2 минуты – и мешалка. После этого можно стартовать аварийную программу.

*Включение модуля.*

В течение 12 секунд после включения прибор производит инициализирование. При этом табло показывает «88.8» и все световые диоды включены. В рабочую память загружаются из запоминающего устройства все начальные параметры и программа, которая была выбрана перед потерей сети. По окончании инициализирования прибор начинает работать там, где был прерван потерей сети, за исключением случая, если перед потерей сети работала аварийная программа.

Во время инициализирования управление и функция перемешивания выключены и прибор не управляется.

*Рабочее положение «Stand-By» («Готов к работе»).*

В положении «Stand-By» табло показывает фактическую величину, светится диод «°С», а остальные выключены. Управление и функция перемешивания не активны.

При превышении значения фактической величины температуры «плюс» 40 °С начинает медленно мигать лампочка-диод «°С» как знак достигнутой температуры мойки. Эта пометка удаляется переключением в программу «Охлаждение», «Ручное перемешивание» или при индикации одного из кодов ошибки.

*Рабочее положение «Kuhlen» («Охлаждение»).*

Переключение в программу «Охлаждение» производится нажатием кнопки «Охлаждение». Перед стартом самой программы охлаждения возможна настройка важных для охлаждения параметров: автоматическая задержка включения холодильного агрегата и заданный параметр.

После переключения из режима «Stand-By» в программу «Охлаждение» табло показывает начальную настройку автоматической задержки включения холодильного агрегата. Лампочка кнопки «Охлаждение» светится, лампочки «SET» и «Часы» мигают быстро, а кнопками «Вверх» и «Вниз» возможна настройка автоматической задержки включения холодильного агрегата между 0 и 60 минут. Нажатием кнопки «Регистрации» индицируемая величина автоматической задержки включения холодильного агрегата перенимается, как новый начальный параметр и действительна одновременно для актуальной программы. В подтверждение регистрации табло переключается к индикации заданного параметра.

При не нажатии кнопки «Регистрации» сохраняется последнее значение начальной настройки. 7,5 секунды после последнего обслуживания прибор переключает к индикации заданного параметра и использует индицируемое значение как автоматическую задержку включения холодильного агрегата для актуальной программы.

При индикации заданного параметра также индицируется сначала начальная настройка. Лампочка кнопки «Охлаждение» светится, лампочки «°C» и «SET» мигают быстро, и заданный параметр может быть изменен согласно конфигурированному диапазону заданного параметра.

Регистрация как начальная настройка или актуальный заданный параметр проводится аналогично предыдущей регистрации.

После окончания обработки заданного параметра начинается отсчет запрограммированного времени автоматической задержки включения холодильного агрегата, представленный индикацией заданного параметра на табло, светящимися лампочками-диодами кнопки «Охлаждение», «°C», и медленно мигающим диодом «Часы».

После окончания отсчета времени автоматической задержки включения холодильного агрегата, происходит автоматическое переключение в программу «Охлаждение активно».

Для установки нового времени автоматической задержки включения холодильного агрегата или нового заданного параметра можно прервать отсчет времени автоматической задержки или программу «Охлаждение активно» нажатием кнопки «Переключения».

При этом исходными параметрами для настройки служат не начальные параметры, а актуальные.

Таким образом, при индикации автоматической задержки включения холодильного агрегата высвечивается остаточное время до старта, а при прохождении программы «Охлаждение активно» высвечивается «0».

Изменение автоматической задержки включения холодильного агрегата в последнем случае вызывает новый старт времени автоматической задержки включения холодильного агрегата.

При прохождении программы «Охлаждение активно» регулировка и функция перемешивания деактивированы. Нажатием кнопки «Охлаждение» можно переключиться из любой ситуации управления в положение «Stand-By».

*Рабочее положение «Охлаждение активно».*

В программе «Охлаждение активно» табло показывает фактическую величину, непрерывно светятся лампочка «°C» и кнопка «Охлаждение», а лампочка «Часы» гаснет после истечения времени автоматической задержки включения холодильного агрегата. Изменение автоматической задержки включения холодильного агрегата или заданного параметра возможно переходом кнопкой «Переключения» в программу «Охлаждение».

Управление активно и производится в 2-х точечном режиме с гистерезисом в 0,5. При достижении заданного параметра охлаждение выключается. При соответствии фактической величины заданному параметру «плюс» 0,5 °C охлаждение включается.

Для предотвращения пика электрического напряжения включение мешалки проводится с задержкой в 10 секунд после охлаждения. Мешалка работает одновременно с активным охлаждением.

После отключения охлаждения мешалка работает еще 2 минуты.

В программе «Охлаждение активно» при выключенном охлаждении мешалка работает в программном режиме. Начиная с перерыва, во время которого мешалка выключена, она переменнo включается и выключается. Начальная настройка, которую можно изменить, имеет интервалы 1 минуты работы и 15 минут перерыва. Нажатием кнопки «Охлаждение» можно переключиться в положение «Stand-By».

*Рабочее положение «Rühren» («Перемешивание»).*

Из положения «Stand-By» при отсчете автоматической задержки включения холодильного агрегата, а также из программы «Охлаждение активно» можно нажатием кнопки «Перемешивание» включить ручное управление работой мешалки.



Управление мешалкой через включенное охлаждение при этом не активно. Обслуживание проводится аналогично прохождению программы «Охлаждение».

После старта табло показывает начальную настройку времени перемешивания, светится лампочка кнопки «Перемешивание» и «SET», а лампочка «Часы» быстро мигает.

Индикацию можно изменить кнопками «Вверх» и «Вниз» в интервале 0...60 минут и 0...99 минут замечающие непрерывное перемешивание и нажатием кнопки «Регистрация» записать в память, как новый начальный параметр.

При не нажатии кнопки «Регистрация» индицируемое значение действительно для актуального прохода программы. 7,5 секунды после последнего обслуживания прибор переключает к индикации заданного параметра. Лампочки, кнопки «Перемешивание» и «°C» светятся и прибор включает мешалку до истечения индицированного перед этим времени перемешивания.

Во время настройки времени перемешивания невозможно переключиться в рабочее положение «Охлаждение». Мешалка выключается автоматически после истечения времени перемешивания, или же в любое время вручную нажатием кнопки «Перемешивание».

#### *Аварийная программа.*

Аварийную программу можно стартовать нажатием кнопки «Перемешивание» после появления ошибки чувствительного элемента (индикация мигающего кода ошибки).

После старта аварийной программы табло показывает начальную настройку времени охлаждения (перенятую из начальной настройки для времени перемешивания), лампочка кнопки «Перемешивание» светится, а лампочки «Set» и «Часы» быстро мигают. Индикацию можно изменить кнопками «Вверх» и «Вниз» в интервале 0...60 минут и 0...99 минут замещающая непрерывное охлаждение. В отличие от программы «Перемешивание» нельзя записать настроенную величину в память как новый начальный параметр.

7,5 секунды после последнего обслуживания прибор переключает к индикации кода ошибки, лампочка кнопки «Перемешивание» светится и прибор включает охлаждение до истечения индицированного перед этим времени.

Мешалка включается с запаздыванием в 10 секунд и выключается с запаздыванием в 2 минуты. Аварийная программа отключается автоматически после истечения времени, или же в любое время вручную

нажатием кнопки «Перемешивание», выключая тем самым охлаждение и мешалку.

В отличие от всех программ нормального режима аварийная программа не запускается автоматически после потери напряжения сети.

Каждый производитель систем автоматики и управления имеет подробное описание по программированию процессоров, представители компаний регулярно проводят обучающие семинары и выставки по пользованию выпускаемого ими оборудования.



## **5 Техническое обслуживание, ремонт и управление работой холодильного оборудования**

### **5.1 Общие положения**

Техническое обслуживание – совокупность действий, позволяющих поддерживать или восстанавливать необходимое состояние устройства, механизма, сооружения или его способность к выполнению определенных функций. Другими словами, это комплекс работ (услуг) по созданию условий, направленных на повышение эффективности использования оборудования и поддержание его в работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

Согласно этим определениям технического обслуживания оборудования объединяет две возможные операции: с одной стороны, это собственно техническое обслуживание, позволяющее поддерживать оборудование в состоянии, позволяющем продолжать непрерывную нормальную работу, а с другой стороны, это ремонт, обеспечивающий восстановление нормальной работоспособности после отказа или аварии.

Одними из основных функций (услуг) системы технического сервиса являются:

- организация и выполнение услуг (работ) по обеспечению (снабжению) потребителей оборудованием, запасными частями к ним, материалами;
- предпродажная подготовка оборудования (досборка, регулирование, обкатка, заправка смазочными материалами и др.);
- монтаж и пусконаладочные работы;
- создание материально-технической базы по техническому обслуживанию и материально-техническому обеспечению;
- организация и выполнение технического обслуживания, хранения и ремонта оборудования в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации, восстановление изношенных и изготовление новых деталей, утилизация;
- обучение потребителей правилам эксплуатации оборудования;
- информационно-консультативное обеспечение, в том числе нормативно-технической документацией, учебной и другой технической литературой, наглядными пособиями, оборудованием для диагностирования, технического обслуживания, ремонта и хранения;

Эффективное развитие и функционирование системы технического сервиса в первую очередь зависит от уровня развития первичного производства – производителей сельскохозяйственной продукции, масштабов

и эффективности их деятельности, наличия и состояния внутривладельческой ремонтно-обслуживающей базы, развитости межхозяйственной кооперации в плане ремонтно-технических мероприятий и др.

Как показывает практика производственно-технического обслуживания, в технически развитых странах с рыночной экономикой распространены три основные формы организации технического сервиса: непосредственно фирмами-изготовителями (фирменный технический сервис), через посреднические фирмы, силами самого потребителя.

Технический сервис считается фирменным, если он выполняется представителями завода-изготовителя или объединения (фирмы), изготавливающего данную продукцию, а также в тех случаях, когда они участвуют в создании сети дилеров и сервис структур в качестве учредителя.

Фирма-изготовитель оборудования организует сервис таким образом, чтобы от потребителей не было никаких претензий. При этом любые неисправности оборудования должны устраняться в течение 2 суток в любой географической точке.

Основными исполнителями фирменного технического сервиса являются (рисунок 5.1):

- главный центр технического сервиса – как правило, один в составе завода-изготовителя на всю страну или группу стран (отдел сбыта и сервиса);
- региональный центр технического сервиса – обычно один на регион (район, область);
- официальный дилер или сервисный участок завода-изготовителя – как правило, один на группу сельскохозяйственных организаций.

Главный центр фирменного технического сервиса осуществляет оптовую торговлю основным оборудованием и запасными частями, координацию и организацию работы региональных центров технического сервиса, изучение конъюнктуры рынка, координацию заказа на производство оборудования и запасных частей, выполнение исследований и конструирование нового оборудования.

Региональный центр фирменного технического сервиса проводит исследование конъюнктуры рынка услуг, рекламу, торговлю оборудованием и запасными частями, все виды технического обслуживания и ремонта, восстановление деталей и узлов, модернизацию и утилизацию оборудования, обучение ремонтно-обслуживающего персонала.

Дилер или сервисный участок осуществляет торговлю оборудованием и запчастями, текущий ремонт и техническое обслуживание, обучение владельцев техники, накопление и обработку информации о качестве оборудования и требований к ним.

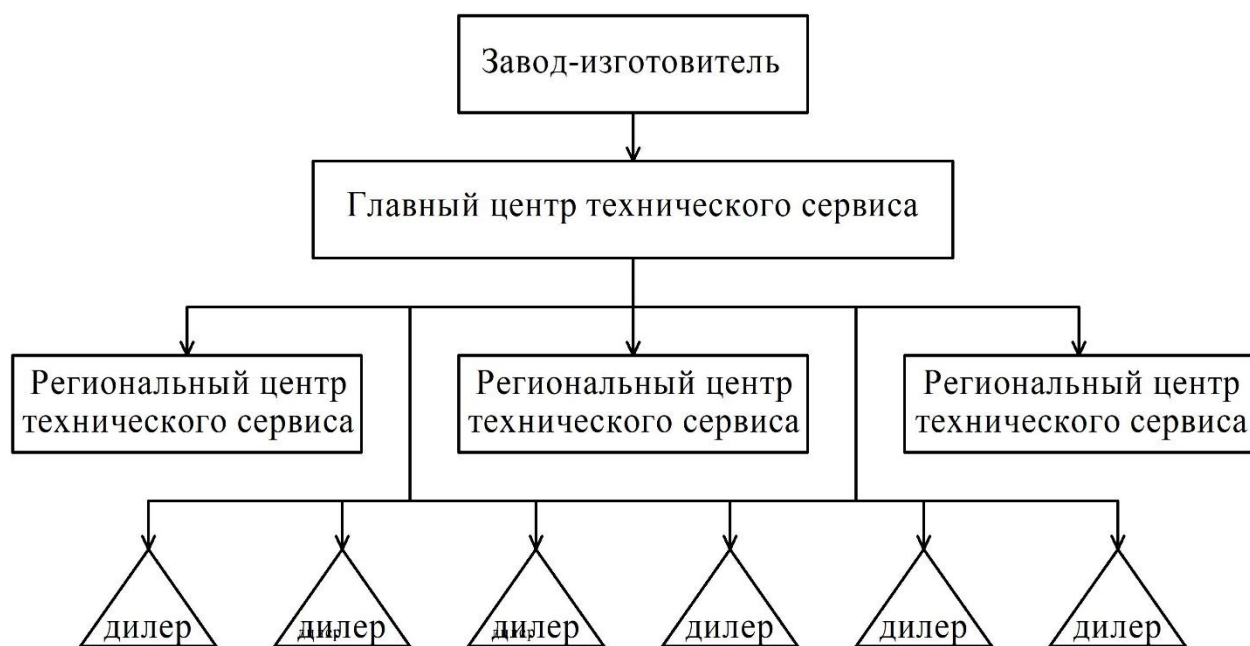


Рисунок 5.1. – Организационно-иерархическая структура фирменного технического сервиса

Региональный центр технического сервиса является собственностью завода-изготовителя или создается в форме акционерного общества, в котором основным учредителем является изготовитель оборудования, при этом действует от его имени, но за свой счет.

В свою очередь дилеры фирменного технического сервиса, как правило, не зависят друг от друга, но каждый из них подчиняется своему региональному центру и специализируется в зависимости от количества оборудования определенной марки в районе или на конкретном виде или группе выпускаемого заводом-изготовителем. Причем такое построение не исключает возможности их объединения, взаимной согласованной совместной работы.

Организационно-иерархическая структура фирменного технического сервиса, представляющая собой вертикальный канал распределения материально-технических ресурсов и услуг, является системой с внутренним самоконтролем, так как все ее составляющие совместно работают на единую экономическую цель и заинтересованы в реализации на рынке сельскохозяйственных машин как можно большего количества своего оборудования под единым началом завода-изготовителя. Это определяет рациональность и высокую эффективность функционирования данной организационной формы агротехсервиса.

Другой современной формой организации технического сервиса является система, в которой основным исполнителем всего комплекса работ по обслуживанию сельскохозяйственных товаропроизводителей выступают

независимые посреднические фирмы (дилеры) и специализированные фирмы по восстановлению и капитальному ремонту оборудования.

Дилер при такой форме организации технического сервиса является юридически и экономически самостоятельной фирмой, которая осуществляет хозяйственную деятельность по лицензии какой-нибудь крупной компании, организуя реализацию изготавливаемого ею оборудования и их сервис на свой страх и риск.

В отличие от фирменного технического сервиса при обслуживании потребителей оборудования только посредством независимых дилеров к функциям последних относится практически весь перечень работ и услуг, который выполняется на различных уровнях фирменного техсервиса. Основными видами деятельности дилера, в частности, являются поставка нового оборудования, торговля запасными частями, текущий ремонт и техническое обслуживание и др. При этом дилер, реализующий новое оборудование, несет ответственность перед фирмой-изготовителем за ее гарантийное обслуживание.

Сложная часть работ по обеспечению работоспособности оборудования: капитальный ремонт, восстановление изношенных деталей и агрегатов, электрооборудования выполняется специализированными производствами.

Следует отметить, что около 90 % компаний-изготовителей США организуют продажу, техническое обслуживание оборудования и поставку запасных частей через сеть независимых дилерских пунктов. При этом наблюдается переход от фирменного обслуживания к обслуживанию дилерскими компаниями, поддерживающими договорные отношения с несколькими заводами-изготовителями (мегадилеры). Возникновение последних объясняется тенденцией к слиянию фирм-изготовителей оборудования, а также уменьшением общего числа потребителей, что заставляет дилеров, специализирующихся на продаже и обслуживании отдельных марок оборудования, расширять сферу своих услуг. Кроме того, этот процесс носит объективный характер концентрации, заключающийся в модернизации своей сбытовой сети некоторых компаний, которые переносят основное внимание на работу с крупными дилерами, что позволяет рационально использовать усилия и финансовые средства и сосредоточить их там, где они дают лучшие результаты.

Изучение показало, что организационная форма обслуживания потребителей только посредством небольших дилерских предприятий предполагает незначительный радиус зоны обслуживания, как правило, не превышающий 30...40 км, что позволяет вести достаточно оперативное

обслуживание потребителей услуг. В то же время, если технический сервис осуществляется крупными дилерскими компаниями (мегадилерами) с зоной обслуживания более 80 км, между дилерами и потребителями появляются посредники, которые реализуют запасные части, а также производят ремонт оборудования непосредственно у потребителя. Причем, как показывает практика, последняя форма обслуживания с участием посредника получает все большее распространение и позволяет компенсировать снижение оперативности деятельности дилеров в связи с их укрупнением, и вместе с тем удешевляет услуги по ремонту.

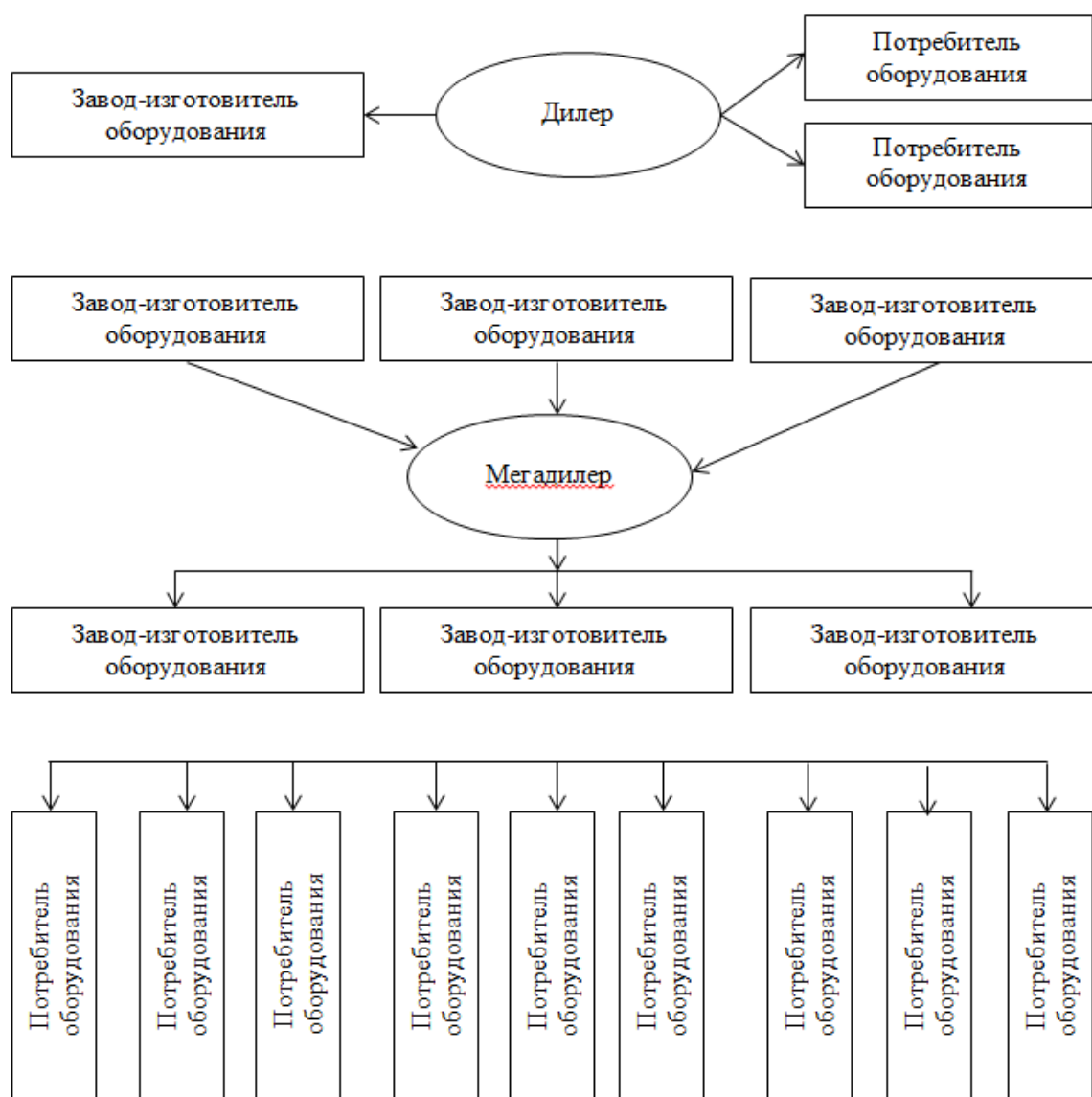


Рисунок 5.2. – Формы дилерского обслуживания

Проведение ремонтно-обслуживающих мероприятий собственными силами сельхозпроизводителей, как разновидность технического сервиса, связана, в первую очередь, с масштабами и экономической эффективностью их деятельности. Это обусловлено тем, что при значительных объемах

производства сельскохозяйственной продукции, а, следовательно, и многочисленном парке оборудования более целесообразно проводить, например, текущий ремонт и все виды технического обслуживания на собственной ремонтно-обслуживающей базе, оснащенной необходимым оборудованием и персоналом, и использовать услуги сервисных организаций для выполнения работ, связанных с восстановлением ресурса сложного оборудования.

В то же время в сравнительно небольших хозяйствах более половины всех работ по ремонту и обслуживанию собственного оборудования выполняется самостоятельно. Однако это обычно приводит к большим затратам в долгосрочном периоде, которые обусловлены невысоким качеством ремонтно-обслуживающих работ, что сокращает ресурс и надежность оборудования, а следовательно увеличивает потери конечной продукции.

Вместе с тем, в каждом административном районе республики имеется производственно-технический потенциал, включающий в себя специализированные или общего назначения мастерские и станции технического обслуживания, сложились кадры высококвалифицированных специалистов. Рациональное использование этого потенциала в интересах сельских товаропроизводителей может и должно дать ощутимый положительный результат. Наличие специального оборудования и профессиональных кадров позволяет районным сервисным предприятиям выполнять на высоком уровне такие работы, которые многим хозяйствам не под силу. Более того, они по своему положению могут играть роль ключевого звена во всей системе технического сервиса в агропромышленном комплексе (АПК).

Основной функцией специализированных ремонтных предприятий должно являться высокое качество отремонтированной продукции, обеспечивающей безотказность и ресурс на уровне новых, снижение себестоимости ремонтных работ до нормативных значений.

Таким образом, основными направлениями совершенствования организации системы технического сервиса на современном этапе развития сельскохозяйственного производства являются:

- обязательное участие заводов-изготовителей в выполнении всего комплекса работ технического сервиса для полного и своевременного удовлетворения потребностей товаропроизводителей во всех отраслях АПК;
- применение экономического механизма, базирующегося на принципах хозяйственного или коммерческого расчета, с широким

разнообразием функций, форм собственности и организации труда при взаимной заинтересованности сторон;

- оптимизация размещения сети предприятий и производств технического сервиса с целью исключения монополизма в этой сфере;

- совершенствование организационных форм и технологий ремонта и технического обслуживания оборудования в связи с обеспечением их надежной и эффективной работы, использование положительного отечественного и мирового опыта в данной сфере;

- создание свободного выбора исполнителей ремонтно-обслуживающих работ за счет развития рынка услуг, состязательности в деятельности ремонтно-обслуживающих предприятий и производств всех уровней;

- приведение в соответствие со спросом на услуги структуры действующих мощностей ремонтно-обслуживающей базы АПК, включая внедрение научно-технического прогресса с учетом технической, экономической и социальной политики в новых условиях хозяйствования;

- оказание услуг с целью продления срока службы оборудования, приобретение их у потребителя после срока эксплуатации, восстановление и продажа по льготным ценам с гарантией;

- своевременное обеспечение потребителей запасными частями, отремонтированными узлами и агрегатами;

- углубление кооперации между ремонтно-обслуживающими предприятиями и заводами-изготовителями машин, развитие новых организационных форм оказания услуг (межхозяйственных ассоциации по производственно-техническому обслуживанию, региональные технические центры), применение дилерской модели в предоставлении услуг потребителям и др.

Стратегия развития ремонтно-обслуживающего производства должна иметь поэтапное построение, имея конечную цель – организацию высокоэффективной системы технического сервиса.

## **5.2 Договор на техническое обслуживание оборудования**

В случае привлечения сторонней специализированной организации для проведения технического обслуживания и ремонта холодильного оборудования должен быть заключен договор, содержание которого крайне важно, поскольку он будет регулировать отношения между сторонами. Рекомендуемая форма договора представлена в приложении Ж.

Помимо общих условий, договор содержит частные требования, которые могут меняться в зависимости от типа установки, а также

специальные пункты, обусловленные особенностями эксплуатируемого оборудования.

### **5.2.1 Предварительные условия для заключения договора**

Для того чтобы со знанием дела составить договор на техническое обслуживание холодильного оборудования, специалист сервисной организации должен обладать необходимыми знаниями как по его конструкции, так и по техническим показателям его эксплуатации.

Кроме того необходимо провести предварительное ознакомление с холодильным оборудованием и выполнить детальную проверку всех узлов и агрегатов.

Например, применительно к компрессорам проверяют их работу при различных условиях, контролируя, в частности, следующие параметры:

- давление и температура всасывания и нагнетания;
- уровень и внешний вид масла в смотровом окне картера;
- шум и вибрация (компрессоры, опоры, трубопроводы);
- потребляемый ток по каждой обмотке;
- напряжение питания;
- герметичность клапанов;
- ежедневная наработка по времени и числу включений.

Кроме того, для компрессоров всегда нужно сравнивать характеристики установленного оборудования с теоретическими их значениями, полученными при обосновании выбора того или иного типа агрегатов, а также условия работы, заложенные при выборе оборудования, с реальными условиями использования.

Аналогично необходимо детально ознакомиться и с другими узлами и агрегатами, входящими в состав холодильного оборудования: испарителями, конденсаторами, вентиляторами, насосами и т.д., не забывая при этом о трубопроводах для хладагента (в которых нужно проверить герметичность, теплоизоляцию, крепление и т.п.) и воды (загрязнение, отсутствие льда и т.п.), электрооборудованием и др.

Всесторонней проверке должно быть подвергнуто не только само оборудование, но и его работа.

### **5.2.2 Содержание договора**

*Распорядительные условия*, как минимум, должны оговаривать: срок действия договора (например, не менее 5 лет в случае договора на полное обслуживание и всеобъемлющую гарантию); возможные периоды проведения работ на установке; правила доступа в помещение с установкой; условия расторжения договора; условия оплаты и пересмотра цен на услуги;



особенности оценки потерь в случае, когда договором предусмотрены штрафные санкции за понесенные в результате этих потерь убытки; условия вступления в силу страховых обязательств исполнителя в случае, когда он гарантирует сохранность товаров. Это очень важный пункт, в котором следует уточнить меру ответственности каждой стороны (доказательство момента вызова, доказательство регулярности операций по техническому обслуживанию и т.п.), правила оценки товарных потерь (возможный верхний предел, льготы, основа для расчетов), условия и сроки выплаты страховых сумм.

*Технические условия* должны уточнять: предмет договора, т.е. точное перечисление обязанностей исполнителя; перечень оборудования и установок, принимаемых на обслуживание; условия привлечения сторонних организаций.

### **5.3 Работы по техническому обслуживанию**

От правильного, своевременного и добросовестного проведения операций по техническому обслуживанию зависит эффективность, надежность и долговечность работы холодильной установки. Для обеспечения бесперебойной и безотказной работы холодильной установки требуется проводить полный перечень работ по ее техническому обслуживанию.

Во многих холодильных установках, оснащенных системами дистанционного наблюдения, управления и предупреждения отказов, значительное число контрольных операций осуществляется автоматически. Вместе с тем, некоторые из этих операций с определенной периодичностью должны выполняться вручную.

Разумеется, виды осуществляемых проверок могут меняться в зависимости от типа рассматриваемой холодильной установки, и если проверки и работы по техническому обслуживанию, перечисленные ниже, составляют основу для совокупности установок различных типов, то очевидно, что в каждом конкретном случае они должны быть дополнены.

Кроме того, для вновь собранных и введенных в эксплуатацию установок может потребоваться повышенная периодичность проверок на время приработки до тех пор, пока различное оборудование не будет полностью отрегулировано и настроено. Например, масло также, как и фильтры, должно быть заменено после 500-1000 часов работы или даже меньше согласно указаниям изготовителя.

Во всех случаях специалист, которому поручено проведение работ по техническому обслуживанию, должен заполнить в 2 экземплярах документ,

уточняющий день проведения работы, ее продолжительность и содержащий подробное описание выполненных операций, а также любые замечания, способные предупредить появление какой-либо неисправности или улучшить работу установки. Дубликат этого документа будет передан заказчику (стороне эксплуатирующей установку), а оригинал должен на всякий случай храниться в архивах исполнителя (сервисной организации).

Далее приводится ориентировочный перечень и сроки проведения операций по техническому обслуживанию холодильных установок с воздушными конденсаторами, которые в большинстве своем применяются при охлаждении молока на молочно-товарных фермах. Предлагаемый перечень не включает операции по обслуживанию непосредственно емкостей, систем мойки и других элементов молокоохладителя, которые непосредственно не относятся к холодильному оборудованию.

При составлении более детального перечня и сроков проведения операций технического обслуживания конкретной холодильной системы необходимо учесть ее общее устройство, состав основных и вспомогательных элементов, их место расположения, насыщенность приборами автоматики и другие факторы.

Основным источником информации для составления конкретного перечня и сроков проведения операций технического обслуживания должны служить рекомендации, изложенные в паспорте на оборудование, инструкциях или руководствах по эксплуатации и обслуживанию, а также в другой технической документации, в том числе и для аналогичных холодильных установок других производителей.

Техническое обслуживание молокоохладительной установки включает в себя порядок приведенный в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Виды и порядок проведения технического обслуживания молокоохладительной установки

<b><i>Виды технического обслуживания</i></b>	<b><i>Очередность проведения технического обслуживания</i></b>	<b><i>Кто проводит техническое обслуживание</i></b>
ЕТО	Ежедневное техническое обслуживание проводится каждый день перед началом работы оборудования и во время его эксплуатации	Персонал, обслуживающий молокоохладительные установки
ТО-1	Проводится с периодичностью 1 раз в 6 месяцев (ориентировочно 1450 часов работы в режиме охлаждения)	Сервисная служба
ТО при хранении	Проводится с периодичностью не реже 1-го раза в два месяца	Персонал, обслуживающий молокоохладительные установки

Перечень операций при ежедневном техническом обслуживании (ЕТО) молокоохладительной установки включает в себя порядок, приведенный в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Операции ежедневного технического обслуживания молокоохладительной установки

<i>Перечень операций ЕТО</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
Проверка загрязненности наружных поверхностей	Отсутствие видимых загрязнений на рамной конструкции холодильной установки, а также на наружных поверхностях всех элементов холодильной установки, включая приборы автоматики	При наличии видимых загрязнений провести очистку поверхностей (влажной тканью без применения моющих и абразивных средств)
Внешний осмотр холодильной системы	Отсутствие следов ржавчины, целостность лакокрасочного покрытия (царапины, срыв, местная ржавчина и т.п.) на наружных поверхностях рамной конструкции и всех элементах холодильной системы	При необходимости зачистить и восстановить лакокрасочное покрытие. При значительных повреждениях от термического воздействия (отслоение, коробление, вспучивание и т.п.) отметить в журнале ЕТО и вызвать представителя сервисной службы
Проверка защитных элементов установки	Наличие защитного элемента, надежность его крепления и отсутствие повреждений (кожухи блоков, шкафы управления, решетки вентиляторов, другие защитные ограждения)	Установить, закрепить и устранить повреждения защитных элементов установки
Проверка открытых участков электрических кабелей и проводов	Надежность крепления и отсутствие повреждений электрической изоляции или обрывов: - защитного заземления (зануления); - силовых кабелей; - управляющих проводов	При необходимости восстановить или поджать соединения. Ремонт и замену электропроводки проводит только представитель сервисной службы
Осмотр тепловой изоляции	Отсутствие повреждений тепловой изоляции на элементах холодильной системы и трубопроводах.	Устранить местные повреждения тепловой изоляции. Полную замену тепловой изоляции проводит только представитель сервисной службы

Продолжение таблицы 5.2

<i>Перечень операций ЕТО</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
Визуальный осмотр элементов при работающей холодильной установке	Отсутствие посторонних шумов, излишних вибраций; обмерзания компрессора, излишнего нагрева компрессора; ослабления крепления компрессора, вентиляторов конденсатора, трубопроводов и прочих элементов и приборов на раме установки	При обнаружении любой из указанных неисправностей отметить в журнале ЕТО и вызвать представителя сервисной службы
Проверка герметичности хладонового контура	Осмотр трубопроводов и агрегатов на отсутствие следов масла на рамной конструкции, в местах стыков и соединений трубопроводов, а также под ними	При обнаружении признаков негерметичности хладонового контура отметить в журнале ЕТО и вызвать представителя сервисной службы
Осмотр воздушного конденсатора	Отсутствие посторонних предметов на корпусе и оребренной поверхности.	Убрать посторонние предметы.
	Убедиться в отсутствии мусора на прилегающих участках конденсатора в радиусе 1 м (опавшие листья, пакеты, ветошь и другой мусор), которые затрудняют его обдув воздухом	Очистить от мусора прилегающие к конденсатору участки
	Наличие вращения (включения/выключения) вентиляторов конденсатора, а также их правильное направление вращения	При отсутствии вращения (неправильном направлении) отметить в журнале ЕТО и вызвать представителя сервисной службы
** Контроль загрязненности и очистка воздушного конденсатора	Провести внешний осмотр теплообменной поверхности конденсатора. На поверхности не должно быть налета отложений в виде пыли, пыльцы деревьев, жировых пятен и/или других летучих загрязнителей. Проверку лучше проводить с использованием фонарика и на просвет оребренной поверхности. При наличии загрязнении провести механическую очистку наружной оребренной поверхности конденсатора	Механическую очистку конденсатора проводить вручную - вертикальными движениями мягкой щетки сверху-вниз, не допуская смятия пластин оребрения. При смятии и/или слипании пластин необходимо аккуратно их выровнять, чтобы обеспечить требуемый поток воздуха.

Продолжение таблицы 5.2

<i>Перечень операций ЕТО</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
** Контроль загрязненности и очистка воздушного конденсатора	При сильном загрязнении (особенно жировыми отложениями) провести мойку наружной оребренной поверхности конденсатора	Мойку проводить низконапорной струей воды (до 2 атм.) с использованием рекомендуемого моющего средства. Направление струи воды обеспечить в направлении, противоположном нормальному потоку воздуха через конденсатор
Контроль уровня масла в компрессоре (при наличии смотрового глазка)	Уровень масла в смотровом глазке компрессора должен находиться от $\frac{1}{3}$ до $\frac{3}{4}$ диаметра смотрового глазка	При отсутствии масла в смотровом глазке либо уровень значительно занижен или завышен – отметить в журнале ЕТО и вызвать представителя сервисной службы
Общий визуальный контроль для выявления признаков ухудшения работоспособности холодильной установки	<p>В процессе пополнения танка молоком установка может работать непрерывно.</p> <p>После достижения требуемой температуры молока установка должна перейти в режим работы – пуск/остановка. Количество пусков в течение часа не должно превышать более 10 раз (т.е. 3 минуты работа, 3 минуты стоянка).</p>	<p>Вызвать представителя сервисной службы в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- если установка не охладила молоко до необходимой температуры в течение требуемого времени;</li> <li>- если продолжает непрерывно работать после достижения требуемой температуры молока;</li> <li>- если включается более 10 раз в час в период хранения охлажденного молока;</li> <li>- если аварийно выключается установленными приборами защиты</li> </ul>
Проверка системы моюще-дезинфицирующей обработки молочного танка	Отсутствие подтеков водяных трубопроводов, патрубков, загрязнений и воды в моющей емкости (перед началом дойки). Наличие моюще-дезинфицирующих средств	Устранить подтеки, слить остатки воды из молочного танка, заполнить соответствующие емкости необходимым моющим раствором

Примечания:

\* – при обнаружении любых неисправностей при выполнении операций по обслуживанию – устранить их с пометкой в журнале ЕТО. Предлагаемая форма журнала приведена в приложении Г;

\*\* – данные операции проводить по мере необходимости, в зависимости от внешнего состояния поверхностей.

Перечень операций при техническом обслуживании ТО-1 молокоохладительной установки включает в себя все работы, выполняемые при ЕТО и дополнительно работы, приведенные в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Операции ТО-1 молокоохладительной установки

<i>Перечень операций ТО-1</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
Проверка напряжений питающей сети	Подключить вольтметр к входным клеммам в щите управления. Напряжение в сети должно быть: фазное $380\text{В} \pm 10\%$ , линейное $220\text{В} \pm 10\%$ .	При несоответствии напряжений отметить в журнале ТО-1 и вызвать представителя службы энергоснабжения предприятия.
Проверка электрических соединений в щите управления	Убедиться в отсутствии обрывов проводов, повреждений (потертостей) изоляции, искрений, подгоревших контактов, следов окисления. Следы обгаров, пожелтевшая (потемневшая) изоляция проводов свидетельствует о некачественном контакте. Убедиться в том, что в щит не проникает вода.	Очистить контактные соединения от окислов и нагаров, подтянуть все болтовые и клеммные соединения. При необходимости заменить контакт или участок проводки.
Проверка исправности ламп индикации и органов управления на передней панели щита управления	Сигнальные лампы и органы управления должны отражать истинное положение работающих/отключенных элементов холодильной установки.	При несоответствии индикации ламп устранить неисправность. Провести ремонт (замену) органов управления. Заменить вышедшие из строя сигнальные лампы.
Визуальный контроль работы магнитных пускателей в щите управления	Пускатель должен работать четко и тихо, без искрения на клеммах, без сильного нагрева.	Если пускатель сильно греется, гудит (возможен треск) – прочистить и поджать контакты, при необходимости – заменить магнитный пускатель.
Контроль всех болтовых соединений	Проверить затяжку болтов крепления корпуса, компрессора, вентиляторов конденсатора, щита управления и других болтовых соединений.	При необходимости поджать болты крепления.

Продолжение таблицы 5.5

<b>Перечень операций ТО-1</b>	<b>Контролируемые параметры, места контроля</b>	<b>Мероприятия по устранению неисправностей *</b>
Проверка ТЭНов подогрева картера и отделителя масла (при его наличии)	При выключенном компрессоре ТЭНы должны быть включены и обеспечивать прогрев нижней части картера компрессора и отделителя масла (при его наличии). Температура прогрева должна быть больше температуры окружающей среды как минимум на 10 °С. ТЭНы, установленные на наружной поверхности, должны быть покрыты тепловой изоляцией.	При отсутствии прогрева – выявить и устранить причину. Заменить вышедшие из строя ТЭНы.  Обеспечить покрытие тепловой изоляцией наружных ТЭНов.
Проверка показания температур	В заполненном танке-охладителе измерить температуру жидкости поверенным термометром и сравнить с показаниями встроенного термометра (как правило, на контроллере).	При необходимости провести корректировку (калибровку) по температуре.
Проверка работы терморегулирующего вентиля (ТРВ)	При нормальной работе ТРВ фреоновый трубопровод до ТРВ – теплый, после ТРВ холодный (на трубке возможно образование конденсата воды и его обмерзание).	При необходимости провести контроль перегрева на испарителе и отрегулировать ТРВ.
** Безразборная диагностика работы холодильной установки	<i>Контроль рабочих давлений всасывания и нагнетания.</i> На работающей холодильной установке следить за показаниями встроенных манометров. При их отсутствии подключить манометрический коллектор к сторонам высокого и низкого давления. Давления всасывания и нагнетания должны быть в пределах рекомендуемых производителем. Например, для охладителя на хладагенте R404A с аккумулятором льда: в летний период давление всасывания 3...4 bar, зимой до 3 bar. Давление нагнетания 14...17 bar.	При несоответствии показаний давлений всасывания и/или нагнетания более чем на 20 % в меньшую или большую сторону от требуемых провести углубленную диагностику по поиску неисправности. Устранить выявленную неисправность.

Продолжение таблицы 5.5

<b>Перечень операций ТО-1</b>	<b>Контролируемые параметры, места контроля</b>	<b>Мероприятия по устранению неисправностей *</b>
<p>** Безразборная диагностика работы холодильной установки</p>	<p><i>Контроль перепада температур воздуха на конденсаторе.</i> С использованием термометра провести замер температуры воздуха на входе и выходе из конденсатора. Нормальный перепад температур должен находиться в пределах 5...10 °С (с учетом погрешности измерений).</p>	<p>При отклонении перепада температур в большую или меньшую сторону от нормального провести тщательный контроль конденсатора. Выявить и устранить причину неисправности.</p>
	<p><i>Контроль переохлаждения хладагента на конденсаторе.</i> Переохлаждение определяется как разность температур между температурой конденсации (по манометру высокого давления) и температурой трубки на выходе из конденсатора (по контактному термометру). Нормальное переохлаждение должно находиться в пределах 4...8 °С (с учетом погрешности измерений).</p>	<p>При отклонении переохлаждения в большую или меньшую сторону от нормального провести тщательный контроль конденсатора. Выявить и устранить причину неисправности.</p>
	<p><i>Контроль перегрева хладагента на испарителе.</i> Перегрев определяется как разность температур между температурой трубки на выходе из испарителя (по контактному термометру) и температурой кипения (по манометру низкого давления). Нормальный перегрев должен находиться в пределах 4...8 °С (с учетом погрешности измерений)</p>	<p>При отклонении перегрева в большую или меньшую сторону от нормального провести тщательный контроль испарителя и ТРВ. Выявить и устранить причину неисправности.</p>
<p>** Проверка работы фильтра-осушителя</p>	<p>В смотровом глазке по цвету индикатора определить наличие влаги в системе.</p>	<p>При наличии влаги по индикатору влажности произвести замену фильтра-осушителя. При необходимости провести экспресс анализ масла и по его результатам принять необходимые меры</p>



Продолжение таблицы 5.5

<i>Перечень операций ТО-1</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
** Замер потребляемых компрессором рабочих токов	Используя токоизмерительные клещи провести замер величин тока при полной нагрузке на каждой фазе (на выходе теплового реле, пускателя, на клеммах электродвигателя или в других доступных местах). Сравнить показания с номинальными значениями на шильдике компрессора	При несоответствии показаний более чем на 20 % в меньшую или большую сторону провести углубленную диагностику по поиску неисправности. Устранить выявленную неисправность
	Сила тока должны быть одинаковой величины на всех фазах. Отклонение в потребляемом токе допускается не более $\pm 10\%$ .	При отклонении в потребляемом токе более чем на 10 % провести углубленную диагностику по поиску неисправности. Устранить выявленную неисправность. При необходимости заменить компрессор
** Проверка уставки токовой защиты на тепловых реле	Сравнить выставленные значения величины тока на тепловых реле с номинальным током электродвигателей	Если найдено несоответствие – выставить верное значение
** Замер сопротивления обмоток электродвигателя компрессора и пробы изоляции на корпус	Обесточить установку. Отсоединить питающие провода от электродвигателя компрессора. Используя тестер провести замер сопротивления всех обмоток электродвигателя. Сравнить показания с номинальными значениями из технической характеристики. Для 3-х фазных электродвигателей сопротивления всех обмоток должны быть одинаковы (в пределах погрешности тестера).	При несоответствии показаний при замерах с номинальными или неодинаковости сопротивлений обмоток более чем на 20% заменить электродвигатель
** Контроль пробы изоляции электродвигателя компрессора на корпус	Провести контроль пробы изоляции всех обмоток электродвигателя на корпус. Измерение сопротивления изоляции выполняется при помощи мегомметра – омметра для измерения в диапазоне высоких сопротивлений	При сопротивлении изоляции 2 МΩ или меньше электродвигатель подлежит замене

Продолжение таблицы 5.5

<b>Перечень операций ТО-1</b>	<b>Контролируемые параметры, места контроля</b>	<b>Мероприятия по устранению неисправностей *</b>
** Проверка степени загрязнения масла	Следует получить образец (взять пробу) холодильного масла из фреонового контура, сравнить его цвет и запах с имеющимся образцом хорошего масла.	Использовать для сравнения масло того же типа и марки, которое работает в компрессоре.
	<i>Темный цвет масла (возможно обнаружение на просвет или после отстаивания частиц износа)</i> указывает на то, что масло выработало свой ресурс.	Масло подлежит полной замене. Обязательно заменить фильтр-осушитель.
	<i>Темный цвет масла и запах гари</i> указывает на то, что компрессор холодильного агрегата перегревался.	Выявить и устранить причину перегрева компрессора. Масло подлежит полной замене. Обязательно заменить фильтр-осушитель.
	<i>Зеленоватый оттенок масла</i> указывает на наличие в нем солей меди. Первопричина - попадание влаги во фреоновый контур.	Провести тест на кислотность. При повышенной кислотности масло подлежит полной замене. Обязательно заменить фильтр-осушитель.
	<i>Прозрачное масло с легким запахом</i> , не сильно отличающееся по цвету от образца, указывает на то, что применения незамедлительных мер не требуется.	Окончательное заключение о необходимости замены масла принимается после кислотного теста. При необходимости заменить фильтр-осушитель.
** Проверка кислотности масла	Следует получить образец (взять пробу) холодильного масла из фреонового контура, и провести тест масла на наличие в нем кислоты с помощью стандартного кислотного экспресс-теста.	Следовать рекомендациям по определению кислотности, указанным в инструкции экспресс-теста. При повышенной кислотности масло подлежит полной замене. Обязательно заменить фильтр-осушитель. Рекомендуется установить антикислотный фильтр для удаления остатков кислоты из контура.

Продолжение таблицы 5.5

<b>Перечень операций ТО-1</b>	<b>Контролируемые параметры, места контроля</b>	<b>Мероприятия по устранению неисправностей *</b>
<p>** Проверка работоспособности реле высокого давления</p>	<p><i>Аварийное реле высокого давления</i> отключает компрессор при повышении давления нагнетания выше номинального (как правило, более чем на 20-30%). Провести имитацию аварийной ситуации: остановить вентилятор конденсатора, закрыть поток воздуха или иным способом повысить давление конденсации хладагента. Контролировать момент срабатывания аварийного реле по манометру высокого давления.</p>	<p>При необходимости провести корректировку настройки реле давления.</p> <p>Неисправное реле заменить.</p>
	<p><i>Функциональное реле высокого давления</i> отвечает за включение/выключение вентилятора воздушного конденсатора. Контролировать момент срабатывания реле и включение/выключение вентилятора по манометру высокого давления.</p>	<p>При необходимости провести корректировку настройки реле давления.</p> <p>Неисправное реле заменить.</p>
<p>** Проверка работоспособности реле низкого давления</p>	<p><i>Аварийное реле низкого давления</i> отключает компрессор при понижении давления всасывания ниже номинального (как правило до атмосферного). Провести имитацию аварийной ситуации: перекрыть подачу жидкого хладагента в испаритель или иным способом понизить давление кипения хладагента. Контролировать момент срабатывания аварийного реле по манометру низкого давления.</p>	<p>При необходимости провести корректировку настройки реле давления.</p> <p>Неисправное реле заменить.</p>
	<p><i>Функциональное реле низкого давления</i> отвечает за включение/выключение компрессоров в холодильной централи. Контролировать момент срабатывания реле и включение / выключение компрессоров по манометру низкого давления.</p>	<p>При необходимости провести корректировку настройки реле давления.</p> <p>Неисправное реле заменить.</p>

Продолжение таблицы 5.5

<i>Перечень операций ТО-1</i>	<i>Контролируемые параметры, места контроля</i>	<i>Мероприятия по устранению неисправностей *</i>
** Проверка системы моюще-дезинфицирующей обработки молочного танка.	Осмотреть внутреннюю поверхность молочной емкости. Проверить работу клапанов подачи воды, и загрязненность фильтров. Включить насос промывки, проверив его работу. Проверить целостность трубок подачи моющих средств к насосам.	При необходимости, вручную, очистить внутреннюю поверхность молочной емкости щеткой или ершом с искусственной щетиной. Неисправные узлы заменить. Заменить трубки подачи моющих средств к насосам.

Примечания:

\* – при обнаружении любых неисправностей при выполнении операций по обслуживанию – устранить их с пометкой в журнале ТО-1. Предлагаемая форма журнала приведена в приложении Д;

\*\* – данные операции проводятся ориентировочно один раз в год, если это не предусмотрено чаще в технической документации на оборудование.

При ТО при хранении необходимо произвести следующие операции:

- проверить надежность герметизации. Состояние и наличие крышек, заглушек и плотность их прилегания;
- проверить комплектность установки;
- проверить состояние антикоррозионных покрытий (наличие защитной смазки, целостность окраски и отсутствие коррозии);
- обнаруженные дефекты устранить.

Все результаты технических обслуживаний заносятся в специальный журнал. Рекомендуемые формы журналов для соответствующих видов обслуживаний приведены в приложениях Г и Д.

### **Правила ведения журналов по ТО.**

Журнал по ЕТО ведет персонал, ответственный за обслуживание холодильного оборудования на предприятии. Журнал по ТО-1 ведет представитель сервисной службы.

Журналы по ТО должны постоянно находиться с холодильной установкой и храниться в месте, доступном только для обслуживающего персонала.

В журналах не допускаются записи карандашом, смывающимися чернилами и подчистки. Ошибочная запись должна быть аккуратно зачеркнута и рядом написана новая, которую заверяет ответственное лицо.

Все записи в журналах должны иметь дату. После подписи проставляют фамилию и инициалы ответственного лица. Вместо расшифровки подписи допускается проставлять личный штамп исполнителя.

Результаты замеров параметров, которые были проведены при техническом обслуживании ТО-1, заносятся в формуляр. Рекомендуемое содержание формуляра предложено в приложении Е. Формуляр ведет представитель сервисной службы. Формуляр должен постоянно находиться с холодильной установкой.

Точное содержание формуляра должно быть разработано для конкретной холодильной установки с учетом ее общего устройства, состава основных и вспомогательных элементов, их место расположения, насыщенности приборами автоматики, возможности замеров параметров и других факторов.

Информация из формуляра будет необходима владельцам холодильного оборудования и специалистам организации, осуществляющей сервисное обслуживание агрегата.

## **6 Охрана труда и пожарная безопасность**

### **6.1 Охрана труда**

В соответствии с Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок, утвержденными постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства промышленности Республики Беларусь от 30.11.2011 № 126/20, в организациях должны выполняться требования, обеспечивающие предупреждение или снижение воздействия на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов, а также создаваться условия, обеспечивающие благоприятные условия труда.

#### *Вредные и опасные производственные факторы.*

При эксплуатации и обслуживании холодильных установок на работающих возможно воздействие следующих неблагоприятных производственных факторов:

- разлетающихся осколков и брызг холодильного агента, хладоносителей при возможных разрушениях элементов холодильных установок;
- подвижных частей холодильных установок;
- повышенной загазованности воздуха рабочих зон из-за возможных утечек холодильного агента из холодильных систем и вследствие пожара;
- повышенной или пониженной температуры поверхностей холодильных установок;
- пониженной температуры воздуха рабочих зон;
- повышенного давления холодильного агента в аппаратах и трубопроводах;
- повышенного уровня шума на рабочих местах;
- повышенного уровня вибрации на рабочих местах;
- замыкания электрических цепей через тело человека;
- недостаточной освещенности рабочих зон.

#### *Допуск к работе. Требования к работающим.*

К эксплуатации холодильных установок допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию по профессии (специальности), прошедшие в установленном порядке обучение, стажировку, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда.

Обучение, стажировка, инструктаж и проверка знаний работающих, занятых эксплуатацией холодильных установок, по вопросам охраны труда проводятся в соответствии с Инструкцией о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда,

утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28.11.2008 № 175, и постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30.12.2008 № 210 «О комиссиях для проверки знаний по вопросам охраны труда».

Обязательные предварительные (при поступлении на работу), периодические (в течение трудовой деятельности) и внеочередные медицинские осмотры лиц, поступающих на работу, а также работающих, занятых на работах с вредными и(или) опасными условиями труда или на работах, для выполнения которых в соответствии с законодательством есть необходимость в профессиональном отборе, проводятся в соответствии с Инструкцией о порядке проведения обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих, утвержденной постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29.07.2019 № 74.

Работающие, допущенные к эксплуатации холодильной установки, должны знать:

- возможное воздействие вредных и(или) опасных производственных факторов;
- устройство и принцип действия обслуживаемой холодильной установки;
- схемы и натурное размещение трубопроводов холодильной системы;
- характеристики и свойства холодильного агента;
- требования локальных нормативных правовых актов, регламентирующих безопасную эксплуатацию холодильных установок;
- порядок заполнения и опорожнения холодильных установок холодильным агентом;
- порядок и приемы действия в аварийных ситуациях;
- правила пользования средствами индивидуальной защиты, инструментом и приспособлениями.

*Требования к безопасной организации рабочего места.*

В помещениях, где находятся в рабочее время работающие, обслуживающие холодильные установки, на видном месте должны быть вывешены:

- локальные нормативные правовые акты, регламентирующие безопасную эксплуатацию холодильных установок, действия работающих в аварийных ситуациях;
- принципиальные технологические схемы трубопроводов с размещением на них холодильного и технологического оборудования с пронумерованной запорной арматурой, нанесением мест размещения контрольно-измерительных приборов и автоматики;

- планы размещения холодильного и технологического оборудования, трубопроводов и запорной арматуры;
- график технического обслуживания и ремонта оборудования холодильных установок;
- телефоны лиц, ответственных за эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок, скорой медицинской помощи, органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, аварийно-спасательных служб и других специальных подразделений, которые должны быть немедленно извещены об аварии или пожаре;
- указатели местонахождения аптечки первой медицинской помощи и средств индивидуальной защиты.

*Требования к размещению и безопасной эксплуатации холодильных установок.*

Холодильные установки могут размещаться в машинном либо аппаратном отделении, других помещениях, на открытой площадке. Выбор места размещения холодильных установок и рабочие проходы определяются в соответствии с проектной документацией.

Категории помещений, в которых эксплуатируются холодильные установки, по взрывопожарной и пожарной опасности устанавливаются в соответствии с ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности», утвержденным постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.01.2013 № 4, другими нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами.

Помещение должно быть достаточных размеров, чтобы все части оборудования холодильных установок были легкодоступными и находились на достаточном расстоянии для того, чтобы надлежащим образом обеспечивать уход за ним и эксплуатацию.

В помещении, где установлена холодильная установка, должна предусматриваться площадка для ее обслуживания. Полы в этих помещениях должны быть ровными, из негорючего материала, не подвергающимся быстрому износу, маслоустойчивыми и нескользкими.

Естественное и искусственное освещение в помещениях холодильных установок, рабочих мест должно отвечать требованиям технических нормативных правовых актов и обеспечивать их достаточной освещенностью для безопасного выполнения работ.

Помещения, где размещены холодильные установки, должны быть оснащены эффективной вентиляцией. Для хранения баллонов с холодильным



агентом предусматривается склад в соответствии с техническими нормативными правовыми актами.

Холодильные установки выбираются на основании теплотехнических и гидравлических расчетов в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов, проектной документацией.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации холодильных установок и их содержания в технически исправном состоянии приказом руководителя организации из числа специалистов, имеющих соответствующую квалификацию, назначаются должностные лица, ответственные за эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок. В зависимости от количества эксплуатируемых в организации холодильных установок, условий их эксплуатации разрешается возложение обязанностей лиц, ответственных за эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок, на одного работающего.

В случае наличия договора на техническое обслуживание и ремонт холодильных установок со специализированной сервисной организацией ответственность за их исправное состояние возлагается на указанную организацию в соответствии с заключенным договором и действующим законодательством.

При эксплуатации холодильных установок должны соблюдаться требования Правил по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 23.04.2020 № 21, Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28.01.2016 № 7, технического кодекса установившейся практики ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденного постановлением Министерства энергетики Республики Беларусь от 20.05.2009 № 16, других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, эксплуатационных документов.

Холодильные установки, установленные в помещениях и на фундаментах, должны обеспечивать на рабочем месте допустимый уровень шума, установленный эксплуатационными документами.

Движущиеся части оборудования холодильных установок должны иметь исправные защитные ограждения, отвечающие требованиям технических нормативных правовых актов.

Доступ к движущимся частям оборудования холодильных установок разрешается только после полной его остановки и принятия мер, не допускающих пуска оборудования посторонними лицами.

Рабочие проходы вблизи оборудования холодильных установок должны быть свободны.

Эксплуатация холодильной установки с неисправными системами противоаварийной автоматической защиты запрещается.

При эксплуатации холодильной установки должны производиться визуальный осмотр оборудования, проверка его герметичности, очистка поверхности от грязи и пыли.

При эксплуатации холодильных установок запрещается использовать ртутные термометры.

Для обнаружения места утечки холодильного агента допускается пользоваться течеискателями, мыльной пеной, полимерными индикаторами герметичности. При обнаружении утечки холодильного агента необходимо, по возможности, удалить холодильный агент из поврежденного участка холодильной установки, остановить ее, перекрыть запорной арматурой поврежденный участок, включить вытяжную вентиляцию и устранить утечку.

Организация работ по эксплуатации холодильной установки должна предусматривать возможность безопасной эвакуации работающих в случае чрезвычайной ситуации.

При изменении состава холодильных установок, условий их эксплуатации и иных изменениях в локальные нормативные правовые акты, другие документы, регламентирующие безопасную эксплуатацию холодильных установок, вносятся соответствующие изменения.

#### *Правила ведения эксплуатационного журнала.*

Параметры работы холодильной установки должны фиксироваться в эксплуатационном журнале холодильной установки. Если в организации используются по назначению несколько однотипных холодильных установок, допускается фиксировать параметры работы холодильных установок в одном эксплуатационном журнале.

Эксплуатационный журнал должен быть пронумерован, прошнурован, скреплен печатью.

*Требования безопасности при заполнении холодильной установки холодильным агентом.*

Перед заполнением холодильной установки холодильным агентом следует удостовериться в том, что в баллоне содержится соответствующий холодильный агент.

Открывать колпачковую гайку на вентиле баллона необходимо в защитных очках. При этом выходное отверстие вентиля баллона должно быть направлено в сторону от работающего.

При заполнении холодильной установки холодильным агентом необходимо пользоваться осушительным патроном.

Оставлять баллоны с холодильным агентом присоединенными к холодильной установке, если не производится заполнение или удаление из нее холодильного агента, запрещается.

Для наполнения холодильным агентом холодильной установки должны использоваться только баллоны с непросроченной датой их технического освидетельствования и соответствующей маркировкой. Норма заполнения не должна превышать допустимых значений. Проверка наполнения баллонов должна выполняться взвешиванием.

Первоначальное заполнение холодильной установки холодильным агентом должно оформляться актом с приложением расчета необходимого количества холодильного агента.

При проведении работ по промывке элементов, узлов и агрегатов холодильного контура необходимо строго соблюдать правила техники безопасности и производственной гигиены: рабочие места должны хорошо проветриваться, если работа проводится с хладагентами, пары которых тяжелее воздуха (например, R134a), у самого пола следует предусмотреть вентиляционные отверстия, работу необходимо выполнять в защитных очках и перчатках. Запрещается смешивать некоторые хладагенты, например, R134a, со сжатым воздухом.

*Требования безопасности при техническом обслуживании и ремонте холодильных установок.*

При техническом обслуживании применение сварки и пайки при ремонте оборудования холодильных установок, в котором находится холодильный агент, должно производиться после его отключения и освобождения от холодильного агента при наличии наряда-допуска, выданного в установленном порядке.

При пайке труб нужно соблюдать элементарные меры безопасности при работе с открытым огнем. Работать нужно в брезентовых рукавицах, лучше вдвоем с помощником, удержание трубы производить в удалении от места нагрева. При работе в одиночку для временного закрепления труб использовать струбцины.

В машинных отделениях, других помещениях, где эксплуатируются холодильные установки, запрещается использование открытого огня, не связанное с ремонтными работами холодильных установок.

*Требования к системам контроля, автоматического и дистанционного управления и противоаварийной автоматической защиты.*

Системы контроля, автоматического и дистанционного управления (системы управления), противоаварийной автоматической защиты, в том числе поставляемые комплектно с оборудованием холодильных установок, должны отвечать требованиям технических нормативных правовых актов, проектной документации и обеспечивать заданную точность поддержания технологических параметров, надежность и безопасность эксплуатации холодильных установок.

Системы контроля, управления и противоаварийной автоматической защиты холодильных систем должны размещаться в местах, удобных и безопасных для обслуживания, исключающих вибрацию, загрязнение продуктами технологического процесса, механические и другие вредные воздействия, влияющие на точность и надежность.

При монтаже, использовании по назначению холодильной установки давление в любой ее части не должно быть выше допустимого давления.

Для предотвращения повышения давления при работе холодильной установки должны быть использованы ограничители давления различного типа (защитные устройства).

Холодильные установки должны быть оснащены исправными системами противоаварийной защиты, останавливающими компрессор или блокирующими его пуск при достижении предельно допустимых значений контролируемых параметров, предусмотренных организацией-изготовителем или проектной документацией.

Система противоаварийной защиты и системы управления холодильной установки должны исключать риск опасного воздействия на работников, занятых обслуживанием холодильных установок.

Исправность приборов противоаварийной защиты компрессоров холодильных установок проверяется в сроки, предусмотренные организациями-изготовителями и проектной документацией.

Холодильные установки должны быть оснащены реле высокого давления, останавливающим компрессор при повышении давления нагнетания до определенной заданной величины.

Системы противоаварийной защиты должны иметь замкнутую выходную цепь или замкнутые контакты при нормальном состоянии контролируемых параметров. Контакты этих приборов должны размыкаться в случае их срабатывания.

Электрические схемы неагрегатированных холодильных установок должны исключать возможность автоматического пуска компрессора после

срабатывания систем противоаварийной защиты. Пуск его должен быть возможен только после ручной деблокировки противоаварийной защиты.

Пуск и работа компрессоров холодильных установок при выключенных устройствах систем противоаварийной защиты не допускается.

## **6.2 Пожарная безопасность**

Техническое обслуживание холодильных установок и их электрооборудования необходимо не только для того, чтобы обеспечить безупречную работу агрегатов. Оно должно также способствовать предупреждению возникновения пожароопасных ситуаций. Одной из основных причин возникновения возгорания являются неисправности электрооборудования (от 30 до 35 %) и от 4 до 6 % возгораний обусловлены утечками хладагента с последующим взрывом.

Еще одной из наиболее распространенных причин пожара примерно в 30 % случаев являются работы, связанные с необходимостью нагрева каких-либо участков (сварка, пайка и прочие работы с открытым пламенем). Отсюда становится понятной не только значимость технического обслуживания, но и необходимость его проведения с соблюдением простейших мер безопасности. В связи с этим противопожарные средства следует подвергать периодическим проверкам таким образом, чтобы обеспечить их постоянную готовность к работе в любое время.

Если при проведении ремонтных работ или работ по модернизации установки появляется необходимость использования электродуговых сварочных агрегатов или газовой горелки с открытым пламенем для сварки или пайки, работы можно начинать только тогда, когда помещения для них будут надлежащим образом проветрены. Во время этих работ непрерывно должны функционировать вытяжные вентиляторы, если они существуют, в противном случае все окна и двери в помещении должны держаться открытыми. Необходимые защитные средства должны находиться в непосредственной близости от места проведения работ, а в случае работ с электродуговой сваркой или газовой пайкой под рукой всегда должны быть огнетушители. Сварочные или паяльные работы должны выполняться только квалифицированными специалистами. При сварке или пайке, проводимой на оборудовании и трубопроводах, необходимо убедиться в их полном опорожнении и отсутствии в них любых взрывоопасных смесей и масла.

При заполнении контура установки хладагентом особое внимание нужно уделить содержимому баллона, предназначенного для заправки, чтобы исключить возможность попадания в контур среды, способной вызвать мощный взрыв или несчастные случаи. По окончании заливки хладагента

заправочные баллоны следует немедленно отсоединить от системы. Заправочные баллоны не должны быть переполнены. Следует как можно чаще взвешивать заправочные баллоны при заливке в них хладагента: его количество ни в коем случае не должно превышать предельно допустимое для данного баллона значение.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Молоко коровье сырое. Технические условия. СТБ 1598-2006 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=208230> – Дата доступа: 12.10.2020
2. Dairy processing handbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.academia.edu/28658616/Dairy\\_processing\\_handbook](https://www.academia.edu/28658616/Dairy_processing_handbook) – Дата доступа: 12.10.2020
3. Хладагенты. Система обозначений ГОСТ ISO 817-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=458344> – Дата доступа: 12.10.2020
4. Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению ГОСТ 32968-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=483328> – Дата доступа: 12.10.2020
5. Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Основные требования, определения, классификация и критерии выбора. ГОСТ EN 378-1-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=494075> – Дата доступа: 12.10.2020
6. Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 2. Проектирование, конструкция, изготовление, испытания, маркировка и документация. ГОСТ EN 378-2-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=488345> – Дата доступа: 12.10.2020
7. Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 3. Размещение оборудования и защита персонала. ГОСТ EN 378-3-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=486449> – Дата доступа: 12.10.2020
8. Системы холодильные и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление. ГОСТ EN 378-4-2014 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ips3.belgiss.by/TnpaDetail.php?UrlId=486452> – Дата доступа: 12.10.2020
9. Refrigerant Report A-501-21 EN25.09.2020 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bitzer.de/shared\\_media/documentation/a-501-21.pdf](https://www.bitzer.de/shared_media/documentation/a-501-21.pdf) – Дата доступа: 12.10.2020
10. Жаккар, П. Сандр, С. Пособие для холодильщиков-практиков. Основные понятия, типовые значения параметров, наладка и ремонт

холодильных установок. (перевод с франц., под редакцией В.Б. Сапожникова). – ЗАО «Остров», 2003. – 236 с.

11. Полевой, А.А. Монтаж холодильных установок: Учеб. Пособие для вузов. СПб.: Политехника, 2005. – 259 с.: ил.

12. Технологические трубопроводы. Правила монтажа и испытаний ТКП 45-3.05-167-2009 (02250) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apimh.by/docBase/TKP%2045-3.05-167-2009.pdf> – Дата доступа: 17.09.2020.

13. Названия хладагентов / Верконт сервис / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prof2.ru/news/view/nazvaniya-hladagentov>. – Дата доступа: 17.09.2020.

14. Бабин, В.Н. Обоснование параметров установки первичного охлаждения молока : автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / В.Н. Бабин. – Новосибирск, 2007. – 20 с.

15. Инструмент / ООО «Хладосервис» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hladoservis.tomsk.ru/oborudovanie/instrument>. – Дата доступа: 19.09.2020.

16. Медные трубы / ostroykevse.com все о строительстве и ремонте / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ostroykevse.com/Truboprovod/14.html>. – Дата доступа: 18.09.2020.

17. Савельев, А.А. Сантехника в доме. Монтажные работы. М.: Аделант, 2008 – 136 с.

18. Лэнгли, Б. Руководство по устранению неисправностей в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильных установках (перевод с английского / под ред. Гальперина А.Д.). М.: «Евроклимат», издательство, 2003 – 220 с.

19. Мааке, В. Учебник по холодильной технике / Мааке В., Эккерт Г.Ю., Кошпен Ж.Л (перевод с франц., под редакцией В.Б. Сапожникова). – М.: МГУ, 1998. – 1160 с.

20. Сапожников, Ф.Д. Охлаждение молока и техническое обслуживание установок: практикум / Ф. Д. Сапожников, В. М. Колончук, Ф. И. Назаров. – Минск: БГАТУ, 2016. – 84 с.

21. Жук, Н.П. Холодильные агенты: пособие для слушателей курсов повышения квалификации / Н.П. Жук, И.Е. Дацук. – Минск: АПМХ, 2015. – 72 с.

22. Жук, Н.П. Практическое руководство для специалистов по холодильной технике / Н.П. Жук, И.Е. Дацук, В.В. Новиков. – Минск: АПМХ, 2015. – 88 с.



## **Приложения**

## Приложение А

(обязательное)

Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагентов R22, R134A, R404A, R407C, R507A

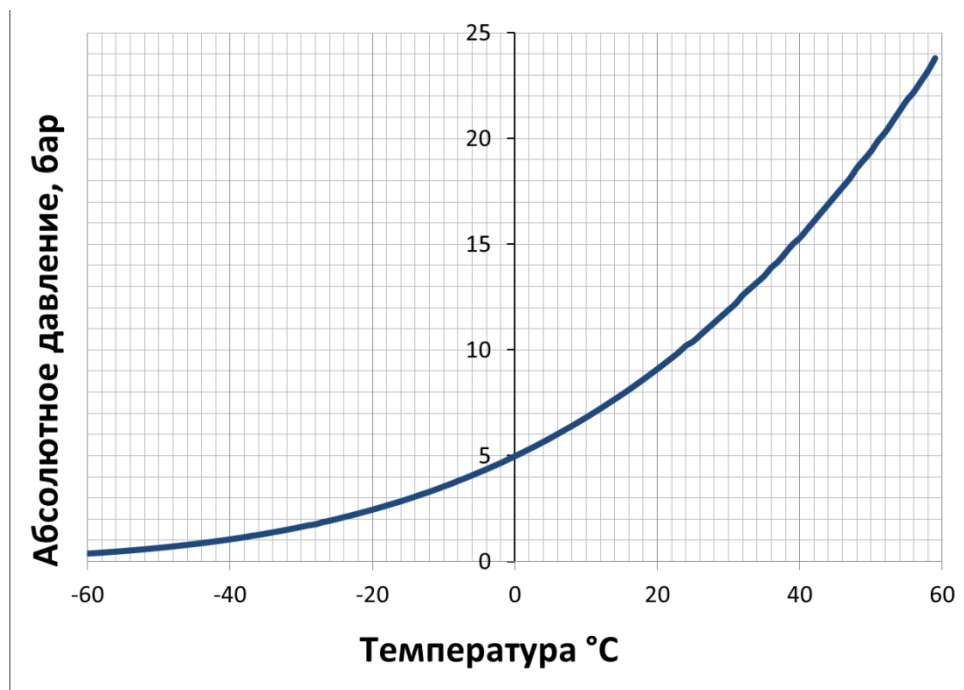


Рисунок А.1 – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагента R22

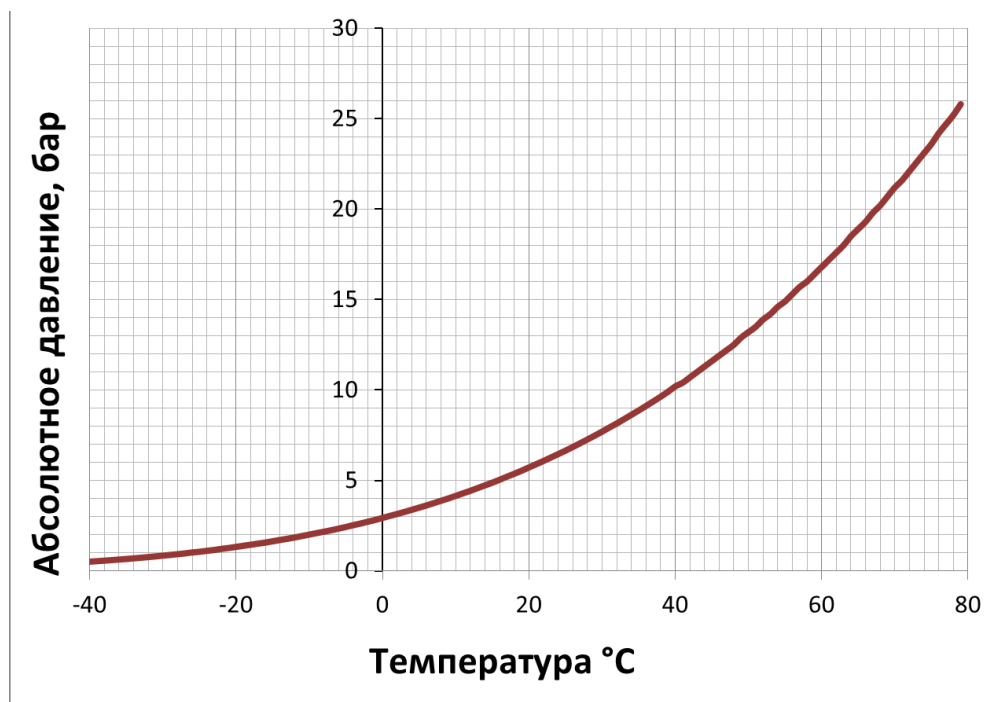


Рисунок А.2 – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагента R134A

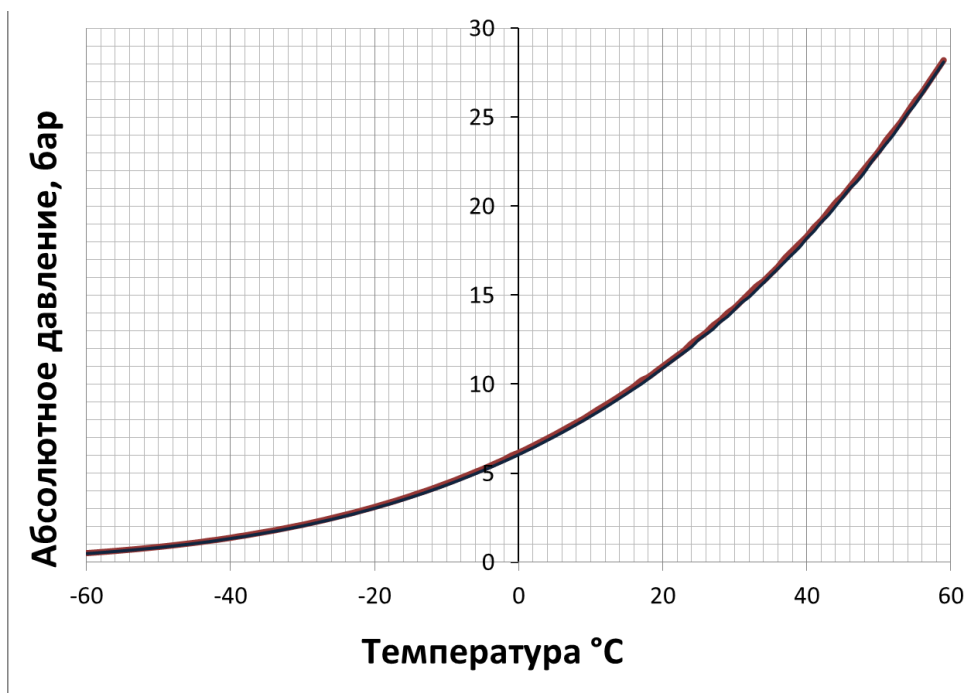
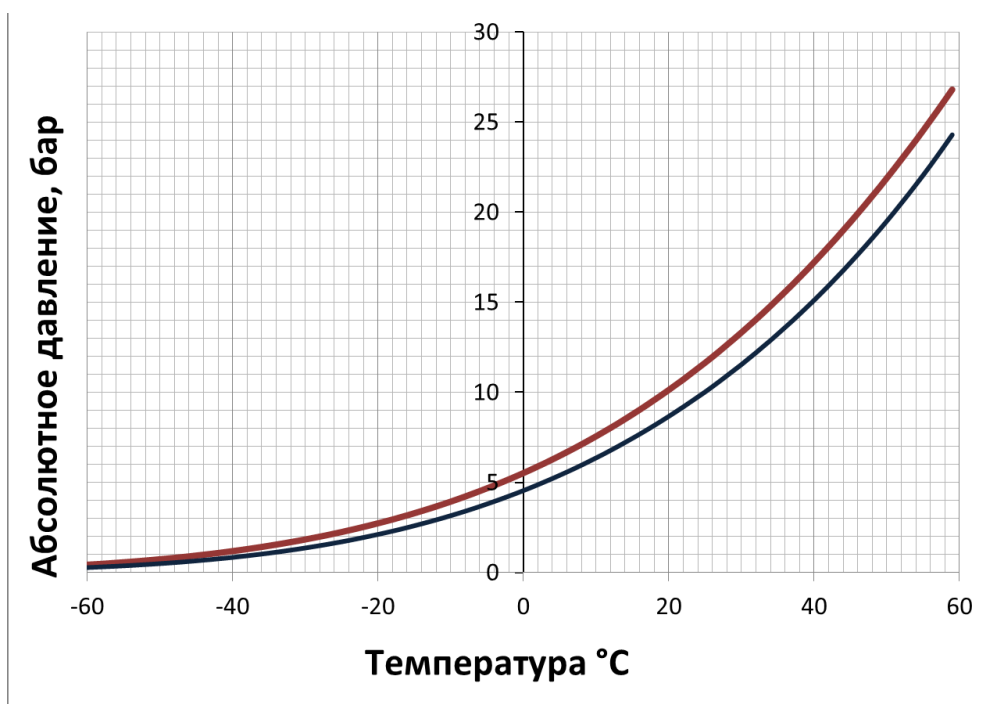


Рисунок А.3 – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагента R404А



Красная кривая: соотношение «давление-температура» для насыщенного пара. Синяя кривая: соотношение «давление-температура» для насыщенной жидкости.

Рисунок А.4 – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагента R407С

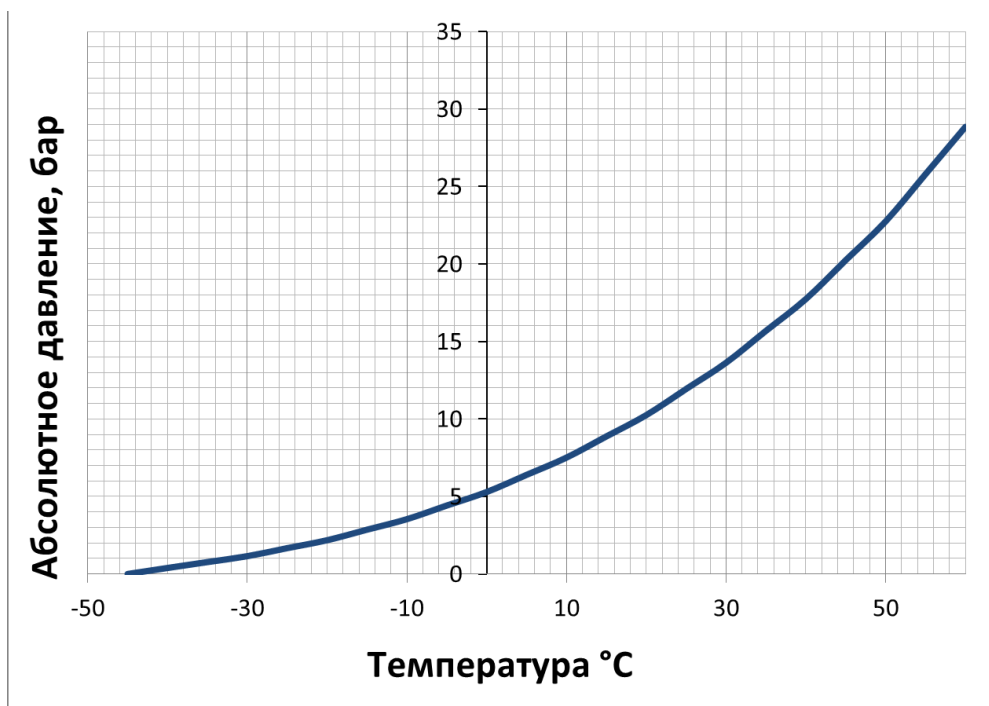


Рисунок А.5 – Соотношение «давление-температура» на линии насыщения для хладагента R507A

## Приложение Б

(обязательное)

Таблица Б.1 – Перечень инструментов, приборов и оборудования, входящих в комплект поста передвижного ПДП-1

№ п/п	Наименование оборудования
1	Трубогиб для медных труб Ø 6...19 мм
2	Трубогиб гидравлический для труб Ø 21,3...60 мм
3	Резьборез электрический
4	Комплект оборудования для монтажа металлопластиковых труб
5	Труборез малый (3...16 мм) для медных труб
6	Труборез большой (7...41мм.) для медных труб
7	Риммер (для металла)
8	Зенковки (для обработки кромок медных труб)
9	Пресс для электронаконечников 0,5...20 мм
10	Комплект коронок для сверления труб (диаметры коронок: 15...150 мм)
11	Набор профессионального слесарного инструмента ОР-2815501
12	Станция вакуумирования и заправки CS-K42D522/04
13	Вакуумный насос МК50DS
14	Сервисный инструмент холодильщика SKR-1
15	Электронный течеискатель 5750FP
16	Программируемые электронные весы
17	Электронный термометр ДТ-1620
18	Прокалывающие клещи VG-12
19	Прибор для тестирования хладона R134a ITE GA 500
20	Прибор для тестирования хладагента R12 TIF8100
21	Приспособление для беспламенной пайки трубопроводов холодильного агрегата
22	Устройство для газовой пайки
23	Промывочная станция (для промывки холодильной системы)
24	Электронный вакуумметр
25	Станция сбора фреона
26	Комплект оборудования для пайки полимерных труб
27	Модуль газосварки и газорезки
28	Прибор проверки доильных установок ППДУ-01 в комплекте с датчиком расхода воздуха ДРВ-01
29	Комплект оборудования для монтажа металлопластиковых труб
30	Электрогенератор бензиновый 220/380 ВТ , 7 кВт, совмещенный со сварочным трансформатором
31	Инверторный сварочный аппарат напряжением 220-230 В, частотой 50 Гц, диапазон тока на выходе 20-200А
32	Угловая шлифмашинка с регулировкой скорости мощностью 1500 Вт

Продолжение таблицы Б.1

№ п/п	Наименование оборудования
33	Комбинированный перфоратор мощностью 1500 Вт
34	Универсальный прибор для проверки электродвигателей
35	Вакуумметр/манометр, DVPM 02 с футляром
36	Измеритель потока воздуха AFM 3000, 0...3000 л/мин
37	Шумомер Ш-71
38	Измеритель потока воздуха AFM 14, 0...14 л/мин
39	Клапан для потока воздуха 150 л/мин для измерений вакуумных кранов
40	Труборасширитель ТСМ-7
41	Устройство для сборки и разборки доильных стаканов
42	Устройство для определения перепадов давления между вакуумными и молочными трубопроводами
43	Анализатор герметичных компрессоров
44	Устройство для определения жесткости и усталости сосковой резины
45	Токоизмерительные клещи УТВ3201
46	Мультиметр цифровой UT50-II
47	Персональный компьютер (ноутбук)
48	Штангенциркуль 0...300

**Приложение В**  
(обязательное)

Таблица В.1 – Форма графика периодических технических обслуживаний холодильного оборудования

№ п/п	Наименование сельскохозяйственной организации	Наименование МТФ	Наименование оборудования	Марка	Количество, штук	Сроки проведения ТО													
						январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		
1	...	...	холодильное	...		t1													
						t2													
2	...	...	холодильное	...		t1													
						t2													
	Всего, штук		холодильное																

Примечание: t1 – дата проведения техобслуживания по плану;  
t2 – дата фактического проведения техобслуживания.

**Приложение Г**  
(рекомендуемое)

Таблица Г.1 – Форма журнала учета технического обслуживания для видов ЕТО

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Вид ТО</b>	<b>Отметка о проведении ЕТО</b> (описание конкретных выявленных при ТО неисправностей и мероприятий по их устранению)	<b>Должность, ФИО, подпись</b>	<b>Примечание</b>
1					
2					
3					



**Приложение Д**  
(рекомендуемое)

Таблица Д.1 – Форма журнала учета при проведении ТО-1

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Отметка о проведении ТО-1</b> Описание конкретных выявленных при обслуживании неисправностей и выполненные мероприятия по их устранению. Результаты замеров параметров при проведении ТО-1*.	<b>Должность, фамилия, подпись</b>	<b>Примечание</b>
1				
2				
3				

\* – Результаты замеров параметров при проведении ТО-1 заносятся в формуляр (см. приложение Е).

## Приложение Е

(обязательное)

### Форма формуляра для регистрации параметров холодильной системы

Организация (место) эксплуатирующая холодильное оборудование

наименование, адрес, телефон, факс, e-mail

Основные параметры холодильной системы		Дата	
Напряжение в сети, В:	фазы 1-2		
	фазы 2-3		
	фазы 3-1		
Давление/температура конденсации хладагента, bar/°C			
Давление/температура кипения хладагента, bar/°C			
Количество пусков компрессора в час			
Ток, потребляемый компрессором, А: фаза 1/фаза 2/фаза 3			
Настройка автомата защиты компрессора, А			
Настройки термостата, °C	отключение		
	включение		
Настройка аварийного реле высокого давления, bar	отключение		
	включение		
Настройка реле высокого давления для вентилятора конденсатора, bar	отключение		
	включение		
Настройка аварийного реле низкого давления, bar	отключение		
	включение		
Настройка реле низкого давления для компрессорной централи, bar	отключение		
	включение		
Температуры воздуха на конденсаторе, °C	на входе		
	на выходе		
Переохлаждение хладагента на конденсаторе, °C			
Перегрев хладагента на испарителе, °C			
Сопротивление обмоток двигателя компрессора, Ω: обмотки А/В/С			
Сопротивление изоляции двигателя компрессора, МΩ: фаза 1/фаза 2/фаза 3			

Сведения о сервисной организации, проводившей ТО

Наименование, адрес \_\_\_\_\_

Телефон, факс, e-mail \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Должность

\_\_\_\_\_  
Подпись (Ф.И.О.)

**Приложение Ж**  
(рекомендуемое)

**Договор № \_\_\_\_\_**

**на техническое обслуживание и ремонт холодильного оборудования**

г. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_, именуемое в дальнейшем «**Заказчик**», в лице \_\_\_\_\_, действующего на основании \_\_\_\_\_, с одной стороны и \_\_\_\_\_, именуемое в дальнейшем «**Исполнитель**», в лице \_\_\_\_\_, действующего на основании \_\_\_\_\_, с другой стороны, совместно именуемые в дальнейшем «**Стороны**», заключили настоящий договор о нижеследующем:

**1. Предмет Договора**

1.1. По настоящему Договору Исполнитель обязан выполнять техническое обслуживание и ремонт холодильного оборудования (далее – оборудования) Заказчика, а Заказчик принять выполненные работы и оплатить Исполнителю на условиях и в порядке, предусмотренных настоящим договором.

1.2. Перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования, а также их стоимость указаны в Приложении № 1 к настоящему договору.

1.3. Перечень холодильного оборудования, техническое обслуживание и ремонт которого будет производить Исполнитель, его местонахождение приводится в Приложении № 2 к настоящему договору, которое является его неотъемлемой частью.

1.4. На техническое обслуживание принимается оборудование, находящееся в эксплуатации в исправном состоянии. Техническое состояние оборудования указывается в акте, подписанном уполномоченными представителями сторон.

1.5. Общая стоимость выполненных работ, их перечень с указанием стоимости каждой отдельно взятой работы по техническому обслуживанию и ремонту, указывается в актах выполненных работ, которые являются неотъемлемой частью настоящего договора.

**2. Права и обязанности Исполнителя.**

2.1. Исполнитель обязан:

2.1.1. Выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования, направленные на обеспечение безопасной,

надежной, бесперебойной работы оборудования, эксплуатационных расходов и материалов, в том числе:

2.1.1.1. контроль технического состояния оборудования;

2.1.1.2. устранение неисправностей оборудования;

2.1.1.3. проверка работоспособности оборудования;

2.1.1.4. профилактические и планово-предупредительные ремонты оборудования.

2.2. В случае возникновения неисправности, обеспечить прибытие необходимых специалистов Исполнителя и выполнение ремонта оборудования, которое вышло из строя:

2.2.3. Не позднее \_\_\_\_\_ часов с момента \_\_\_\_\_ в случае \_\_\_\_\_ для \_\_\_\_\_.

2.2.4. Не позднее \_\_\_\_\_ часов с момента \_\_\_\_\_ в случае \_\_\_\_\_ для \_\_\_\_\_.

2.2.5. Не позднее \_\_\_\_\_ часов с момента \_\_\_\_\_ в случае \_\_\_\_\_ для \_\_\_\_\_.

2.3. Исполнитель предоставляет гарантию безаварийной работы оборудования, техническое обслуживание и ремонт которого он производил, на срок между регламентными ремонтами. Гарантия не распространяется на отремонтированное Исполнителем оборудование, если поломки возникли по причине:

2.3.1. механических повреждений оборудования;

2.3.2. действия сторонних сил, в том числе мышей, тараканов или при наличии следов их присутствия, а также инородных тел или жидкостей, если это стало непосредственной причиной выхода из строя оборудования.

2.4. Сообщать Заказчику об обстоятельствах, действиях работников Заказчика, которые привели или могут привести к нарушениям работы оборудования;

2.5. Осуществлять за свой счет ремонт вышедшего из строя оборудования вследствие ненадлежащего выполнения Исполнителем условий настоящего Договора в течение \_\_\_\_\_ рабочих дней с момента такого выхода из строя.

2.6. При проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования соблюдать требования Правил устройства электроустановок, Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей и Правил пожарной безопасности;

2.7. Осуществлять техническое обслуживание и планово-предупредительные ремонты оборудования в соответствии с утвержденным

Заказчиком графиком и в объемах, установленных Заказчиком в Приложении № 1 настоящего договора.

2.8. Вести ежемесячный учет неисправностей оборудования с анализом причин неисправностей. Сведения по учету и анализу неисправностей представлять Заказчику до 1-го числа месяца, следующего за текущим месяцем.

2.9. При выполнении ремонта из собственных материалов, узлов и деталей, нести ответственность за их качество. В случаях, предусмотренных действующим законодательством Республики Беларусь, качество материалов, узлов и деталей должно быть подтверждено паспортом, сертификатом соответствия или свидетельством о признании иностранного сертификата соответствия.

2.9. Если Исполнитель выполняет работы с использованием своих материалов, он обязан предварительно согласовать их стоимость с Заказчиком и лишь после этого приступать к работам.

### **3. Права и обязанности Заказчика.**

3.1. Заказчик обязан:

3.1.1. Обеспечить эксплуатацию оборудования в соответствии с требованиями нормативной документации;

3.1.2. Обеспечить возможность ведения ремонтных работ;

3.1.3. Оплачивать Исполнителю выполнение работ в соответствии с пунктом 4.1 настоящего договора.

### **4. Условия оплаты.**

4.1. Заказчик обязан ежемесячно, не позднее \_\_\_\_-го числа месяца, следующего за отчетным месяцем, оплатить Исполнителю техническое обслуживание и ремонт оборудования, произведенные в отчетном месяце на основании подписанных обеими сторонами актов выполненных работ.

При проведении дополнительных (не предусмотренных настоящим договором) и внеплановых работ, порядок и стоимость их оплаты определяется в соответствии с дополнительными соглашениями.

Оплата производится в безналичном порядке на банковский счет Исполнителя.

4.2. В стоимость технического обслуживания и ремонта не входит стоимость материалов, узлов, деталей, которые используются Исполнителем для ремонта оборудования.

4.3. В стоимость технического обслуживания и ремонта оборудования включены все другие расходы Исполнителя, связанные с исполнением настоящего договора.

## **5. Ответственность сторон.**

5.1. Стороны несут ответственность за невыполненные или ненадлежащие выполнение обязательств по настоящему Договору в соответствии с действующим законодательством. Исполнитель обязан возместить убытки, причиненные Заказчику вследствие несвоевременного и(или) некачественного проведения технического обслуживания и ремонта оборудования.

5.2. При нарушении сроков выполнения работ по вине Исполнителя, последний оплачивает Заказчику штраф в размере \_\_\_\_\_.

5.3. В случае нарушения Заказчиком сроков по оплате работ выполненных Исполнителем, Заказчик выплачивает Исполнителю штраф в размере \_\_\_\_ % от суммы долга за каждый день просрочки оплаты, но не более размера установленного действующим законодательством.

## **6. Порядок приемки-сдачи выполненных работ.**

6.1. Исполнитель передает Заказчику выполненные работы по акту приема-передачи работ, в котором указывается стоимость затраченных материалов, перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту, общая стоимость работ по техническому обслуживанию и/или ремонту. Указанные акты предоставляются Исполнителем Заказчику в первый рабочий день месяца, следующего за отчетным месяцем. Указанные акты должны быть подписаны руководителем Исполнителя с приложением печати Исполнителя.

6.2. В процессе сдачи-приемки выполненных работ проверяется соответствие законченных работ условиям договора. Если при приемке-сдаче выполненных работ обнаруживаются недостатки качества выполненных работ, материалов, предоставленных Исполнителем, которые возникли по вине Исполнителя, Заказчик вправе не принимать выполненные работы до устранения недостатков качества, а также задержать оплату некачественно выполненных работ. В таком случае при просрочке оплаты неустойка, предусмотренная пунктом 5.4 настоящего договора, не начисляется. Недостатки качества выполненных работ и материалов отображаются в акте выполненных работ.

## **7. Срок действия, изменение и расторжение договора.**

7.1. Настоящий договор вступает в силу с момента подписания его уполномоченными представителями сторон и действует на протяжении \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) лет с момента его заключения. Если одна из сторон или обе стороны не исполняют или ненадлежаще исполняют свои

обязательства по настоящему договору, срок его действия продлевается до момента надлежащего исполнения обязательства виновной стороной.

7.2. Настоящий договор может быть изменен, расторгнут по соглашению сторон, которое оформляется в виде дополнительного соглашения к настоящему договору.

7.3. Настоящий договор также может быть расторгнут в порядке, предусмотренном действующим законодательством в случае нарушения одной из сторон условий настоящего договора.

7.4. Настоящий договор может быть расторгнут по инициативе одной из сторон о чем она обязана поставить в известность другую сторону не позднее, чем за \_\_\_\_\_.

## **8. Урегулирование споров.**

8.1. В случае возникновения споров между Заказчиком и Исполнителем по вопросам, предусмотренным настоящим договором или в связи с ним, стороны примут все меры к разрешению их путем переговоров.

8.2. В случае недостижения соглашения путем переговоров стороны вправе разрешить спор в порядке, предусмотренном законодательством.

## **9. Прочие условия.**

9.1. По всем вопросам, которые не урегулированы или не полностью урегулированы настоящим договором, применяются нормы действующего законодательства.

9.2. Все изменения и дополнения к настоящему договору должны быть совершены в письменной форме и подписаны уполномоченными на то лицами.

9.3. С момента вступления в силу настоящего договора все соглашения, заключенные ранее между сторонами по данному предмету в устной или письменной форме, теряют юридическую силу.

9.4. Указанные в настоящем договоре приложения составляют неотъемлемую часть настоящего договора.

9.5. Настоящий договор подписан сторонами в двух экземплярах, каждый из которых имеет одинаковую силу.

## **10. Адреса, реквизиты, подписи сторон.**

Приложение № 1 к Договору № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
на техническое обслуживание и ремонт  
холодильного оборудования

Перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту  
холодильного оборудования, их периодичность и стоимость.

№ п/п	Содержание работ	Периодичность	Стоимость

Работы, не входящие в техническое обслуживание, выполняемые по  
дополнительному соглашению и за отдельную плату.

1. \_\_\_\_\_;
2. \_\_\_\_\_;
3. \_\_\_\_\_.

Исполнитель \_\_\_\_\_ Заказчик \_\_\_\_\_

*дата*

Приложение № 2 к Договору № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
на техническое обслуживание и ремонт  
холодильного оборудования

Перечень оборудования, передаваемого на техническое обслуживание.

№ п/п	Наименование оборудования	Место расположения

Исполнитель \_\_\_\_\_ Заказчик \_\_\_\_\_

*дата*



# Приложение И

## Таблицы перевода единиц измерения

Таблица Ж1 – перевод единиц измерения

Метрические и английские единицы измерения	Перевод в единицы системы СИ или кратные и дольные их значения	Метрические и английские единицы измерения	Перевод в единицы системы СИ или кратные и дольные их значения
<b>1. Механические единицы</b>			
Единицы площади			
Квадратный миллиметр (мм <sup>2</sup> )	1 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup>	Единицы давления (механического напряжения)	ат (техническая атмосфера) = 98066,5 Н/м <sup>2</sup> = 98,0665 кН/м <sup>2</sup> ≈ 0,1 МН/м <sup>2</sup>
Квадратный сантиметр (см <sup>2</sup> )	1 · 10 <sup>-4</sup> м <sup>2</sup>	кг/см <sup>2</sup> (кгс/см <sup>2</sup> )	≈ 0,1 МН/м <sup>2</sup>
Квадратный дециметр (дм <sup>2</sup> )	1 · 10 <sup>-2</sup> м <sup>2</sup>	кг/м <sup>2</sup> (кгс/м <sup>2</sup> ) = 1 мм вод. ст.	9,80665 Н/м <sup>2</sup>
Единицы объема			
Кубический миллиметр (мм <sup>3</sup> )	1 x 10 <sup>-9</sup> м <sup>3</sup>	кг/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	9,80665 МН/м <sup>2</sup>
Кубический сантиметр (см <sup>3</sup> )	1 x 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup>	атм (атмосфера физическая)	101325 Н/м <sup>2</sup> = 101,325 кН/м <sup>2</sup>
Кубический дециметр (дм <sup>3</sup> )	1 x 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>	1 Т/м <sup>2</sup> = 1 м вод. ст.	9,80665 кН/м <sup>2</sup>
Литр (л)	1,000028 дм <sup>3</sup> = 1,000028x10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>	1 мм рт. ст. = 1 торр	133,322 Н/м <sup>2</sup>
Баррель нефтяной [barrel]	158,988x10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup>	1 дин/см <sup>2</sup> = 1 мкбар = 1 барий	0,1 Н/м <sup>2</sup>
Единицы массы			
Т.е.м. (кгс·сек <sup>2</sup> /м)	9,80665 кг	1 мбар	100 Н/м <sup>2</sup>
техническая единица массы		1 бар	100 кН/м <sup>2</sup> = 0,1 МН/м <sup>2</sup>
Единицы плотности			
1 т/м <sup>3</sup> = 1 кг/дм <sup>3</sup> = 1 г/см <sup>3</sup>	1000 кг/м <sup>3</sup> = 1 Мг/м <sup>3</sup>	1 Ра	1 Н/м <sup>2</sup>
1 кг/л = 1 г/мл	999,972 кг/м <sup>3</sup>	Единицы работы и энергии	
1 т.е.м./м <sup>2</sup> = 1 кгс · сек <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>	9,80665 кг/м <sup>3</sup>	1 эрг (дин · см)	1 · 10 <sup>-7</sup> Дж = 0,1 мкДж
Единицы удельного объема			
1 м <sup>3</sup> /т = 1 дм <sup>3</sup> /кг = 1 см <sup>3</sup> /г	1 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /кг	1 кг · м (кгс · м)	9,80665 Дж
1 л/кг = 1 мл/г	1,000028 · 10 <sup>-3</sup> м <sup>3</sup> /кг	1 МВт · ч	3,6 · 10 <sup>9</sup> Дж = 3,6 ГДж
Единицы массового расхода			
1 кг/мин	16,667 · 10 <sup>-3</sup> кг/сек	Единицы динамической вязкости	
1 кг/час	277,8 · 10 <sup>-6</sup> кг/сек	1 кг/(м · сек)	1 Н · сек/м <sup>2</sup>
1 т/час	0,2778 кг/сек	1 кгГ/(м · ч)	2,778 · 10 <sup>-4</sup> Н · сек/м <sup>2</sup>
1 кг/сутки	11,574 · 10 <sup>-6</sup> кг/сек	1 пз (пуаз) = 1 г/(см · сек) = 1 дин · сек/см <sup>2</sup>	0,1 Н · сек/м <sup>2</sup>
1 т/сутки	11,574 · 10 <sup>-3</sup> кг/сек	1 кг · ч/м <sup>2</sup>	35,304 кН · сек/м <sup>2</sup>
Единицы объемного расхода			
1 м <sup>3</sup> /час	277,8 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> /сек	Единицы кинематической вязкости	
1 м <sup>3</sup> /сутки	11,574 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> /сек	1 сст (сантистокс)	1 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /сек
Единицы силы (в частности, веса, т.е. силы тяжести)			
1 кг (кгс)	9,80665 Н	<b>2. Тепловые единицы</b>	
1 дин (дина)	1 · 10 <sup>-5</sup> Н	Температура	
19. Единицы удельной силы тяжести (удельного веса)			
1 кг/м <sup>3</sup> (кгс/м <sup>3</sup> )	9,80665 Н/м <sup>3</sup>	Т <sub>к</sub> °К	t <sub>c</sub> = T <sub>k</sub> - 273,15
1 дин/см <sup>3</sup>	10 Н/м <sup>3</sup>	Единицы количества теплоты, термодинамического потенциала	
		1 ккал (межд.)	4,1868 кДж
		Единицы теплового потока	
		1 Гкал/час	1,163 МВт
		Единицы удельной массовой теплоемкости	
		1 ккал/(кг · град)	4,1868 кДж/(кг · град)
		Удельный расход топлива	
		1 кг/(кВт · ч)	277,8 г/МДж

Единицы измерений	Паскаль (Pa, Па)	Бар (bar, бар)	Техническая атмосфера (at, ат)	Физическая атмосфера (atm, атм)	Миллиметр ртутного столба (мм рт. ст., mmHg, torr, торр)	Метр водяного столба (м. вод. ст., m. H <sub>2</sub> O)	Фунт-сила на кв. дюйм (psi)
1 Па	1 Н/м <sup>2</sup>	10 <sup>-5</sup>	10,197 × 10 <sup>-6</sup>	9,8692 × 10 <sup>-6</sup>	7,5006 × 10 <sup>-6</sup>	1,0197 × 10 <sup>-6</sup>	145,04 × 10 <sup>-6</sup>
1 бар	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup> дин/см <sup>2</sup>	1,0197	0,98692	750,06	10,197	14,504
1 ат	98066,5	0,980665	1 кгс/см <sup>2</sup>	0,96784	735,56	10	14,223
1 атм	101325	1,01325	1,033	1 атм	760	10,33	14,696
1 мм рт.ст.	133,322	1,3332 × 10 <sup>-3</sup>	1,3595 × 10 <sup>-3</sup>	1,3158 × 10 <sup>-3</sup>	1 мм рт.ст	13,595 × 10 <sup>-3</sup>	19,337 × 10 <sup>-3</sup>
1 м вод. ст.	9806,65	9,80665 × 10 <sup>-2</sup>	0,1	0,096784	73,556	1 м вод. ст.	1,4223
1 psi	6894,76	68,948 × 10 <sup>-3</sup>	70,307 × 10 <sup>-3</sup>	68,046 × 10 <sup>-3</sup>	51,715	0,70307	1 lbf/in <sup>2</sup>

## СПИСОК сокращений

АПК – агропромышленный комплекс;  
ВД – высокое давление;  
ГХФУ – гидрохлорфторуглеродов;  
ГФО – гидрофторолефины;  
ГФУ – гидрофторуглероды;  
ЕТО – ежедневное техническое обслуживание;  
ККА – компрессорно-конденсаторный агрегат;  
МТФ – молочно-товарная ферма;  
НД – низкое давление;  
НКПВ – нижний концентрационный предел воспламеняемости;  
НР – наихудшая рецептура;  
НРФ-НКПВ – наихудшая рецептура по воспламеняемости;  
ОРП (ODP) – озоноразрушающий потенциал;  
ПГП – потенциал глобального потепления;  
ПДК – предельно допустимая концентрация;  
СП – система промывки;  
ТО – техническое обслуживание;  
ТРВ – терморегулирующий вентиль;  
ХКА – холодильно-компрессорный агрегат;  
ХФУ – хлорфторуглероды.

Производственно-практическое издание

*Карпович Станислав Константинович*  
*Клыбик Владимир Константинович* и др.

Под общей редакцией  
кандидата экономических наук С.К. Карповича

**ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ ФЕРМ  
Рекомендации**

Ответственный за выпуск  
Редактор-корректор  
Компьютерная верстка

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат \_\_\_\_\_.  
Бумага офсетная. Печать \_\_\_\_\_.  
Усл. печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_. Тираж \_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_

---

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/341 от 02.06.2014.  
Ул. Кнорина, 1, 220049, Минск.

Отпечатано в типографии РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства».  
Ул. Кнорина, 1, корп. 3, 220049, Минск.

---