Методический конкурс педагогических работников образовательных организаций Костромской области

Номинация: Методические разработки по модулю, разделу преподаваемого предмета (дисциплины, модуля)

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
Разработка и предоставление авторского электронного УМК по МДК 02.03 Ремонт холодильного оборудования в системе MOODLE

по специальности 15.02. 05. «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании»

Автор: Фастунов Д.М. – преподаватель ОГБПОУ «Костромской торгово-экономический колледж»

Кострома, 2022

Структура электронного учебно-методического комплекса по* МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» *в системе MOODLE

Аннотация……..стр3

1. *Выписка из Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании;……стр4*
2. *Рабочая программа по ПМ 02 в составе, которой находится МДК 02.03;……стр8*
3. *Календарно-тематический план МДК 02.03;…… стр18*
4. *Курс лекций по МДК 02.03 система MOODLE;……стр20*
5. *Практикум по МДК 02.03 система MOODLE;……стр364*
6. *Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению для МДК 02.03 система MOODLE;……стр438*
7. *Комплекс контрольно-измерительных материалов по МДК 02.03. система MOODLE……стр467*

Аннотация

ЭУМК по МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» в системе MOODLE предназначен для обучающихся по специальностям среднего профессионального образования (СПО) укрупненной группы 15.00.00 Машиностроение 3 курса очной формы обучения: по специальности 15.02. 05. «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».

В соответствии с учебным планом МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» изучается в рамках ПМ 02 «Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания»;

Объем МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» составляет 225 часов в шестом семестре (из них аудиторных часов – 150 (теоретических занятий – 78 часов, практических занятий – 72 часов), самостоятельные работы – 75 часов).

МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» относится к специальным дисциплинам и является основой вида профессиональной деятельности по технической эксплуатации холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания и с целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся, в ходе освоения профессионального модуля, должен получить практический опыт:

организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок;

диагностировать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся, в ходе освоения МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования», обучающийся должен уметь:

- получать практический опыт по определению причин снижения работоспособности и отказов в работе холодильного оборудования;
- планировать профилактические осмотры холодильного оборудования;
- выявлять, оценивать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования;
- организовывать техническое обслуживание холодильного оборудования в торговле и общественном питании.

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

Выписка из Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании

Кострома, 2022

стандарт (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся, в ходе освоения профессионального модуля, должен:

иметь практический опыт:

- подготовки и выполнения работ по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов;
- организации и проведения процессов монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок;
- контроля хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки системы хладагентом и хладоносителем;
- определение причин снижения работоспособности и отказов в работе холодильного оборудования;
- планирования профилактических осмотров холодильного оборудования;
- выявления, оценки и предотвращения возможных причин аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования;
- выполнения типовых расчетов холодильников различных ёмкостей, подбора холодильных машин.

уметь:

- организовывать техническую эксплуатацию холодильного оборудования в торговле и общественном питании;
- выполнять типовые расчёты холодоснабжения, подбирать по техническим и технологическим показателям холодильные машины и установки;
- выполнять монтаж, пуск и техническое обслуживание холодильного оборудования в организациях торговли и общественного питания;

- выявлять дефекты деталей и узлов холодильного оборудования, определять методы и технологии ремонта, выполнять ремонт;

знать:

- физические принципы получения холода;
- холодильные агенты, теплоносители и смазочные масла;
- схемы и циклы одноступенчатых холодильных машин;
- рабочий процесс в компрессоре;
- назначение, классификацию, обозначение, устройство, принцип действия компрессоров холодильных машин;
- назначение, типы, характеристики, устройство, принцип действия, наладку приборов автоматики холодильных установок;
- назначение, классификацию, маркировку, устройство холодильных агрегатов;
- схему холодильных машин и установок;
- классификацию, назначение, типы, технические характеристики, устройство, принцип действия, организацию технической эксплуатации холодильного оборудования для организаций торговли и общественного питания;
- организацию и технологические процессы монтажа, технического обслуживания и ремонта холодильного оборудования и его типовых деталей и узлов, правила разработки и оформления технической документации на эти процессы.

Требования к уровню подготовки выпускников

Результатом освоения программы профессионального модуля, в том числе и междисциплинарного курса 02.03 является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности: **ВПД техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями: _____

Код	Наименование результата обучения
ПК 2.1.	Подготавливать и выполнять работы по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов

ПК 2.2.	Организовывать и проводить процессы монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок
ПК 2.3.	Осуществлять контроль хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки систем хладагентом и хладоносителем
ПК 2.4	Диагностировать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования
ПК 2.5.	Осуществлять подбор холодильных машин разных емкостей на основе типовых расчетов
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ.02 Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания

Кострома, 2022

Департамент образования и науки Костромской области
областное государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Костромской торгово-экономический колледж»

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ.02 Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания

2022 г.

РАССМОТРЕНО
Методическим советом ОГБПОУ «КТЭК»
Протокол № 9 от 18.05.2021 г.
Председатель МС_____Губанов С.А.

РАССМОТРЕНО
Педагогическим советом ОГБПОУ «КТЭК»
Протокол № 7 от 19.05.2021 г.
Приказ ОГБПОУ «КТЭК» от 19.05.2021 г. № 154 /п

Одобрена
цикловой методической комиссией механико-технологических дисциплин

Протокол № № 8 от 21.04.2021 г.

Председатель: _____ Берёзкина А.И.

Рабочая программа разработана на основе Федерального Государственного образовательного стандарта (ФГО) по специальностям среднего профессионального образования (СПО) укрупненной группы
15.00.00 Машиностроение
по специальности:
15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании

Автор: Фастунов Д.М..

Зам. директора _____А.А. Смирнова

Рабочая программа ПМ.02 разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от18.04.2014 года N 347.

Организация-разработчик:

ОГБПОУ “Костромской торгово-экономический колледж”

Автор: Фастунов Д.М

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 4

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 6

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 7

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ 17

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ) 19

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.02 Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа профессионального модуля – является частью профессиональной образовательной программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности:

15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД) - Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания.

и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

ПК 2.1. Подготавливать и выполнять работы по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов.

ПК 2.2. Организовывать и проводить процессы монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок.

ПК 2.3. Осуществлять контроль хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки систем хладагентом и хладоносителем.

ПК 2.4. **Диагностировать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при** эксплуатации холодильного оборудования.

ПК 2.5. Осуществлять подбор холодильных машин разных емкостей на основе типовых расчетов.

Рабочая программа профессионального модуля может быть использована в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке работников в области технической эксплуатации оборудования организаций торговли и общественного питания при наличии среднего общего образования. Опыт работы не требуется.

1.2. Цели и задачи модуля – требования к результатам освоения модуля

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся, в ходе освоения профессионального модуля, должен:

иметь практический опыт:
- подготовки и выполнения работ по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов;
- организации и проведения процессов монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок;
- контроля хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки системы хладагентом и хладоносителем;
- определение причин снижения работоспособности и отказов в работе холодильного оборудования;
- планирования профилактических осмотров холодильного оборудования;
- выявления, оценки и предотвращения возможных причин аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования;
- выполнения типовых расчетов холодильников различных ёмкостей, подбора холодильных машин;

уметь:
- организовывать техническую эксплуатацию холодильного оборудования в торговле и общественном питании;
- выполнять типовые расчёты холодоснабжения, подбирать по техническим и технологическим показателям холодильные машины и установки;
- выполнять монтаж, пуск и техническое обслуживание холодильного оборудования в организациях торговли и общественного питания;
- выявлять дефекты деталей и узлов холодильного оборудования, определять методы и технологии ремонта, выполнять ремонт;

знать:
- физические принципы получения холода;
- холодильные агенты, теплоносители и смазочные масла;
- схемы и циклы одноступенчатых холодильных машин;
- рабочий процесс в компрессоре;
- назначение, классификацию, обозначение, устройство, принцип действия компрессоров холодильных машин;
- назначение, типы, характеристики, устройство, принцип действия, наладку приборов автоматики холодильных установок;
- назначение, классификацию, маркировку, устройство холодильных агрегатов;
- схему холодильных машин и установок;
- классификацию, назначение, типы, технические характеристики, устройство, принцип действия, организацию технической эксплуатации холодильного

оборудования для организаций торговли и общественного питания;
- организацию и технологические процессы монтажа, технического обслуживания и ремонта холодильного оборудования и его типовых деталей и узлов, правила разработки и оформления технической документации на эти процессы.

1.3. Рекомендуемое количество часов на освоение программы профессионального модуля:
всего – 948 часов, в том числе:
объем образовательной программы – 732 часа, включая:
обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося– 488 часов;
самостоятельной работы обучающегося– 244 часов;
производственной практики – 216 часов.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности: **ВПД техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 2.1.	Подготавливать и выполнять работы по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов
ПК 2.2.	Организовывать и проводить процессы монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок
ПК 2.3.	Осуществлять контроль хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки систем хладагентом и хладоносителем
ПК 2.4	Диагностировать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования
ПК 2.5.	Осуществлять подбор холодильных машин разных емкостей на основе типовых расчетов
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Тематический план профессионального модуля ПМ.02 Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания

Разделы Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля*	Всего часов	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)					Практика	
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося			Самостоятельная работа обучающегося		Учебная, часов	Производственная (попрофилю специальности), часов
			Всего часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов	Всего, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОК 1.5, 7-9 ПК 2.1-2.5	**МДК 02.01 Холодильное оборудование**	**315**	**210**	100	40	**105**	20	-	
	МДК 02.02 Организация монтажа и технического обслуживания холодильного оборудования	**192**	**128**	60	-	**64**	-	-	

	МДК 02.03 Организация ремонта холодильного оборудования	**225**	**150**	72	-	**75**	-	-	
	ПП 02. Производственная практика (по профилю специальности)	**216**							216
	Всего:	**948**	**488**	232	**40**	**244**	20		**216**

3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю (ПМ) ПМ.02 Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	**Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовой проект**	**Объем часов**	**Уровень освоения**
1	**2**	**3**	**4**
МДК 02.01 Холодильное оборудование	**РАЗДЕЛ 1. ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ**	**210**	
Тема 1.1 Физические принципы получения холода	**Содержание учебного материала**	6	2
	1. Естественное и искусственное охлаждение Термодинамические основы работы холодильных машин, абсорбционные, пароэжекторные и термоэлектрические холодильные машины. Схемы и циклы одно и многоступенчатых холодильных машин		
	Практические занятия	6	3
	Расчёт цикла одноступенчатой холодильной машины и подбор компрессора		

Тема 1.2 Рабочие тела для холодильных машин	**Содержание учебного материала**		10	2
	1.	Холодильные агенты, теплоносители и смазочные масла. Свойства, применение, хранение и перевозка основных рабочих тел и смазочных масел		
Тема 1.3 Теплообменные аппараты холодильных машин	**Содержание учебного материала**		8	2
	1.	Теплообменные аппараты холодильных машин, расчет и подбор теплообменных аппаратов		
	Практические занятия		6	3
	1.	Расчет и подбор тепловых аппаратов малых холодильных машин		
Тема 1.4. Компрессоры холодильных машин	**Содержание учебного материала**		16	2
	1.	Назначение, классификация и марки холодильных компрессоров, сальниковые компрессоры, компрессоры герметичные и полугерметичные, ротационные, винтовые и центробежные компрессоры. Рабочий процесс в холодильном компрессоре. Холодопроизводительность компрессора и её зависимость от условий работы компрессора. Расчёт и подбор компрессора по объёму, описанному поршнем и по стандартной холодопроизводительности		
	Лабораторные работы		12	3
	1.	Разработка, сборка и эскизирование узлов и деталей поршневых компрессоров		
	2.	Разработка, сборка и эскизирование узлов и деталей бессальниковых поршневых компрессоров		
Тема 1.5. Вспомогательное оборудование холодильных установок	**Содержание учебного материала**		6	2
	1	Вспомогательное оборудование холодильных установок: ресиверы, маслоотделители, отделители жидкости, воздухоотделители, фильтры, осушители, трубопроводы, арматура. Насосы и вентиляторы. Назначение, виды, технические характеристики, устройство, принцип работы.		
Тема 1.7. Автоматизация холодильного оборудования	**Содержание учебного материала**		18	2
	1	Автоматический контроль, регулирование и защита холодильных установок. Системы автоматического регулирования. Приборы для автоматического регулирования давления, температуры, влажности, расхода и скорости. Приборы защиты холодильных установок от опасных режимов работы. Приборы для регулирования расхода: капиллярная трубка, ТРВ Регуляторы давления кипения, конденсации и защиты компрессора от перегрузок		
	Лабораторные работы		12	3

	1	Выполнение настройки приборов автоматики работающей холодильной установки на заданный режим работы		
	2	Анализ электрических и функциональных схем холодильных установок		
Тема 1.6. Холодильные агрегаты	**Содержание учебного материала**		4	2
	1	Холодильные агрегаты холодильных машин для коммерческого холода и машин средней и крупной производительности		
РАЗДЕЛ 2. ХОЛОДИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ				
Тема 2.4. Холодильные предприятия	**Содержание учебного материала**		6	2
	1	Типы холодильников и их особенности. Холодильная цепь. Расчет площадей камер и планировка холодильника. строительно-изоляционные конструкции ограждений холодильников		
Тема 2.3. Схемы холодильных установок	**Практические занятия**		6	3
	1.	Расчет площадей камер и планировка холодильника		
	Содержание учебного материала			
	1	Требования к схемам, условные обозначения в схемах холодильных установок Схемы фреоновых холодильных машин и установок Особенности схем аммиачных холодильных установок Схемы холодильных машин охлаждением теплоносителем	4	2
	Лабораторные работы		6	3
	1	Вычерчивание схемы действительной фреоновой холодильной установки непосредственного охлаждения в лаборатории колледжа		
Тема 2.2. Основы холодильной технологии	**Содержание учебного материала**		4	2,3
	1	Цели и задачи холодильной технологии Холодильная цепь, причины порчи скоропортящихся продуктов Технологические процессы обработки грузов холодом		
	Содержание учебного материала		12	2,3

Тема 2.4. Тепловой расчёт и подбор холодильного оборудования	1	Цель и задачи теплового расчета, расчётные параметры Строительно-изоляционная конструкция ограждения и расчёт толщины тепловой изоляции Расчёт теплопритоков, поступающих в охлаждаемый объём. Сводная таблица теплового расчета и подбор оборудования холодильной установки		
	Практические занятия		6	3
	1	Расчёт толщины тепловой изоляции в строительно-изоляционной конструкции		
	2	Расчёт теплопритоков, поступающих в охлаждаемый объём		
Тема 2.1. Коммерческое холодильное оборудование	**Содержание учебного материала**		8	2,3
	1	Назначение, виды и типы торгового холодильного оборудования Сборно-разборные холодильные камеры, витрины, холодильные шкафы, бытовые холодильные приборы Льдогенераторы, охладители напитков, бытовые кондиционеры, торговые автоматы		
	Лабораторные работы		6	3
	1	Коммерческое холодильное оборудование: сборно-разборной холодильной камеры, шкафа, холодильной витрины, бытового холодильного прибора		
Самостоятельная работа при изучении раздела МДК 02.01. - выполнение курсового проекта; - выполнение рефератов по тематике «Влияние холодильных агентов на озоновый слой и парниковый эффект»; - подготовка презентаций по тематике «Целесообразность применения компрессоров с инверторным управлением в торговом холодильном оборудовании»; - подготовка элементов раздела электронного учебника «Перенастраиваемые электронные процессоры в электрических схемах автоматизации холодильных машин»; - подготовка к семинарскому занятию по теме «Особенность гидравлических схем полиномных холодильных агрегатов»; - работа с техническими каталогами производителей холодильного оборудования			**105**	**3**

Примерная тематика домашних заданий: 1.Систематическая проработка конспектов лекций, специальной технической литературы (по вопросам, параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем) 2.Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление лабораторных работ, отчетов и подготовка к их защите 4. Подготовка ответов на контрольные вопросы, заданные преподавателем 5.Работа со стандартами на холодильное оборудование 6. Выполнение типовых расчетов по индивидуальным заданиям 7.Выполнение сравнительного анализа технических показателей однотипного холодильного оборудования				
Курсовой проект по содержанию МДК 02.01. **Темы заданий:** Проекты холодильных установок торгового типа, с планировкой холодильных камер, расчетом изоляции, тепловым расчетом охлаждаемых помещений, подбором основного и вспомогательного оборудования. Проекты реконструкции холодильных сооружений, проектирование и изготовление наглядных учебных пособий: стендов, электронных учебников и т.д.			40	3
МДК 02.02 **Организация монтажа и технического обслуживания холодильного оборудования**			**128**	
Тема 2.2.1. Организация монтажных работ	**Содержание учебного материала**		18	2,3
	1	Монтажная документация Фундаменты и опоры под оборудование Такелажные работы Приемка оборудования в монтаж. Требования к таре и упаковке оборудования. Организация монтажной площадки. Условия хранения оборудования и комплектующих.		

	2	Инструмент для монтажа и технического обслуживания холодильного оборудования. Устройство, назначение, использование.		
	Лабораторные работы		6	3
	1 2	Отработка навыков работы со специальным инструментом и инструментом общего назначения при монтаже коммерческого холодильного оборудования		
Тема 2.2.2. Монтаж оборудования		**Содержание учебного материала**	20	2,3
	1	Выбор места для размещения холодильного агрегата. Монтаж холодильных агрегатов. Установка и выверка оборудования. Фундаментные и анкерные болты. Инструмент для работ по установке и выверке оборудования. Монтаж камерного оборудования. Монтаж конденсаторов Разметка трассы трубопроводов. Монтаж трубопроводов и ТРВ. Проблемы возврата масла. Электромонтажные работы. Последовательность выполнения монтажных работ и их содержание.		
	Лабораторные работы		12	3
	1	Подготовка к монтажу и монтаж участка трубопровода в лаборатории колледжа и ли на производстве.		
Тема 2.2.3 Пуско-наладочные работы		**Содержание учебного материала**	6	2,3
		Проблемы холодильного контура, вакуумирование Расчет необходимого количества расходных материалов: хладагента, масла, соли. Перечень и содержание пуско-наладочных работ холодильной установки Сдача холодильной установки в эксплуатацию. Инструктаж и оформление документации		
	Лабораторные работы		12	3
		Выполнение пуско-наладочных работ в лаборатории или на производстве		
Тема 2.2.4. Оптимальный режим работы холодильных установок	**Содержание учебного материала**		10	2,3
	1	Внешние признаки оптимального режима работы холодильной установки. Оптимальный температурный режим фреоновой работы холодильной установки с конденсатором воздушного охлаждения.		
		Оптимальный режим работы с конденсаторами водяного охлаждения. Оптимальный температурный режим работы аммиачных холодильных установок		

		Оптимальный режим работы установок с охлаждением теплоносителем		
	Лабораторная работы		12	3
	1	Диагностика фреоновой холодильной машины на оптимальный режим работы в лаборатории или на производстве		
	2	Обучающая и контролирующая программа FRIGODEP		
Тема 2.2.5. Техническое обслуживание холодильного оборудования	**Содержание учебного материала**		14	2,3
	1	Перечень основных неисправностей. Слабый ТРВ. Признаки неисправностей, указывающих на слабый ТРВ. ТРВ с внутренним выравниванием. Анализ работы. ТРВ с внешним выравниванием. Анализ работы. Практическое применение неисправности слабого ТРВ. Проявление в конденсаторе, испарителе, компрессоре. Причины выявления неисправности и их устранение. Нехватка хладагента в контуре. Признаки неисправностей, проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Практические аспекты устранения неисправности: Нехватка хладагента в контуре**.**			
	Лабораторные работы		**18**	3
	1	Выполнение операций по техническому обслуживанию и консервации холодильной установки		
	2	Обучающая и контролирующая программа FRIGODEP		
2				3
Самостоятельная работа при изучении раздела МДК 02.02. - выполнение рефератов по тематике «Прогрессивные методы выполнения монтажных работ»; - подготовка презентаций по тематике «Особенности технического обслуживания компрессоров с инверторным управлением в торговом холодильном оборудовании»; - подготовка элементов раздела электронного учебника «Перенастраиваемые электронные процессоры в электрических схемах автоматизации холодильных машин»; - подготовка к семинарскому занятию по теме «Особенность работы гидравлических схем полиномных холодильных агрегатов»; - холодильные машины с малой заправкой хладагента			64	3

- особенности монтажа схем с охлаждением теплоносителем - работа с техническими каталогами производителей холодильного оборудования				
Примерная тематика домашних заданий: 1.Систематическая проработка конспектов лекций, специальной технической литературы (по вопросам, параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем) 2.Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление лабораторных работ, отчетов и подготовка к их защите 4. Подготовка ответов на контрольные вопросы, заданные преподавателем 5.Работа со стандартами на холодильное оборудование 6. Выполнение типовых расчетов по индивидуальным заданиям 7.Выполнение сравнительного анализа технических показателей однотипного холодильного оборудования				
МДК 02.03. Организация процессов ремонта холодильного оборудования			**150**	
Тема 2.3.1 Общие понятия и определения. Планирование ремонтов оборудования.	**Содержание учебного материала**		2	2,3
	1	Основные термины и их содержание. Потребительские свойства оборудования. Основные понятия надежности и долговечности оборудования.		
	2	Организация ремонтных работ. Классификация ремонтов. Износ и поломки компрессоров. Текущий ремонт оборудования.	4	
	Лабораторные работы		12	3
	1 2	Составление технологических карт ремонта оборудования Программа FRIGODIAG		

Тема2.3.2 Выявление и устранение основных неисправностей.	**Содержание учебного материала**		28	2,3
	1	Проблемы вскипания хладагента в жидкостной магистрали. Поиск утечек хладагента. Преждевременное дросселирование хладагента. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Практические аспекты устранения неисправности. Слабый испаритель. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Практические аспекты устранения неисправности. Разрушение клапанов компрессора. Слабый компрессор. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Практические аспекты устранения неисправности. Наличие неконденсата. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Чрезмерная заправка. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Слабый конденсатор. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей. Практические аспекты устранения неисправности. Проблемы перетекания жидкого хладагента при работе холодильных установок.		
	Лабораторные работы		12	3
	1 2	Имитатор неисправностей в работе холодильной установки. Программа FRIGODIAG		
Тема 2.3.2.2 Поиск неисправностей при регулировании производительности холодильной установки.	**Содержание учебного материала**		16	2,3
	1	Остановка холодильных компрессоров. Проблемы повышенной частоты включения компрессоров. Регулятор производительности. Регулятор давления в картере. Проблемы в работе холодильной установки в зимнее время. Проблемы пуска компрессоров. Проблемы в работе холодильной установки в зимнее время. Конденсаторы с воздушным охлаждением. Поиск неисправностей. Настройка и регулировка работы холодильной установки		

	Лабораторные работы		12	3
	1 2	Настройка и регулировка работы холодильной установки Программа FRIGODIAG		
Тема 2.3.3. Ремонт бытовых холодильных приборов	**Содержание учебного материала**		4	2,3
	1	Проблемы с работой капиллярного расширительного устройства. Назначение, достоинства и недостатки при работе с капиллярной трубкой. Четырех ходовой соленоидный клапан обращения цикла.		
	Лабораторные работы		12	3
	1 2	Ремонт холодильного агрегата бытового холодильника Программа FRIGODIAG		
Тема 2.3.3.2 Поиск неисправностей в работе однофазного электродвигателя.	**Содержание учебного материала**		10	3
	Однофазные электродвигатели. Проверка обмоток Проверка электролитических конденсаторов однофазных электродвигателей Пусковое реле тока однофазного электродвигателя Пусковое реле напряжения однофазного электродвигателя Схемы пусковых устройств однофазного электродвигателя			
	Лабораторные работы 1 Поиск неисправностей в работе бытовых холодильных приборов 2 Программа FRIGODIAG		12	3

	Содержание учебного материала Проблемы выбросов хладагента в атмосферу. Методы слива хладагента из холодильного контура. Проблемы при регенерации хладагента. Проблемы, вызванные применением новых хладагентов	6	3
Тема 2.3.4. Проблемы слива и повторного использования хладагента.	**Содержание учебного материала** Ремонт цепей управления. Ремонт цепей управления с помощью вольтметра. Ремонт с использованием омметра. Ремонт силовых цепей. Проблемы электрооборудования. Заземление и зануление. Поиск неисправностей в работе электрооборудования.	8	3
Тема 2.3.5. Ремонт электрооборудования холодильных установок.	**Лабораторные работы** 1 Поиск неисправностей в силовых цепях и управления холодильной установки 2 Программа FRIGODIAG	12	3
Самостоятельная работа при изучении раздела ПМ.02. МДК02.03. - выполнение рефератов по тематике «Прогрессивные методы выполнения монтажных работ»; - подготовка презентаций по тематике «Особенности технического обслуживания компрессоров с инверторным управлением в торговом холодильном оборудовании»; - подготовка элементов раздела электронного учебника «Перенастраиваемые электронные процессоры в электрических схемах автоматизации холодильных машин»; - подготовка к семинарскому занятию по теме «Особенность работы гидравлических схем мультикомпрессорных холодильных агрегатов»; - холодильные машины с малой заправкой хладоагента - особенности монтажа схем с охлаждением теплоносителем - работа с техническими каталогами производителей холодильного оборудования		75	3

Примерная тематика домашних заданий по МДК 02.03 1.Систематическая проработка конспектов лекций, специальной технической литературы (по вопросам, параграфам, главам учебных пособий, составленным преподавателем) 2.Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление лабораторных работ, отчетов и подготовка к их защите 4. Подготовка ответов на контрольные вопросы, заданные преподавателем 5.Работа со стандартами на холодильное оборудование 6. Выполнение типовых расчетов по индивидуальным заданиям 7.Выполнение сравнительного анализа технических показателей однотипного холодильного оборудования		
Производственная практика по профилю специальности **Виды работ:** - сборка и разборка компрессора - перевозка, хранение и использование хладагентов и теплоносителей - участие по выполнению операций по монтажу, наладке, ремонту и техническому обслуживанию холодильных установок - дублирование должностей младших технических менеджеров на предприятии	**216**	3
ВСЕГО	**948**	

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы модуля предполагает наличие учебного кабинета: «Холодильного оборудования и систем кондиционирования»
Лаборатории: «Холодильных машин и установок»

Оборудование учебного кабинета:

- рабочие места по количеству обучающихся;
-стол преподавателя;
- классная доска;
- экран;
- действующие учебные стенды, разрезы, узлы и детали компрессоров;
- элементы холодильного контура, приборы автоматики и электрооборудования;
-комплект плакатов;
- учебные видеофильмы.

Технические средства обучения:

- стенды-тренажеры,
- торговое холодильное оборудование,
- компьютер с выходом в сеть Интернет, МФУ, мультимедийный проектор,
- компьютерные программы «FRIGODEP» и «FRIGODIAG»

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- рабочее место зав. лаборатории;
- рабочие места по числу обучающихся;
-комплект специального инструмента для монтажа, сервисного обслуживания и ремонта холодильного оборудования;
- действующие учебные стенды холодильных машин на базе герметичных, полугерметичных и открытых компрессоров;
-льдогенератор торгового типа, мультикомпрессорный холодильный агрегат, кондиционеры различных типов

Реализация рабочей программы модуля предполагает обязательную производственную практику, которую необходимо проходить на специализированных предприятиях по монтажу, сервисному обслуживанию и ремонту коммерческого холодильного оборудования.

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания – М.: АКАДЕМА, 2017
2. Н.Г. Лашутина и др. Холодильные машины и установки – М.: Колосс 2015
3. Польманн Учебник по холодильной технике – М.: МГУ, 2018
4. Учебные компьютерные программы Frigodepri Frigodiag- М.: Остров, 2019.

Дополнительные источники:

1. Бабакин Б.С. и др. Бытовые холодильники и морозильники - М.: Колос,2018.
2. Стрельцов А.Н. и др. Холодильное оборудование предприятий торговли и общественного питания – М.: Профобриздат, 2016
3. Рой ДжойДоссат Основы холодильной техники - М.: Остров, 2019
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем СПб. – ЦОТПБСП, 2015 г
5. Холодильная техника. Журналы, 2017-2019 г.
6. ГОСТ 5546 – 86 Масла для холодильных машин

Интернет-ресурсы:

1. Интернет-газета ХолодильщикRU [Электронный ресурс]: сайт//Режим доступа: http://www.holodilshchik.ru.
2. Торговое и пищевое оборудование. [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа: www.fartovimpex.ru.
3. Библиотека электронных книг. Техническая литература. [Электронный ресурс]: /Book-Gu.ru: сайт // Режим доступа: http://book-gu.ru/2013/05/kipiaxolodilnyx-mashin-i-ustanovok.
4. Сайты фирм «Промхолод и Еврохолод»

4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Обязательным условием допуска к производственной практике (по профилю специальности) в рамах профессионального модуля

«Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания» является освоение учебной практики в рамках профессионального модуля «Выполнении работ по профессии рабочего»
При выполнении курсового проекта обучающимся оказываются консультации

4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса
Требования к квалификации педагогических (инженерно-педагогических) кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарному курсу (курсам): наличие высшего профессионального образования соответствующего профилю модуля «Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания» и специальности **15.02.05** Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании.

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой
Инженерно-педагогический состав: дипломированные специалисты-преподаватели междисциплинарных курсов.
Мастера: наличие 5-6 квалификационного разряда с обязательной стажировкой в профильных организациях не реже одного раза в три года
Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

Результаты (освоенные профессиональные компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки

ПК 2.1 Подготавливать и выполнять работы по монтажу опор, фундаментов, компрессоров, аппаратов, трубопроводов, приборов, холодильных агрегатов	Выполнить расчёт фундамента для холодильного агрегата, выполнить монтаж, (демонтаж) компрессора, подготовить и смонтировать фрагмент участка медного трубопровода с фитингами и арматурой	Анализ предложенных понятий по изучаемой теме. Тестирование. Квалификационный экзамен по профессиональному модулю.
ПК 2.2 Организовывать и проводить процессы монтажа, демонтажа, наладки, испытаний, технического обслуживания, ремонта деталей и узлов механической, гидравлической, электрической частей холодильных машин и установок	Проверить на плотность и прочность холодильный контур фреоновой установки, выявить и устранить неисправность в работе холодильной машины, выполнить дефектацию и составить технологическую карту ремонта узла (детали) одного из элементов холодильного контура	Экспертное наблюдение и оценка знаний и компетенций обучающихся на практических занятиях. Квалификационный экзамен по профессиональному модулю.
ПК 2.3 Осуществлять контроль хранения и перевозки холодильных агентов, определения утечек, зарядки системы хладагентом и хладоносителем	Характеристика и требования стандарта на перевозку, хранение и использование хладагентов, смазочных масел и компонентов рассольных систем, определить утечки в контуре машины, и добавить в контур хладагент и смазочное	Составление схем и таблиц. Фронтальный и индивидуальный опрос во время аудиторных занятий. Квалификационный экзамен по профессиональному модулю.

	масло	
ПК 2.4 Диагностировать и предотвращать возможные причины аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования	Диагностика и анализ работы холодильной установки по действительным параметрам. Оптимальный режим работы холодильной машины, причины отклонений от нормальной работы, их выявление и устранение, расчёт действительной производительности компрессора	Экспертная оценка выполненных индивидуальных заданий, оценка рефератов и докладов по предотвращению аварийных ситуаций при эксплуатации холодильного оборудования. Квалификационный экзамен по профессиональному модулю.
ПК 2.5 Осуществлять подбор холодильных машин разных емкостей на основе типовых расчетов	Планировка холодильника в соответствии с технологическим процессом обработки груза Выбор строительно-изоляционной конструкции ограждения холодильника Расчет толщины тепловой изоляции Расчет теплопритоков	Различные формы опроса на аудиторных занятиях. Оформление понятийного словаря. Квалификационный экзамен по профессиональному модулю.

	Тепловой расчет и подбор холодильного оборудования	

Формы и методы контроля и оценки результатов обучения должны позволять проверять у обучающихся не только сформированность профессиональных компетенций, но и развитие общих компетенций и обеспечивающих их умений.

Результаты (освоенные общие компетенции)	**Основные показатели оценки результата**	**Формы и методы контроля и оценки**
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	- демонстрация устойчивого интереса к будущей профессии	Экспертное наблюдение и оценка деятельности обучающегося в процессе освоения профессионального модуля.
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	- выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач в области организации и проведения процессов монтажа, технического обслуживания и ремонта	Опрос по индивидуальным заданиям. Экспертная оценка полноты и логичности выполнения профессиональных задач.

	базовых моделей механического и теплового оборудования	
ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	- решение стандартных и нестандартных профессиональных задач в области технической эксплуатации оборудования в торговле и общественном питании	Экспертная оценка решения ситуационных задач.
ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	- эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные.	Экспертное наблюдение и оценка деятельности обучающегося в процессе сбора и обработки информации, обоснование соответствия выбранных методов доказательства актуальности и достоверности использованных источников информации.
ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	- работа с прикладными компьютерными программами при проектировании схем монтажа оборудования в цехах и отделах организаций торговли и общественного питания	Электронное тестирование.
ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды	- взаимодействие с обучающимися, преподавателями и	Моделирование ситуации, деловая игра: «Работа в структурном

(подчиненных), результат выполнения заданий.	мастерами в ходе обучения и на производственной практике с членами трудового коллектива	подразделении организаций торговли и общественного питания»
ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	- самоанализ и коррекция результатов собственной работы, работы коллектива подчиненных.	Экспертное наблюдение и оценка деятельности обучающегося в процессе «мозгового штурма».
ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	- анализ инноваций в области технической эксплуатации оборудования в торговле и общественном питании	Текущий контроль в форме: устного опроса; защиты практических заданий, творческих работ.

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование дисциплины
МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования»

Для обучающихся группы механического отделения группы 3**-12**

Кострома, 2022

Департамент образования и науки Костромской области
областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Костромской торгово-экономический колледж»

УТВЕРЖДАЮ:
заместитель директора
по учебной работе
_____ Смирнова
А.А.
« » 2022 г

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

на **5/6** семестр **2021-2022** учебного года группа **3-12**

Наименование дисциплины **МДК 02.03 Организация ремонта холодильного оборудования**
Специальность: 15.02.05 Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании

преподаватель: **Фастунов Д.М.**
Объем образовательной программы **225** часов.
Самостоятельная работа: **75** часов
Всего часов **150**
в том числе:
теоретических занятий **78** час
лабораторных работ **72** час

Форма итогового контроля **экзамен**

Рабочий план преподавателя рассмотрен и обсужден цикловой методической комиссией **механико-технологических дисциплин**

07» апреля 2020 г. Протокол № **10** Председатель ЦМК: / Березкина

А.И./

№ занятий	Наименование разделов, тем занятий	Количество часов				Вид занятий	Наглядные пособия	Задания для самостоятельной работы студентов	Примечание
		Максимальная учебная нагрузка	Самостоятельная работа	Обязательная учебная нагрузка	в том числе: Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Раздел 1. Организация ремонта оборудования								
	Тема 1.1. Общие понятия и определения	**3**	**1**	**2**					
1.	Основные термины и их содержание. Исправность, работоспособность, наработка, безотказность, срок службы .	3	1	2		Урок	Стенды и машины в кабинете	Повторить материал по ПМ01	1
	Тема 1.2. Планирование ремонтов оборудования	**24**	**8**	**16**					2
2.	Организация ремонтных работ. Классификация ремонтов.	3	1	2		Урок	Плакаты	Повторить тему компрессора	
3.	Износ и поломки компрессоров. Текущий ремонт оборудования.	3	1	2		Урок	Видео	Повторить конструкции компресоров	
3.1	Составление технологических карт ремонта оборудования	18	6		12	Лабораторная		Изучить методические	

	Программа FRIGODIAG					работа		указания	
	Раздел 2. Ремонт холодильных установок с конденсаторами воздушного охлаждения								
	Тема 2.1. Выявление и устранение основных неисправностей.	**60**	**20**	**40**					
7.	Проблемы вскипания хладагента в жидкостной магистрали.	3	1	2		урок	Плакаты	Повтор темы по литературе 3	9
8.	Поиск утечек хладагента.	3	1	2		урок	Видео, стенды, приборы	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	10
9.	Преждевременное дросселирование хладагента. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок	Плакаты	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	11
10.	Практические аспекты устранения неисправности: Преждевременное дросселирование хладагента**.**	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	
11.	Слабый испаритель. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок	Холодильное оборудование в кабинете	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	12
12.	Практические аспекты устранения неисправности: Слабый испаритель.	3	1	2		урок		Повторение материала по литературе 3 согласно теме	
4.	Разрушение клапанов компрессора.	3	1	2		урок	Оборудование и холодильные машины в кабинете		
5.	Слабый компрессор. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок		Повтор темы по литературе 3	13
6.	Практические аспекты устранения неисправности: Слабый компрессор.	3	1	2		урок		Повтор темы по литературе 3	
13.	Наличие неконденсата. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок	Холодильное оборудование в кабинете	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	14
14.	Чрезмерная заправка. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок		Повторение по литературе 3 согласно теме	15

15.	Слабый конденсатор. Проявление в элементах холодильного контура. Причины, выявление и устранение неисправностей.	3	1	2		урок		Повторение материала по литературе 3 согласно теме	16
16.	Практические аспекты устранения неисправности: Слабый конденсатор.	3	1	2		урок		Повторение материала по литературе 3 согласно теме	
17.	Проблемы перетекания жидкого хладагента при работе холодильных установок.	3	1	2		урок	Плакаты	Повтор темы по литературе 3	17
17.1	Имитатор неисправностей в работе холодильной установки.	18	6		12	Лабораторная работа	Компьютер, Программа Frigodiag	Изучить методические указания	
	Тема 2.2. Поиск неисправностей при регулировании производительности холодильной установки.	**42**	**14**	**28**					
18.	Остановка холодильных компрессоров.	3	1	2		урок	Холодильное оборудование в кабинете	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	18
19.	Проблемы повышенной частоты включения компрессоров.	3	1	2		урок	Холодильное оборудование в кабинете	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	
20.	Регулятор производительности.	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	19
21.	Регулятор давления в картере	3	1	2		урок	Плакаты	Повтор темы по литературе 3	
22.	Проблемы в работе холодильной установки в зимнее время.	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	20
23.	Проблемы пуска компрессоров.	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	
24.	Проблемы в работе холодильной установки в зимнее время. Конденсаторы с воздушным охлаждением.	3	1	2		урок	Плакаты	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	

25.	Проблемы в работе холодильной установки в зимнее время. Конденсаторы с воздушным охлаждением. Поиск неисправностей	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	
25.1	Настройка и регулировка работы холодильной установки	18	6		12	Лабораторная работа	Компьютер, Программа Frigodiag	Изучить методические указания	
	Раздел 3. Ремонт бытовых холодильных приборов								
	Тема 3.1. Проблемы с работой капиллярного расширительного устройства.	**24**	**8**	**16**					
26.	Назначение, достоинства и недостатки при работе с капиллярной трубкой.	3	1	2		урок	Холодильное оборудование в кабинете	Повторение материала по литературе 3 согласно теме	21
27.	Четырехходовой соленоидный клапан обращения цикла.	3	1	2		урок	Плакаты, стенды	Повтор материала по литературе 3 согласно теме	22
27.1	Ремонт бытового холодильника	18	6		12	Лабораторная работа	Домашний холодильник	Изучить методические указания	
	Тема 3.2. Поиск неисправностей в работе однофазного электродвигателя.	**33**	**11**	**22**					
28.	Однофазные электродвигатели. Проверка обмоток	3	1	2		урок		Пособие для холодильщиков	23
29.	Проверка электролитических конденсаторов однофазных электродвигателей	3	1	2		урок			
30.	Пусковое реле тока однофазного электродвигателя	3	1	2		урок			
31.	Пусковое реле напряжения однофазного электродвигателя	3	1	2		урок			
32.	Схемы пусковых устройств однофазного электродвигателя	3	1	2		урок			
32.1	Поиск неисправностей в работе бытовых холодильных приборов	18	6		12	Лабораторная работа	Компьютер, Программа Frigodiag	Изучить методические указания	
	Раздел 5. Проблемы слива и повторного использования хладагента								
	Тема 5.1. Проблемы выбросов хладагента в атмосферу.	**9**	**3**	**6**					
33.	Методы слива хладагента из холодильного контура	3	1	2		урок		Пособие для холодильщиков	24
34.	Проблемы при регенерации хладагента	3	1	2		урок			

35.	Проблемы, вызванные применением новых хладагентов	3	1	2		урок			
	Раздел 4. Ремонт электрооборудования холодильных установок								
	Тема 4.1. Ремонт цепей управления.	**6**	**2**	**4**					
36.	Ремонт цепей управления с помощью вольтметра	3	1	2		урок		Пособие для холодильщиков	25
37.	Ремонт с использованием омметра	3	1	2		урок			
	Тема 4.2. Ремонт силовых цепей.	**24**	**8**	**16**					
38.	Проблемы электрооборудования. Заземление и зануление.	3	1	2		урок		Пособие для холодильщиков	26
39.	Поиск неисправностей в работе электрооборудования	3	1	2		урок			
39.1	Поиск неисправностей в силовых цепях и управления холодильной установки	18	6		12	Лабораторная работа	Компьютер, Программа Frigodiag	Изучить методические указания	
	Итого	**225**	**75**	**150**	**72**				

Литература:

1. Трухачев В.И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования АПК, Лань 2020 г.
2.Цой А.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования Профи Полиграф 2018
3.Полевой А.А. Монтаж холодильных установок С-ПБ Политехника, 2019
4.Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания – М.: АКАДЕМА, 2017
5. Юдина А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж. Учебник для СПО, 2018
6. Котзаогланиан Пособие для ремонтника ЗАО ОСТРОВ, 2017
7. Пособие для холодильщиков практиков ЗАО ОСТРОВ, 2017
8.Учебные компьютерные программы Frigodep и Frigodiag - М.: Остров, 2017
9. Руководство для монтажников,Danfoss,2017
10. Журнал холодильная техника 2015-2019
11. Интернет-ресурсы:

- Сайт Danfoss.ru
- Сайт WSR.ru

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

Курс лекций по МДК 02.03 система MOODLE

Наименование дисциплины
МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования»

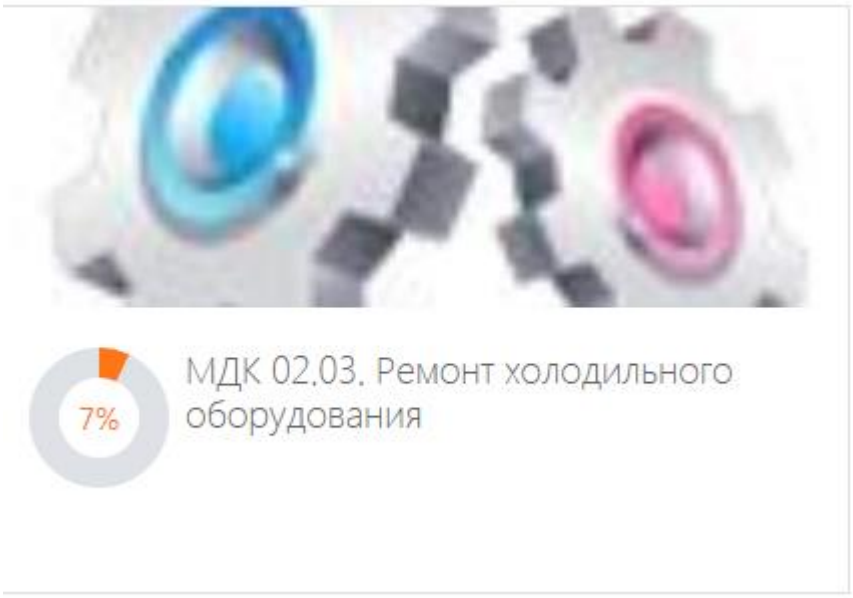
Для обучающихся группы механического отделения группы **3-12**

Кострома, 2020

Аннотация

Курс лекций по МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования» система MOODLE разработана на основе календарно-тематического плана дисциплины. Количество теоретических занятий составляет 78 часов, то есть 39 лекций, согласно наименованию разделов и тем занятий.
Курс лекций рекомендован для студентов группы 3-12 пропустившие занятия по каким-либо причинам, а также в системе дистанционного образования.

Вход на МДК 02.03 Нажав на соответствующий значок курса.



Оглавление

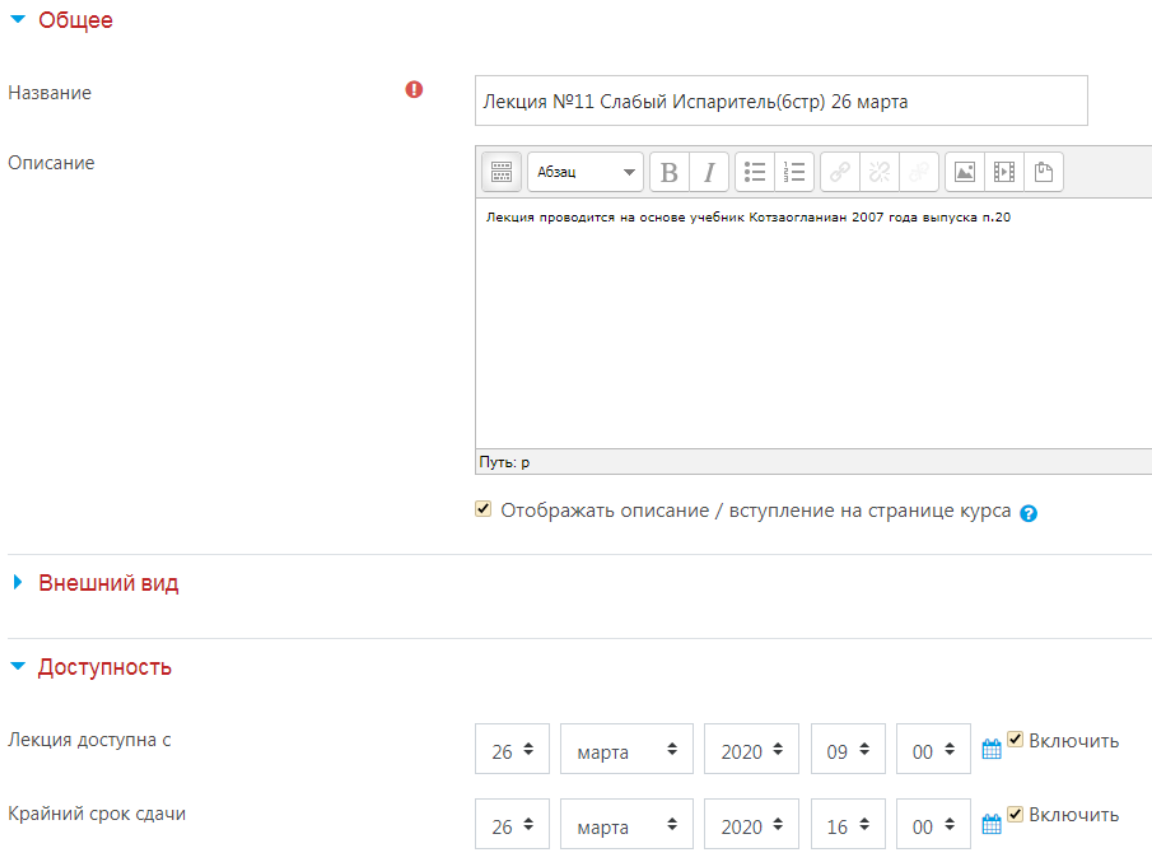
Предисловие ……..…….15
Раздел 1 Организация ремонта оборудования.
Тема 1.1 Общие понятия и определения.
Лекция №1 Основные термины их содержание. ……26
Тема 1.2 Планирование ремонтов оборудования.
Лекция №2. Организация ремонтных работ.
Классификация ремонтов. ……..36
Лекция №3. Износ и поломки компрессоров.
Текущий ремонт оборудования. ……42
Раздел 2. Ремонт холодильных установок с конденсаторами воздушного охлаждения.
Тема 2.1. Выявление и устранение основных неисправностей.
Лекция №4 Разрушение клапанов компрессора. ……...62
Лекция №5 Слабый компрессор. Проявление в контуре. ……70
Лекция №6. Практические аспекты устранения неисправности:
Слабый компрессор. ……76
Лекция №7 Проблемы вскипания хладагента
в жидкостной магистрали. ……..82
Лекция №8 Поиск утечек хладагента……..89
Лекция №9 Преждевременное дросселирование хладагента.
Проявление в контуре. ……94
Лекция №10 Практические аспекты устранения неисправности:
Преждевременное дросселирование хладагента……102
Лекция №11 Слабый Испаритель
Проявление в контуре. ……..……..103
Лекция №12 Слабый Испаритель
(Практические аспекты) …….....113
Лекция № 13 Неконденсирующие примеси……..129
Лекция № 14 Чрезмерная заправка.
Проявления в элементах контура……136
Лекция №15 Слабый Конденсатор…..……...144
Лекция №16 Слабый КД (Практические аспекты) ……..152
Тема 2.2 Поиск неисправностей при регулировании производительности холодильной установки.
Лекция № 17 Проблемы перетекания жидкого ХА……..162
Лекция № 18 Проблема повышенной частоты включения КМ……..173
Лекция №19 Останов холодильных КМ……183
Лекция №20 Регулятор производительности KVP…….....191
Лекция №21 KVL регулятор давления в картере……206
Лекция №22 Работа КД при низких температурах……..212
Лекция №23 Проблемы пуска КМ зимой……215

Лекция №24 Регулирование работы КД регулятором KVR……...221
Лекция №25 Неисправность при работе регулятора KVR…….224
Раздел 3. Ремонт бытовых холодильных приборов.
Тема 3.1 Проблемы с работой капиллярного расширительного устройства.
Лекция № 26 Капиллярное расширительное устройство……...237
Лекция № 27 4V4 четырехходовой клапан обращения цикла……248
Тема 3.2 Поиск неисправностей в работе однофазного электродвигателя.
Лекция № 28 Однофазные электродвигатели. Проверка обмоток……..259
Лекция № 29 Однофазные электродвигатели. Проверка электролитических конденсаторов……..266
Лекция №30 Однофазные электродвигатели. Пусковое реле тока……272
Лекция № 31 Однофазные электродвигатели. Пусковое реле напряжения…277
Лекция № 32 Однофазные электродвигатели. Пуск термистором. Обобщение схем…….. …….282
Раздел 4. Ремонт электрооборудования холодильных установок.
Тема 4.1 Ремонт цепей управления.
Лекция № 33 Ремонт цепей правления с помощью вольтметра…….287
Лекция № 34 Ремонт цепей управления с помощью омметра……302
Тема 4.2 Ремонт силовых цепей.
Лекция№35 Силовые цепи электрооборудования.
Падение напряжения сети. ……311
Лекция№36 Силовые цепи электрооборудования.
Приборы защиты. ……..318
Раздел 5. Проблемы слива и повторного использования хладагента.
Тема 4.1 Проблемы выброса хладагента в атмосферу.
Лекция №37 Методы слива Ха из контура……..324
Лекция №38 Регенерация ХА из контура……336
Лекция №39 Проблемы, вызванные применением новых хладагентов……..……..…….346
Заключение……..……..…….362

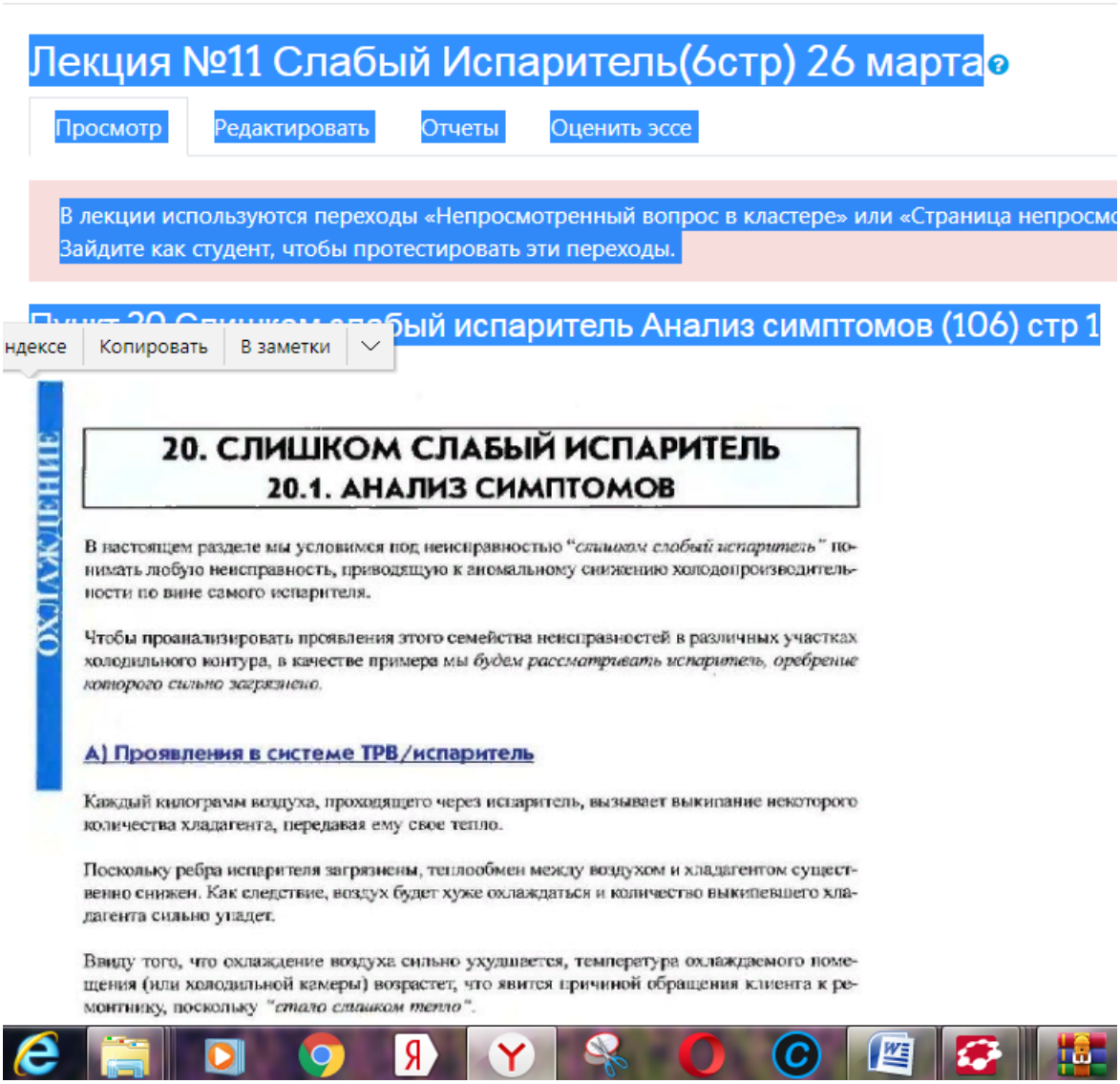
Предисловие

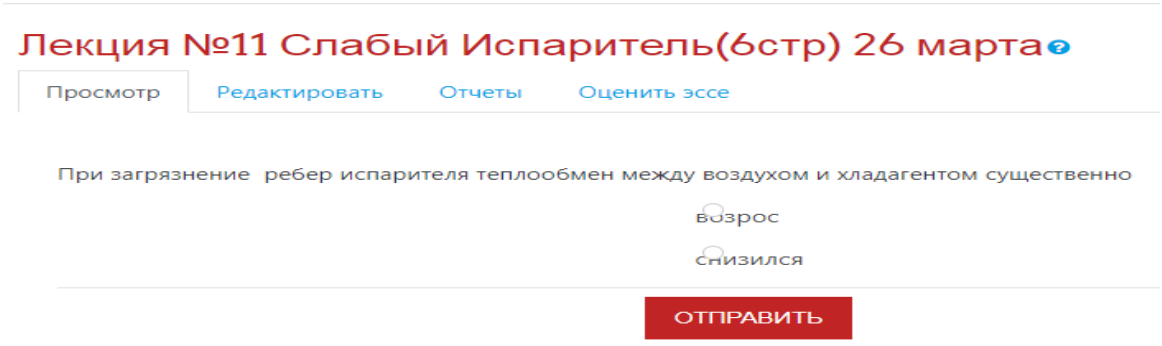
Электронное обучение является одним из важных факторов инновационного развития современного образования. Оно осуществляется с использованием автоматизированной системы дистанционного обучения. Одной из таких систем является модульная объектно- ориентированная динамическая учебная среда MOODLE.
Электронное обучение получило широкое распространение после вступления в силу ФЗ от 29 декабря 2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
ЭУК – это информационный образовательный ресурс для реализации технологии дистанционного обучения, предназначенный для изложения учебного материала дисциплины или профессионального модуля, обеспечения оперативного самоконтроля и контроля учащегося, мотивации и управления познавательной деятельностью студентов, организации активной составляющей дистанционного курса.
ЭУК должен полностью соответствовать требованиям ФГОС и рабочей программе соответствующей учебной дисциплины. Состав и структура ЭУК конкретной дисциплины формируются разработчиком курса (преподавателем). Целью создания ЭУК является внедрение элементов дистанционного обучения в образовательный процесс для специальностей специальности 15.02. 05. «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Представленный методический материал разработан по МДК 02.03. «Организация монтажа и техничесмкого обслуживания холодильного оборудования» в системе Moodle.
Рабочая программа ПМ02 составлена на три МДК, которая включает в себя и МДК 02.03.
Нумерация лекций соответствует номеру занятия по календарно-тематическому плану по МДК 02.03.
Теоретические занятия проводятся в форме лекций в течение двух академических часов. Всего по курсу требуется провести 39 занятий. На каждую пару разработана лекция с кластером вопросов для перехода на следующую страницу.
Лекции проводится в основном на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска. Указывается раздел и пункт изучаемого материала.
Время работы в дистанционном режиме определяется учебным расписанием или открытием для выполнения задолженности по пропущенной лекции.

Пример доступности необходимой лекции в указанное время.

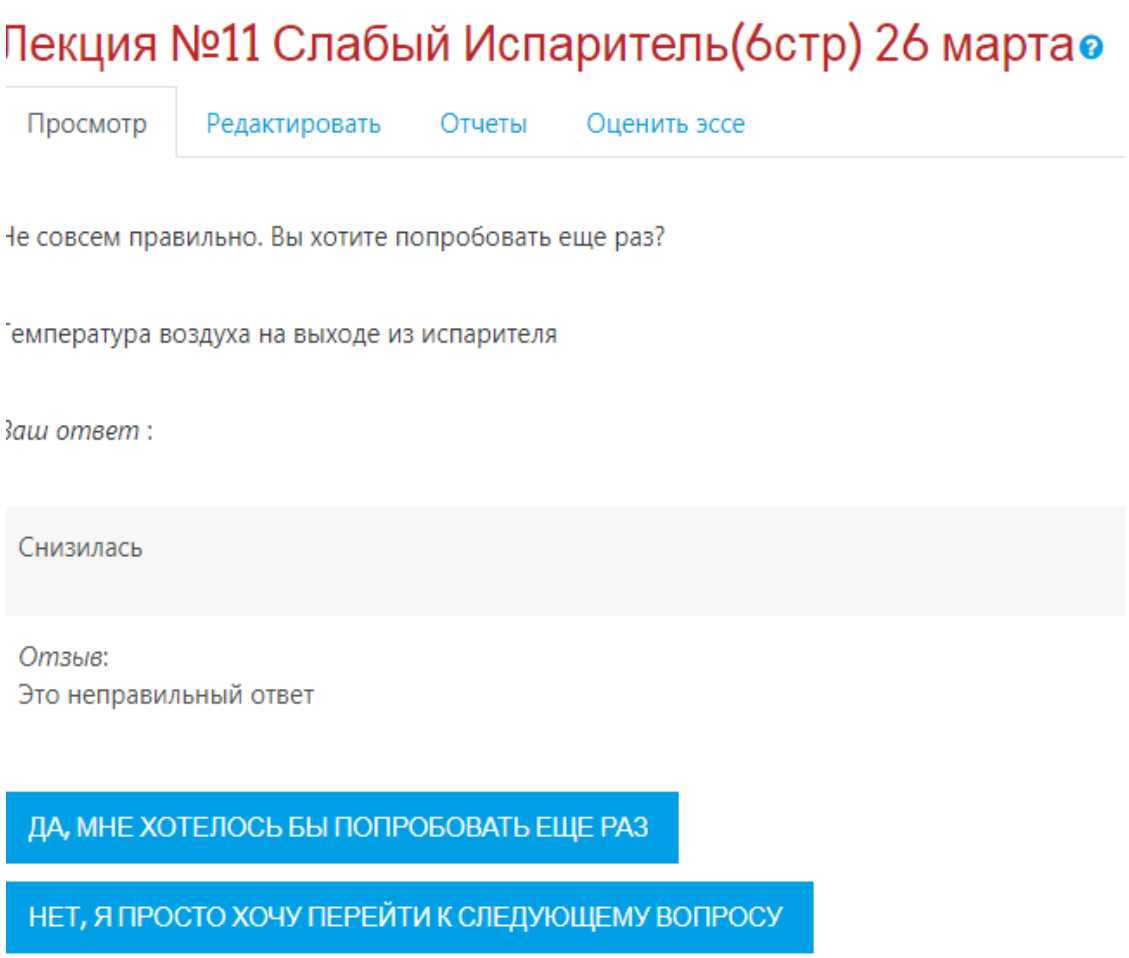


Пример чтения страницы лекции и ответов на поставленный вопрос в системе moodle.

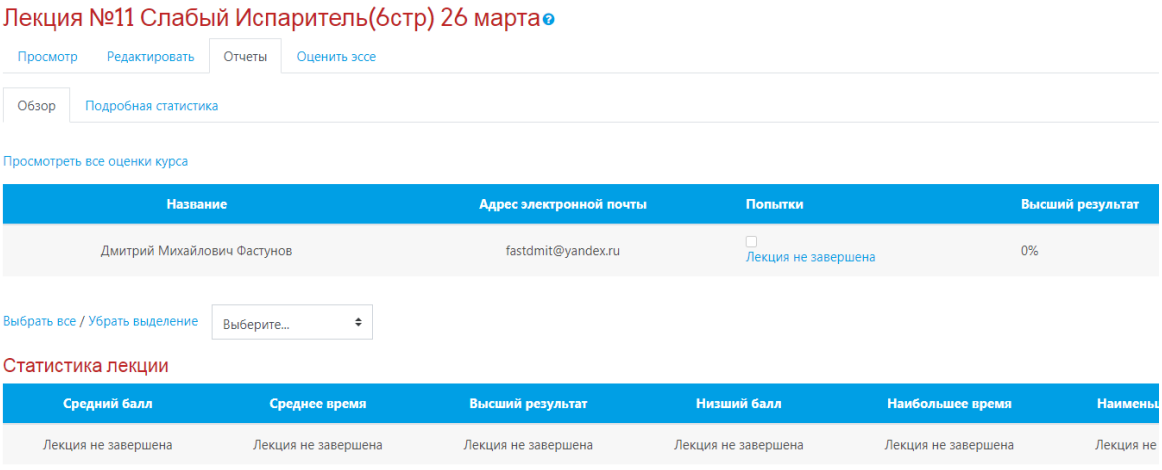




Если студент правильно ответил на поставленные вопросы идет переход на новую страницу. Если нет то, возвращается на предыдущую страницу, для правильного ответа. Студенту дается возможность проверить правильность ответа.



По окончании прохождения лекции проводится оценка выполненной работы.



Далее показаны изучаемые страницы с контрольными вопросами и ответами.

Лекция №1 Организация ремонта оборудования. Основные термины их содержание

Лекция проводится на основе учебника Невейкин Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок. (стр150-160).

Дается определения основных терминов ремонта и видов износа.

Раздел III

Совокупность работ по поддержанию работоспособности оборудования между ремонтами называют *техническим обслуживанием.*

Надежность — способность холодильной установки сохранять рабочие параметры при выполнении функций в течение требуемого промежутка времени или наработки. Под *наработкой* подразумевают продолжительность работы оборудования в часах или выпуска определенного количества продукции, если это лучше характеризует его работу.

Безотказность — способность оборудования сохранять работоспособность в течение определенной наработки без вынужденных перерывов. Безотказность характеризуется *наработкой на отказ* (средняя продолжительность безотказной работы) и *интенсивностью отказов* (отношение числа отказов к количеству оставшихся исправными изделий в определенном интервале времени). Нормативная наработка на отказ для холодильных компрессоров составляет, тыс. ч: винтовых 3,5; аммиачных — 2,3 и 5,4 при холодопроизводительности выше и до 116 кВт; хладоновых — 10,3 при холодопроизводительности ниже 36 кВт.

Любое изделие (деталь или оборудование) характеризуется также *долговечностью* — способностью сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для обслуживания и ремонта. *Предельное состояние* определяется невозможностью или нецелесообразностью эксплуатации из-за снижения эффективности или появления опасности.

Долговечность, один из основных показателей надежности, следует отличать от *ресурса* — наработки до состояния, указанного в технической документации. Различают полный ресурс — до конца эксплуатации, до капитального ремонта и т. п. Назначенный ресурс — наработка, при которой прекращают эксплуатацию изделия независимо от его состояния из соображений безопасности или экономической целесообразности. Например, подшипники целесообразно менять через определенное количество часов их работы. Показатели долговечности всегда будут выше показателей надежности.

Ремонтопригодность характеризует свойство изделия быть приспособленным к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей при проведении технического обслуживания и ремонта. Другими словами, ремонтопригодность — это возможность проведения технического обслуживания и ремонта с минимальными затратами времени и труда.

Календарная продолжительность эксплуатации до определенного момента называется *сроком службы.*

Сохраняемость — свойство оборудования сохранять эксплуатационные показатели в течение срока хранения и транспортировки, а также после них.

Различают техническую и эксплуатационную надежность. *Техническая надежность* характеризует только технические

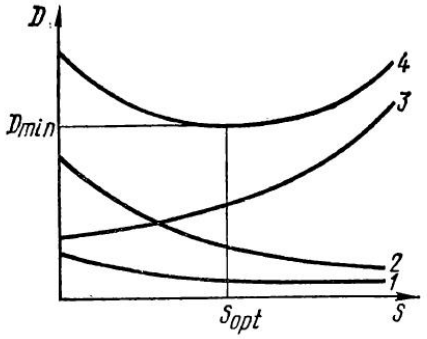


Рис. 55. Экономическая оценка надежности (S) в зависимости от затрат (D):

1 — затраты на эксплуатацию; *2* — затраты на ремонт; *3* — затраты на изготовление; *4* — суммарные затраты

возможности оборудования, обусловленные конструкцией и качеством изготовления. По показателям технической надежности судят об уровне разработки и принимают решение о необходимости доводки или модернизации аппарата или машины.

Эксплуатационная надежность определяется реальными условиями использования оборудования с учетом всех факторов: качества проектирования и изготовления, режима работы, квалификации обслуживающего персонала, качества обслуживания и ремонта, обеспеченности запчастями и т. п.

О надежности холодильной установки можно судить по наработке на отказ и по *коэффициенту технического использования*, представляющему собой отношение времени исправной работы к сумме времени работы, плановых и неплановых ремонтов без учета организационных простоев. Сравнение фактической и проектной надежности по этим показателям позволяет сделать вывод о том, насколько отдельные факторы влияют на надежность и, следовательно, на производительность. При оценке надежности проводят анализ среднего времени простоя между ремонтами каждой единицы оборудования, удельного времени простоя в ремонте, частоты возникновения отказов, работоспособности и др.

Надежность всей машины определяется надежностью каждой детали. На стадии разработки проекта надежность обеспечивается равнопрочностью всех деталей, повышением ремонтопригодности, введением систем защиты; на стадии изготовления — точностью и чистотой обработки деталей, упрочнением поверхностей трения, противокоррозионными покрытиями, точностью сборки и наладки; на стадии эксплуатации — соблюдением режима работы, смазки и своевременным обслуживанием. С экономической точки зрения оптимальная степень надежности будет соответствовать минимальным суммарным затратам (рис. 55).

§ 7.2. ИЗНОС И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В процессе работы или просто с течением времени (в процессе старения) детали машин и аппаратов вследствие физического материального износа перестают удовлетворять требованиям технической документации на оборудование. Материальный износ происходит под воздействием механических, тепловых и

химических факторов. Износ проявляется в пластической деформации, изменении формы и геометрических размеров деталей, изменении шероховатости поверхности, структуры материала, прочностных характеристик и пр. В результате износа изменяются зазоры, могут появиться задиры, трещины, увеличиваются шум и вибрация при работе. В конечном итоге износ приводит к потере исправности или работоспособности. Основными видами износа являются механический и коррозионный.

Механический износ. Механический износ происходит под воздействием сил трения, ударного действия частиц газа, пара, жидкости и различного рода нагрузок. Механический износ подразделяют на износ от сил трения, абразивный, эрозионный, усталостный, кавитационный, износ от силовых и тепловых нагрузок.

Износ от сил трения зависит от продолжительности контакта трущихся поверхностей, материала деталей (износ деталей из одноименных материалов больше, чем из разноименных), качества обработки поверхностей трения, скорости перемещения контртел относительно друг друга, давления, рода и режима смазки и других факторов. Мерой физического износа от сил трения может служить толщина изношенного слоя рабочих поверхностей в микрометрах, а в некоторых случаях потеря массы в граммах.

Абразивный износ происходит под ударами частиц песка, окалины и металла. Меры по предупреждению абразивного износа при подготовке холодильной установки к пусконаладочным работам изложены в § 4.1. Абразивный износ при использовании неметаллических материалов может проявляться следующим образом. Окалина или металлические частицы от износа деталей внедряются в мягкую поверхность пластмассы и превращают ее в подобие наждачного полотна. Так, при попадании окалины на графитофторопластовое кольцо сальникового уплотнения штока резко возрастает износ штока.

Эрозионный износ детали происходит под действием движущихся с большой скоростью частиц газа, пара или жидкости. Эрозионному износу подвержены седла и клапаны компрессоров, запорной и регулирующей арматуры и др.

Усталостный износ происходит вследствие приложения знакопеременных нагрузок. Усталостное разрушение поверхности проявляется в виде разрастающихся микротрещин. Усталостный износ может начаться и в глубине металла с последующим выходом на поверхность (осповидный износ). Роторы, коленчатые валы, шатунные болты, пружины, пластины клапанов, зубчатые колеса — вот примерный перечень деталей, наиболее подверженных усталостному износу. Усталостный износ появляется в местах концентрации напряжений, которыми могут быть подрезаны заусенцы, неоднородности поковок, острые кромки и т. п. Для предотвращения усталостного износа при конструи-

ровании деталей стараются избежать резких переходов от одного диаметра к другому, подвергают детали термической обработке и обработке поверхности металла различными методами пластической деформации (например, обкатке роликами).

Кавитационный износ происходит при возникновении гидравлических ударов на поверхности детали из-за нарушения непрерывности потока жидкости при образовании кавитационных (воздушных или паровых) пузырей. Кавитационный износ характерен для рабочих колес центробежных насосов.

Износ от воздействия силовых нагрузок (изгиб, кручение, удар) проявляется в пластической деформации деталей. Валы, роторы, шпоночные и шлицевые соединения, пальцы муфт и другие детали под действием нагрузок могут изменять форму рабочих поверхностей. При нагрузках выше расчетных из-за некачественной сборки или в результате ударных нагрузок такие детали соединений, как шпонки, могут быть не только деформированы, но и срезаны (нарушение целостности детали), болты удлиняются, профиль резьбы искажается.

Износ при тепловом воздействии проявляется также в пластической деформации и связан с ползучестью металла. Для углеродистых сталей ползучесть проявляется при температуре более 375 °С, для легированных — более 420 °С.

Коррозионный износ. Коррозия — процесс превращения металла в окисленное состояние. В результате окисления металлы теряют электроны и образуют оксиды, гидрооксиды или соли. По механизму взаимодействия металлов со средой различают химическую и электрохимическую коррозию.

К *химической коррозии* относятся процессы взаимодействия металлов с сухими газами и жидкими органическими веществами, не проводящими электрического тока. Процессы коррозии во всех прочих средах водных растворов солей, кислот, щелочей, атмосфере и в других газах, содержащих влагу, представляющих собой ионные проводники электрического тока — электролиты, имеют *электрохимическую* природу. По условиям протекания процессов коррозия многообразна (рис. 56), причем следует отметить, что часть видов коррозии происходит одновременно с процессом механического износа. Особое место занимает биокоррозия, протекающая и по химическому, и по электрохимическому пути.

Специфичными видами электрохимической коррозии являются щелевая, контактная и фретинг-коррозия. При щелевой коррозии узкий зазор препятствует проникновению кислорода к металлу и на нем не образуются защитные оксидные пленки (не происходит пассивации), а проникающий электролит увеличивает скорость коррозии в щели. Фретинг-коррозия происходит при колебательном перемещении соприкасающихся деталей в основном под воздействием вибрации. Фретинг-коррозия характерна для наружных поверхностей колец подшипников качения,

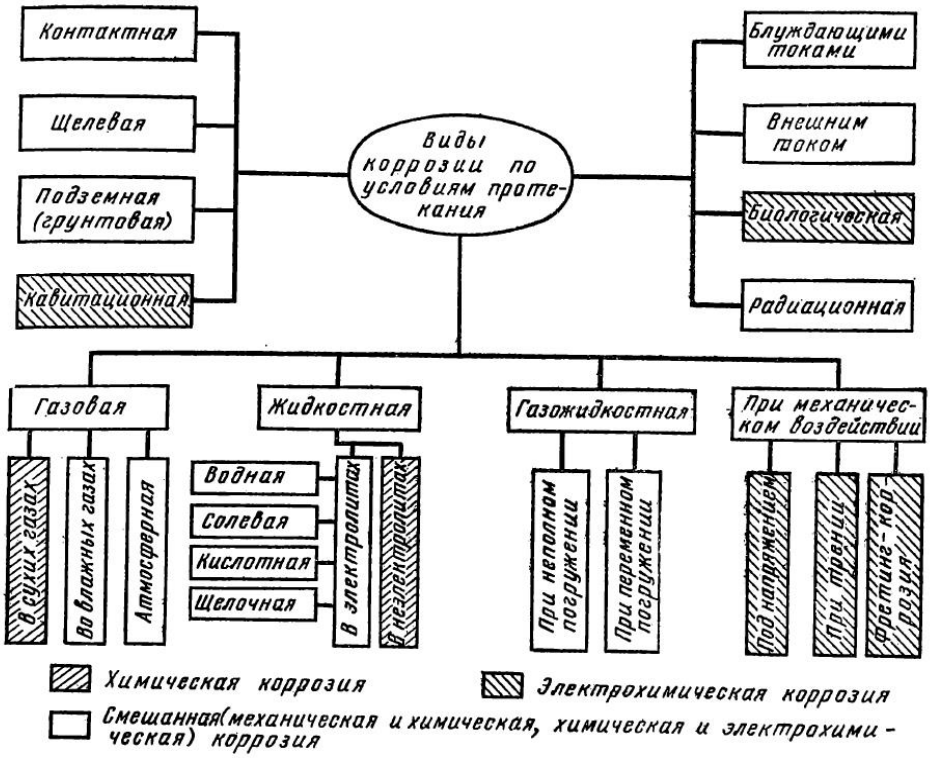


Рис. 56. Виды коррозии по условиям протекания процесса (виды коррозии, имеющие электрохимическую природу, не заштрихованы)

поверхностей отверстий в корпусах подшипников и т. п. При контактной коррозии разрушается поверхность деталей из разнородных металлов, обладающих в электролитах различными потенциалами. Разрушению подвержена деталь из металла с более отрицательным потенциалом. Так, в водных нейтральных растворах недопустимы контакты алюминия со сталью и др.

Интенсивной электрохимической коррозии подвержены рассольные системы холодильных установок. Коррозионный процесс усугубляется окислительным действием кислорода воздуха, растворенного в рассоле, особенно в открытых рассольных системах. При электрохимической коррозии на поверхности металла вследствие его неоднородности образуются гальванические пары. Зерна металла, обладая более низким потенциалом, являются анодом, а частицы примесей и неметаллов в присутствии электролита играют роль катода. На аноде образуется ион металла, уходящий в электролит, в то время как электроны по металлу перемещаются на катод, где и связываются растворенными в воде или растворе кислородом или водородом. Образующиеся ионы гидроокислов соединяются в электролите с ионами металлов и образуют продукты коррозии. Особенно сильно идет коррозия в кислых средах при $pH < 7$. В щелочных средах при

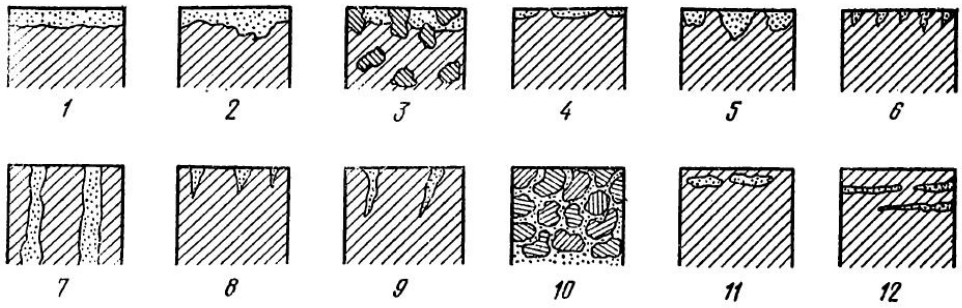
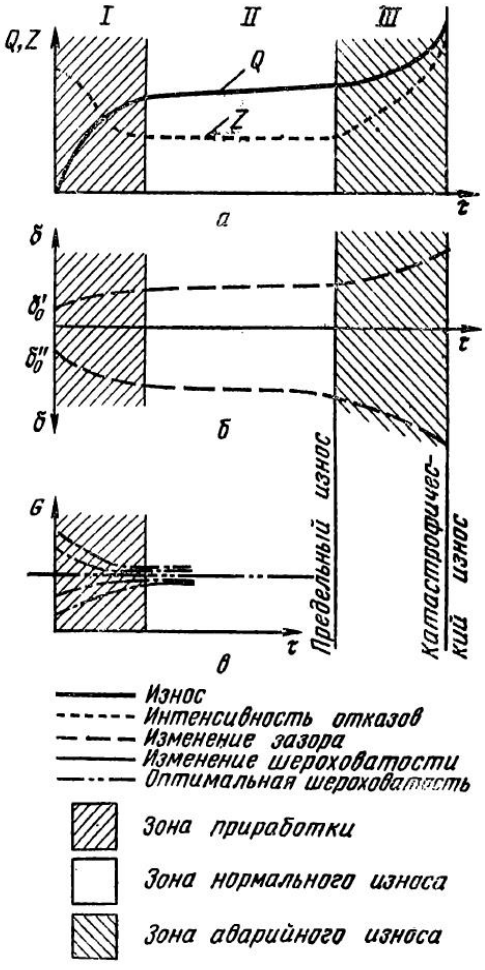


Рис. 57. Характер коррозионных разрушений:
1 — равномерное; *2* — неравномерное; *3* — избирательное; *4* — пятнами; *5* — язвенное; *6* — точечное; *7* — сквозное; *8* — ножевое; *9* — растрескивание; *10* — межкристаллитное; *11* — подповерхностное; *12* — послойное

pH > 10 процесс коррозии замедляется, однако щелочные растворы вызывают точечную коррозию.

Характер коррозионных разрушений разнообразен (рис. 57), как многообразны и способы защиты от коррозии.



Интенсивность износа. Износ деталей машин — неизбежный естественный процесс, поэтому изменение размеров и свойств деталей в процессе времени при соблюдении правил сборки и эксплуатации называют *нормальным износом*. Износ, при котором дальнейшая эксплуатация недопустима, называют *предельным*. Эксплуатация оборудования при повышенных нагрузках, нарушении правил эксплуатации, некачественная сборка или ремонт могут привести к *аварийному износу*. При аварийном износе изменение размеров и свойств деталей выходит за границы предельного состояния (рис. 58). Различают также *катастрофический износ*, при котором начинается или

Рис. 58. Изменение износа Q, интенсивности отказов Z (*а*), первоначального зазора δ_0 в сопряжении пары трения за период расчетного ресурса детали (*б*) и изменение шероховатости G деталей за период приработки (*в*)

происходит разрушение детали в случае превышения расчетного срока эксплуатации или нагрузки на оборудование.

Износ под действием сил трения является наиболее распространенным видом механического износа, в подавляющем количестве случаев определяющим износ всей машины. В зависимости от интенсивности износа во времени всю продолжительность ее существования от первого пуска на обкатку до списания можно разделить на три области (рис. 58, *а*): область приработки (I), область нормального износа (II) и область катастрофического износа (III).

Область приработки характеризуется повышенным износом деталей, увеличением зазоров в сопряжениях (рис. 58, *б*) и значительным количеством отказов. По мере завершения холостой обкатки и обкатки на рабочих средах интенсивность износа и количество отказов уменьшаются. После приработки в процессе эксплуатации износ и зазоры в сопряжениях увеличиваются незначительно. Тем не менее в конце расчетного срока эксплуатации увеличение зазоров и износ деталей приближаются к предельным и количество отказов увеличивается. После достижения предельного срока службы, соответствующего предельному износу, интенсивность износа и отказов возрастают.

Если в процессе эксплуатации или ремонта оценивают износ деталей и результаты измерений показывают, что могут быть обеспечены зазоры и посадки в сопряжениях, соответствующие нормальному износу, т. е. размеры деталей находятся в пределах допусков, то говорят о *допустимом износе*. Детали с допустимым износом могут быть поставлены в машину при ее ремонте.

Предупреждение механического износа. Непременное требование предупреждения преждевременного износа — соблюдение правил эксплуатации обслуживания при использовании оборудования. Для снижения износа прибегают к повышению качества материала деталей, твердости поверхностей трения, подбору хорошо сочетающихся материалов для сопряженных деталей, повышению чистоты обработки трущихся деталей, улучшению режима и качества смазки деталей трущихся пар.

От качества металла деталей зависят интенсивность и характер пластических деформаций, явлений усталости. Для уменьшения износа применяют специальные антифрикционные сплавы, термическую и термохимическую обработку поверхности (закалка, цементация, азотирование и др.), специальные покрытия твердыми металлами или сплавами, повышают качество обработки поверхностей. В процессе ремонта оборудования часто (с учетом опыта эксплуатации) подбирают материал одной из пары или обеих сопряженных деталей, изменяют чистоту обработки деталей, повышают твердость поверхностей трения. Износ металла прямо пропорционален удельному давлению и обратно пропорционален твердости материала.

Чистота обработки поверхности определяет фактическую поверхность контакта трущихся деталей. В начале работы микронеровности разрушаются и возникает новый микрорельеф поверхности, соответствующий условиям работы сопряженных деталей. Шероховатость поверхности деталей независимо от первоначальной чистоты обработки в процессе работы стремится к одному установившемуся значению (рис. 58, *в*). Это свидетельствует о необходимости выбора для условий работы каждой пары трения, оптимальной чистоты обработки. Период изменения шероховатости совпадает с периодом приработки.

Смазка снижает износ, так как при достаточной толщине слоя смазки трение деталей друг о друга заменяется трением слоев смазки (жидкостное трение). Например, для пары сталь — бронза износ при смазке уменьшается в 30 раз. Кратковременное отсутствие смазки приводит к резкому повышению износа и заеданию деталей.

Различают виды трения: жидкостное, полужидкостное (смазка покрывает только часть поверхностей трения деталей), полусухое (смазку имеет небольшая часть поверхностей трения), сухое (смазка отсутствует).

Масло для смазки следует подавать под остаточным давлением, чтобы обеспечить образование масляного клина (рис. 59, *а, б*). Температура его должна соответствовать расчетной вязкости и в то же время обеспечивать охлаждение зоны трения. Количество масла должно быть достаточным для отвода теплоты, выделяемой в зоне трения. При суммарном зазоре в подшипнике $\delta_1 + \delta_2$ во время работы подшипника обеспечивается жидкостное трение (рис. 59, *в*). По мере износа зазор увеличивается, давление масла и толщина масляного слоя уменьшаются и может начаться полужидкостное трение, при котором интенсивность износа еще более увеличится. Подвод и распределение масла должны быть такими, чтобы обеспечивалась необходимая толщина слоя масла по всей поверхности подшипника, а в поступательно движущихся деталях образовался масляный клин (рис. 59, *г*).

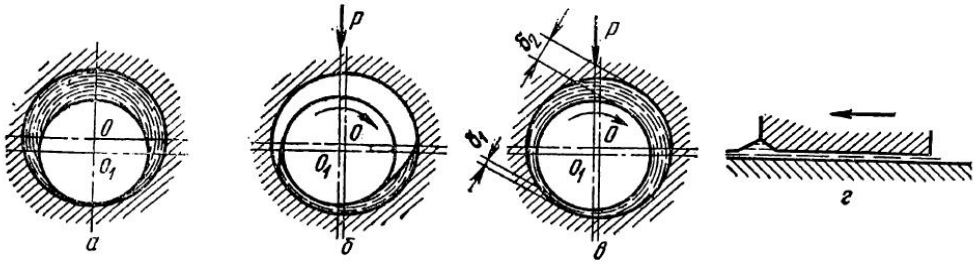


Рис. 59. Схема жидкостного трения в подшипнике скольжения в состоянии покоя (*а*), образование масляного клина (*б*) при начале движения, при номинальной частоте вращения (*в*) и образовании масляного клина при поступательном движении (*г*)

Защита от коррозии. Способы защиты от коррозии можно разделить на три группы: активные, влияющие на природу металла и электролита или изменяющие протекание процесса коррозии; пассивные, не влияющие на природу металла и механизм коррозии, осуществляемые лакокрасочными и неметаллическими покрытиями; пассивно-активные, не влияющие на природу металла и осуществляемые с помощью металлических и неметаллических неорганических покрытий.

Ни один из способов не является универсальным, каждый из них имеет положительные и отрицательные стороны, и выбор способа делают на основе анализа требований к защите детали или конструкции и технико-экономических данных.

К *активным способам* относят устранение причин, вызывающих коррозию (выбор материала и метода его обработки, предупреждение утечек тока, защита от блуждающих токов и пр.), электрохимическую защиту, введение в корродирующую среду ингибиторов коррозии — веществ, снижающих скорость коррозии, деаэрацию жидких сред — удаление растворенных газов-окислителей, изменение pH электролитов. Склонность металлов к коррозии уменьшается при термической и химико-термической обработке деталей: отжиге, нормализации, закалке, цементации, азотировании, цианировании, диффузионной металлизации, а также при обработке давлением.

Основной сутью электрохимической защиты является использование внешнего тока для поляризации металла с целью изменения природы электродных процессов и уменьшения скорости ионизации (коррозии). Электрохимическая защита подразделяется на катодную и анодную. Катодная защита применяется в сочетании с лакокрасочными и другими изоляционными покрытиями и обеспечивает сдвиг потенциала металла в отрицательную сторону на величину, предотвращающую процесс коррозии. Осуществляется катодная защита от внешнего источника постоянного тока относительно вспомогательного электрода-анода (рис. 60, *а*) или путем подсоединения к защищаемому металлу протектора — другого металла, имеющего более отрицательный потенциал (рис. 60, *б*). Все анодные процессы переносятся на вспомогательный электрод-анод или протектор.

Анодная защита является, как правило, самостоятельным способом, обеспечивающим предотвращение коррозии путем формирования и поддержания на поверхности склонного к пассивации металла защитной пленки. При анодной защите (рис. 60, *в, г*) подавление коррозии происходит путем анодной поляризации металла со сдвигом его потенциала в положительную сторону. Анодная защита может предохранить от коррозии металлы, склонные к пассивации в коррозионных средах, как правило, в электролитах, не содержащих активирующих анионов Cl^-, Br^-, J^-.

34

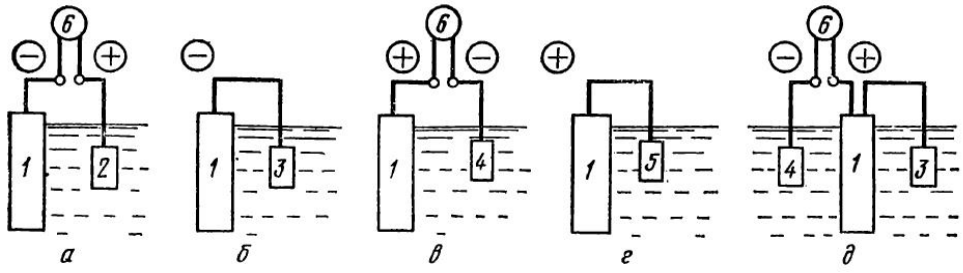


Рис. 60. Принцип действия катодной (*а*, *б*), анодной (*в*, *г*) и анодно-катодной электрохимической защиты (*д*):

1 — защищаемая деталь; *2* — вспомогательный электрод-анод; *3* — анодный протектор катодной защиты; *4* — вспомогательный электрод-катод; *5* — катодный протектор анодной защиты; *6* — источник постоянного тока

Зона действия протектора зависит от ряда факторов и не превышает 8—10 м, при этом площадь поверхности соприкосновения протектора с рассолом должна быть не менее 5 % площади защищаемой поверхности. Протекторы в виде пластин толщиной 8—15 мм закрепляют на крышке конденсаторов и испарителей.

В качестве ингибиторов для защиты рассольных и водооборотных систем холодильных установок используют хроматы, нитриты, фосфаты, а также комплексоны фосфорорганических соединений. Из-за токсичности хроматы используют в исключительных случаях. В хладоновых установках вследствие гидролиза хладона образуются кислоты, приводящие к коррозии. В качестве ингибирующих добавок для замедления процессов коррозии к хладону добавляют 0,01—1 % борного ангидрида, а к маслу — 0,05—1 % пикалиновой кислоты и 0,1 % пероксида дибензола.

Нанесение лакокрасочных покрытий относится к *пассивным способам* защиты металла от коррозии. Они не позволяют защитить металл в узких и труднодоступных местах, требуют хорошей подготовки поверхности, имеют небольшой срок службы (до 3 лет), не являются универсальным средством, так как для решения разных задач необходимо большое количество типов материалов и разнообразных технологий их нанесения. В то же время лакокрасочные покрытия являются наиболее простым и доступным средством, хорошо сочетающимся с другими способами — с ингибиторной и протекторной защитой.

Для предотвращения коррозии при эксплуатации холодильных установок перед заполнением системы хладагентом тщательно очищают и осушают систему, осушают хладагенты и очищают масло; при заполнении рассольных систем следят за тем, чтобы не было воздушных мешков, проводят деаэрацию воды в системах охлаждения, не допускают нагрева рассола при оттаивании батарей до температуры выше 45 °С.

Лекция №2. Организация ремонтных работ. Классификация ремонтов.

Основные положения ремонта холодильного оборудования

Техническое обслуживание обеспечивает работоспособное состояние холодильной установки в точение некоторого и относительно небольшого (по сравнению с полным сроком службы) промежутка времени. Неизбежно наступает предельное состояние, и возникает необходимость в более глубоких по характеру восстановления утраченной работоспособности целенаправленных действиях, в частности в совокупности рабочих операций. Комплекс операций, связанных с восстановлением исправности или работоспособности объекта и его технического ресурса либо ресурса его составных блоков (частей), называется **ремонтом**.

Организация ремонтных работ

Система ремонта компрессорного оборудования предусматривает следующие виды плановых ремонтов: текущие, средние, капитальные. Ремонт компрессоров тесно связан с их техническим обслуживанием.

Техническим обслуживанием (ТО] является комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности оборудования при использовании по назначению хранению и транспортированию.

Основное отличие технического обслуживания от планового ремонта заключается в том, что если при ремонтах производится принудительная замена деталей определенной номенклатуры, то при техническом обслуживании замена деталей производится по мере необходимости в зависимости от их фактического состояния.

ТО должны обеспечивать бесперебойную эксплуатацию компрессорного оборудования за период между плановыми ремонтами. Текущий ремонт (ТР) представляет собой наименьший по объему вид ремонта, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности изделий и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

В процессе ТР неисправности и повреждения устраняют путем вамены деталей определенной номенклатуры и восстановления отдельных составных частей, а также выполняют регулировочные работы.

Средний ремонт © — ремонт, выполняемый для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса изделий с заменой или восстановлением составных частей ограниченной

номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемым в объеме, установленном в нормативно-технической документации.

При среднем ремонте проверяется техническое состояние составных частей оборудования с устранением обнаруженных неисправностей. Средний ремонт включает в себя весь комплекс ремонтных работ, входящих в объем текущего ремонта, а также дополнительные ремонтные работы и принудительную замену ряда деталей, имеющих больший ресурс, чем детали, заменяемые при ТР.

Капитальный ремонт (К) — наибольший по объему вид ремонта, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей.

Поскольку объекты достигают предельного состояния не одновременно вследствие различия в свойствах материалов, действующих нагрузок, случайного характера отказов, то и состав восстановительных работ, их объем и степень восстановления ресурса должны быть различными, а кроме того, неодинаковы и условия эксплуатации. В связи с этим ремонты классифицируют: по степени восстановления ресурса на **текущий**, **средний** и **капитальный**; по планированию на **плановый** и **неплановый**; по регламентации выполнения на **регламентированный** и**по техническому состоянию**.

Текущий ремонт предназначен для обеспечения и восстановления работоспособности объекта путем воссоздания или замены наименее долговечных частей.

Мелкий ремонт холодильного оборудования

Малый (текущий) **ремонт** включает в себя все работы по устранению неисправностей, которые были обнаружены при проверке режима работы машины во время осмотра. К ним относится добавление в систему фреона и масла, **замена сальников** и клапанов, очистка фильтров и др.

Дозарядка системы фреоном.

Перед зарядкой фреоном систему тщательно проверяют на герметичность и устраняют неплотности. На малых установках фреон вводят через тройник всасывающего вентиля. Учитывая, что **влажность фреона** часто бывает повышенной, дозарядку следует производить через технологический осушительный цеолитовый патрон. Перед зарядкой баллон взвешивают и записывают его массу.

Для дозарядки жидкостной вентиль на ресивере закрывают, а всасывающий перекрывают на тройник. Затем отсоединяют прессостат и присоединяют к одному концу тройника мановакуумметр, а к другому — последовательно осушительный патрон и баллон с фреоном. Перед затяжкой накидных гаек присоединительную трубку и патрон продувают фреоном из баллона. После этого закрывают**всасывающий вентиль** на испаритель, принудительно включают компрессор и открывают вентиль на баллоне так, чтобы избыточное давление всасывания не превышало (1—1,5) 105Па.

После добавления небольшой порции **фреона** всасывающий вентиль перекрывают на тройник, а жидкостной открывают, проверяя степень заполнения системы. При открытом терморегулирующем вентиле всасывающий трубопровод должен покрываться инеем, а крышка блока цилиндров слегка обмерзать. Если фреона недостаточно, то добавляют еще порцию. По окончании зарядки баллон взвешивают и записывают в журнал технического обслуживания количество заряженного фреона.

Дозарядка системы маслом.

Масло добавляют в систему через отверстие в картере. Всасывающий вентиль закрывают на систему, отсасывают из картера пары фреона до избыточного давления 0 Па, и, остановив компрессор, закрывают нагнетательный вентиль. Отвернув пробку на картере, через воронку заливают масло, чтобы уровень его был на 15—20 мм ниже отверстия или до середины уровня смотрового стекла. Заменив прокладку, отверстие закрывают пробкой.

Для удаления воздуха из картера на 2—3 нитки отворачивают накидную гайку на штуцере тройника нагнетательного вентиля и включают компрессор. Через 2—3 мин затягивают накидную гайку, останавливают компрессор, перекрывают всасывающий вентиль на тройник, снимают манометр, ставят заглушку, устанавливают вентили в рабочее положение и подтягивают буксы сальников.

Замена сальников компрессора.

Перед разборкой сальника закрывают всасывающий вентиль, отсасывают из картера фреон и закрывают**нагнетательный вентиль**. Негерметичные сильфонные сальники заменяют новыми. Вбес-сильфонных сальниках заменяют уплотнительные и трущиеся кольца. Трущиеся поверхности новых сальников тщательно притирают, затем промывают в бензине и смазывают маслом.

В машинах типа ФАК (двойные сильфонные сальники) после замены сальников необходимо залить масло в ванночку сальника, пока через контрольную пробку не пройдет масло. Затем контрольную пробку и пробку ванночки затягивают, добавляют масла в картер и проверяют герметичность компрессора галоидной горелкой.

Проверка и замена клапанов и всасывающего фильтра.

При проверке клапанов перекрывают всасывающий вентиль, отсасывают из картера, на сколько возможно пары фреона и закрывают нагнетательный вентиль. Отсоединяют от компрессора фланец нагнетательного вентиля и снимают крышку блока цилиндров и клапанную доску. При удалении сломанного клапана надо внимательно следить, чтобы осколки его не остались в компрессоре. Это может привести к задирам **поверхности цилиндра**. Если забито седло клапана, то заменяют клапанную доску. Следует проследить за тем, чтобы поверхность пластины была тщательно притерта, а пластины клапана были бы ровными и без заусенцев. Под клапанную доску и под крышку устанавливают новые прокладки.

Для проверки фильтра отсоединяют фланец всасывающего вентиля. Фильтр промывают в бензине и устанавливают на место. После замены клапанов и очистки фильтра из компрессора удаляют воздух.

Очистка жидкостного фильтра и проверка **терморегулирующего вентиля**. При недостаточной подаче жидкости в испаритель проверяют фильтры на жидкостной линии и ТРВ. Перед вскрытием жидкостной линии необходимо весь фреон собрать в ресивере (сконденсировать), оставив в испарителе небольшое избыточное давление (0,2—0,3) -- 105 Па, чтобы при вскрытии системы в него не попал воздух. Перед началом работ испаритель и трубопроводы следует прогреть до комнатной температуры, так как случайное попадание воздуха в систему при соприкосновении его с холодной поверхностью вызываетконденсацию влаги.

Чтобы сконденсировать фреон, закрывают вентиль на ресивере, отсасывают пары из испарителя до0,2 — 105 Па и закрывают нагнетательный вентиль компрессора во избежание перепуска пара через неплотности в клапанах и терморегулирующем вентиле. После разборки фильтра прокладки и сетки промывают в бензине или заменяют. Перед пуском машины необходимо продуть жидкостную трубку, ослабив гайку на входе в **терморегулирующий вентиль** и открыв на секунду жидкостной вентиль. Аналогично проводят замену ТРВ. Удаление воздуха из системы. В случае попадания воздуха в систему и повышения давления конденсации необходимо сконденсировать фреон, снять ремень и, включив электродвигатель, вентилятором охладить конденсатор. Через 20—30 мин, когда ресивер и конденсатор охладятся до температуры помещения, нужно установить манометр на тройнике нагнетательного вентиля и, ослабляя гайку тройника, небольшими порциями выпускать воздух, проверяя все время давление конденсации. Оно должно стать примерно на 0,5 • 105 Па выше давления насыщенных паров при данной температуре. Дальнейшее снижение давления может привести к выпуску большого количества фреона.

Консервация холодильной машины. Консервацией называют остановку машины на длительный срок. Для этого закрывают вентиль на ресивере и **конденсируют фреон**, оставив в испарителе лишь небольшое**избыточное давление**. Выключают рубильники или АП-50, вывинчивают пробки перед рубильником и в цепи управления и перекрывают все вентили. Проверяют герметичность системы, ослабляют натяжение ремней, прокладывают промасленную бумагу между контактами магнитного пускателя во избежание случайного пуска машины с закрытыми вентилями. Если агрегат находится в сыром помещении, то электродвигатель демонтируют и хранят его в сухом месте. Хромированные детали агрегата покрывают тонким слоем технического вазелина.

Средний ремонт предназначен для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса объекта путем воссоздания и (или) замены уже более долговечных частей.

Капитальный ремонт предназначен для восстановления исправности, полного (или близкого к полному) ресурса путем воссоздания и (или) замены любых его частей, включая базовые.

Ремонт называют плановым, если он проводится в соответствии с требованиями НТД (нормативно

технической документации), и неплановым, если он выполняется без предварительного назначения (для устранения отказа).

Регламентированный ремонт — это плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными в НТД, независимо от технического состояния объекта в момент начала ремонта.

Целесообразность периодического проведения ремонта связана с тем, что параметры, характеризующие техническое состояние объекта, имеют явно выраженную тенденцию ухудшения во времени. Объем операций назначается единым для однотипных объектов в зависимости от наработки с начала эксплуатации и после капитального (иногда и среднего) ремонта. Достоинством регламентации ремонта является то, что известны виды ремонта, периодичность их проведения, содержание и объем операций каждого вида ремонта. Это позволяет подготовиться к ремонту и провести его с минимальными затратами.

Однако планируемые для каждого вида ремонта единая периодичность и одинаковый объем восстановительных работ не всегда согласуются с фактическими потребностями в них, и это увеличивает затраты. Тем не менее, регламентация ремонта получила широкое распространение.

Ремонт по техническому состоянию — плановый ремонт, при котором контроль технического состояния выполняют с периодичностью и в объеме, установленными в НТД, а объем и момент начала ремонта определяют фактическим состоянием объекта. Ремонт по техническому состоянию, в отличие от регламентированного, содержит только указания по объему диагностирования. Объем же собственно ремонтных операций полностью зависит от результата диагностирования. Другими словами, он основан на том, что проводят только те операции, которые необходимы для поддержания и восстановления работоспособности объекта. Установлено, что восстановительные работы, не обусловленные фактическим состоянием объекта, могут ухудшить его состояние вследствие нарушения при сборке положения притертых деталей и в общем случае требуют значительных затрат. Однако, несмотря на простоту общих принципов такого ремонта, реализация этих принципов затруднена при традиционных методах диагностирования оборудования, поскольку неопределенность содержания и объема восстановительных работ, вызванная недостатком информации, приводит к дополнительным затратам на ремонт. Полагают, что выполнение ремонта по техническому состоянию будет экономически оправданным при использовании автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта холодильной установки, которая может быть частью автоматизированной системы эксплуатации установки.

Автоматизированная система эксплуатации с мониторингом обеспечивает: непрерывное наблюдение и измерение с применением соответствующих оценочных процедур (идентификации, анализа текущего состояния, распознавания особых ситуаций, кратковременного и долговременного прогнозирования), решение задач об оптимальном расходовании ресурсов за счет управления работой

установки; оптимизацию системы технического обслуживания и ремонта. Эта система позволяет:

- непрерывно отслеживать фактическое состояние каждого объекта установки;
- оперативно диагностировать детали, узлы объекта;
- прогнозировать остаточный ресурс;
- осуществлять на этой основе техническое обслуживание и ремонт по техническому состоянию.

Холодильные установки демонтируют полностью или частично и отправляют в ремонт в следующих случаях:
При наличии неплотностей в агрегате или испарителе, которые могут быть устранены только пайкой или сваркой.
При снижении холодопроизводительности компрессора на 20% от номинальной и более, если притирка и замена клапанов не дает нужного эффекта.
При обнаружении стуков в компрессоре, не обусловленных внешними источниками посторонних звуков: задеванием крыльчатки.
вентилятора о диффузор, шумом в подшипниках электродвигателей, ударом маховика о вал при недостаточно затянутой гайке.
При перегреве трущихся частей компрессора, который определяется на ощупь. Искажение в результате проверки может внести неправильный режим работы установки. Поэтому во время проверки режим должен быть строго отрегулирован. Повышение температуры в какой-либо части компрессора, за исключением головки и верхней части цилиндров, на 30—35° С выше температуры окружающего воздуха свидетельствует о ненормальных условиях работы близлежащего узла трения (подшипников, сальника, колец, пальца). В этом случае компрессор должен быть отправлен в ремонт. **Повышенный нагрев цилиндров** может явиться также результатом неплотности клапанов. Такую неисправность проверяют и устраняют на месте, исключение составляют герметичные компрессоры, в которых доступ к клапанам связан со вскрытием кожуха.
При часто повторяющихся мелких дефектах. Частые **поломки клапанов**, пружин и лопасти, **течь сальников** могут быть признаком более серьезных неполадок. Например, клапан выходит из строяиз-за большого уноса масла через зазоры между цилиндром и поршневыми кольцами, сальник —из-за задиров или погнутости шейки коленчатого вала и т. д. Поэтому при наличии часто повторяющихся мелких дефектов, особенно, если агрегат длительное время работает без ремонта, компрессор или агрегат необходимо направить в ремонт.
При шуме в подшипниках электродвигателя, если шум не исчезает после замены смазки, требуется отправка двигателя в ремонт.

Основанием для отправки в **ремонт компрессора** или других частей **холодильной установки** является также их аварийное состояние, например сгорание изоляции обмоток статора электродвигателя, заклинивание шатунно-поршневой группы, разрыв и повреждение трубок конденсатора или испарителяи пр.

Документом, на основании которого оборудование отправляется в ремонт, служит дефектный акт, составленный слесарем-ремонтником, производящим техническое обслуживание, и подписанный лицом инженерно-технического персонала, отвечающим за эксплуатацию оборудования.

В дефектный акт, кроме основных дефектов, должны вноситься дефекты, которые явились
В **дефектный акт**, кроме основных дефектов, должны вноситься дефекты, которые явились пуска заводом и дата выполнения последнего ремонта.

Лекция №3. Износ и поломки компрессоров. Текущий ремонт оборудования

Профилактика неисправностей в холодильных установках

Соотношение давлений

Определение соотношения давлений Меднение основных рабочих органов Износ и поломки

Значения соотношения давлений Влияние температуры Частые запуски

Ошибки при установке термостата на участке подачи воздуха

Ошибки при пониженной разнице температур между включением и отключением установки

Неверная эксплуатация установки

Гидравлические удары при запуске

Проверка уровня масла

Недостаточное количество смазки

Давление при недостаточном количестве масла

Низкая температура окружающей среды

Наличие влаги и загрязнения в контуре

Недостаточный перегрев хладагента при всасывании

Образование кислоты

Недостаточное охлаждение компрессора

Повышенная температура хладагента на линии нагнетания

Теплообменники с нагревом воды на линии перегретого газа

Направление вращения компрессора

Функционирование трехфазного электродвигателя в режиме однофазного Профилактика утечек холодильного агента Проверка трубок теплообменников

Электронная диагностика

Неисправности, вызванные неполадками в системе электропитания Дисбаланс электропитания на фазе Проверка дисбаланса электропитания по фазам Дисбаланс силы тока

Рекомендации по проведению измерений в системе электропитания

Нарушения и неполадки в функционировании холодильных установок, за исключением ошибок проектирования и монтажа, чаще всего возникают по причине неверной эксплуатации, недостаточно эффективного технического обслуживания и случайных ошибок (что случается значительно реже).

Неисправности в основном возникают из-за неверной эксплуатации оборудования. Действительно, пользователи оборудования зачастую не отдают себе отчета в том, к каким последствиям могут привести выбранные ими режимы работы компрессоров.

В этой области трудно установить соотношение причины и следствия, более того, эта зависимость проявляется весьма незначительно, поскольку пользователь оборудования не в состоянии сразу оценить последствия своих действий, которые могут быть не связаны непосредственно с функционированием установки.

Соотношение давлений

Соотношение давлений при работе компрессора является одним из самых важных условий продолжительности, а также постоянства режима его функционирования: его завышение всегда связано с возникновением риска появления неисправностей, а слишком низкое соотношение, в свою очередь, также является причиной возникновения проблем. Поэтому при эксплуатации установок, особенно на низкотемпературных режимах, очень важно поддерживать соотношение давлений в пределах показателей, предусмотренных изготовителем компрессора.

Как известно, под соотношением давлений понимается результат деления значения абсолютного давления на выходе на значение абсолютного давления на входе. Термин «абсолютное» относится к понятию абсолютного вакуума, в закрытом холодильном контуре абсолютное давление на выходе и на входе соответствует показанию манометра с добавлением значения атмосферного давления. Манометр калибруется таким образом, чтобы показывать 0 бар при нормальном атмосферном давлении, то есть когда он не подсоединен к холодильному контуру или к иному источнику возникновения давления. В связи с тем, что атмосферное давление меняется с изменением высоты, для удобства принимаются за основу показатели на уровне моря.

Определение соотношения давлений

В зависимости от типа установки и от модели компрессора показатель соотношения давлений может колебаться в пределах 7,5:1 в системах кондиционирования воздуха до 20:1 в низкотемпературных режимах.

Для определения действительного режима функционирования компрессора, простого указания показателя соотношения давлений может оказаться недостаточным. Например, при функционировании холодильного контура в низкотемпературном режиме с использованием R-404A при абсолютном давлении на выходе 20 бар и абсолютном давлении на входе 2 бар соотношение давлений будет 20:2 = 10:1. Однако такое же значение получается при гораздо более тяжелых режимах работы, когда давление на выходе равно 25 бар, а на входе 2,5 бар.

Тем не менее, важнр знать показатели давления, определяющие соотношение давлений. Действительно при одном и том же значении соотношения давлений ввиду разных показателей давления могут иметь место совершенно разные последствия в отношении износа компрессора.

Меднение основных рабочих органов

Высокие рабочие температуры, неверный выбор масла, наличие загрязнений и пр. приводят к

растворению меди трубок холодильного контура. Медь, соответственно, оседает на тех частях, которые подвергнуты высокотемпературным режимам, а именно: пластина клапанов, коленвал и масляный насос. Эти комплектующие и так имеют очень малые допуски; их меднение изменяет показатели допусков и приводит к возрастанию температуры, что в свою очередь приводит к возникновению проблем со смазкой. В частности, отложения меди на пальцах коленвала обычно снимаются при движении шатуна, при этом образуются частицы, приводящие к появлению царапин на алюминии.

Износ и поломки

Повышенное давление на выходе или на входе может привести к созданию нагрузок на вкладыши, превышающие максимально допустимые показатели, а это, в свою очередь, может повлечь за собой выход из строя не только вкладышей, но и шатунов и коленвала.

При высоких показателях соотношения давлений в поршневых компрессорах первым объектом перегрузки становится палец, соединяющий шатун с поршнем, подверженным прогрессивному износу. Если соотношение давлений увеличивается еще больше, то давление остаточного газа, скапливающегося в мертвой зоне цилиндра, увеличивается и толкает поршень вниз на большей части его спуска. Таким образом, не только затрудняется поступление смеси в цилиндр, но и поддерживается практически постоянное давление на палец поршня, препятствуя попаданию на него смазки и подвергая металл перегрузкам (рисунок 4.1). В этих условиях отверстие шатуна может принять овальную форму (рисунок 4.2), приводя к его ускоренному износу, а также вызывая износ пальца.

Некоторые модели компрессоров разрабатываются и изготавливаются с использованием шатунов и пальцев повышенной прочности для того, чтобы выдерживать высокое соотношение давлений. Как бы то ни было, в средне- и долгосрочном плане единственным способом предотвращения выхода из строя пальца является поддержание режима работы компрессора в предусмотренных пределах.

Таким образом, конструкция компрессора, условия и продолжительность его эксплуатации являются основными факторами, определяющими способность компрессора переносить повышенное соотношение давлений.

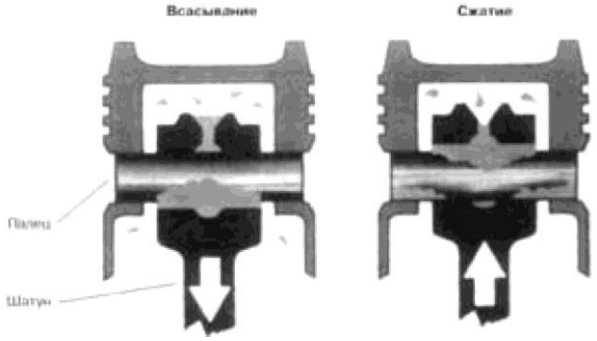


Рисунок 4.1. Влияние высокого соотношения давлений на работу поршневого компрессора. Давление в цилиндре толкает поршень вниз, вызывая нагрузки на палец и приводя к протечке масла.

Рисунок 4.2. Овализация отверстия шатуна, вызванная перегрузками.

Значения соотношения давлений

Нормальные компрессоры легкой конструкции не должны использоваться при соотношении давлений, превышающем 7,5:1. В то время как поршневые полугерметичные компрессоры более прочной конструкции могут выдерживать соотношение давлений до 15:1 и более на достаточно больших отрезках времени, при продолжительной работе рекомендуется сохранять соотношение давлений на уровне 12:1. В целях обеспечения нормального функционирования и достижения ресурса, предусмотренного изготовителем, рекомендуется поддерживать соотношение давлений на еще более низком уровне, предпочтительно 10:1 или еще меньше.

Компрессоры scroll в исполнении для средних температурных режимов выдерживают соотношение давлений до 10:1; в низкотемпературных модификациях некоторых фирм-изготовителей это значение может повышаться до 20:1.

Таким образом, технические специалисты и пользователи оборудования должны знать соотношение давлений для холодильных установок и установок для кондиционирования воздуха и о его влиянии на ресурс компрессора и нормальное функционирование установки и ее рабочие показатели.

Влияние температуры

В цилиндрах поршневых компрессоров пленка смазки полностью испаряется со стенок при достижении температуры 155—160°С. В то же время современные марки масла для холодильных установок настолько устойчивы к образованию углеродистых осадков, что на пластине клапана не появляется нагар. Поэтому многие поломки, возникшие вследствие превышения температурных режимов, по ошибке приписываются гидравлическим ударам, поскольку при поиске причины неполадки почти никогда не удается узнать условия, при которых произошла остановка компрессора. Большая часть масел для холодильных установок рассчитана на появление углеродистых осадков при температуре около 177°С. Испытания на чистом атмосферном воздухе показали наличие значительных допусков и при работе в высокотемпературных режимах, однако в реальных условиях функционирования присутствуют различные загрязнения воздуха, а также повышенная влажность.

Износ вкладышей и поршней начинается при температуре в цилиндре от 155 до 165°С с малым показателем нагара масла. Изготавливаемые в настоящее время типы масла для холодильных

установок являются высоко рафинированными, обеспечивают хорошие показатели растворимости и высокие температуры образования нагара, но не сохраняют при повышенной температуре пленку смазки.

Опыт работы показывает, что для повышения ресурса температура поршней, вкладышей и лож клапанов не должна превышать 150°С. Обычно температура, замеренная на линии выхлопа на расстоянии 15 см от

выхода ха компрессора, на 10—25°С ниже реальной температуры цилиндрах, а поршня от типа компрессора и общей массы охлаждающего газа.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

- температура на выхлопе 135°С неизбежно приводит к поломкам;
- температура на выхлопе 120°С свидетельствует о высоком риске возникновение поломки;
- температура на выхлопе до 105°С создает условия для длительной работы.

Частые запуски

При каждом запуске внутри компрессора резко падает давление всасывания и, как следствие, давление в картере. Подобное падение давления приводит к снижению температуры насыщения и к созданию пены и газа в масло-топливной смеси. Из-за этого значительный объем масла попадает за пределы компрессора. Если он функционирует достаточно долго, и устанавливается стабильное давление в контуре, масло успевает вернуться в компрессор, но если запуск производится на короткое время, при его остановке масло остается в контуре. При последующем запуске компрессор опять закачает масло в контур. Поэтому при частых «коротких циклах» возникает опасность того, что весь запас масла в карьере окажется закаченным в контур. В этих условиях аварийный регулятор давления масла может не успеть сработать, так как обычно он включается через две минуты после запуска. Таким образом возникает опасность функционирования

компрессора без смазки подшипников и при выключенном дифференциальном регуляторе давления, что приводит к негативным последствиям (рисунок 4.3).

Масло должно возвращаться в компрессор в том же объеме, что и вышло из него. Прежде чем доливать масло, необходимо выяснить причину его отсутствия: кроме возможных потерь или других непредвидимых причин необходимости доливать масло в нормально функционирующий и отрегулированный компрессор быть не должно.

Другой опасностью, связанной с работой компрессора, является возврат холодильного агента в компрессор и потеря контроля над его содержанием. Большая часть терморегулирующих вентилей имеет тенденцию с запаздыванием реагировать на изменение режима функционирования установки. При частых запусках ТРВ может не сохранять стабильный контроль над движением хладагента, что

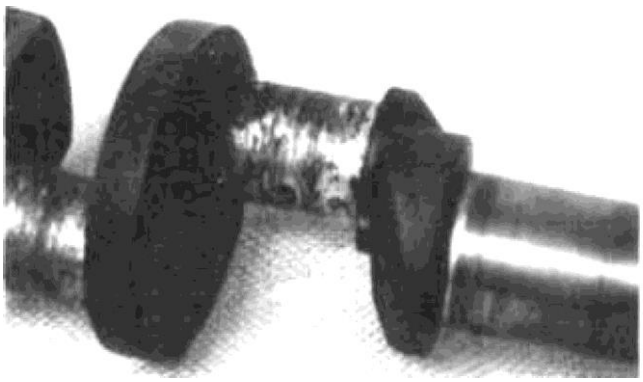


Рисунок 4.3. Последствия недостатка смазки на коленвале: износ и повреждение поверхностей.

может вызвать возврат жидкости в компрессор с известным последствием (рисунок 4.4).

4.4).

Рисунок 4.4. Поломка поршня (пробой) вследствие возврата жидкости в компрессор.

Другой потенциальной опасностью являются частые запуски эл. двигателя. Действительно, при каждом запуске обмотка статора эл. Двигателя испытывает электромагнитное воздействие, что

при частых запусках может привести к перегреву изоляции и вызвать короткое замыкание.

Чем больше мощность эл. двигателя, тем большее влияние оказывают на него эти факторы.

Несмотря на то, что случаи частого запуска/остановки возникают по разным причинам, в большинстве случаев их можно предотвратить. Во избежание возникновения возможных повреждений их количество не должно превышать 10—12 в часпри частых запусках может привести к перегреву изоляции и вызвать короткое замыкание.

Чем больше мощность эл. двигателя, тем большее влияние оказывают на него эти факторы.

Несмотря на то, что случаи частого запуска/остановки возникают по разным причинам, в большинстве случаев их можно предотвратить. Во избежание возникновения возможных повреждений их количество не должно превышать 10—12 в час.

Ошибки при установке термостата на участке подачи воздуха

Когда датчик температуры воздуха расположен в самом контролируемом помещении или на входе воздуха в кондиционер, опасность возникновения случаев частого запуска/остановки весьма незначительна, поскольку сам воздух в помещении является «температурным маховиком». Если же термостат установлен на участке подачи воздуха, возможность их возникновения значительно выше. Положение усугубляется, если установка для кондиционирования имеет компрессоры большой мощности, так как остановка одного из них по команде датчика может привести к большим колебаниям температуры и, как следствие, к частому возникновению случаев запуска/остановки. В таких случаях предупредить опасность возможно, введя временную задержку на запуск компрессора.

Ошибки при пониженной разнице температур между включением и отключением установки

Для любой промышленной холодильной установки или установки для кондиционирования воздуха, в которой работа компрессора регулируется на основе незначительной разницы температур между включением и выключением, всегда присутствует опасность частых запусков. Для этих случаев не существует каких-либо стопроцентных решений.

Важно обеспечить достаточно продолжительное время функционирования, чтобы стабилизировать условия функционирования контура и обеспечить возврат масла.

Случаи частого запуска/остановки могут сократить ресурс контактных групп, помимо упомянутого влияния на ресурс компрессоров, если они возникают продолжительное время. Поэтому рекомендуется выставлять большие значения разницы температур, используемые для управления работой компрессора, чтобы снизить опасность нанесения ущерба оборудованию, связанному с непостоянством режима его функционирования в течение длительного времени.

Неверная эксплуатация установки

В обычных установках для кондиционирования воздуха, предназначенных для создания комфорта одной из причин возникновения случаев частого запуска/остановки является неверная эксплуатация установки пользователем.

Причиной возникновения случаев частого запуска/остановки компрессора могут стать, например, частое открытие окон и дверей, частая перенастройка термостата, частое включение или отключение бытовых электроприборов или иных источников тепла (в барах, ресторанах).

Даже неправильное распределение потоков воздуха, имеющих нестабильные показатели, может способствовать возникновению указанных опасностей.

Гидравлические удары при запуске

Наличие жидкого холодильного агента в цилиндрах поршневых компрессоров приводит к возникновению характерных гидравлических ударов и может привести к поломке клапанов (рисунок 4.5). Образовавшиеся частички падают в цилиндр и могут, в свою очередь, повредить как сам цилиндр, так и поршень.

Возврат жидкого холодильного агента в компрессор может произойти по следующим причинам:

1) миграция холодильного агента;

2) неисправности терморегулирующего вентиля или его слишком большие габариты. При частичной нагрузке он может потерять контроль за подачей холодильного агента в испаритель, пропуская большее количество, чем нужно. В результате этого может произойти снижение показателей перегрева с оттоком жидкости в компрессор.

При наличии в компрессоре значительного объема жидкости, возможны значительные повреждения, вплоть до поломки шатуна (рисунок 4.6). В винтовых компрессорах усилие, образующееся при наличии жидкости, также может стать причиной серьезных поломок.

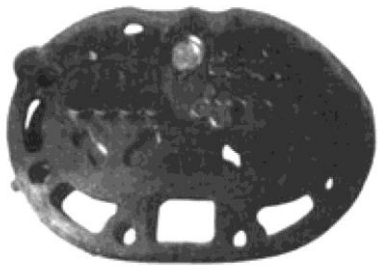


Рисунок 4.5. Клапан компрессора, вышедший из строя в результате гидравлических ударов при запуске.

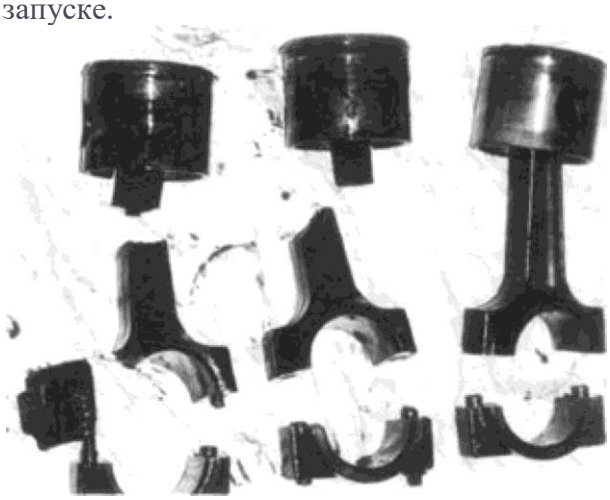


Рисунок 4.6. Шатуны компрессора, сломанные в результате наличия значительного объема жидкого холодильного агента.

Проверка уровня масла

Среди ежедневных операций по мониторингу оборудования, выполняемых персоналом, обслуживающим холодильные установки, существуют проверки, ставшие почти обязательными. Речь идет, в частности, о следующих замерах:

- уровня масла в компрессоре;
- давления в испарителе и конденсаторе;

— температуры масла в компрессоре;

— разницы давления масла.

Недостаточное количество смазки

Причины недостаточного количества смазки могут быть самыми разными:

— ошибки на стадии проектирования и выбора мощности холодильных установок (в случае холодильных систем с раздельными секциями (сплит-системами));

— неправильная регулировка и балансировка контура;

— миграция холодильного агента;

— неполадки в компрессоре.

Недостаточное количество масла в картере приводит к различным поломкам механических частей. Самую большую опасность представляет наличие следующих признаков:

1) прерывистый режим функционирования (даже при наличии дифференциального реле давления масла эта опасность сохраняется);

2) продолжительное функционирование с пониженной нагрузкой, в результате которого может быть осложнен нормальный возврат масла;

3) тенденция к образованию пены в масле при изменении рабочего режима (рисунок 4.7). Масляная пена засасывается газообразным холодильным агентом внутрь контура, что приводит к понижению нагрузки компрессора;

4) растворение масла холодильным агентом (сильно разбавленное масло часто образует сильную пену, что приводит к снижению давления в картере и затрудняет распределение масла насосом). При запуске со слишком разведенным маслом возникает опасность попадания холодильного агента на подшипники и стенки цилиндра, соприкасающиеся с поршнем. Компрессионные кольца оставляют

на стенках цилиндра царапины, являющиеся причиной появления частиц металла, стирающих поршень, придавая ему колоколообразную форму. Следствием этого является частичное или полное заклинивание поршня.

Функция масла, сама по себе являющаяся чрезвычайно важной, так как обеспечивает смазку подвижных частей, приобретает еще большее значение в винтовых компрессорах, где масло играет также роль уплотнения между винтом и корпусом, а также между боковыми поверхностями впадин главного винта и зубьями роторов.

Обычно использование дифференциального реле давления исключает возможность наличия недостаточного давления масла при нормальном функционировании, однако чаще всего не позволяет определить кратковременные и повторяющиеся перебои с подачей масла. Учитывая это, наилучшим способом решения проблемы является установка аварийных электронных манометров, способных определить наличие даже незначительных аномалий с давлением масла.

Типичным признаком наличия неисправности компрессора, вызванной недостатком смазки, является износ дальнего подшипника коленчатого вала, в то время как передний подшипник остается смазанным должным образом.

Как известно, в поршневых компрессорах уровень масла проверяется визуально через смотровое стекло. Температуру и давление в контуре может определить на щите управления холодильной машины специально обученный работник. Он должен также сравнить полученные данные с показателями, рекомендованными изготовителем оборудования.

При диагностике возможных неисправностей специалисту может понадобиться соответствующим образом обновленная техническая документация по установке.

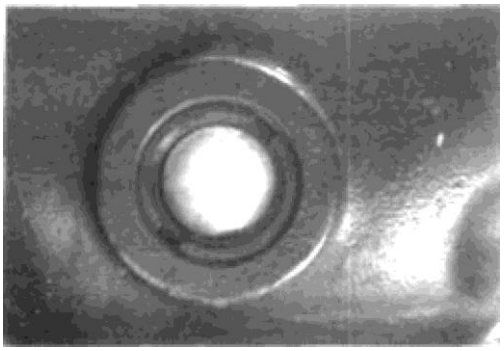


Рисунок 4.7. Образование пены в масле в картере поршневого компрессора (вид через смотровое стекло).

Давление при недостаточном количестве масла

Когда давление масла в компрессоре недостаточно до такой степени, что срабатывает дифференциальное реле давления масла, причину неисправности следует искать в самом компрессоре. В этом случае неполадки могут возникать из-за поломки или излишнего износа масляного насоса, который не в состоянии обеспечить необходимые показатели давления. В поршневых компрессорах с трехфазным эл. двигателем можно попытаться устранить эту проблему, изменив направление вращения двигателя.

Другой причиной может стать излишняя загрязненность масла: сор и грязь могут закупорить всасывающий фильтр насоса так сильно, что он окажется не в состоянии поддерживать необходимый уровень давления (рисунок 4.8).

Если же в компрессоре полностью пропадает давление масла, это может быть вызвано чрезмерной изношенностью подшипников. В этих случаях можно попытаться заменить их, однако, если это не помогает решить проблему, компрессор, возможно, необходимо заменить.

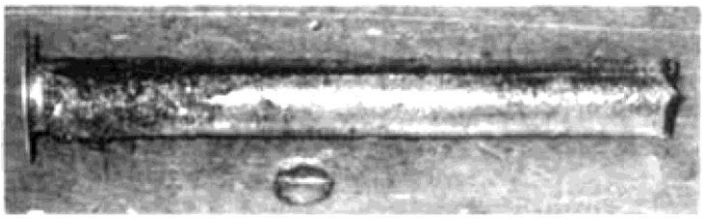


Рисунок 4.8. Масляный фильтр поршневого компрессора, засоренный грязью и металлической стружкой.

Низкая температура окружающей среды

Объем подачи холодильного агента через трубки и клапаны терморегулирующего вентиля пропорционален разнице давления в их конечных точках, однако при низкой температуре окружающей среды давление конденсации может значительно снизиться. В этих случаях подача холодильного агента сильно снижается, в результате чего батарея испарителя может обмерзнуть. Кроме того, могут иметь место частые запуски компрессора, возврат жидкого холодильного агента и прочие неисправности. К тому же в компрессорно-конденсаторных блоках и блоках типа roof-top, подверженных воздействию низких температур и холодного ветра, масло в компрессоре становится настолько густым, что насос не в состоянии обеспечивать необходимое давление. В связи с этим возникает опасность невозможности холодного запуска установки, вызванная блокировкой дифференциального реле давления масла.

Для обеспечения удовлетворительной работы компрессора при низкой температуре окружающей среды рекомендуется использовать подогрев картера на всех типах холодильных установок, установках для кондиционирования воздуха (сплит-систем) и автономных установках с мощностью более 4 кВт. Подогрев картера сокращает в нем миграцию жидкости во время остановки компрессора и разогревает масло внутри для облегчения последующего пуска.

Наличие влаги и загрязнения в контуре

Наличие влаги в компрессоре и холодильном контуре может привести к появлению ржавчины, разложению холодильного агента, отложению грязи в масле, образованию в нем кислот, а в особо сложных случаях — к коррозии, особенно в отношении изоляции эл. двигателя.

Наличие загрязнений обычно приводит к повреждениям подвижных частей. Стружка и сопутствующие сварке осадки могут засорить сетчатые фильтры (рисунок 4.9), приводя к нарушениям режима работы масляного фильтра.

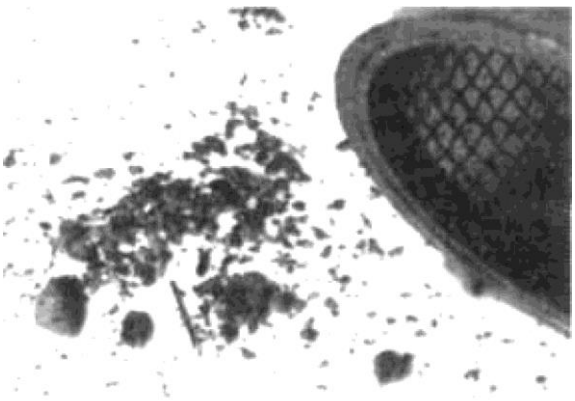
Загрязнение холодильного контура возникает и в результате скопления сопутствующих сварке осадков: при сварке серебряным припоем на воздухе образуются оксиды. Оксиды, образующиеся на внутренней поверхности труб, создают опасность износа подвижных частей, засорения сетчатых фильтров и пр. Чтобы избежать этой опасности, сварка должна производиться с заполнением труб азотом, следя за тем, чтобы он не попадал в атмосферу помещения.

Рисунок 4.9. Засорение сетчатого фильтра на участке всасывания компрессора стружкой и осадочными частицами.

Недостаточный перегрев хладагента про всасывании

В поршневых компрессорах перегрев всасываемого газа не должен превышать 10°C. В действующих винтовых компрессорах с использованием R-134a, R-22 и R-407C перегрев также должен быть менее 10°C; если же используются холодильные агенты R-404A и R-507, перегрев должен быть на уровне 20"C. Действительно, при слишком низком перегреве возникает опасность появления жидкости во всасываемом газе, что может привести к повреждениям пластин клапанов, поршней, стенок цилиндра и шатунов. В винтовых компрессорах могут возникать и другие неполадки.

Недостаточный перегрев может возникать по причине неправильной регулировки или неисправности терморегулирующего вентиля, неправильной установки термобаллона или недостаточной длины труб контура холодильного агента. В последнем случае рекомендуется устанавливать теплообменник или ресивер.



Образование кислоты

Образование кислоты происходит при наличии влаги, кислорода, солей металлов и/или повышенной температуре на подаче. При высоких температурах скорость химических реакций возрастает. В последствии масло вступает в реакцию с кислотой. Образование кислоты приводит к повреждениям как электрооборудования (рисунок 4.10), так и подвижных частей установки, а в экстремальных случаях — к сгоранию эл. двигателя. При образовании кислоты необходимо полностью заменить масло (включая масло, находящееся в сепараторе, при его наличии), кроме того необходимо установить антикислотный фильтр на участке всасывания. Наконец, целесообразно проверять состояние фильтра-осушителя.

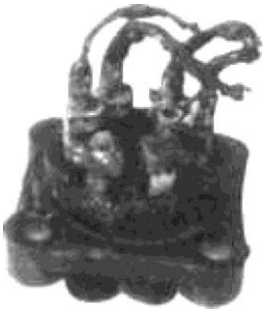


Рисунок 4.10. Коррозия электрооборудования при образовании кислот.

Недостаточное охлаждение компрессора

На некоторых моделях поршневых компрессоров должны монтироваться дополнительные вентиляторы охлаждения. Если вентилятор не обеспечивает достаточного охлаждения, может создаваться перегрев на линии нагнетания. В этих случаях единственным решением проблемы является установка вентилятора охлаждения соответствующей мощности. Более того, почти для всех компрессоров требуется определенная вентиляция, снижающая вырабатываемое ими тепло. При выборе моделей этих вентиляторов необходимо обращаться к документации фирмы-изготовителя.

Повышенная температура хладагента на линии нагнетания

Как уже было сказано, предельная температура хладагента на линии нагнетания составляет 120°C при проведении измерения внутри трубки в нескольких сантиметрах от вентиля. Признаками чрезмерного повышения температуры воздуха на линии нагнетания являются: включение аварийного термостата (загрязнен конденсатор), подгорание масла, черный цвет масла и образование кислоты (рисунок 4.11). Все это приводит к нарушению системы смазки. В этом случае конденсатор следует тщательно прочистить.

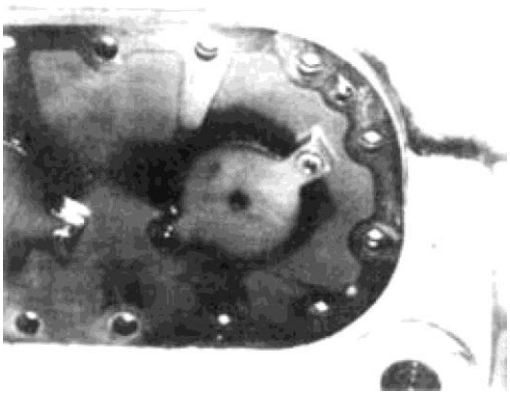


Рисунок 4.11. Признаки подгорания масла и образования кислот на пластине клапана поршневого компрессора.

Теплообменники с нагревом воды на линии перегретого газа

Теплообменники, установленные на линии перегретого газа на выходе из компрессора, могут стать источниками для нагрева воды до температур, превышающих температуру конденсации хладагента, так как начальная температура хладагента на выходе из компрессора составляет примерно 120°C.

Известны случаи, когда температура конденсации намеренно повышалась обслуживающим персоналом для нагрева воды до более высокой температуры. Такие действия следует считать ошибочными, так как помимо сокращения ресурса компрессора возрастает удельный расход электроэнергии на выработку холода.

Величина теплоты перегрева хладагента, используемая для нагрева воды до температур выше температуры конденсации, является незначительной и составляет ~ 10—15% от теплоты конденсации.

Другим недостатком при использовании теплообменника такого типа является значительное сопротивление, что приводит к увеличению давления на линии нагнетания и, как следствие, перегреву компрессора. В то же время, сопротивление теплообменника совместно с нагнетательным трубопроводом величиной 0,2—0,3 бар не является существенным и не приводит к значительному повышению температуры нагнетания.

В холодильных установках, работающих при низких и средних температурах кипения хладагента, сопротивление регенеративного теплообменника на линии нагнетания не должно превышать 0,35 бар.

Направление вращения компрессора

Для поршневых компрессоров направление вращения не является существенным как с точки зрения самой компрессии, так и для смазки. В небольших компрессорах, где смазка осуществляется посредством разбрызгивания, направление вращения значения не имеет, в более мощных компрессорах, имеющих масляный насос, направление циркуляции масла меняется на обратное.

И наоборот, компрессоры scroll и винтовые имеют фиксированное направление вращения, которое необходимо соблюдать для обеспечения компрессии. Еще на этапе монтажа необходимо убедиться, что компрессор вращается в нужном направлении. В компрессорах scroll это может быть сделано посредством считывания показателей силы тока и давления в холодильном контуре; кратковременное вращение в обратную сторону обычно не приводит к поломкам, однако в этом случае холодильная мощность агрегата значительно ниже номинальной.

Холодильные машины с винтовым компрессором обычно оснащены фазовым монитором, запрещающим осуществить запуск агрегата и предупреждающем о том, что подсоединения фазы не позволяют осуществить вращение в нужную сторону. Это важно учитывать не только при первом запуске, но и при дальнейшей эксплуатации, когда без информирования пользователя могут производиться работы на электрооборудовании, и возможны ошибочные подключения фаз по их окончании.

Функционирование трехфазного электродвигателя в режиме однофазного

Условия функционирования в режиме однофазного двигателя возникают тогда, когда трехфазный электродвигатель компрессора получает питание только от двух фаз. Перегорание электродвигателя обычно происходит очень быстро: действительно, при отсутствии третьей фазы две оставшиеся фазы функционируют с повышенной нагрузкой. Это может быть тогда, когда в результате поломки прерывается одна из фаз. Сила тока, протекающего через две оставшиеся обмотки, возрастает и достигает примерно 150% от нормального значения силы тока. Если компрессор функционирует с полной нагрузкой, в результате перегрева может сработать температурный предохранитель, а если работа компрессора происходит с небольшой нагрузкой, повышение температуры в двух обмотках может оказаться недостаточным для срабатывания предохранителя.

После остановки эл. двигатель обычно уже не запускается из-за срабатывания предохранителя от перегрузок; однако могут создаваться продолжительные скачки силы тока, способные привести к быстрому сгоранию двигателя, если проблема не была обнаружена сразу же.

Сгорание эл. двигателя вследствие функционирования в режиме однофазного легко определить, если осмотреть обмотки: обмотка прерванной фазы окажется неповрежденной, тогда как две другие обмотки сгорели (рисунок 4.12).

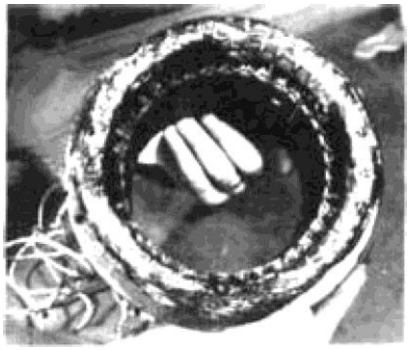


Рисунок 4.12. Трехфазный двигатель, сгоревший вследствие функционирования в режиме однофазного. Видна неповрежденная обмотка прерванной фазы.

Профилактика утечек холодильного агента

Несмотря на то, что каждый сотрудник, ответственный за техническое обслуживание и производящий работы (проверки) на холодильных установках, должен уметь принять меры для минимизации случайных утечек холодильного агента, в некоторых операциях, связанных с обработкой и переливом последнего, необходимо проводить специальную подготовку и сертификацию.

Чем больше размер утечки холодильного агента, тем больше снижается мощность холодильной установки. Винтовые компрессоры очень чувствительны к утечкам холодильного агента (смотри Главу 11).

Для персонала, обслуживающего установку, целесообразно предусмотреть проведение процедур по ежедневному мониторингу для минимизации утечки холодильного агента в атмосферу. Такие процедуры включают в себя осмотр установки или использование специального оборудования для обнаружения утечек. В этой области на рынке имеются многочисленные приборы с широким диапазоном технических характеристик. Расположение сенсоров в машинном отделении определяется наличием или отсутствием постоянно действующей системы вентиляции.

Раньше замена масла в холодильной установке производилась один раз в год, однако в настоящее время прослеживается тенденция периодически брать образцы масла на анализ, по возможности в лаборатории, для того, чтобы определить потребность в его замене. Анализ образцов обычно позволяет установить наличие в масле влаги, кислот и металлов. Желательно производить замену масла только тогда, когда это действительно необходимо, чтобы ограничить возможность утечки холодильного агента в атмосферу в ходе операций по его замене. Эти работы также должны производиться специально подготовленным персоналом.

Проверка трубок теплообменников

В теплообменниках с пучком трубок необходимо периодически производить осмотр трубок для обнаружения возможных изломов и отверстий, а также удаления возможных засорений. Загрязнение трубок водоохлаждаемых конденсаторов и в батареях конденсаторов с воздушным охлаждением приводит к созданию изоляционного слоя на поверхности теплообменников, что вызывает прогрессивный рост температуры конденсации. Вследствие этого снижается вырабатываемая холодильная мощность и возрастает потребление электроэнергии. Кроме того, компрессор начинает работать при более высоком показателе соотношения давлений, и температура газа на участке нагнетания возрастает до такой степени, что может вызвать подгорание масла с уже упомянутыми последствиями. В водоохлаждаемых конденсаторах появляются отложения на трубках, уменьшается сечение пропускного канала и, как следствие, возрастает потребление электроэнергии насосами. Еще одной опасностью является коррозия труб.

Состояние трубок водоохлаждаемых конденсаторов должно проверяться один раз в год, а трубок испарителя — один раз в три года. При наличии отложений требуется произвести чистку внутренних поверхностей труб: эта операция достаточно простая, если поверхности являются гладкими, когда же внутри трубок имеется винтовая нарезка, способствующая перемешиванию поступающей по трубкам жидкости, необходимо обратиться за консультацией к изготовителю установки для выяснения необходимых процедур. Чистка внутренних поверхностей гладких трубок производится

вращающимися щетками, закрепленными на длинных гибких шомполах, либо иным способом. По завершении чистки трубки должны быть промыты водой.

Отложения минеральных солей удаляются химическим способом. В этой связи всегда необходимо определять потребность установки водоочистных систем на контуре конденсатора для обеспечения чистоты трубок.

Аналогичные проверки и действия по чистке должны периодически проводиться также в отношении колоннах охлаждения, уделяя особое внимание к состоянию емкости для сбора воды и фильтра.

Электронная диагностика

Современные холодильные установки оснащены системами диагностики на микропроцессорах, указывающих на возникновение неисправности и сообщающих информацию, необходимую для ее устранения. Вот типичное сообщение: «Высокая температура масла», и соответствующая этому информация: «Проверить систему смазки».

Сообщения появляются автоматически и сохраняются на дисплее или мониторе до тех пор, пока ответственный за состояние установки работник не отключит их самостоятельно. На различных установках могут использоваться достаточно разные сообщения, поэтому ответственный за ведение технического обслуживания сотрудник должен хорошо знать систему диагностики, имеющуюся в установке.

Некоторые сигналы системы диагностики являются лишь предупреждающими сигналами, другие же сопровождаются автоматическим отключением установки. Если проблема решается сама по себе, производится автоматический запуск машины, в других же случаях может потребоваться запуск установки вручную, в зависимости от вида обнаруженной неисправности. Например, сигнал типа: «Сенсор температуры воды, поступающей в конденсатор» означает, что есть прямой контакт или короткое замыкание сенсора температуры, а не то, что температура воды в конденсаторе вышла из-под контроля, поэтому отключения установки не происходит. Напротив, при сообщении типа «Отсутствие подачи воды к конденсатору» происходит мгновенное отключение установки, хотя и сохраняется возможность ее автоматического запуска по сигналу измерителя потока воды, если подача воды возобновляется. Случаем отключения установки, при котором необходимо производить запуск вручную, является появление сообщения «Перегрузка потока». В этом случае обслуживающие установку специалисты должны определить причину избыточного давления, устранить ее и затем произвести запуск установки вручную.

Неисправности, вызванные неполадками в системе электропитания

Этот вид неисправностей возникает чаще всего из-за:

- напряжения ниже допустимого предела;
- отсутствия питания одной из фаз;
- недостаточного охлаждения эл. двигателя;
- возникновения локальных коротких замыканий;
- недостаточного размера контактных групп;
- трения ротора о статор.

Напряжение ниже допустимого предела. Напряжение ниже допустимого предела приводит к повышению потребляемого тока эл. двигателем выше допустимого уровня. Это происходит в основном при запуске, когда электрические и механические нагрузки особенно велики, слишком низкое напряжение может привести к возникновению полного короткого замыкания в эл. двигателе.

верхностей труб: эта операция достаточно простая, если поверхности являются гладкими, когда же внутри трубок имеется винтовая нарезка, способствующая перемешиванию поступающей по трубкам жидкости, необходимо обратиться за консультацией к изготовителю установки для выяснения необходимых процедур. Чистка внутренних поверхностей гладких трубок производится вращающимися щетками, закрепленными на длинных гибких шомполах, либо иным способом. По завершении чистки трубки должны быть промыты водой.

Отложения минеральных солей удаляются химическим способом. В этой связи всегда необходимо

определять потребность установки водоочистных систем на контуре конденсатора для обеспечения чистоты трубок.

Аналогичные проверки и действия по чистке должны периодически проводиться также в отношении колоннах охлаждения, уделяя особое внимание к состоянию емкости для сбора воды и фильтра.

Современные холодильные установки оснащены системами диагностики на микропроцессорах, указывающих на возникновение неисправности и сообщающих информацию, необходимую для ее устранения. Вот типичное сообщение: «Высокая температура масла», и соответствующая этому информация: «Проверить систему смазки».

Сообщения появляются автоматически и сохраняются на дисплее или мониторе до тех пор, пока ответственный за состояние установки работник не отключит их самостоятельно. На различных установках могут использоваться достаточно разные сообщения, поэтому ответственный за ведение технического обслуживания сотрудник должен хорошо знать систему диагностики, имеющуюся в установке.

Некоторые сигналы системы диагностики являются лишь предупреждающими сигналами, другие же сопровождаются автоматическим отключением установки. Если проблема решается сама по себе, производится автоматический запуск машины, в других же случаях может потребоваться запуск установки вручную, в зависимости от вида обнаруженной неисправности. Например, сигнал типа: «Сенсор температуры воды, поступающей в конденсатор» означает, что есть прямой контакт или короткое замыкание сенсора температуры, а не то, что температура воды в конденсаторе вышла из-под контроля, поэтому отключения установки не происходит. Напротив, при сообщении типа «Отсутствие подачи воды к конденсатору» происходит мгновенное отключение установки, хотя и сохраняется возможность ее автоматического запуска по сигналу измерителя потока воды, если подача воды возобновляется. Случаем отключения установки, при котором необходимо производить запуск вручную, является появление сообщения «Перегрузка потока». В этом случае обслуживающие установку специалисты должны определить причину избыточного давления, устранить ее и затем произвести запуск установки вручную.

Неисправности, вызванные неполадками в системе электропитания

Этот вид неисправностей возникает чаще всего из-за:

- напряжения ниже допустимого предела;
- отсутствия питания одной из фаз;
- недостаточного охлаждения эл. двигателя;
- возникновения локальных коротких замыканий;
- недостаточного размера контактных групп;
- трения ротора о статор.

Напряжение ниже допустимого предела. Напряжение ниже допустимого предела приводит к повышению потребляемого тока эл. двигателем выше допустимого уровня. Это происходит в основном при запуске, когда электрические и механические нагрузки особенно велики, слишком низкое напряжение может привести к возникновению полного короткого замыкания в эл. двигателе.

Отсутствие питания одной из фаз. При отсутствии питания на одной из фаз трехфазного эл. двигателя (начинающего функционировать в режиме однофазного, о чем уже упоминалось в настоящей главе) возникает значительный дисбаланс питания на других фазах, в результате чего значительно повышается потребляемый ток. Если системы безопасности не срабатывают, две перегруженные фазы сгорают.

Недостаточное охлаждения эл. двигателя. В настоящей главе уже говорилось об этом важном вопросе. Недостаточное охлаждение может вызвать значительный перегрев обмоток, что может привести к сгоранию двигателя. Вдобавок, температура газа на участке нагнетания может превысить допустимый для компрессоров предел (120°C), что может иметь ряд таких нежелательных последствий, как подгорание масла и образование кислот.

Возникновение локальных коротких замыканий. Они часто возникают случайно в результате попадания стружки или других металлических частиц в обмотки эл. двигателя, повреждая изоляцию (рисунок 4.13). Перегрузки в обмотках под действием наведенных электромагнитных сил при запуске установки также могут вызвать трения обмоток, приводящих со временем к нарушению изоляции вплоть до возникновения локального короткого замыкания.

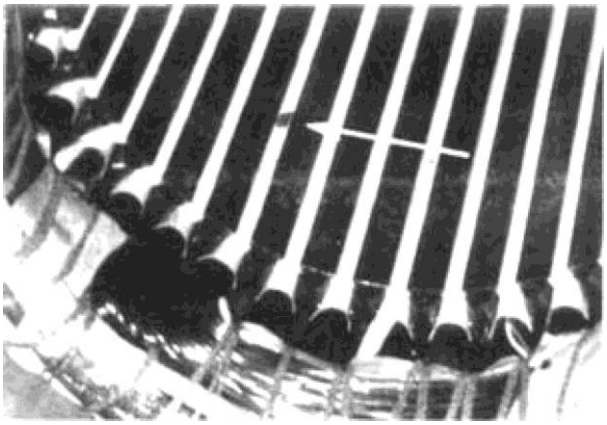


Рисунок 4.13. Локальное короткое замыкание в электродвигателе компрессора, возникшее по механической причине.

Недостаточный размер контактных групп. Недостаточный размер контактной группы является причиной подгорания и оплавления контактов ввиду высоких значений силы тока при размыкании. При оплавлении контактных групп затрудняется срабатывание системы безопасности компрессора, поскольку контактная группа не в состоянии обеспечить размыкание цепи. При этом любая случайная перегрузка может привести к сгоранию эл. двигателя.

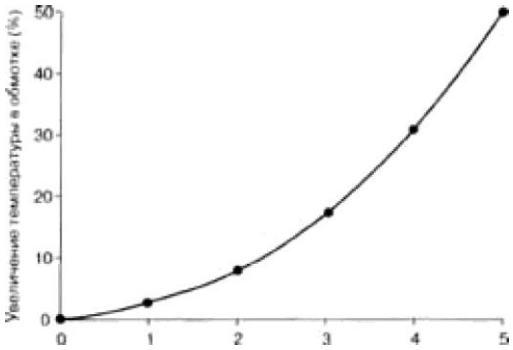
Трение ротора о статор. Расстояние между ротором и статором очень незначительно, и для возникновения трения между ними зачастую бывает достаточно небольшого износа подшипника. В результате происходит износ изоляции, приводящий к короткому замыканию между фазой и заземлением с последующим локальным сгоранием нескольких обмоток.

Дисбаланс электропитания на фазе

В компрессорах на трехфазных эл. двигателях значительные колебания напряжений или силы тока по фазам могут со временем привести к сгоранию обмоток. В большинстве случаев речь идет о неисправностях, которые могут быть предотвращены при соответствующем контроле (колебания тока по фазам могут быть не обнаружены продолжительное время).

Как известно, максимальное значение колебаний напряжения по фазам, допускаемое изготовителями компрессоров, составляет +2%. Если величина дисбаланса напряжения превышает этот уровень, ток, протекающий через обмотки, увеличивается и вызывает нагрев, приводящий к выходу эл. двигателя из строя.

Важно учитывать, что повышение температуры, возникающее в обмотках, соответствует, в процентном отношении, двойному значению квадрата величины дисбаланса. Для лучшей иллюстрации этого явления приведем несколько примеров.



Показатель дисбаланса напряжения (%)

Рисунок 4.14. Повышение температуры в обмотках, выраженное в процентах, относительно изменения показателя дисбаланса напряжения на фазе в трехфазном эл. двигателе компрессора холодильника.

Приведенные примеры наглядно свидетельствуют об опасности этого явления для ресурса компрессора.

Проверка дисбаланса электропитания по фазам

Произвести эту операцию на работающем компрессоре можно путем измерения напряжения между фазами на пускателе или на контактной группе самого компрессора.

Предположим, что измерения, произведенные на трехфазном компрессоре с номинальным напряжением 220 В, дали следующие значения (см. таблицу 4.1).

Средний показатель напряжений на фазе составляет:

(215 + 221 + 224): 3 = 220 В Из таблицы 4.1 следует, что максимальное значение дисбаланса напряжения на фазе составляет 5 В.

Профилактика неисправностей в холодильных установках Таблица 4.1. Напряжения на фазах эл.

двигателя компрессора

Фаза	**Результат измерения (В)**	**Средний дисбаланс (В)**
L1-L2 L2-L3 L3-L1	**215 221 224**	**220-215 = 5 221 - 220 = 1 224 - 220 = 4**

Легко определить величину дисбаланса следующим образом: дисбаланс (*&) - T0ft =4^37%

Следовательно, показатель дисбаланса превышает 2%, а условия функционирования компрессора являются неудовлетворительными.

Используя вышеприведенную формулу, можно вычислить, что дисбаланс может вызвать следующее повышение температуры, выраженное в процентах:

$(2 \cdot 2{,}27^2)\% = 10{,}3\%$,

т. е. величину, превышающую предельные значения, допускаемые большинством изготовителей компрессоров.

Дисбаланс силы тока

Дисбаланс напряжения вызывает соответствующий дисбаланс силы тока, в то время как при дисбалансе силы тока необязательно возникает дисбаланс напряжения. Поэтому нельзя исключать наличие дисбаланса тока даже тогда, когда измерения напряжения показывают нормальные значения.

Такая картина имеет место при трехфазном питании, когда даже при отличной сбалансированности показателей напряжения тока одно из подсоединений компрессора к терминалу работает медленно или имеет нагар на контактах. В этом случае возникает повышение сопротивления при прохождении тока к соответствующей обмотке. Однако, поскольку ток следует в направлении наименьшего сопротивления, повышается сила тока, проходящего через два других терминала компрессора и через соответствующие обмотки. В результате возникает дисбаланс силы тока в фазах с увеличением температуры на двух нормально питаемых обмотках даже при нормальных значениях напряжения.

Такой значительный перегрев в двух обмотках может привести к их более или менее быстрому сгоранию.

Рекомендации по проведению измерений в системе электропитания

При измерениях в системе электропитания важно:

— производить измерения при наличии показательных условий, например, когда компрессор работает на полном режиме и при его частичной загрузке, когда давление в контуре уравнялось и пр.;

— использовать измерительные приборы, имеющие соответствующие задаче характеристики, а также использовать правильную шкалу величин.

Полученные значения не всегда позволяют установить причину неисправности, зачастую их необходимо

тщательно проанализировать, поэтому важно правильно оценить значение считанных данных. Неверное определение причины неисправности часто кроется в неправильной оценке полученных данных.

Наконец, при замене сгоревшего компрессора кроме тщательной чистки контура необходимо установить и устранить причину, в результате которой произошло сгорание, в противном случае, можно быть уверенными в том, что новый установленный компрессор в скором времени также сгорит.

Лекция №4 Разрушение клапанов компрессора.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска Пособие для ремонтника. п.21. (страницы 128-136).

21. РАЗРУШЕНИЕ КЛАПАНОВ

Перед тем, как приступить к изучению неисправности типа "слишком слабый компрессор", в настоящем разделе предлагается анализ причин, могущих вызвать разрушение клапанов холодильного компрессора, а также последствия и способы обнаружения такой поломки.

А) Почему разрушаются клапаны?

Основная причина разрушения клапанов (как всасывания, так и нагнетания) заключается в гидравлическом ударе, который возникает в магистрали всасывания и из нее доходит до цилиндров компрессора.

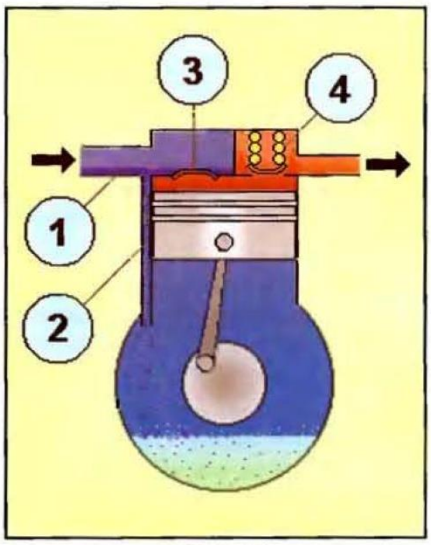


Рис. 21.1.

Если масло или жидкий хладагент, независимо от того, чем это вызвано, поступает в больших количествах на вход в компрессор ***(поз. 1** на рис 21.1)*, часть этой жидкости, вместо того, чтобы по отверстию возврата масла ***(поз. 2)*** перетечь в картер, может попасть в цилиндры.

При этом, поскольку жидкость несжимаема и ее скорость гораздо меньше, чем скорость газов, проходящих через нагнетательные клапаны *(при обычной скорости вращения привода компрессора 1450 об/мин поршень в цилиндре совершает 24 возвратно-поступательных цикла в секунду!)*, в цилиндре во время подъема поршня развивается чрезвычайно высокое давление.

Расположенные со стороны поршня клапаны всасывания под действием этого давления очень сильно выгибаются наружу ***(поз. 3)*** и могут либо разрушиться, либо, что бывает чаще, треснуть по длине.

Клапаны нагнетания, как правило, менее хрупкие (хотя они также иногда могут разрушиться при особо сильных гидроударах), так как они расположены с наружной поверхности клапанной головки и защищены пружиной, прижимающей их к головке ***(поз. 4).***

Б) Что может быть причиной гидроударов?

Одной из наиболее частых причин возникновения гидроударов бесспорно является *переразмеренность ТРВ,* питающего испаритель.

В этом случае ТРВ работает в режиме "все или ничего", то есть с пульсациями от полного открытия до полного закрытия, и компрессор периодически получает более или менее тяжелые гидроудары в зависимости от степени переразмеренности ТРВ.

Другой серьезной причиной гидроударов является перетекание жидкого хладагента в нагнетательную полость головки цилиндра или в картер компрессора *(см. раздел 28 "Проблема перетекания жидкого хладагента").*

Наконец, гидроудары также могут быть вызваны неудачной конструкцией всасывающих и нагнетательных трубопроводов, приводящей либо к появлению больших масляных пробок во всасывающей магистрали компрессора, либо к накоплению жидкости в нагнетательной полости головки цилиндра при остановке компрессора *(см. раздел 37 "Проблема возврата масла").*

B) Каковы последствия разрушения клапанов?

Первым последствием разрушения клапана является потеря производительности компрессора из-за падения расхода всасываемого хладагента.

Возьмем в качестве примера поломку всасывающего клапана *(поз. 1 на рис. 21.2)* в компрессоре, состоящем из двух цилиндров.

Когда поршень опускается, цилиндр нормально заполняется парами из магистрали всасывания. Когда же поршень поднимается, никакое повышение давления в цилиндре с разрушенным клапаном невозможно и клапан нагнетания не может открыться. Газ, который находился внутри дефектного цилиндра, возвращается в коллектор всасывания.

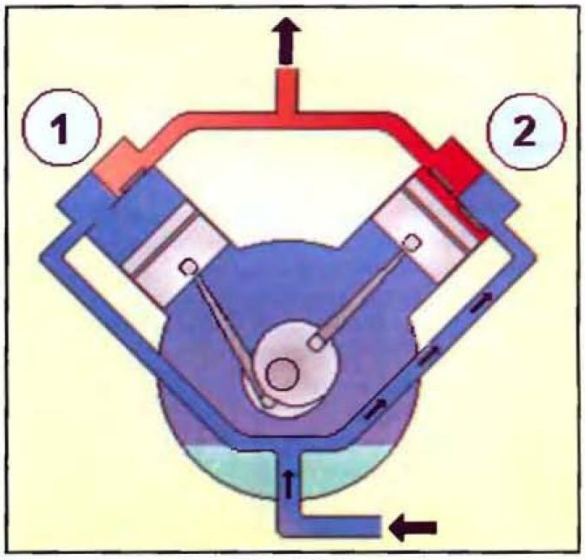


Рис. 21.2.

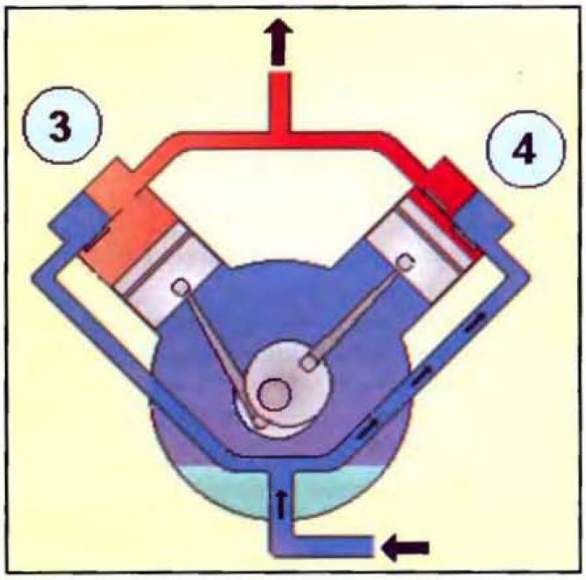


Рис. 21.3.

С другой стороны, исправный цилиндр ***(поз. 2)*** всасывает и нагнетает нормально, *и компрессор работает как одноцилиндровый.*

Если разрушен нагнетающий клапан ***(поз. 3** на рис 21.3),* то при опускании поршня газ из магистрали нагнетания проникает в цилиндр и клапан всасывания открыться не может.

Как и в предыдущем случае, при подъеме поршня никакого повышения давления не происходит, но на этот раз газ возвращается в коллектор нагнетания.

Однако исправный цилиндр ***(поз. 4)*** всасывает и нагнетает нормально.

При разрушении клапана как высокого, так и низкого давления, картина одинаковая: компрессор работает как одноцилиндровый.

Итак, каким бы ни был разрушенный клапан (высокого или низкого давления), с точки зрения механики результат строго один и тот же: цилиндр, на котором это произошло, становится *совершенно неработоспособным*, как если бы его не было вовсе. Незамедлительным следствием такого дефекта является снижение объема всасываемого компрессором газа и, следовательно, падение массового расхода хладагента в контуре установки. Падение массового расхода хладагента приводит к снижению холодопроизводительности *(другие симптомы будут изучены в следующем разделе 22 "Слишком слабый компрессор").*

При поломке клапанов может возникнуть и другая проблема, если кусочки металла, образовавшиеся при разрушении клапана, упадут внутрь цилиндра на поршень *(см. рис. 21.4).*

Тогда, чрезвычайно быстрое возвратно-поступательное движение поршня будет происходить вместе с этими кусочками, что чревато образованием *многочисленных и глубоких царапин* как на стенках цилиндра, так и на головке поршня (может случиться также, что кусочек клапана застрянет между цилиндром и юбкой поршня или между цилиндром и поршневым кольцом, приводя к появлению глубоких трещин как на цилиндре, так и на поршне).

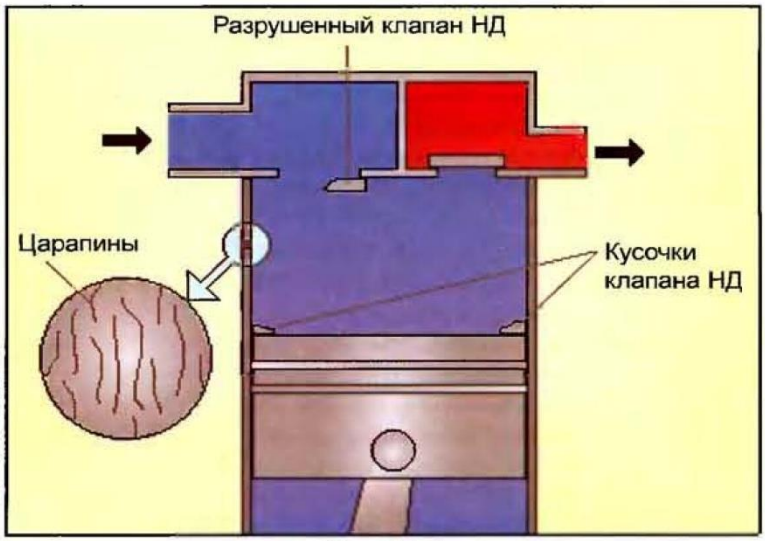


Рис. 21.4.

Таким образом, когда ремонтник меняет разрушенный клапан, он должен внимательно осмотреть состояние поверхности цилиндра и поршня с целью обнаружения возможных царапин и кусочков клапана.

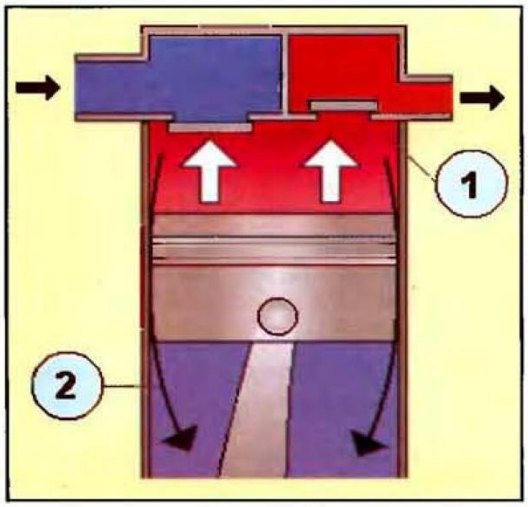


Рис. 21.5.

Когда поршень поднимается, давление в цилиндре возрастает (см. ***поз. 1*** *на рис. 21.5)* до тех пор, пока не откроется нагнетательный клапан.

Если на стенках цилиндра имеются царапины, значительная *часть газа высокого давления может просочиться по этим царапинам в картер компрессора* ***(поз. 2)*** ввиду разности давлений с одной и с другой сторон поршня.

Этот газ, который по царапинам просачивается в картер, вместо того, чтобы попасть в холодильный контур, приводит к снижению массового расхода на выходе из компрессора (и, следовательно, падению холодопроизводительности), что может иногда обусловливать появление признаков, аналогичных неисправности типа "слишком слабый компрессор".

Заметим также, что если на верхней части поршня имеются царапины, их объем добавляется к объему вредного пространства, что вызывает дополнительное снижение массового расхода и, следовательно, падение холодопроизводительности *(см. раздел 9 "Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность").*

Наконец, нужно иметь ввиду, что при осмотре бессальниковых компрессоров в случае разрушения клапанов необходимо проверить отсутствие кусочков клапана в обмотке электродвигателя, а также между ротором и статором, поскольку эти кусочки могут застрять и там, вызывая местные короткие замыкания обмотки и ее перегорание.

Г) Как обнаружить поломку клапанов?

Общие признаки поломки клапанов (главным образом, снижение холодопроизводительности, высокое давление всасывания и падение давления нагнетания) будут подробно рассмотрены в следующем *разделе 22 "Слишком слабый компрессор"*. Однако всякий раз, когда появляются признаки неисправности типа "слишком слабый компрессор" и ремонтник начинает думать о том, что вероятной причиной может быть разрушение клапанов, для многоцилиндровых компрессоров с демонтируемыми головками блоков существует способ проверить точность диагноза и определить, какую из головок следует демонтировать и проверить ***в первую очередь***.

Рассмотрим, например, двухцилиндровый компрессор. Цилиндр ***(поз. 1** на рис. 21.6)* работает нормально, всасывает холодные пары из испарителя и нагнетает нагретые в результате сжатия пары.

Следовательно, головка 1 будет очень горячей со стороны нагнетания и тепловатой (или даже прохладной) со стороны всасывания. С другой стороны, при разрушенном клапане головки 2, холодный газ не всасывается в эту головку ***(поз. 2)*** и не охлаждает ее.

В результате головка 2 будет горячей со стороны всасывания и достаточно ее просто потрогать и, сравнив ее температуру с температурой другой головки, надежно и быстро установить поломку.

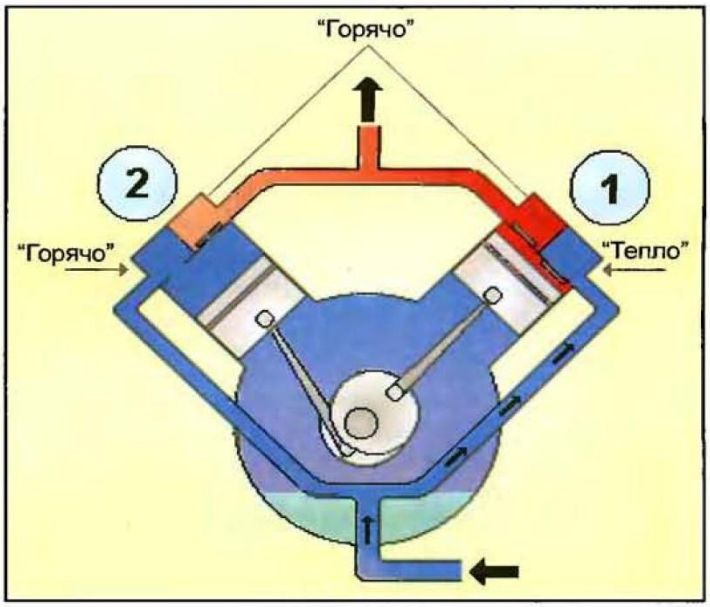


Рис. 21.6.

Таким образом, чтобы обнаружить поломку клапанов, обычно бывает достаточно пощупать головки блока цилиндров со стороны всасывания и оценить температуру каждой головки. ВНИМАНИЕ! ДЕЛАТЬ ЭТО НУЖНО ОЧЕНЬ ОСТОРОЖНО, поскольку температура головок со стороны нагнетания может быть около 100°С!

Конечно, если компрессор оборудован регулятором производительности, с помощью которого отключается часть цилиндров, перед выполнением такой проверки необходимо включить компрессор для работы в течение нескольких минут на полной мощности с задействованием всех цилиндров.

В данном случае, если одна из головок оказывается аномально горячей по сравнению с другими, это может означать не только поломку клапана, но и *плохую работу устройства разгрузки подозрительного цилиндра (см. раздел 84).*

Существует и другой способ проверки состояния клапанов. Если клапан дефектный, снижается всасывающая способность цилиндра. Поэтому при закрытом жидкостном вентиле на ресивере время падения давления в системе обязательно будет *больше,* нежели при нормальной работе всех клапанов.

Однако этот способ применим только для *установок, в которых время падения давления и условия проведения такого эксперимента заранее оговорены и известны,* поскольку в общем случае очень трудно определить в норме или нет находится время снижения давления, если оно неизвестно для исправного компрессора. Поэтому при вводе в эксплуатацию новой установки, мы рекомендуем откачать хладагент из испарителя с помощью компрессора и полученные результаты занести в паспорт установки с тем, чтобы облегчить последующие операции по ее обслуживанию и проверкам. Например:

> *13.03.2003 г. Давление нагнетания 15,4 бар. Время падения давления всасывания от 4,5 бар до 0,5 бар после закрытия жидкостного вентиля на ресивере составляет для компрессора №1 48 секунд.*

Такая запись позволит ремонтнику или обслуживающему персоналу в дальнейшем отслеживать возможное изменение во времени (по мере наработки) *всасывающей способности компрессора* и сделать вывод о степени герметичности клапанов, поршневых колец и т.д.

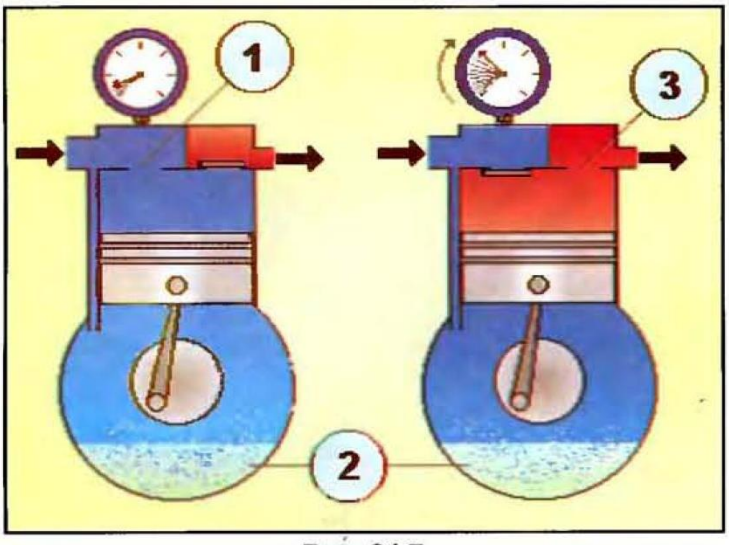


Рис. 21.7.

Другим интересным показателем является поведение во всасывающей магистрали давления после остановки компрессора по окончании откачки хладагента из контура при закрытом жидкостном вентиле ресивера.

После снижения давления в контуре (например, до 0,5 бар) масло, находящееся в картере ***(поз. 2** на рис 21.7),* может в результате падения давления выделить некоторое количество хладагента, что вызывает небольшой рост давления, который очень быстро прекращается (например, при достижении 0,7 бар).

Если клапан всасывания разрушен *(поз. 1),* то после дегазации масла давление больше не растет.

С другой стороны, **если разрушен клапан нагнетания *(поз. 3),*** то после остановки компрессора давление во всасывающей магистрали (НД) сначала будет медленно расти из-за дегазации масла, *но на этом оно не остановится и продолжит медленный подъем до тех пор, пока не сравняется с давлением в нагнетательной магистрали (ВД).*

Попробуйте найти объяснение этому явлению, прежде чем продолжите дальнейшее чтение.

В любом случае НД устанавливается в картере *под поршнем.*

Если разрушен клапан всасывания, это означает, что НД установится также и *над поршнем.*

Однако, *если разрушен клапан нагнетания,* то после остановки компрессора *над поршнем* установится ВД. Поскольку поршень, к счастью, не соединен наглухо с цилиндром, и принимая во внимание существенную разницу давлений над поршнем и под ним, мы вправе считать, что пары ВД будут через зазоры в поршневых кольцах проникать под поршень *(см. рис. 21.8).*

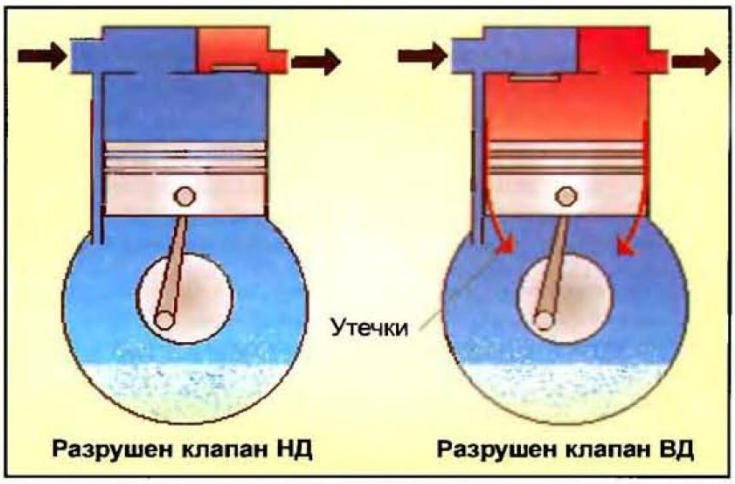


Рис. 21.8.

Эти нормальные утечки газа между поршнем и цилиндром приводят к подъему НД при разрушении клапана нагнетания (**Внимание!** Утечка через жидкостной вентиль также может вызвать подъем НД. Следовательно, жидкостной вентиль должен быть полностью закрытым и герметичным).

Заметим, что подъем НД будет происходить тем быстрее, чем хуже герметичность поршневых колец и таким образом скорость подъема НД может служить для оценки их состояния.

В случае, когда разрушен клапан всасывания, никакого подъема НД, кроме того, что вызван дегазацией масла, не будет. Таким образом, данное испытание позволяет ремонтнику получить ориентировку относительно объекта его внимания, если он решил снять головку блока цилиндров, *чтобы проверить состояние клапанов.*

Другой важной характеристикой, позволяющей косвенно судить о состоянии клапанов, является, без сомнения, сила тока, *потребляемого двигателем компрессора.*

Действительно, если клапан разрушен, соответствующий цилиндр становится бездействующим и двигателю для обеспечения работы компрессора нужно меньше энергии.

Следовательно, он начинает потреблять меньше энергии из электросети и сила тока, проходящего через двигатель, заметно падает.

Поскольку сила тока, потребляемого компрессором, зависит от условий его работы (главным образом от величины давления нагнетания), необходимо точно указать ее значение в паспорте установки при предшествовавших замерах.

Например:

19.03.2003 г. НД = 4,5 бар. ВД = 16,2 бар. Сила тока, потребляемого компрессором №1 = 3 × 16,2 А при напряжении 3 × 387 В.

Таким образом, перечисленные проверки могут позволить быстро и точно установить диагноз в случае неисправных клапанов.

В зависимости от условий работы, увеличение толщины прокладки головки блока на 1 мм может приводить к снижению холодопроизводительности на 5...10 %.

В заключение отметим, что *слишком тонкая прокладка* при работе агрегата может привести к очень серьезным механическим повреждениям в результате нагрева поршня, его расширения и последующих ударов о клапанную пластину.

Д) Некоторые особенности работы компрессоров при параллельном монтаже

Позднее мы увидим преимущества параллельного монтажа двух компрессоров вместо установки только одного *(см. раздел 30 "Проблема повышенной частоты включения компрессоров")*. Пока же представим, что нагнетающие патрубки двух компрессоров, смонтированных в параллель, соединены так, как показано *на рис. 21.10.* При этом *компрессор С2 остановлен, а компрессор С1 работает.* Соединение патрубков по такой схеме приводит к тому, что не только часть масла, нагнетаемая компрессором С1, может накапливаться в головке компрессора С2, но более того, в головку компрессора С2 будет попадать и там конденсироваться хладагент, если компрессор С2 остановлен на длительный период, так как температура его головки в этом случае равна температуре окружающей среды.

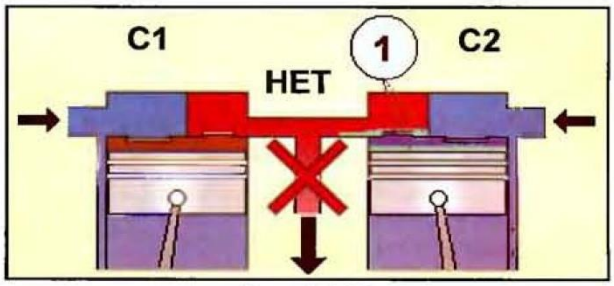


Рис. 21.10.

Если же нагнетающий клапан компрессора С2 имеет негерметичность, то вследствие перепада давления на нем, часть жидкости ***(поз. 1)*** может попадать в полость цилиндра С2 и тогда *при запуске возникает опасность сильного гидроудара в компрессоре С2.*

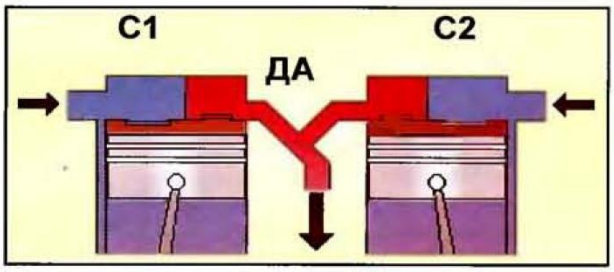


Рис. 21.11.

Чтобы ограничить возможность возникновения этих явлений, предпочтительно соединять нагнетающие патрубки двух параллельно смонтированных компрессоров так, как указано *на рис. 21.11.*

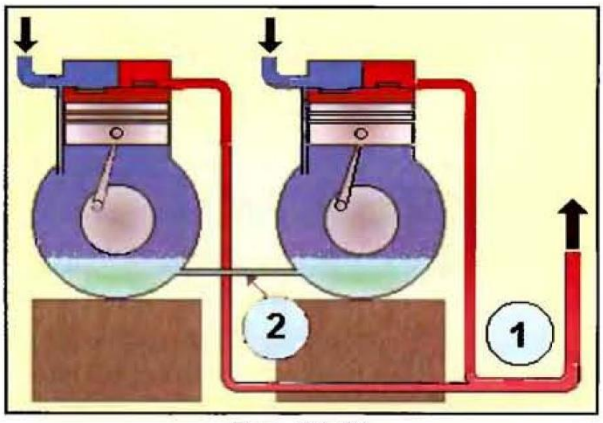


Рис. 21.12.

Можно встретить также монтаж, указанный *на рис. 21.12,* с лирообразным компенсатором, проходящим по земле. Лирообразный компенсатор ***(поз. 1),*** находящийся в непосредственной близости от компрессоров, имеет ту же температуру, что и окружающая среда.

Он служит жидкостной ловушкой (*см. раздел 37 "Проблемы возврата масла"*), одинаково хорошо работающей как по отношению к маслу, так и по отношению к жидкому хладагенту, а также, дополнительно к этому, позволяет ослабить вибрации и скомпенсировать тепловые деформации труб. Обратите также внимание на трубопровод выравнивания уровня масла ***(поз. 2).***

Однако приведенные способы соединения хотя *практически полностью* и исключают накопление масла в головке блока остановленного компрессора, тем не менее не позволяют избежать попадания в нее паров хладагента и их последующей конденсации там...

Чтобы быть совершенно уверенным в том, что при остановке одного из параллельно смонтированных компрессоров в его головку блока не попадут пары хладагента, иногда на нагнетающих патрубках каждого из таких компрессоров устанавливают *обратные клапаны*.

Заметим, однако, что такое решение чревато своими нежелательными последствиями и для достижения желаемого эффекта всегда требует принятия некоторых предосторожностей.

Во-первых, обратные клапаны должны иметь минимально возможные гидросопротивления, так как повышая потери давления на нагнетающей магистрали, они вызывают рост температуры нагнетающих паров и заметное снижение холодопроизводительности.

Во-вторых, достаточно мельчайшей посторонней частицы (медной стружки, капельки оторвавшегося припоя или флюса...), попавшей под седло обратного клапана, чтобы нарушить его герметичность и, следовательно, работоспособность, поэтому монтаж холодильного контура с обратными клапанами должен производиться исключительно аккуратно и тщательно.

Наконец, большинство обратных клапанов *могут "хлопать"* вследствие пульсации давления нагнетания, если они установлены слишком близко к нагнетающему патрубку, что создает опасность их быстрого разрушения.

Следовательно, для эффективной работы обратного клапана на магистрали нагнетания его нужно устанавливать как *можно дальше* от компрессора и предпочтительно после глушителя (или маслоотделителя), что позволит задержать возможные посторонние частицы и ослабить пульсации давления.

Заметим, что глушитель при монтаже устанавливается таким образом, чтобы обеспечить свободную циркуляцию масла, для чего на его наружной поверхности выгравировано английское слово "Top", что означает "Верх". При установке глушителя и обратного клапана необходимо учитывать направление движения жидкости и строго соблюдать инструкцию разработчика *(см. рис. 21.13).*

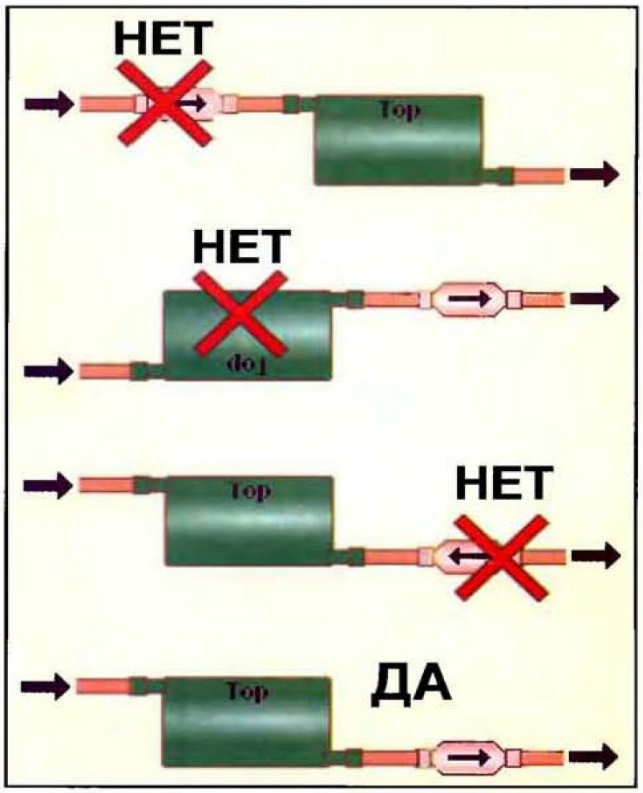


Рис. 21.13.

Проблемы поломки клапанов, вызванные гидроударами, очень часто служат причиной неисправности типа "слишком слабый компрессор", к изучению которой мы переходим в следующем разделе...

Лекция №5 Слабый компрессор. Проявление в контуре.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.22. (страницы 137-142).

22. СЛИШКОМ СЛАБЫЙ КОМПРЕССОР
22.1. АНАЛИЗ СИМПТОМОВ

Неисправностью типа "слишком слабый компрессор" мы будем называть все аномалии, способные вызвать потерю мощности компрессора.

Для анализа проявления этой неисправности в холодильном контуре в качестве примера будем рассматривать *двухцилиндровый компрессор с разрушенным клапаном всасывания.*

А) Проявления в самом компрессоре

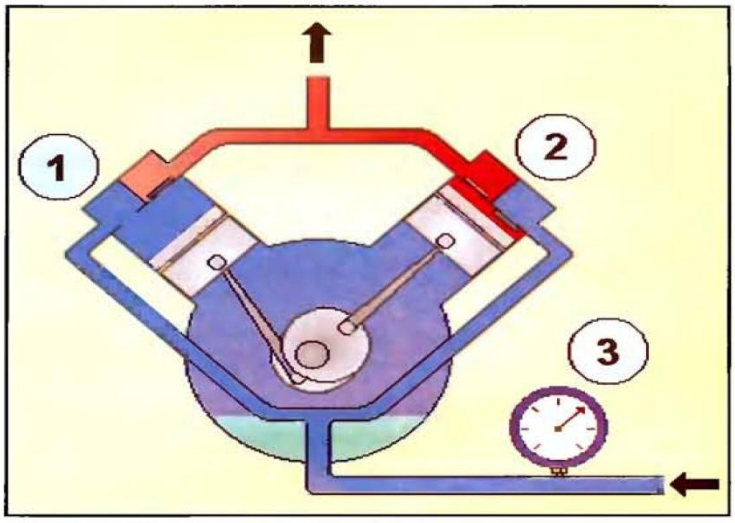


Рис. 22.1.

При разрушенном клапане всасывания ***(поз. 1** на рис. 22.1)* никакого повышения давления в цилиндре с разрушенным клапаном во время подъема соответствующего поршня не происходит.

Следовательно, нагнетающий клапан на этом цилиндре открываться больше не может и газ возвращается в магистраль всасывания.

В результате возвратно-поступательное движение поршня в этом цилиндре не вызывает ни нагнетания, ни всасывания хладагента.

С другой стороны, исправный цилиндр всасывает и нагнетает нормально ***(поз. 2).***

Таким образом, все происходит так, как в одноцилиндровом компрессоре и расход газа, который он способен всосать, падает наполовину.

Поскольку компрессор всасывает вполовину меньше хладагента, массовый расход хладагента, циркулирующего в контуре, также падает почти в 2 раза.

Имея ввиду, что испаритель при этом способен произвести гораздо больше пара, чем может всосать компрессор, можно ожидать аномального подъема давления кипения ***(поз. 3)***.

Б) Проявления в системе ТРВ/испаритель

Напомним, что каждый килограмм жидкого хладагента, проходя через испаритель, выкипает, поглощая тепло и производя некоторое количество пара.

Поскольку массовый расход хладагента вдвое уменьшился, количество поглощаемого испарителем тепла, а, следовательно, и холодопроизводительность также упали.

Уменьшение холодопроизводительности приводит к повышению температуры внутри охлаждаемого помещения и заставляет потребителя обратиться к ремонтнику, так как *"стало слишком жарко"*.

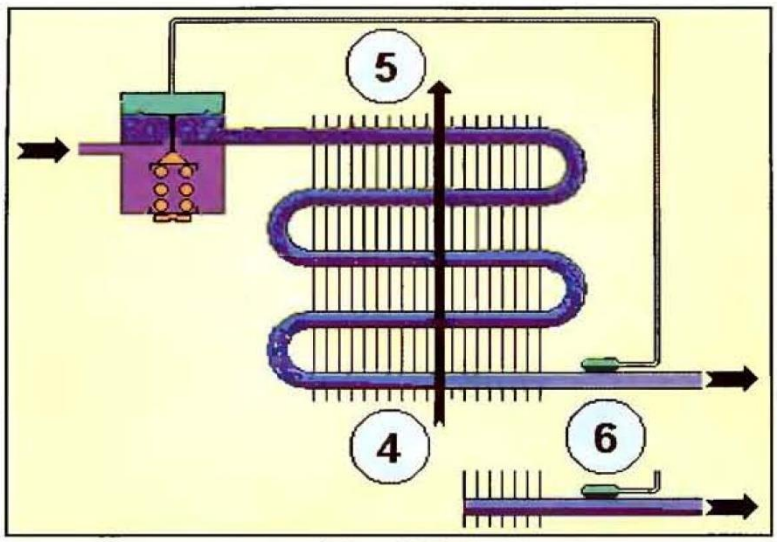


Рис. 22.2.

Ввиду того, что температура в охлаждаемом помещении стала слишком высокой, температура воздуха на входе в испаритель ***(поз. 4** на рис. 22.2)* также повысилась.

Более того, из-за снижения холодопроизводительности уменьшился перепад температуры воздуха $\Delta\theta$, что приводит к заметному повышению температуры воздушной струи на выходе из испарителя ***(поз. 5)***.

Другая проблема может возникнуть из-за того, что ТРВ был выбран для обеспечения расхода хладагента, соответствующего номинальной производительности испарителя и компрессора.

Так как производительность испарителя аномально упала, он начинает вести себя так, ***как если бы ТРВ оказался сильно переразмеренным.***

Эта переразмеренность дросселирующего органа может иногда приводить к пульсациям давления и периодически вызывать слабые гидроудары *(см. раздел 8.2 "Замечания по поводу пульсаций ТРВ")*.

Периодические гидроудары ***(поз. 6)*** и повышенное значение давления кипения не должны вводить в заблуждение неопытного ремонтника, который может ошибочно считать, что ТРВ слишком велик.

Действительно, слишком слабый компрессор вызывает значительное падение холодопроизводительности, тогда как слишком большой ТРВ обеспечивает абсолютно нормальную холодопроизводительность.

ВНИМАНИЕ! НЕ ПУТАЙТЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТИПА "СЛИШКОМ СЛАБЫЙ КОМПРЕССОР" И "СЛИШКОМ БОЛЬШОЙ ТРВ".

B) Проявления в системе компрессор/конденсатор

Охлаждение двигателей герметичных или бессальниковых компрессоров в основном обеспечивается за счет всасываемых паров. Поскольку количество паров резко падает, охлаждение двигателя ухудшается и корпус компрессора будет более горячим ***(поз. 7** на рис. 22.3)*.

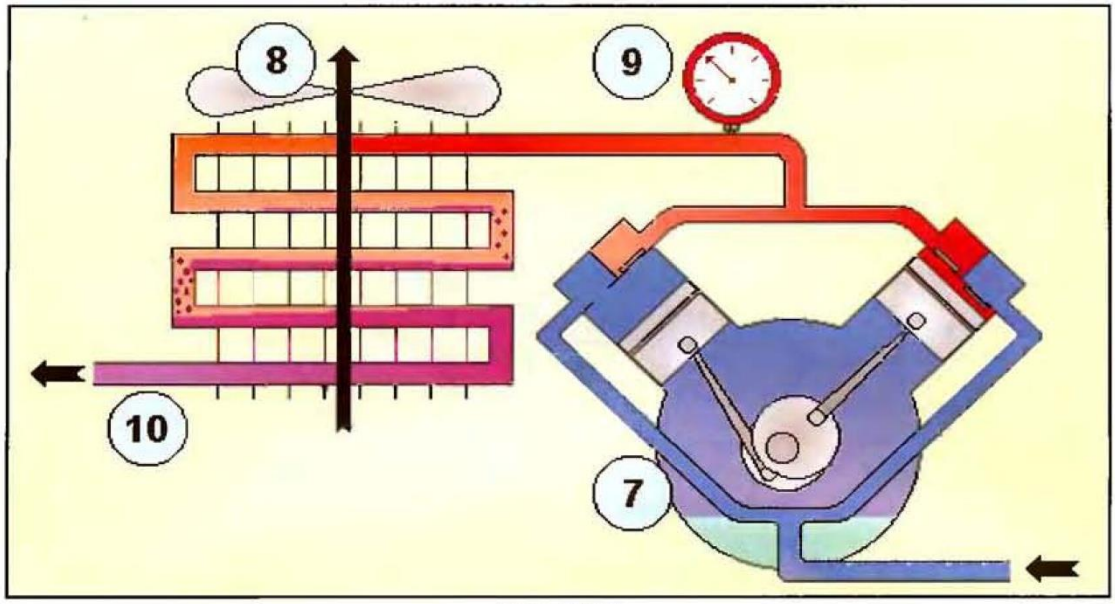


Рис. 22.3.

Более того, мы видели, что холодопроизводительность компрессора упала. Следовательно, конденсатор стал переразмеренным по отношению к имеющейся холодопроизводительности, так как был вначале рассчитан на сброс тепла, исходя из ее номинального значения.

Таким образом, вновь все происходит так, как если бы конденсатор стал переразмеренным.

Еще раз напоминаем: не путайте неисправности типа "слишком слабый компрессор" и "слишком большой ТРВ". В последнем случае давление конденсации будет вполне нормальным или слегка повышенным.

Если используемый способ регулировки давления конденсации не позволяет менять расход воздуха через конденсатор, то перепад температуры воздуха $\Delta\theta$возд становится меньше номинального, а температура воздуха на выходе из конденсатора ***(поз. 8)*** падает. Из-за переразмеренности конденсатора давление конденсации ***(поз. 9)*** уменьшается в соответствии с используемым способом его регулировки.

Ввиду того, что расход циркулирующего по контуру хладагента упал, образовавшиеся излишки жидкого хладагента будут накапливаться в ресивере и конденсаторе. Поскольку в конденсаторе становится больше жидкости, зона переохлаждения увеличивается, а температура жидкости в нижней части конденсатора падает. В результате переохлаждение жидкости, измеренное на выходе из конденсатора ***(поз. 10)*** будет вполне нормальным или даже повышенным.

Наконец, принимая во внимание, что работает только один цилиндр, механическая энергия, передаваемая компрессором хладагенту для обеспечения его циркуляции, также уменьшается. Соответственно уменьшается и потребляемая компрессором электроэнергия, то есть *сила тока, проходящего через электродвигатель, становится заметно меньше.* Простое измерение с помощью амперметра позволяет очень быстро убедиться, что сила тока, потребляемого двигателем, стала гораздо меньше, чем указано на табличке его корпуса.

22.2. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

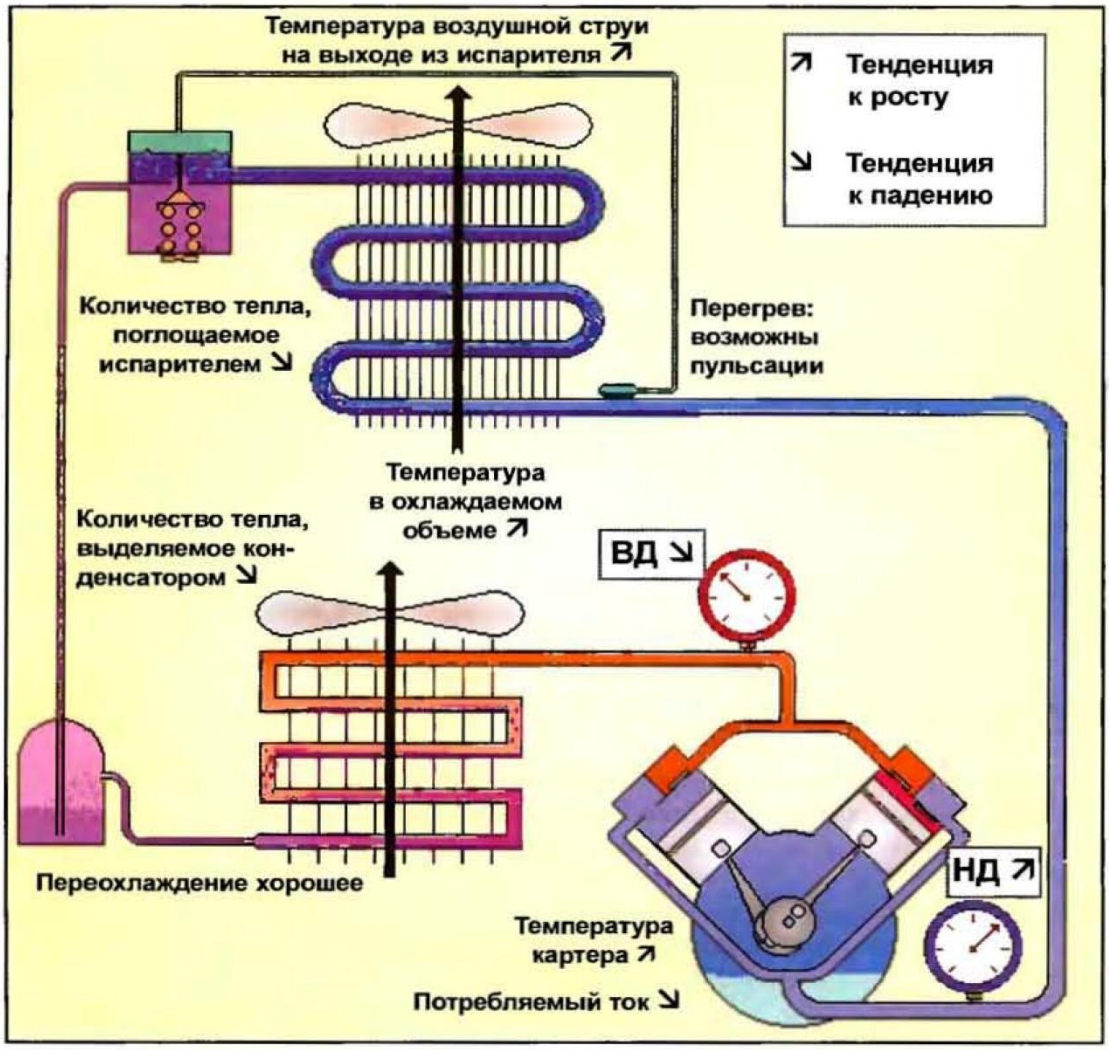


Рис. 22.4.

22.3. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

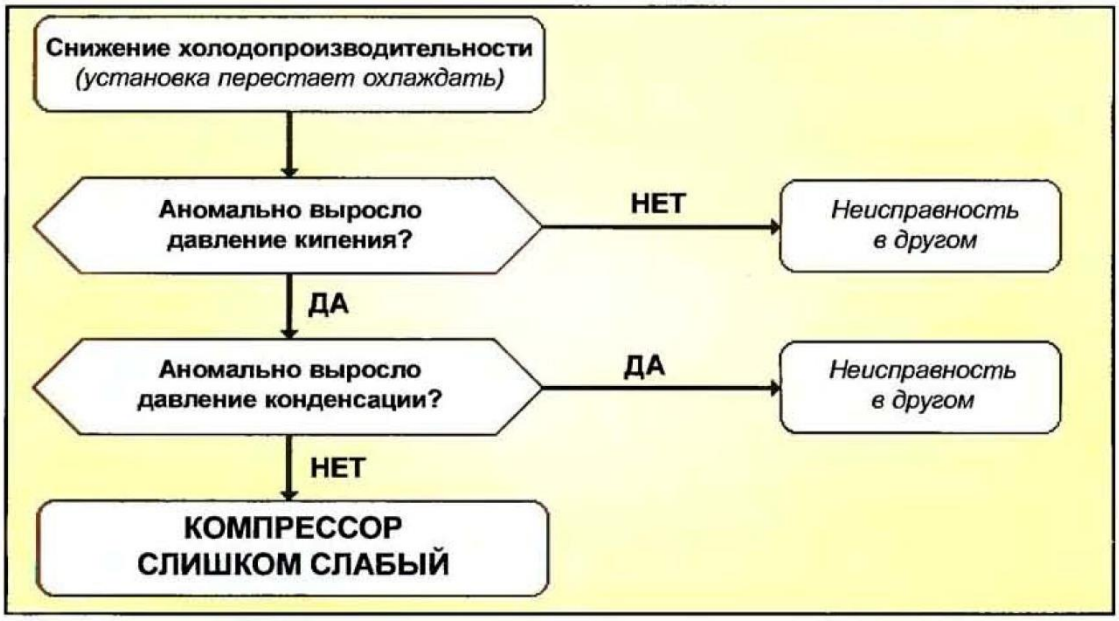


Рис. 22.5.

ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭТОЙ НЕИСПРАВНОСТИ ЯВЛЯЮТСЯ АНОМАЛЬНЫЙ РОСТ ДАВЛЕНИЯ КИПЕНИЯ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ИЛИ ДАЖЕ НЕСКОЛЬКО ЗАНИЖЕННОМ ДАВЛЕНИИ КОНДЕНСАЦИИ И НЕДОСТАТОЧНОЙ ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.

Не путайте эту ненсправность с неисправностью типа "слишком большой ТРВ", которая будет давать нормальную холодопроизводительность при одновременном возрастании давлення конденсации (неисправность типа "переразмеренный ТРВ" для охладителей жидкости рассматривается *в разделе 87.4).*

В случае сомнений сравните потребляемый ток со значением тока, указанным на пластинке, которая прикреплена к корпусу компрессора.

22.4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

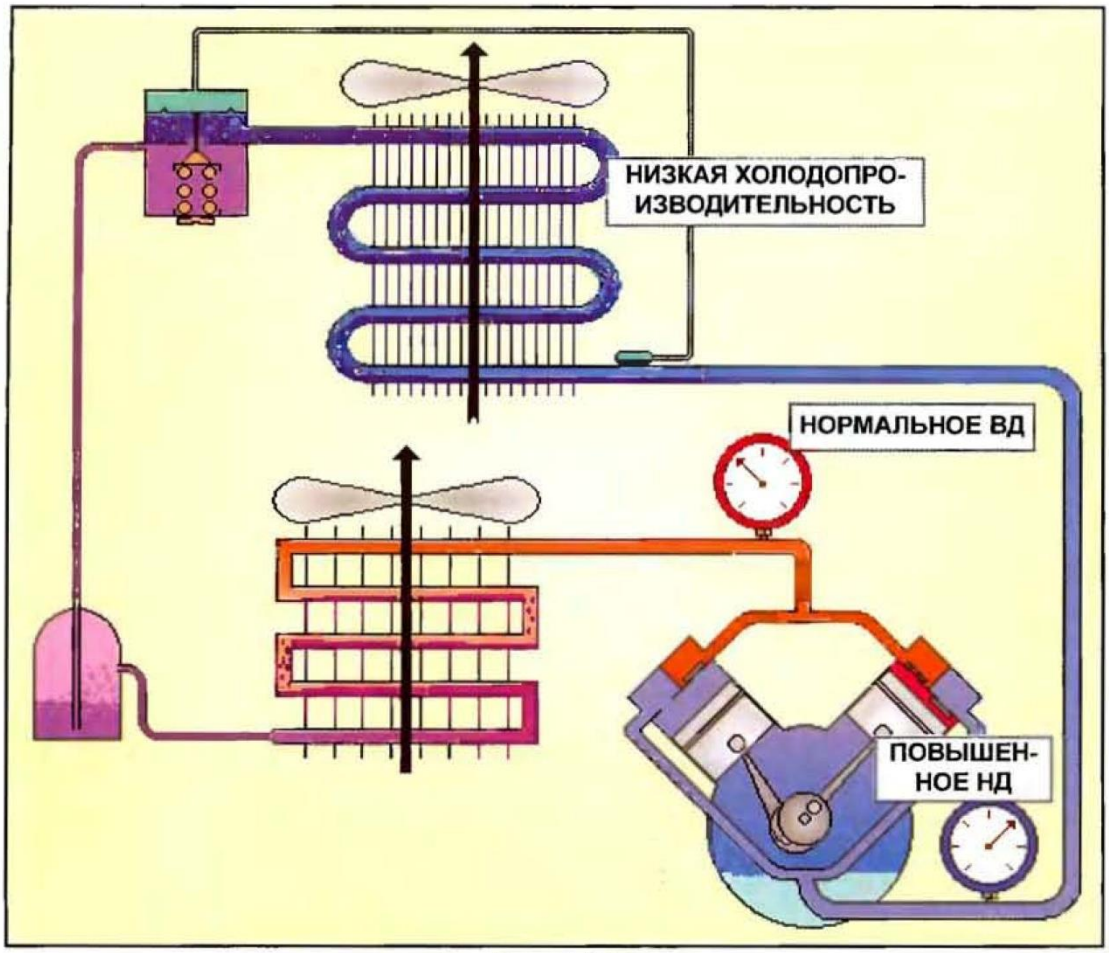


Рис. 22.6.

Почему **компрессор не охлаждает?..** Посмотрим на манометры...
О! **Здорово выросло давление кипения...** Может быть великоват ТРВ?..
Я глупец, это ведь невозможно, потому что холодопроизводительность упала...
Давление конденсации кажется нормальным и даже немного упало...
Следовательно с конденсатором все в порядке...
Значит это ни что иное, как...
СЛИШКОМ СЛАБЫЙ КОМПРЕССОР!

Лекция №6. Практические аспекты устранения неисправности: Слабый компрессор.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.22.5. (страницы 143-148).

22.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ

Напомним некоторые дефекты, приводящие к появлению симптомов неисправности "слишком слабый компрессор".

1. Разрушен или потерял герметичность клапан компрессора

2. Прокладка головки блока или клапанного механизма слишком толстая

3. Цилиндры поцарапаны кусочками разрушенного клапана

Эти дефекты были детально рассмотрены в предыдущем разделе *(см. раздел 21 "Разрушение клапанов").*

4. Прокладка головки блока негерметична между полостями НД и ВД

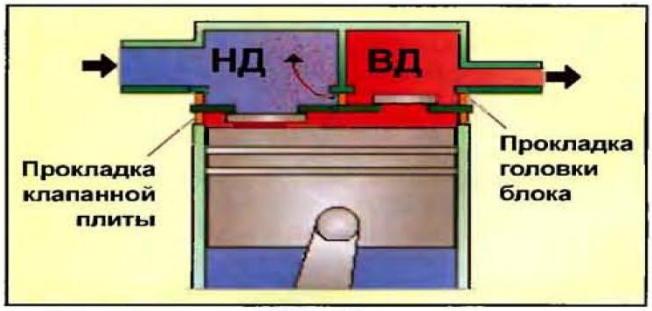


Рис. 22.7.

Прокладка головки блока, установленная между головкой и клапанной плитой, обеспечивает герметичность не только между полостью головки и окружающим пространством, но и между полостями высокого (ВД) и низкого (НД) давлений.

При разборке головки для осмотра или ремонта может оказаться, что прокладка головки прочно "прилипла" к металлу и при ее отрыве она очень легко повреждается или разрушается. Если при сборке ремонтник установит порванную прокладку (или новую прокладку поставит на плохо очищенную поверхность), может образоваться щель между полостями ВД и НД *внутри самой головки (см. рис. 22.7).*

Заметим, что в этом случае в полость НД будут проникать нагретые при сжатии пары ВД и дополнительно к общим признакам неисправности типа "слишком слабый компрессор" мы будем иметь *сильное повышение температуры корпуса компрессора (см. рис 22.8).*

Поскольку охлаждение двигателя достигается только за счет всасываемых паров, подъем температуры может оказаться столь значительным, что приведет к остановке компрессора по команде от встроенного реле тепловой защиты (Klixon, Kriwan, INT 69...).

Таким образом, перед заменой прокладок необходимо подумать не только о проверке их состояния и смазке холодильным маслом, но и о чистоте поверхностей металла и самой прокладки (с обеих сторон).

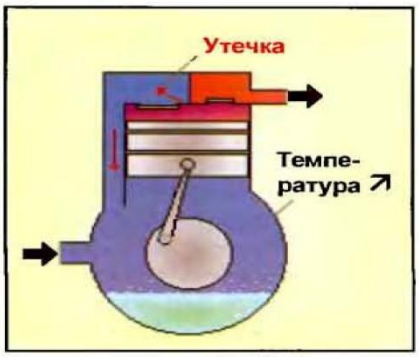


Рис. 22.8.

5. Компрессор работает вполне нормально, но его производительность ниже производительности испарителя

Эта проблема главным образом может возникнуть, если при замене компрессора в описание нового агрегата вкралась ошибка.

С целью устранения данной проблемы следует настоятельно рекомендовать ремонтникам проявлять максимум внимания при составлении выписок из описаний агрегатов, предназначенных для замены.

Каждый раз при необходимости замены какого-либо агрегата ремонтник должен четко понимать, что только ему самому необходимо изучить каталоги и обзвонить поставщиков, чтобы получить нужные материалы и агрегаты. Тем не менее, автору этого учебника доводилось знать одного ремонтника, который для заказа компрессора ограничился таким описанием: *кожух герметичный, черного цвета, всасывание 7/8", нагнетание 5/8"!*

6. Не работает или плохо настроен регулятор производительности

Если компрессор оборудован системой регулирования производительности, недостаток мощности может быть вызван плохой работой этой системы. Например, если регулировка производительности осуществляется за счет разгрузки цилиндров, недостаток мощности может возникать из-за плохой настройки регулятора, неисправности в электроклапане разгрузки цилиндра, механических поломок в управляющем тракте...

Контроль работы электроклапанов, ощупывание головки блока, измерение потребляемой силы тока могут оказаться весьма полезными для оценки реального режима работы компрессора.

Если регулировка мощности осуществляется при помощи регулятора производительности, неисправность может быть вызвана паразитной инжекцией горячего газа, происходящей по разным причинам *(см. также раздел 31.1 "Регулятор производительности. Способ применения").*

Возьмем в качестве примера установку, оборудованную регулятором производительности с перепуском горячего газа с выхода компрессора на выход из ТРВ *(см. рис 22.9).*

Если ремонтник констатирует падение холодопроизводительности (слишком высокая температура в охлаждаемом помещении) при наличии признаков "слишком слабого компрессора" (давление конденсации кажется нормальным, давление кипения повышено), простое ощупывание перепускного патрубка ***(поз. 1)*** позволит ему тотчас же понять, что регулятор производительности открыт, в то время как при повышенной температуре окружающей среды он должен быть герметично закрыт.

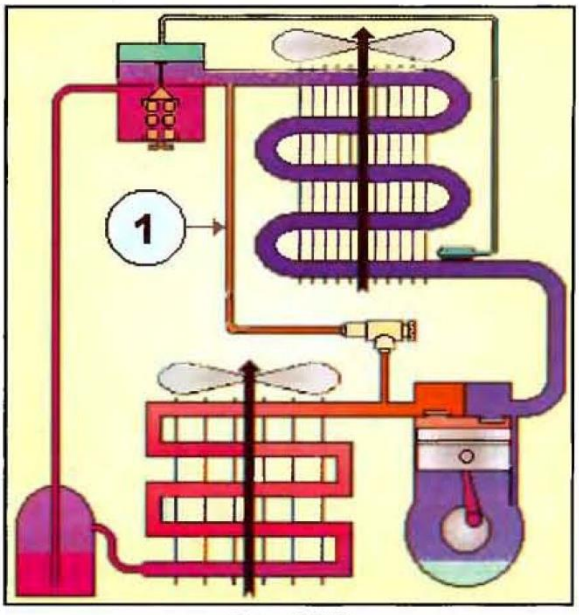


Рис. 22.9.

Тогда ремонтнику следует только установить причину того, что регулятор производительности открыт, хотя давление кипения повышено (плохая настройка, механическая блокировка...), и устранить эту неисправность.

7. Негерметичность встроенного предохранительного клапана компрессора

Некоторые конструкторы предусматривают установку внутри компрессора предохранительного клапана между нагнетающим коллектором и картером *(см. рис. 22.10)*.

Рис. 22.10.

Этот клапан предназначен для сброса ВД при его опасном повышении (например, в случае неожиданного закрытия вентиля нагнетания) и ограничения роста давления нагнетания путем сброса избыточного давления через байпасную магистраль из полости нагнетания в картер.

Пружина этого клапана тарируется разработчиком таким образом, чтобы клапан оставался закрытым при номинальных условиях работы. С другой стороны, *как только рост давления нагнетания становится опасным,* сила, действующая на клапан, приводит к сжатию пружины и открытию клапана. Газ ВД сбрасывается в картер и клапан вновь закрывается. Если давление нагнетания опять возрастает, процесс повторяется.

Может случиться так, что этот клапан плохо закрывается или заклинивается в открытом положении и постоянно пропускает некоторое количество паров ВД в картер.

В зависимости от размеров утечки, эта неисправность дает аналогичные симптомы, как и при негерметичности прокладки между полостями ВД и НД, особенно в части аномально высокой температуры корпуса компрессора (как правило, приводящей к отключению компрессора встроенным реле тепловой защиты), а также аномально большую продолжительность процесса откачки хладагента из испарителя с помощью компрессора и быстрый подъем давления после остановки компрессора по окончании процесса откачки (если утечки очень большие, откачать хладагент вообще становится невозможным).

8. Компрессор, рассчитанный на питание переменным током с частотой 60 Гц, подключен к сети с частотой 50 Гц

Напомним, что скорость вращения электромотора переменного тока зависит от частоты в сети.

Так, например, мотор, изготовленный в США и предназначенный для использования в сети переменного тока с частотой 60 Гц, будучи включенным в европейскую сеть с частотой 50 Гц, вместо предусмотренных паспортом 1720 об/мин дает только около 1440 об/мин.

Эта проблема главным образом может встретиться либо при использовании компрессоров, изготовленных в США, либо изготовленных в Европе и предназначенных на экспорт для использования в странах, где частота переменного тока составляет 60 Гц.

Если такой компрессор подключить к сети с частотой тока 50 Гц, то его число оборотов упадет примерно на 17% и настолько же упадет холодопроизводительность.

Чтобы устранить это несоответствие, некоторые конструкторы предлагают использовать различные хладагенты в зависимости от того, какая частота переменного тока принята в электросети, с целью поддержания одной и той же холодопроизводительности.

Например, Carrier использовал R500 (вместо R12) в некоторых тепловых насосах, изготовленных в США и оборудованных компрессорами на 60 Гц.

Следовательно, необходимо учитывать, что машина этого типа (пластинка на корпусе ясно указывает, что используемый хладагент – R500), заправленная после ремонта хладагентом R12, будет иметь пониженную холодопроизводительность.

Заметим, что R500, также как и R12, относится к категории хлорфторуглеродов (CFC) и предназначен к снятию с производства и исключению из обращения.

9. Поплавок маслоотделителя заклинило в открытом положении

Маслоотделитель, редко используемый в кондиционерах, очень широко применяется в промышленном и торговом холодильном оборудовании *(см. раздел 28)*.

Поскольку в задачу нашего учебника не входит подробное рассмотрение технологии холодильных циклов, напомним просто, что отделитель масла в основном предназначен для максимально возможного ограничения циркуляции масла по холодильному контуру за счет его отделения от хладагента на выходе из компрессора в нагнетающей магистрали и возвращения в картер компрессора.

Отделяемое от хладагента масло постепенно накапливается внизу маслоотделителя *(см. рис. 22.11)*.

Уровень масла поднимается и приподнимает поплавок с прикрепленным к нему клапаном, игла которого при этом открывает отверстие в сливном патрубке и масло под действием ВД возвращается в картер компрессора.

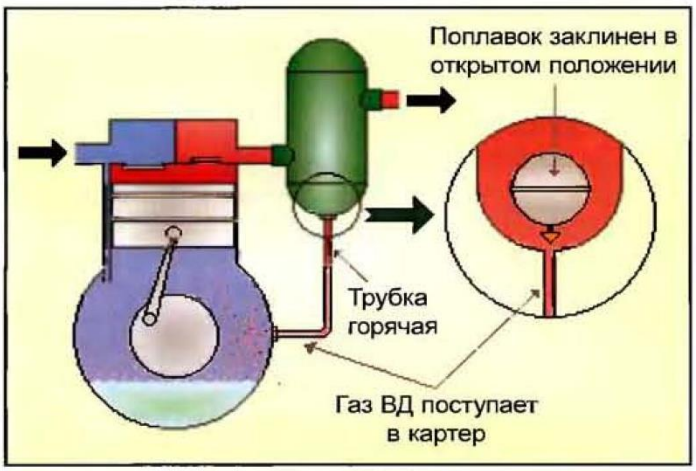


Рис. 22.11.

Может случиться так, что поплавок заклинит в открытом положении (механическое заедание, попадание посторонней частицы под иглу). В этот период полость нагнетания окажется постоянно соединенной с картером, что даст точно такие же симптомы, как и порванная прокладка головки блока.

Обнаружить эту неисправность достаточно легко – при касании сливной трубки, соединяющей маслоотделитель с картером, можно заметить, что она постоянно горячая.

10. Упало число оборотов компрессора

Эта неисправность главным образом возникает при использовании сальниковых компрессоров (двигатель находится снаружи). Падение числа оборотов компрессора может явиться следствием износа или слабого натяжения ременной передачи. В этом случае неисправность быстро устраняется либо заменой ремней, либо регулировкой натяжения.

Но падение числа оборотов может быть также из-за слишком маленького диаметра шкива электродвигателя. В этом случае перед заменой шкива необходимо убедиться, что компрессор может выдержать более высокое число оборотов, и что электромотор имеет достаточный резерв мощности для обеспечения повышения числа оборотов. Действительно, потребляемая электрическая мощность растет с ростом числа оборотов компрессора, поэтому необходимо предварительно изучить кривую роста потребной мощности при увеличении числа оборотов компрессора, которая прилагается к документации на компрессор его изготовителем, чтобы определить необходимую для новой скорости вращения электрическую мощность.

Если подтверждается необходимость замены мотора на более мощную модель, следует предусмотреть некоторые моменты. Действительно, если новый мотор может потреблять явно большую мощность, возрастает сила тока и необходимо, чтобы все электрооборудование было рассчитано на это увеличение (сечение электропроводки и соединительных проводов, мощность плавких предохранителей, размер контакторов, диапазон регулирования реле тепловой защиты...).

Более того, новый мотор может иметь другие габариты и установочные размеры, другой диаметр оси (для насаживания шкива). Скорее всего он потребует также замены ременной передачи (другая длина, другое сечение).

Заметим, что с оборудованием типа *"Инвертор"* (преобразователь частоты), которое регулирует число оборотов путем изменения частоты тока источника питания, или при использовании двигателей постоянного тока с регуляторами напряжения и выпрямителями, управление производительностью компрессора производится с помощью электронного устройства.

Прежде, чем ставить окончательный диагноз, необходимо убедиться в том, что компрессор способен вращаться с максимальным числом оборотов, например, задав максимальное значение потребной холодопроизводительности.

11. Слишком высокая тепловая нагрузка

Хотя этот случай не позволяет говорить о наличии неисправности именно в установке (потому, что установка, пусть и недостаточной холодопроизводительности, работает вполне нормально), ремонтник должен уметь распознавать проблемы, возникающие при слишком больших тепловых нагрузках по отношению к номинальной холодопроизводительности установки.

В качестве примера укажем на такие обстоятельства, когда в кондиционируемом помещении сильно возрастает температура из-за того, что в разгаре лета окна оставлены открытыми или если шторы, защищающие огромные застекленные проемы от прямых солнечных лучей, не опущены.

Точно такая же проблема возникает в холодильной камере с плохой теплоизоляцией или в камере с постоянно открытыми дверьми, а также если закладываемые на хранение продукты имеют очень большую массу или высокую температуру.

Температура в охлаждаемом объеме при этом падает очень медленно и давление кипения остается аномально высоким (так как полный температурный перепад почти постоянный), что может ошибочно заставить думать о нехватке производительности компрессора.

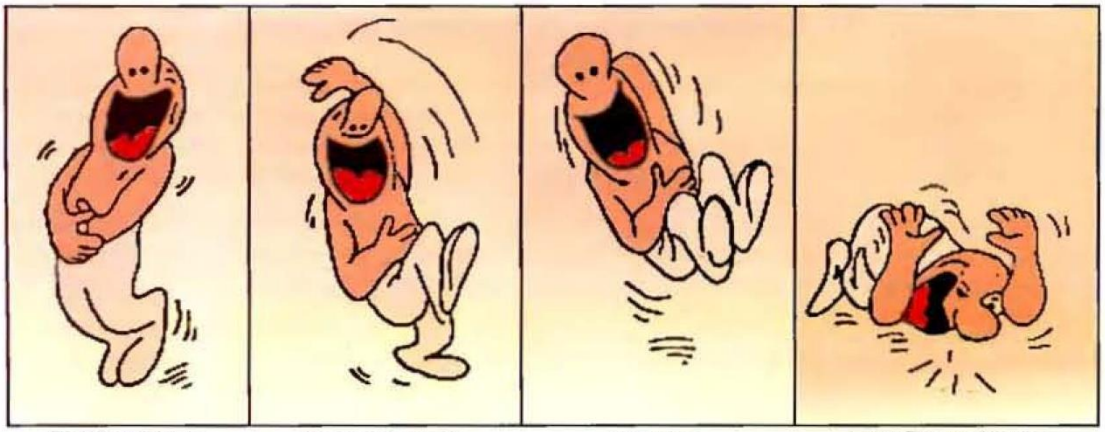
12. Золотник клапана обратимости цикла в тепловом насосе застрял в среднем положении

Рис. 22.12.

При работе теплового насоса может случиться так, что золотник клапана обратимости цикла заклинит в промежуточном положении *(см. рис. 22.12)*.

В этот момент образуется более или менее свободный проход между полостями всасывания и нагнетания, что может привести к появлению тех же признаков, что и при неисправности типа "слишком слабый компрессор".

Подробнее смотри раздел 52 "Четырехходовой клапан обратимости" и раздел 60 "Оттайка".



Лекция №7 Проблемы вскипания хладагента в жидкостной магистрали.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.18. (страницы 87-93).

18. ПРОБЛЕМА ВНЕЗАПНОГО ВСКИПАНИЯ ХЛАДАГЕНТА В ЖИДКОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ

Прежде чем приступить к изучению семейства неисправностей, связанных с преждевременным дросселированием, в настоящем разделе предлагается объяснение очень малоизвестного явления внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали *(на английском языке это явление называют термином "flash gas").*

Для начала вспомним, что масло, используемое в холодильных установках, очень плохо смешивается с хладагентом в паровой фазе. Поэтому выбор и прокладка трубопроводов всасывания и нагнетания должны производиться особенно тщательно, чтобы масло, которое по нагнетающей магистрали постоянно выводится из компрессора, могло без проблем возвратиться в него по всасывающей магистрали *(проблемы возврата масла изучаются в разделе 37).*

Напротив, это же масло очень хорошо смешивается с жидким хладагентом и его перетекание в конденсатор и жидкостную магистраль, как правило, происходит без проблем, даже если скорость смеси небольшая и трубопроводы располагаются в нижних точках установки.

Однако в установках, *где конденсатор находится на значительном удалении от испарителя,* при неудачной конструкции жидкостной линии даже при отсутствии опасности создания проблем с возвратом масла, могут иметь место *значительные потери давления в этой линии,* приводящие к возникновению внезапного вскипания хладагента.

А) Проблема выбора длины и диаметра жидкостной линии

Вначале напомним, что явления, происходящие при протекании жидкого хладагента по трубопроводу, подобны явлениям, сопровождающим протекание электрического тока по проводнику *(см. рис. 18.1).*

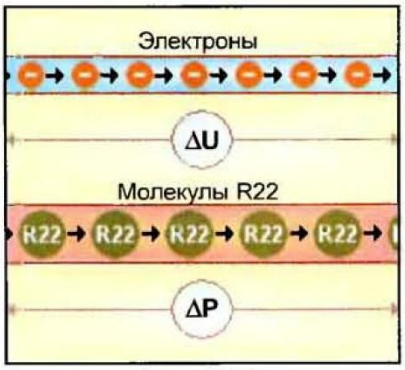


Рис. 18.1.

Проводник оказывает сопротивление (R) протеканию электрического тока, что приводит к возникновению разности потенциалов (падению напряжения ΔU) по длине проводника, величина которого зависит от силы тока, длины проводника, площади его поперечного сечения и материала проводника.

Точно также, при течении жидкого хладагента по трубопроводу возникает сопротивление этому течению, приводящее к падению давления ΔP, величина которого зависит, в том числе, от типа и скорости протекающей жидкости, длины трубопровода, площади его поперечного сечения и шероховатости стенок.

Таким образом, существует следующая аналогия:

Электрический провод: разность потенциалов (падение напряжения ΔU) ↗ растет, если растут сила тока ↗ и длина участка проводника ↗ и уменьшается площадь поперечного сечения ↘.
Холодильный трубопровод: падение давления (перепад ΔP) ↗ растет, если растут скорость жидкости ↗ и длина участка трубопровода ↗, а площадь проходного сечения ↘ падает.

Поскольку потери давления (ΔP) в трубопроводе зависят от его длины и площади сечения, диаметр жидкостной линии *большой длины* должен выбираться особенно тщательно во избежание слишком больших потерь и, как следствие, опасности внезапного вскипания жидкости...

Приведем пример, иллюстрирующий такое вскипание в неправильно подобранном жидкостном трубопроводе.

Компрессор *(см. рис. 18.2)* нагнетает перегретые пары R22 в конденсатор и после конденсации жидкий хладагент имеет температуру 44°C.

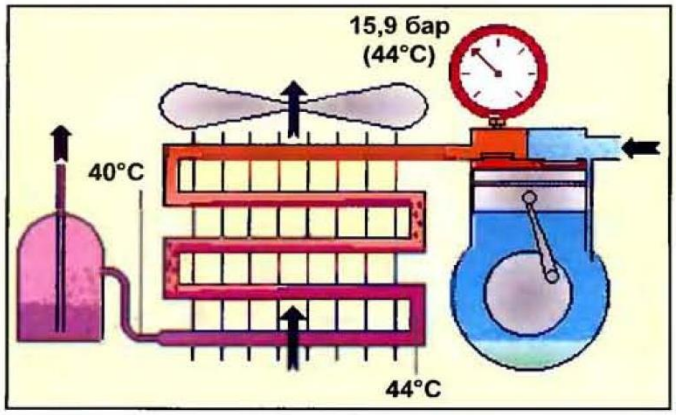


Рис. 18.2.

На участке конденсации при температуре 44°C давление нагнетания поддерживается на уровне 15,9 бар.

Последняя молекула пара конденсируется при температуре 44°C, после чего жидкость продолжает охлаждаться при помощи воздуха, продуваемого через конденсатор, и на выходе из последнего температура жидкости становится равной 40°C (следовательно, переохлаждение составляет 4 K).

Но таблицы состояния насыщенного пара для R22 дают нам равновесие между жидкостью и паром для температуры 40°C при давлении, равном 14,3 бар *(см. раздел 1 "Влияние температуры и давления на состояние хладагента")*.

Следовательно, если давление в жидкости упадет ниже предписанного для температуры в 40°C значения 14,3 бар, равновесие нарушится и жидкость начнет кипеть задолго до входа в ТРВ (это и будет эффект внезапного вскипания).

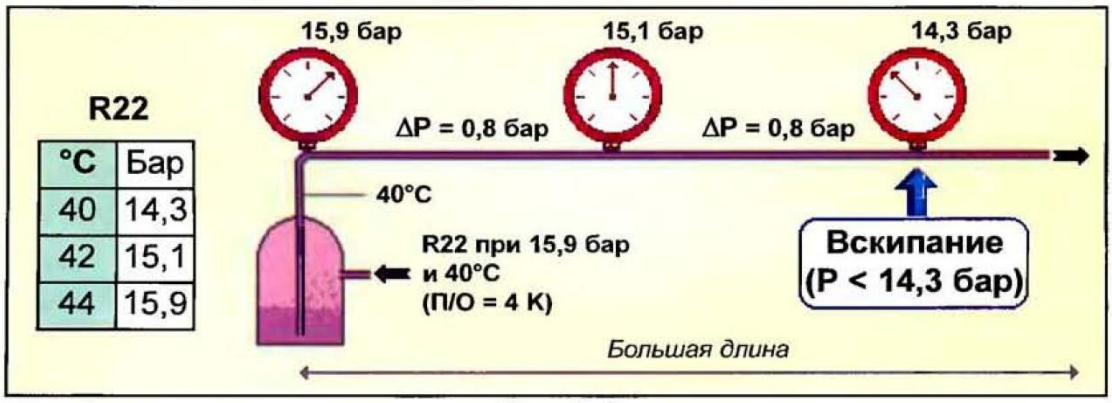


Рис. 18.3.

В примере *на рис. 18.3* площадь проходного сечения длинной жидкостной магистрали слишком мала, потери давления ΔP в магистрали большие и вскипание происходит в том месте, где давление упало ниже 14,3 бар.

Заметим, что при *переохлаждении только 2 K* (следовательно, при температуре жидкости в ресивере 42°C) вскипание произойдет, как только давление упадет ниже 15,1 бар, *то есть гораздо раньше.*

Помните, опасность внезапного вскипания жидкости тем выше, чем меньше величина переохлаждения!

Б) Проблема потерь давления на местных сопротивлениях

В трубопроводах, используемых в качестве жидкостных магистралей, потери давления зависят от длины трубопроводов, диаметра, шероховатости стенок и т.д. *(см. рис. 18.4)*. Но потери давления возникают и при прохождении жидкого хладагента через местные сопротивления, в качестве которых выступают различные элементы холодильного контура (фильтр-осушитель, ручные и соленоидные вентили, регенеративный теплообменник и др.).

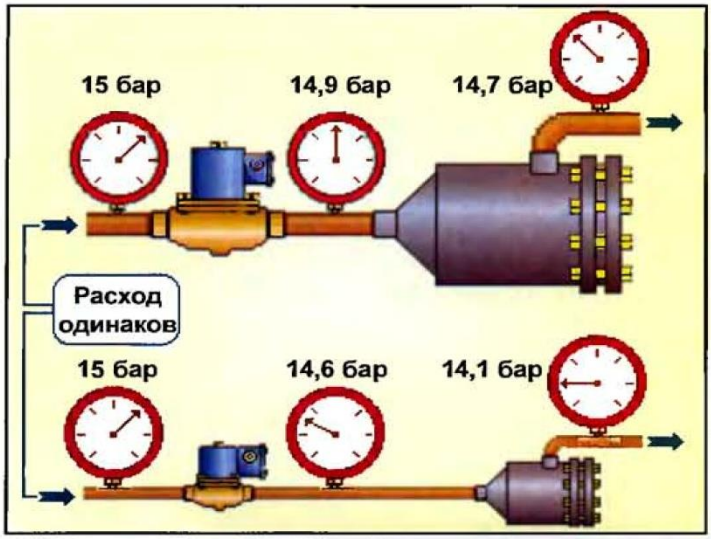


Рис. 18.4.

Потери давления в этих элементах указаны в конструкторской и технической документациях на них в зависимости от их собственных характеристик и условий эксплуатации.

При одном и том же расходе жидкого хладагента потери во влагоотделителе или электроклапане тем больше, чем меньше их номинальный диаметр.

Неудачный выбор элементов холодильного контура может быстро вызвать слишком высокие потери давления, приводящие к вскипанию жидкости в той же степени, что и слишком малый диаметр трубопровода.

В) Проблема изменения уровня жидкостной линии

Напомним, что давление (P) в любой точке внутри жидкости в открытом сосуде зависит только от плотности (ϖ) этой жидкости* и высоты столба (h) жидкости над этой точкой.

$$P = \varpi \cdot h$$

На рис. 18.5 давление P_2 выше давления P_1, поскольку глубина погружения точки 2 больше, чем точки 1 (ситуация, хорошо знакомая ныряльщикам и водолазам).

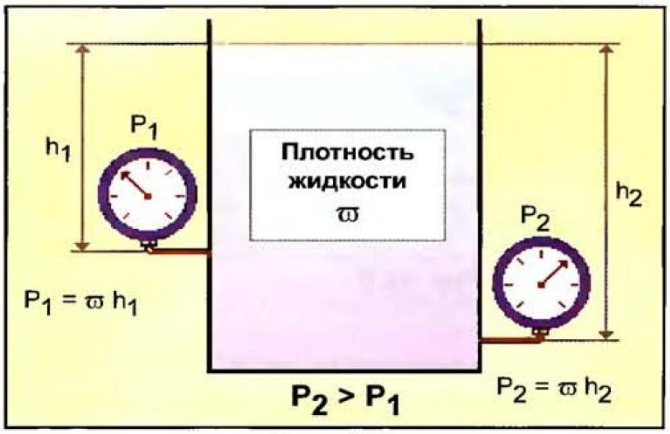


Рис. 18.5.

Для столба жидкости высотой в 1 метр при комнатной температуре (ϖ зависит от температуры) давление в нижней точке столба составляет около 1,3 бар для ртути, 0,1 бар для воды, около 0,13 бар для жидкого R12 и около 0,12 бар для жидкого R22.

---

* Здесь под плотностью ϖ понимается произведение плотности ρ, кг/м^3, на ускорение силы тяжести $g = 9{,}8$ м/с^2, то есть $\varpi = \rho g$ *(прим. ред.)*.

Если разность уровней между жидкостным ресивером, расположенным внизу, и испарителем, размещенным вверху, значительная, то потери давления, обусловленные высотой столба жидкости, также могут привести к внезапному вскипанию жидкости в одной из верхних точек.

Чтобы убедиться в этом, вспомним, что столб жидкого R22 высотой 1 м создает давление около 0,12 бар и посмотрим на схему *(рис. 18.6)*.

Рис. 18.6.

В данной установке жидкостной ресивер расположен **ниже испарителя** и содержит R22 при давлении 15,9 бар и температуре 40°C с переохлаждением, как и в предыдущем примере, равным 4 K.

В точке **A** давление равно 15,9 бар, но чем выше мы поднимаемся по трубопроводу, тем меньше становится высота столба жидкости, расположенного над точкой A, и тем сильнее падает давление в жидкости даже в предположении, что потери давления ΔP, обусловленные движением жидкости по трубопроводу, пренебрежимо малы!

В точке **B,** расположенной на 6,5 м выше точки A, давление упадет на 0,12 x 6,5 = 0,8 бар и манометр покажет 15,9 – 0,8 = 15,1 бар.

В точке **C,** которая еще на 6,5 м выше, давление упадет еще на 0,8 бар и манометр покажет только 15,1 – 0,8 = 14,3 бар.

Но давление, равное 14,3 бар, в точности соответствует равновесному давлению между паром и жидкостью для R22 при температуре 40°C!

Следовательно, уже чуть выше точки **C** произойдет внезапное вскипание жидкости, поскольку давление в жидкости станет чуть ниже 14,3 бара.

*Отметим, что при переохлаждении 2 K (следовательно, при температуре жидкости в ресивере 42°C) вскипание произойдет чуть выше точки **B,** как только давление в трубопроводе опустится ниже 15,1 бар.*

Таким образом, мы еще раз можем констатировать, что опасность внезапного вскипания повышается, если величина переохлаждения уменьшается.

18.1. Проблемы потерь давления в жидкостной линии. Обобщение

Предшествующие рассуждения позволяют нам сделать вывод о том, что потери давления в жидкостных магистралях определяются двумя различными факторами.

1) Потери давления ΔP, обусловленные *движением жидкого хладагента в трубопроводе*, которые называют *динамическими потерями давления* (динамика – в смысле движения), и которые порождаются длинами трубопроводов и местными сопротивлениями элементов контура.

Обычно допускается, что эти потери могут немного превысить 0,4 бар, что эквивалентно 1 K для R22.

2) *Статические потери давления* ΔP (статика – в смысле неподвижности), обусловленные высотой столба жидкости, которые существуют независимо от того, *движется жидкость в трубопроводе или стоит*, и которые зависят только от высоты столба жидкости и ее плотности ($P = \varpi \cdot h$).

Также, как в электрической цепи, содержащей последовательно соединенные сопротивления, общее сопротивление равно сумме отдельных сопротивлений, общие потери давления в жидкостной магистрали равны сумме динамических и статических потерь давлений, обусловленных разностью уровня жидкости *(см. упражнения на следующих страницах)*.

Во всех случаях, когда общие потери давления таковы, что давление жидкости в данной точке становится ниже давления насыщенного пара при температуре этой жидкости, произойдет внезапное вскипание жидкости.

Для того, чтобы обеспечить оптимальную работу установки, общей рекомендацией для всех типов установок является поддержание хорошего (по меньшей мере 4 K) переохлаждения.

В тех же случаях, когда потери давления особенно велики (большая длина жидкостной магистрали, много местных сопротивлений, значительная разница уровней жидкости в ресивере и испарителе), величина *переохлаждения становится одним из основных параметров*, обеспечивающим предотвращение внезапного вскипания жидкости.

В любом случае, даже если переохлаждение достаточно большое, чтобы предотвратить внезапное вскипание, потери давления в длинной жидкостной магистрали имеют другое отрицательное следствие – *уменьшают давление на входе в ТРВ* и, следовательно, его производительность (напомним, что производительность ТРВ зависит от давления жидкости во входном патрубке ТРВ).

Если в жидкостной магистрали имеются большие потери давления, это необходимо учитывать при выборе ТРВ. В противном случае, работа ТРВ будет иметь более или менее очевидные признаки такой неисправности как недостаточная производительность ТРВ *(см. раздел 14 "Слишком слабый ТРВ")*.

Примечание. Потери давления в гидравлических сетях рассматриваются в разделе 75.

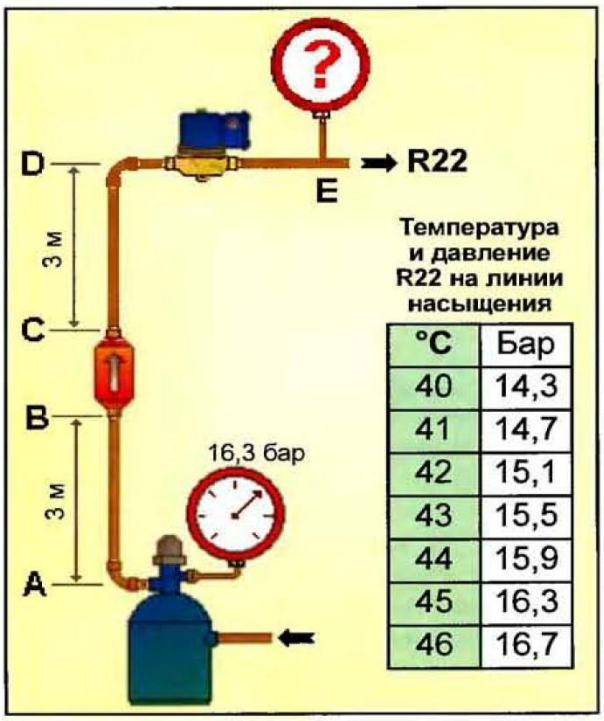


Рис. 18.7.

18.2. Упражнение №1

Схема участка установки представлена *на рис. 18.7.*

Используемый хладагент R22 (давление столба высотой 1 м около 0,12 бар).

Перепад давления ΔP на участке трубопровода AB + CD = 0,02 бар/м.
Перепад давления ΔP на влагоотделителе (участок BC) = 0,15 бар.
Перепад давления ΔP на электроклапане (участок DE) = 0,21 бар.
Разность уровней жидкости = 6 м.

1) Какое давление будет при работе установки на входе в ТРВ (точка E)?

2) Какой должна быть минимальная величина переохлаждения жидкости, чтобы полностью исключить опасность внезапного вскипания жидкости?

18.3. Упражнение №2

Схема участка установки представлена *на рис. 18.8.*

Внимание! Испаритель расположен **ниже** конденсатора.

Используемый хладагент R22 (давление столба высотой 1 м около 0,12 бар).

Потери давления ΔP на участке трубопровода AB + CD = 0,03 бар/м.
Потери давления ΔP на влагоотделителе (участок BC) = 0,17 бар.
Потери давления ΔP на электроклапане (участок DE) = 0,33 бар.
Разность уровней жидкости = 10 м.

1) Какое давление будет при работе установки на входе в ТРВ (точка E)?

2) Есть ли опасность внезапного вскипания жидкости на участке AE?

Рис. 18.8.

Решение упражнения №1

Потери давления на участке AB + CD составляют $\Delta P = 6 \times 0{,}02 = 0{,}12$ бар (длина 6 м при перепаде 0,02 бар/м).
Потери давления на влагоотделителе 0,15 бар (1 влагоотделитель с $\Delta P = 0{,}15$ бар).
Потери давления на электроклапане 0,21 бар (1 электроклапан с $\Delta P = 0{,}21$ бар).
Статические потери давления $\Delta P_{стат.} = 6 \times 0{,}12 = 0{,}72$ бара (разность уровней 6 м при $\Delta P = 0{,}12$ бар/м).

Полные потери при работе:
$\Delta P_{полн.} = \Delta P_{AB+CD} + \Delta P_{вл} + \Delta P_{эк} + \Delta P_{стат.} = 0{,}12 + 0{,}15 + 0{,}21 + 0{,}72 =$ **1,20 бар.**

1) Давление в точке A = 16,3 бар (*следовательно, уровень температуры конденсации 45°C).*

Давление в точке E равно давлению в точке A за вычетом полных потерь давления при работе:
$P_E = P_A - \Delta P_{полн.} = 16{,}3 - 1{,}2 = 15{,}1$ бар.

Следовательно, давление на входе в ТРВ составляет 15,1 бар, что для R22 эквивалентно температуре 42°C.

2) Уровень температуры конденсации составляет 45°C. Чтобы избежать вскипания жидкости в жидкостной магистрали, переохлаждение жидкости должно быть **минимум** 3 K.

Однако в целях получения запаса по переохлаждению мы рекомендуем увеличить его минимальное значение на 1...2 K, то есть иметь переохлаждение на уровне 4...5 K и, следовательно, обеспечить температуру жидкости на выходе из ресивера от 40 до 41°C.

Решение упражнения №2

В этом примере, в противоположность предыдущему, испаритель расположен **ниже** конденсатора и давление столба жидкости AD (то есть 10 x 0,12 = 1,2 бар) **повышает** давление, устанавливающееся на входе в ТРВ (точка E).

1) Чтобы ответить на первый вопрос, рассчитаем вначале сумму динамических потерь давления (обусловленных движением жидкости):

$\Delta P_{AB+CD} = 10 \times 0{,}03 = 0{,}30$ бар (трубопровод длиной 10 м при потерях 0,03 бар/м).
$\Delta P_{вл} + \Delta P_{эк} = 0{,}50$ бар (0,17 + 0,33 = 0,5 бар).

Тогда $\Delta P_{дин. полн.} = 0{,}30 + 0{,}50 =$ **0,80 бар.**

Если жидкость неподвижна (следовательно, динамические потери давления $\Delta P_{днн. полн.}$ отсутствуют) при давлении в точке A, равном 16,3 бар, давление в точке E будет: $P_E = P_A + \Delta P_{стат.} = 16{,}3 + 1{,}2 = 17{,}5$ бар.

Когда жидкость придет в движение (появится $\Delta P_{дин. полн.}$), давление в точке E станет равным $P_{E\,стат.} - P_{E\,дин. полн.}$, то есть *17,5 – 0,8 = 16,7 бар.*

2) При работе установки давление жидкости в ресивере будет равно 16,3 бар, а на входе в ТРВ 16,7 бар **(то есть выше, чем в ресивере),** следовательно, *даже при очень небольшом переохлаждении никакой опасности внезапного вскипания жидкости в трубопроводе на участке AE не существует.*

Лекция №8 Поиск утечек хладагента.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.15. (страницы 68-72).

15. ПОИСК УТЕЧЕК ХЛАДАГЕНТА

Прежде, чем детально изучать неисправности, обусловленные тем, *что в контуре не хватает хладагента, которые очень часто вызваны наличием утечек,* представляется небесполезным напомнить основные моменты, касающиеся технологии поиска утечек, а также проблемы, связанные с процедурой заправки контуров хладагентами.

А) Поиск утечек в эксплуатирующихся установках

Напомним, что хладагент, циркулируя внутри контура, постоянно вовлекает в такую же циркуляцию молекулы масла, находящегося в компрессоре. Таким образом, при наличии утечек, когда смесь хладагента и масла появляется на наружной поверхности отдельных деталей установки, хладагент испаряется и смешивается с воздухом, а частицы масла остаются на месте в жидком состоянии. Следовательно, *очень часто место утечки* может быть легко обнаружено *по следам масла на трубопроводах* или на тех деталях установки, которые расположены точно под местом утечки (в условиях, когда установка содержится в безупречной чистоте, что, впрочем, всегда должно иметь место!).

Обычно утечка возникает *в местах соединений,* как резьбовых, в результате неправильной затяжки, так и паяных, вследствие некачественной пайки (повышенная температура при пайке, приводящая к появлению пор в паяном соединении, или чрезмерное травление, со временем приводящее к растрескиванию). Ремонтник должен также обращать внимание на *сильфоны прессостатов* (которые могут перекручиваться, если при затяжке гаек на резьбовых соединениях не используются два ключа), заглушки (которые следует затягивать ключом, а не вручную), *сальники* технологических или регулирующих вентилей (которые ослабляют перед каждым использованием вентиля и вновь затягивают после этого), негерметичные *предохранительные клапаны* (следует иметь ввиду, что их выхлопные узлы иногда подсоединяются снаружи трубопроводов), *уплотнительные узлы* (для сальниковых компрессоров)...

Напомним также, что не рекомендуется в качестве постоянных элементов холодильного контура использовать гибкие полимерные соединения (по типу гибких трубопроводов на манометрических коллекторах), так как они склонны к образованию пор и, следовательно, к появлению утечек.

Поиск утечек может производиться:

С помощью галогенных ламп, которые реагируют на хлор и, следовательно, предназначены для установок, содержащих хладагенты типа ХФУ(CFC) (R11, R12, R502...) или ГХФУ (HCFC) (R22, R123...). *Имейте ввиду также испарения трихлорэтилена или жавелевой воды, которые тоже меняют окраску пламени ламп, поскольку содержат хлор.*

ВНИМАНИЕ! Галогенные лампы реагируют только на хлор и, следовательно, не применимы для поиска утечек новых хладагентов типа ГФУ (HFC), таких как R134a, R404A, R407C или R410A. В этих случаях нужно будет использовать специальные способы поиска утечек.

С помощью мыльных растворов (методов обмыливания), что очень удобно для точного установления места утечки на подозрительном участке или в случае, когда пламя галогенной лампы плохо видно по причине яркого света, а также, если в окружающей среде имеются пары хладагентов (поскольку при этом галогенная лампа становится бесполезной, потому что ее пламя будет в этом случае постоянно зеленым).

С помощью электронных детекторов утечек. Будьте осторожны, большинство старых моделей детекторов, которые прекрасно работают с хладагентами типа CFC или HCFC (R12, R22, ...), не реагируют на хладагенты типа HFC, такие как R134a, R404A или R407C (при использовании детекторов старых моделей внимательно ознакомьтесь с инструкцией изготовителя).

С помощью цветных добавок в хладагент. Этот метод не пользуется большим успехом по причине проблем, которые он влечет за собой.

С помощью флюоресцирующих добавок в хладагент и ультрафиолетовой лампы (ультрафиолетового излучения). Этот метод с высокой эффективностью позволяет обнаруживать даже очень малые утечки, какой бы ни была природа используемого хладагента (CFC, HCFC, HFC) за счет применения соответствующих добавок.

В любом случае, ремонтник, достойный этого звания, никогда не покинет монтажной площадки, не выполнив операции по поиску утечек, особенно в тех элементах контура, на которых он работал.

Б) Поиск утечек в незаправленной установке

Достаточно известная технология заключается в том, что установка заправляется небольшим количеством хладагента типа CFC или HCFC, затем наддувается сухим азотом, после чего для обнаружения утечек используется галогенная лампа. Вместе с тем, такая технология требует учета некоторых особенностей, не говоря уже о проблемах, связанных с запретом выброса в атмосферу хлорсодержащих соединений. Прежде всего, после завершения проверок, контур должен быть тщательно отвакуумирован. Кроме того, *на рис. 15.1* показано состояние установки, содержащий хладагент и наддутой азотом, про прошествии некоторого времени.

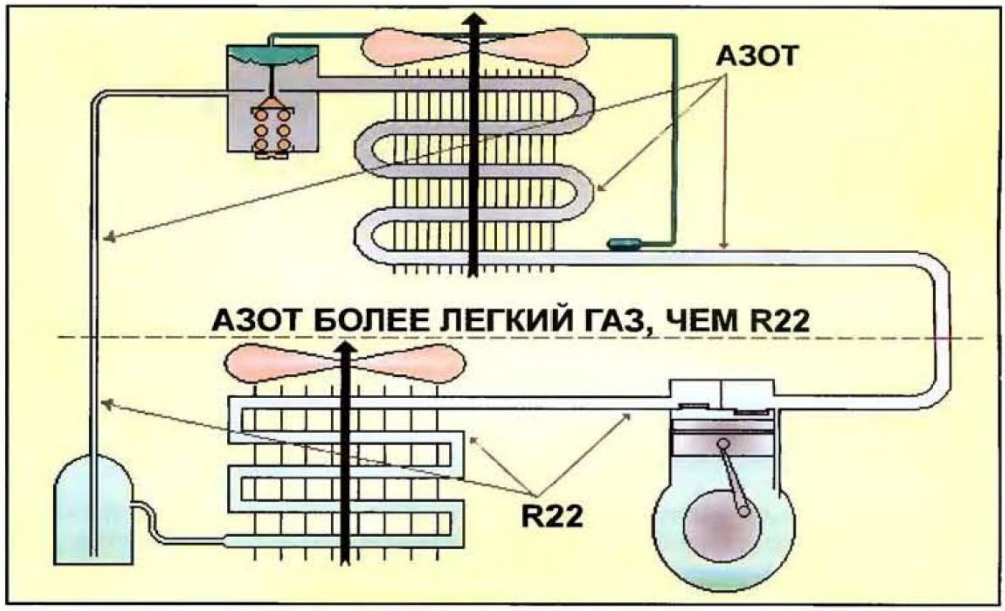


Рис. 15.1.

При одной и той же температуре азот почти в 3 раза легче, чем пары R22 и в 4 раза легче, чем пары R12.

В результате, по прошествии некоторого времени два газа сепарируются. Азот, как более легкий, скапливается в верхней части установки, а пары хладагента, как более тяжелые, опускаются в ее нижнюю часть. **С учетом этого явления, если негерметичность имеется в верхней части установки, она не может быть обнаружена при помощи галогенной лампы!**

Поэтому использовать данный метод можно только с учетом указанного эффекта и поиск утечек с помощью галогенной лампы всегда следует начинать с верхних элементов установки.

Итак, мы увидели недостатки технологии проверки герметичности контура с помощью смеси азота и хладагента.

Теперь обсудим другую технологию поиска утечек, не очень широко распространенную и состоящую в том, что холодильный контур вакуумируется, после чего выдерживается некоторое время под вакуумом с контролем темпа роста давления в нем. *Если вакуум в установке сохраняется, значит контур герметичен.*

Чтобы дать заключение о надежности такой технологии, сравним, что происходит при наличии негерметичности, например, в паяном соединении для двух случаев *(см. рис. 15.2).*

- С одной стороны ***(поз. 1)*** контур, находящийся под вакуумом, в котором в случае негерметичности наблюдается подъем давления.
- С другой стороны ***(поз. 2)*** контур, наддутый азотом до давления 10 бар, в котором в случае негерметичности наблюдается падение давления.

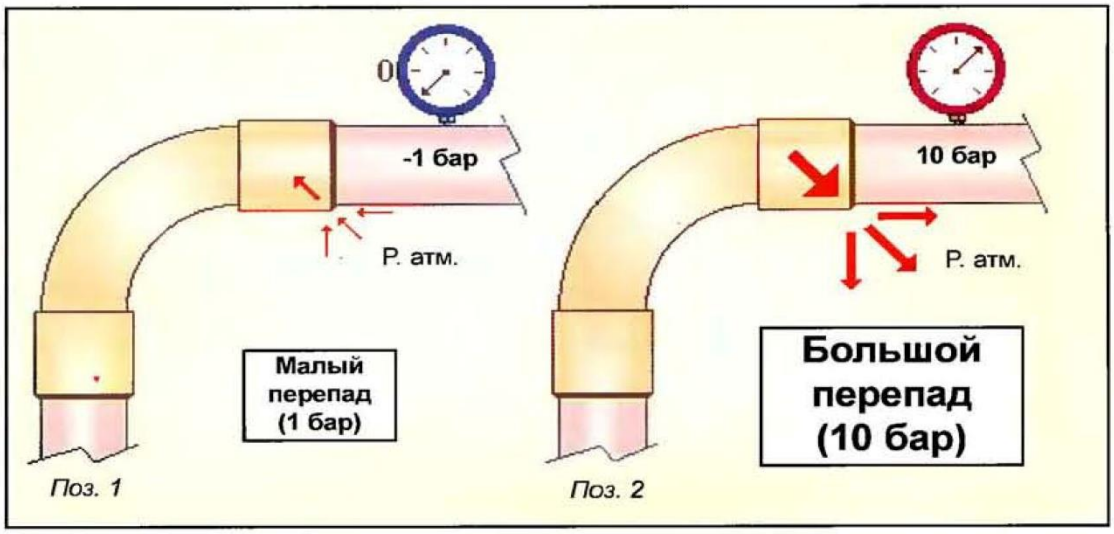


Рис. 15.2.

Поз. 1. Контур находится под вакуумом. Поскольку наружное давление равно атмосферному, перепад давления на паяном соединении незначительный (меньше одного бара).

Следовательно, **расход воздуха через негерметичный стык небольшой** и поступающий внутрь контура воздух обеспечивает сравнительно медленный подъем давления.

Поз. 2. Контур наддут азотом до давления в 10 бар. Перепад давления между контуром и окружающей средой в 10 раз больше, чем в предыдущем случае, и при отсутствии герметичности азот будет выходить из контура наружу.

Следовательно, **при одних и тех же размерах негерметичности,** расход газа через негерметичный стык во втором случае будет гораздо больше, чем в первом, и давление внутри контура будет изменяться быстрее, что позволяет гораздо легче обнаружить это с помощью манометра.

Заметим также, что в первом случае в контур поступает атмосферный воздух, содержащий влагу. Проникая внутрь, он нарушает одну из основных заповедей холодильщика: "Влага – враг холодильщика!" **(напомним, что влага способна образовывать в соединениях с хладагентом особо разрушительные кислоты).**

Наконец, чтобы покончить с обсуждением технологии поиска утечек путем вакуумирования контура, рассмотрим *рис. 15.3*, на котором изображено подключение развальцованной медной трубки к ниппельному наконечнику, представив себе, что *гайка плохо закручена* и, следовательно, должна приводить к негерметичности.

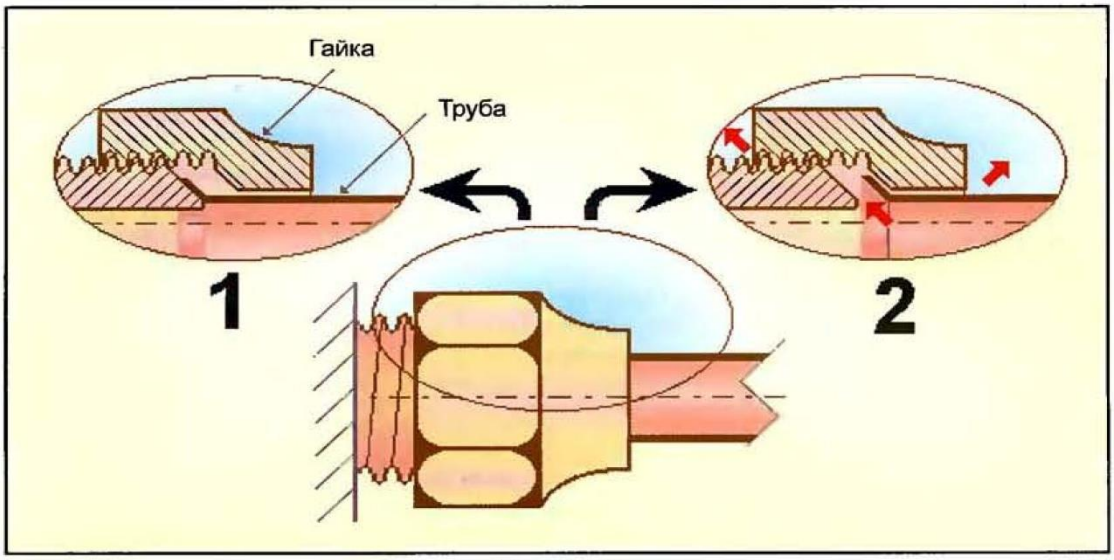


Рис. 15.3.

Случай 1. Контур находится под вакуумом, наружное давление прижимает развальцовку к ниппелю. Проход для воздуха ничтожный, негерметичность не обнаруживается.

Случай 2. Контур находится под давлением, которое отжимает фланец трубки от ниппеля. Утечка становится значительной и легко обнаруживается.

Из этого примера можно сделать окончательный вывод, что вакуумирование контура должно использоваться только для удаления из него влаги и ни в коем случае для испытания на герметичность.

Как же тогда проверить герметичность?

Наиболее надежный способ заключается в наддуве контура исключительно **сухим азотом** (как правило, до давления в 10 бар), таким образом, чтобы полностью исключить опасность конденсации (азот не конденсируется при нормальных температурах). Кроме того, наддув контура сухим азотом облегчит последующую процедуру осушки контура.

Внимание! Баллон с азотом следует подключать к контуру обязательно через редуктор во избежание серьезной аварии (давление в азотных баллонах свыше 100 бар).

При значительных утечках давление в контуре быстро падает и очень часто утечки можно обнаружить по звуку "на слух" (струя азота "свистит", вытекая из контура), а также проводя ладонью по элементам контура (ощущая вытекающий азот и отмечая изменение характера шума).

При небольших утечках давление падает гораздо более медленно и негерметичность обнаруживается при нанесении на подозрительные места контура *мыльного раствора ("обмыливания")* и наблюдении за появлением пузырьков в негерметичных точках.

Однако давление может меняться и при отсутствии утечек, если во время испытания значительно меняется температура.

Действительно, если, например, температура окружающей среды повышается, температура азота также повышается и он расширяется. Это расширение (объем, занимаемый азотом в установке, не меняется) вызывает, естественно, повышение давления в контуре. И наоборот, снижение температуры окружающей среды вызывает снижение давления, обусловленное сжатием азота.

Изменение давления, вызванное изменением температуры, подчиняется закону Шарля:

$$\frac{P1}{T1} = \frac{P2}{T2}$$

Где давление и температура должны быть выражены в абсолютных величинах.

После нескольких часов выдержки установки под давлением (например, в течение ночи для установки значительных размеров), *если изменения давления не выходят за пределы, обусловленные законом Шарля, можно с уверенностью сделать вывод об отсутствии утечек.*

15.1. УПРАЖНЕНИЕ

Вечером в июле ремонтник наддул установку азотом, чтобы проверить герметичность. Температура окружающей среды составляла 27°C, а давление по показаниям манометров 10,8 бар. На следующий день утром он увидел, что манометры показывают 10,2 бар, но температура упала до 17°C. Какой вывод вы сделаете?

Решение

Поскольку температура понизилась, то падение давления следует считать нормальным явлением. Единственный вопрос состоит в том, можно ли падение давления объяснить только законом Шарля, или существуют еще и утечки.

Вечером давление **P1,** показываемое манометром (следовательно, избыточное давление), составляло 10,8 бар, то есть 10,8 + 1 = **11,8 бар абсолютных** при температуре **T1,** равной 27°C или 27 + 273 = **300 K абсолютных** (в Кельвинах).

На следующий день утром абсолютная температура **T2** понизилась до значения T2 = 17 + 273 = **290 K**. В соответствии с законом Шарля, абсолютное давление **P2** в контуре должно быть равным:

P2 = P1 x T2 / T1, то есть 11,8 x 290/300 = 11,4 бар, что соответствует избыточному давлению, показываемому манометрами, равному 11,4 – 1 = **10,4 бар.**

Поскольку давление упало до 10,2 бар вместо допустимых 10,4 бар, можно сделать вывод о наличии небольшой негерметичности контура, обусловленной, может быть, пористостью паяных соединений или о том, что падение давления вызвано нежесткостью трубопроводов.

Во всяком случае, нужно подумать о регулярных проверках герметичности данной установки.

Лекция №9 Преждевременное дросселирование хладагента. Проявление в контуре.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.19. (страницы 94-101).

19. ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ ДРОССЕЛИРОВАНИЕ ХЛАДАГЕНТА
19.1. АНАЛИЗ СИМПТОМОВ

В этом разделе *преждевременным дросселированием хладагента* мы будем называть все неисправности, способные вызывать паразитное дросселирование хладагента в жидкостной магистрали *не доходя до ТРВ.*

Чтобы проанализировать проявления этой неисправности в холодильном контуре мы возьмем в качестве примера преждевременное дросселирование хладагента, не связанное с его внезапным вскипанием в жидкостной линии (это явление мы рассматривали в предыдущем разделе), а обусловленное частичным засорением фильтра-осушителя (что бывает более часто).

А) Проявления на жидкостной магистрали

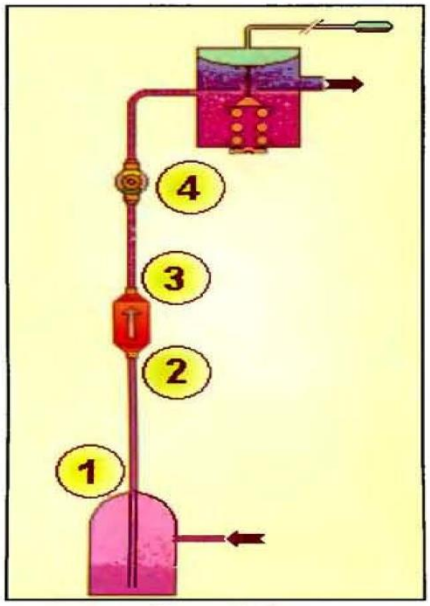


Рис. 19.1.

Нормально переохлажденная жидкость *(см. рис. 19.1)* покидает ресивер ***(точка 1)*** и подходит к влагоотделителю ***(точка 2).***

В связи с частичной закупоркой фильтра гидравлическое сопротивление фильтра-осушителя резко возросло *(в пределе, при полной закупорке фильтра, сопротивление может оказаться столь значительным, что ни одна молекула жидкости не пройдет через фильтр).*

Это сопротивление прохождению жидкости приводит к падению давления, причем, чем больше величина закупорки, тем больше падает давление.

Падение давления, обусловленное закупоркой фильтра-осушителя, полностью сопоставимо с процессом дросселирования, происходящим при прохождении жидкости через ТРВ, откуда эта неисправность и получила название преждевременного дросселирования.

Поскольку фильтр-осушитель стал выполнять функции ТРВ, температура на выходе из него резко падает ***(точка 3)*** и тогда между ***точками 2 и 3*** легко можно выявить наличие температурного перепада $\Delta\theta$.

При этом, точно также как и на выходе из ТРВ, на выходе из влагоотделителя появляется парожидкостная смесь, состоящая из жидкого хладагента и его насыщенных паров, начинается обильное кипение жидкого хладагента, хорошо наблюдаемое в смотровом стекле ***(точка 4).***

ВНИМАНИЕ! Несмотря на то, что в смотровом стекле наблюдается обильное кипение, это абсолютно не значит, что в контуре имеет место нехватка хладагента!

ПРИМЕЧАНИЕ. Если смотровое стекло расположено ниже по потоку от фильтра-осушителя, никакого кипения в нем наблюдаться не будет.

Б) Проявления в системе ТРВ/испаритель

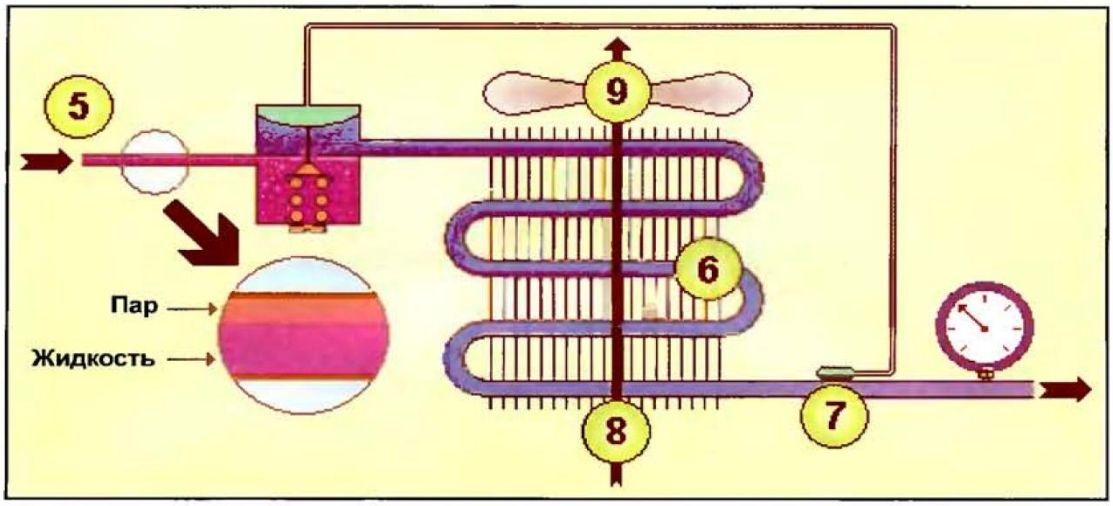


Рис. 19.2.

Поскольку при преждевременном дросселировании, вызванном частичной закупоркой фильтра-осушителя, на выходе из последнего мы вместо чистой жидкости получаем парожидкостную смесь, то эта смесь и поступает на вход в ТРВ *(см.* ***точку 5*** *на рис. 19.2).*

В связи с нехваткой жидкости на входе в ТРВ, ее не хватает и на выходе из него. В результате заполнение испарителя неудовлетворительное и последняя капля жидкости выкипает в нем слишком рано ***(точка 6).***

Как следствие, образовавшиеся пары остаются в испарителе в течение более длительного периода времени, а размеры зоны, занятой парами и предназначеной для обеспечения перегрева паров, существенно возрастают.

Поэтому температура термобаллона ***(точка 7)*** становится аномально высокой *(в пределе, температура во всасывающей магистрали может почти сравняться с температурой окружающей среды).*

Плохое заполнение испарителя жидким хладагентом приводит также к падению холодопроизводительности. В результате температура в охлаждаемом помещении растет и клиент обращается к ремонтнику, так как *"стало слишком жарко".*

Одновременно, рост температуры в охлаждаемом объеме приводит к повышению температуры воздуха на входе в испаритель ***(точка 8).***

Поскольку воздух на входе в испаритель стал слишком теплым, а холодопроизводительность упала, температура воздушной струи на выходе из испарителя будет также высокой и перепад температур воздуха $\Delta\theta$ упадет ***(точка 9).***

В) Проявления в системе испаритель/компрессор

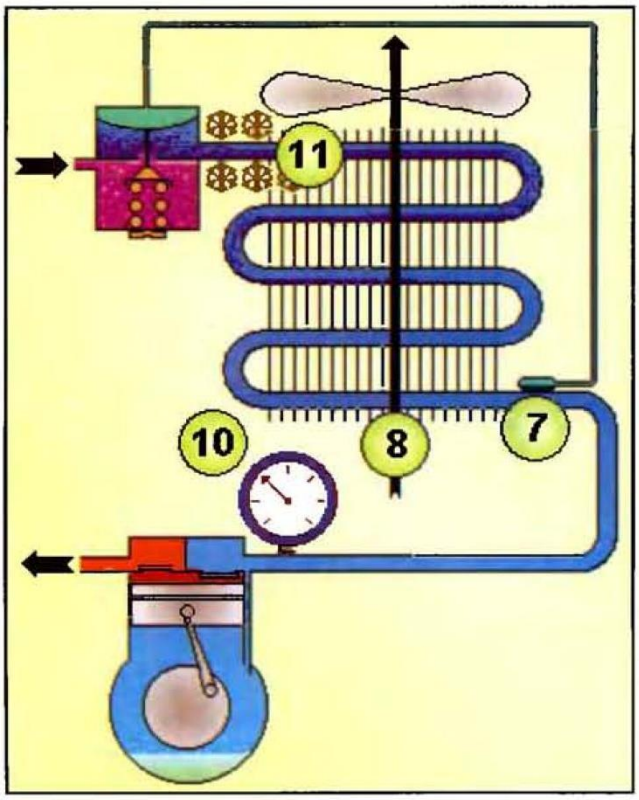


Рис. 19.3.

Каждый килограмм жидкости, который проходит через испаритель, выкипая, поглощает тепло и образует определенное количество пара.

Поскольку заполнение испарителя недостаточное, произведенное в нем количество пара небольшое.

В то же время, компрессор рассчитан на всасывание гораздо большего количества пара, чем производит испаритель. В результате *давление на входе в компрессор сильно падает (см.* ***точку 10*** *на рис. 19.3).*

Ввиду того, что НД имеет склонность к падению и одновременно с этим растет температура воздуха на входе в испаритель ***(точка 8),*** *полный перепад температур $\Delta\theta$полн на испарителе становится аномально высоким.*

Кроме того, из-за падения давления кипения падает и температура кипения, следуя соотношению между температурой и давлением насыщенного пара для данного хладагента.

Исходя из того, что одновременно с этим повышается температура термобаллона ***(точка 7)***, перегрев (разность между температурой термобаллона и температурой кипения) *обязательно будет очень высоким.*

Внимание! Попытка вручную (с помощью регулировочного винта) открыть ТРВ абсолютно бесполезна и не позволит поднять давление кипения, а лишь приведет к полному нарушению регулировки!

Заметим, что при высоком перегреве ТРВ открывается по максимуму. Если при этом количество жидкости, которое проходит через ТРВ, остается явно недостаточным, единственной причиной этого может быть только закупорка влагоотделителя, препятствующего прохождению жидкости.

Если речь идет о кондиционере, то температура кипения в нем при нормальной работе всегда чуть выше 0°С. Поскольку преждевременное дросселирование приводит к падению давления кипения, температура кипения вполне может стать отрицательной и в результате на трубопроводе, выходящем из ТРВ, будет осаждаться иней ***(точка 11).***

Г) Проявления в системе компрессор/конденсатор

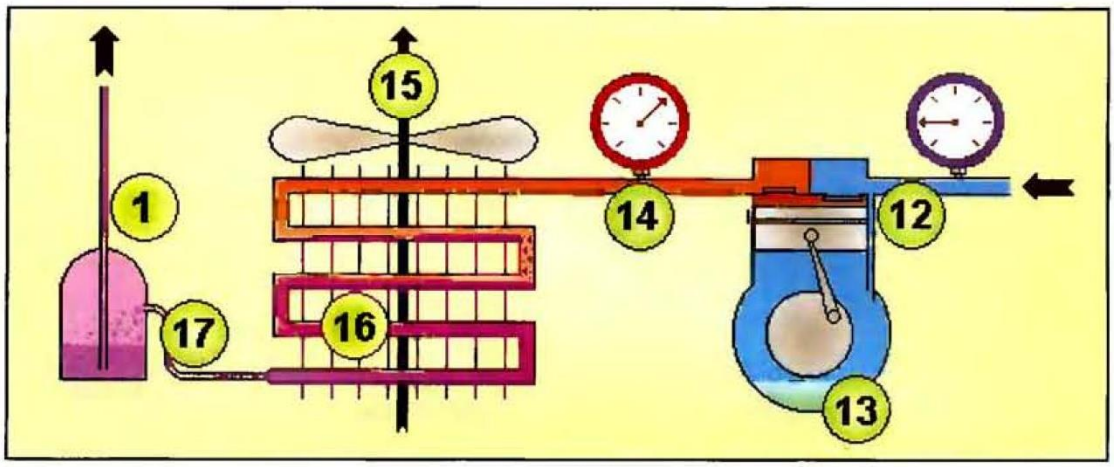


Рис. 19.4.

Поскольку перегрев очень высокий и температура термобаллона возрастает, растет также и температура пара на входе в компрессор.

Так как охлаждение двигателя герметичных и бессальниковых компрессоров осуществляется с помощью всасываемых паров, температура которых выросла, неизбежно ухудшается охлаждение двигателя.

Как следствие, корпус компрессора в зоне вентиля всасывания *(см. **точку 12** на рис. 19.4)* становится горячим (вместо того, чтобы быть чуть теплым), а нижняя часть картера (в зоне, где находится масло) будет чрезвычайно горячей **(точка 13).**

Таким образом, вследствие большого перегрева всасываемых паров, весь компрессор будет аномально горячим.

Отметим, что из-за повышения температуры всасываемых паров температура нагнетания компрессора ***(точка 14)*** также вырастет.

Более того, мы видели, что поглощаемое испарителем количество тепла упало, однако размеры конденсатора определялись исходя из того количества тепла, которое он должен отдавать при номинальном режиме работы установки.

Следовательно, конденсатор с воздушным охлаждением становится переразмеренным сразу же, как только упадет давление кипения.

Если используемый в установке способ регулирования давления конденсации не позволяет менять расход воздуха через конденсатор, перепад температуры воздуха в конденсаторе $\Delta\theta$ становится ниже номинального и на выходе из конденсатора ***(точка 15)*** температура воздуха упадет.

Из-за того, что расход жидкости через испаритель падает, неиспользуемая часть жидкости будет оставаться в ресивере и в конденсаторе.

Поскольку одновременно конденсатор оказывается переразмеренным, этот избыток жидкости будет гораздо лучше охлаждаться и, в соответствии с соотношением между давлением и температурой, давление конденсации будет снижаться настолько, насколько это допускает тип его регулирования, принятый в данной установке.

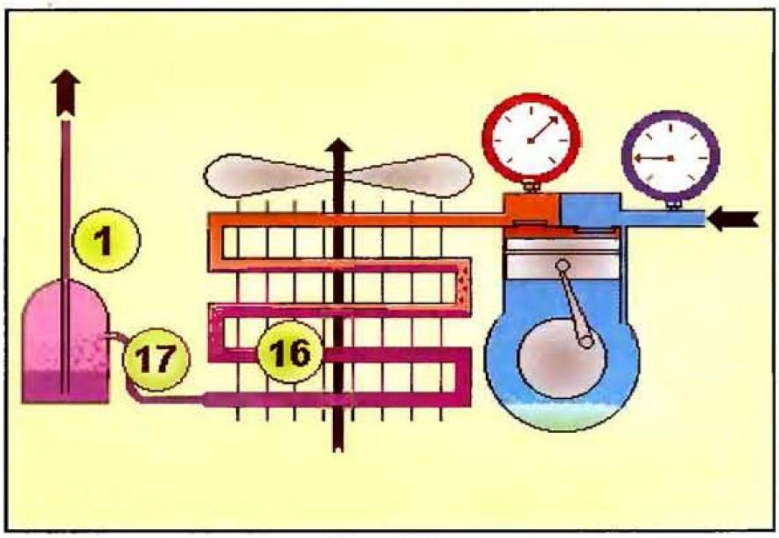


Рис. 19.5.

Наконец, из-за того, что конденсатор переразмерен, последняя молекула пара обязательно сконденсируется гораздо раньше *(см. **точку 16** на рис. 19.5)*, что приведет к увеличению размеров зоны переохлаждения конденсатора по сравнению с обычной.

В результате переохлаждение, измеренное на выходе из конденсатора ***(точка 17)*** или на выходе из ресивера ***(точка 1)***, будет вполне нормальным, или даже повышенным.

ВНИМАНИЕ! НЕ ПУТАЙТЕ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ ДРОССЕЛИРОВАНИЕ С НИЗКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ ТРВ.

(Неисправность, связанная с низкой пропускной способностью ТРВ, рассматривается в разделе 14 "Слишком слабый ТРВ").

Важное напоминание: не путайте такие понятия как переохлаждение и температура жидкостной магистрали.

Жидкостная линия с температурой 45°C может иметь превосходное переохлаждение 7 K, если температура конденсации равна 52°C. В то же время, жидкостная линия с температурой 35°C считается плохо переохлажденной (2 K), если температура конденсации равна 37°C!

19.2. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

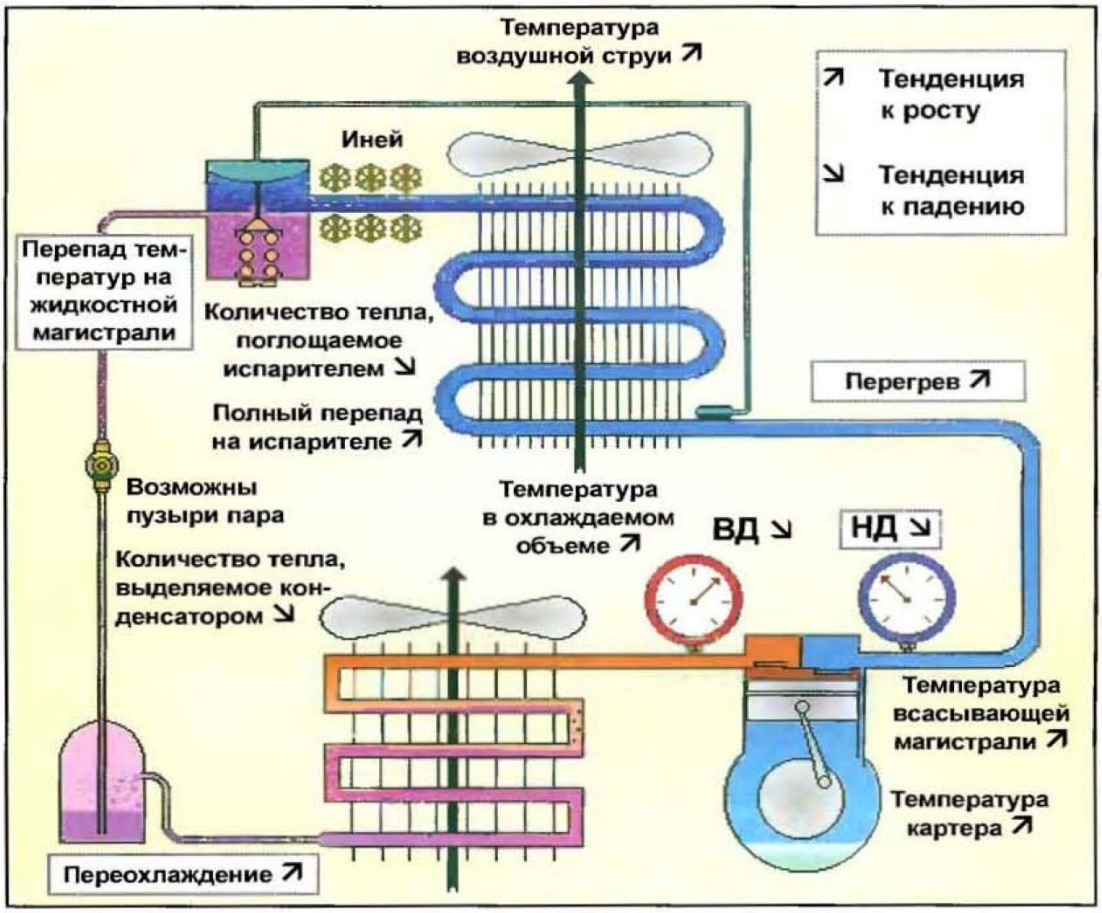


Рис. 19.6.

Внимание! В кондиционерах может сложиться ситуация, когда одна и та же величина давления кипения в одном случае будет считаться пониженной, а в другом – нормальной. Например, при температуре воздуха на входе в испаритель 25°C давление кипения, соответствующее температуре кипения 0°C будет считаться пониженным (полный напор на испарителе $\Delta\theta$поли = 25 – 0 = 25 K), а при температуре воздуха на входе в испаритель 18°C эта же величина давления кипения будет нормальной (полный напор $\Delta\theta$поли = 18 – 0 = 18°C). При необходимости посмотрите раздел 7.

Для оценки переохлаждения и перегрева при использовании:

- *Хладагентов категории ГХФУ с большим температурным глайдом см. раздел 58.*
- *R407C см. раздел 102.2.*
- *R410A см. раздел 102.3.*

19.3. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

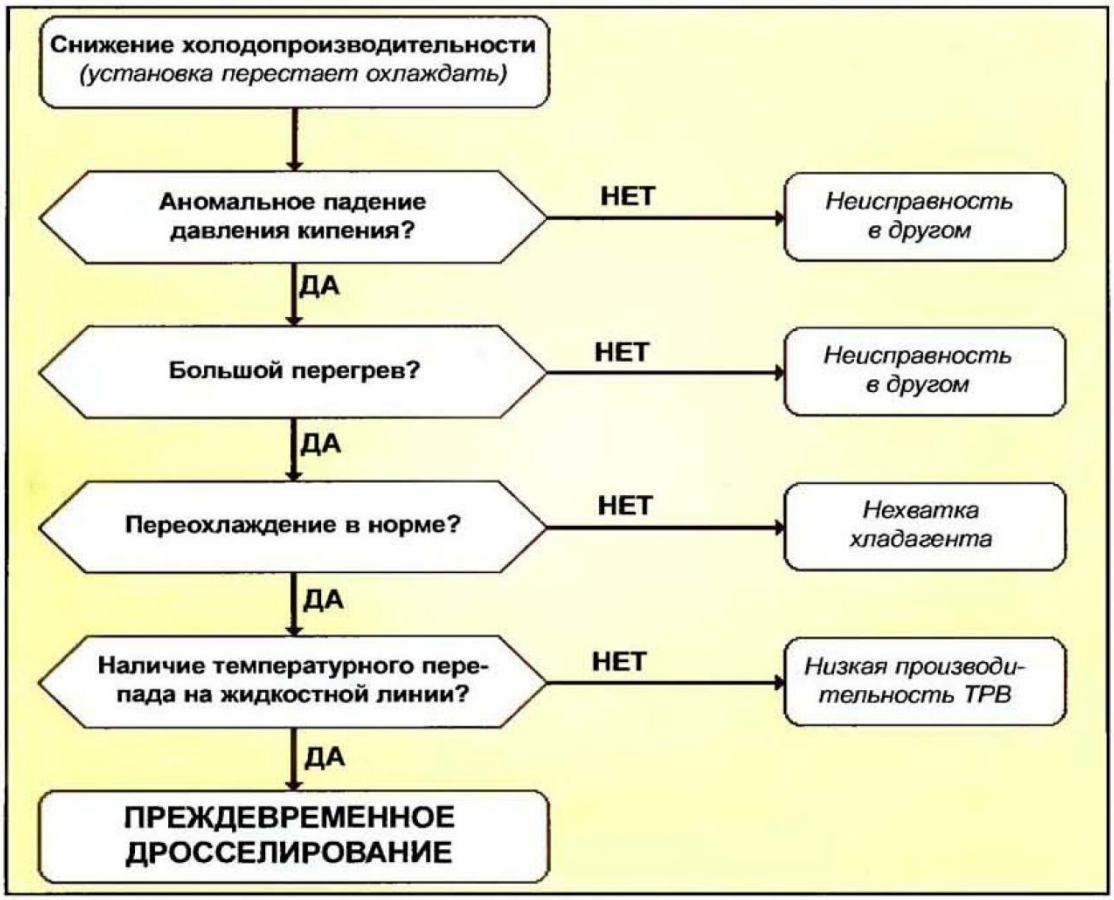


Рис. 19.7.

Если перегрев повышен, это обязательно указывает на нехватку жидкости в испарителе.

Если переохлаждение в норме, значит конденсатор заполнен жидкостью.

Если в конденсаторе есть жидкость, почему она не поступает в испаритель?

Либо поступлению жидкости препятствует ТРВ, либо на жидкостной линии имеется какая-то закупорка.

Однако, если на жидкостной линии есть закупорка, обязательно должен быть и перепад температур.

Охладители жидкости см. в разделе 87.

19.4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

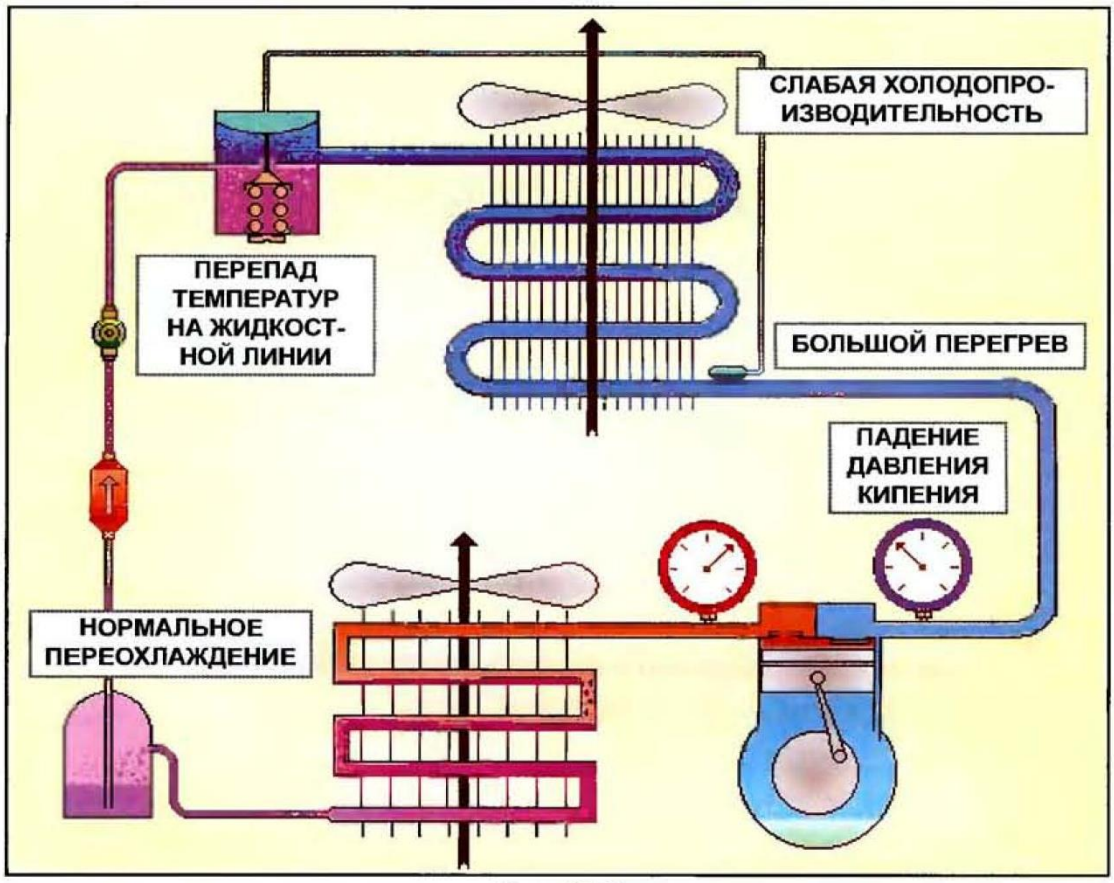


Рис. 19.8.

Почему компрессор **не охлаждает?.. Посмотрим показания манометра...**
О! **Давление кипения упало...** Что же могло произойти?..
Низкий расход воздуха через испаритель?.. Нет, **перегрев огромный...**
Нехватка хладагента?.. Невозможно, ведь **переохлаждение в норме...**
Может быть слишком слабый ТРВ?.. Посмотрим жидкостную линию...
Э, да на ней **аномальный перепад температур...** Тогда это ни что иное, как...
ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЕ ДРОССЕЛИРОВАНИЕ!

Лекция №10 Практические аспекты устранения неисправности: Преждевременное дросселирование хладагента.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.19.5. (страницы 102-105).

19.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРАНЕНИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ДРОССЕЛИРОВАНИЯ

Преждевременное (паразитное) дросселирование хладагента в жидкостной магистрали может быть вызвано большим количеством дефектов, дающих одни и те же симптомы. *Среди этих дефектов укажем на наиболее часто встречающиеся.*

Забит фильтр-осушитель

В этом случае наиболее часто речь идет о закупорке, вызванной накоплением на фильтре загрязнений (частицы влагопоглощающего материала, другие различные частицы, окалина, припой или остатки флюса, грязь...).

Этот дефект указывает на то, что холодильный контур очень загрязнен (и, следовательно, на многочисленные оплошности, допущенные обслуживающим персоналом, особенно при монтаже или непрерывных ремонтах).

Поэтому ремонтник не должен ограничиваться только заменой фильтра-осушителя, а обязан также провести проверку содержания кислоты в масле компрессора.

В случае, если проверка показывает наличие кислоты, он должен принять все необходимые меры для очистки контура, при отсутствии которых компрессор (герметичный или бессальниковый) подвергается опасности очень быстро выйти из строя.

В любом случае из соображений безопасности будет целесообразно заменить загрязненный фильтр-осушитель на модель, имеющую ту же пропускную способность, но дополнительно выполняющую функции антикислотного фильтра.

Выходной вентиль жидкостного ресивера частично закрыт

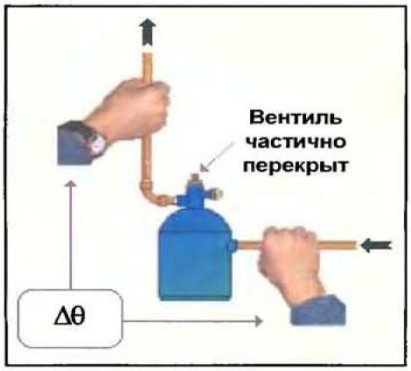


Рис. 19.9.

Вентиль жидкостного ресивера, расположенный на выходе из него, должен быть полностью открыт таким образом, чтобы обеспечить минимально возможное сопротивление движению жидкости (и, следовательно, минимально возможные потери на нем).

Если вентиль случайно оказался частично перекрыт (как правило, вследствие ошибочного действия или по забывчивости), то дополнительно к общим признакам, изученным выше, между входом жидкости в ресивер и выходом из вентиля *(см. рис. 19.9)* наблюдается перепад температур.

Еще раз необходимо подчеркнуть, что при этом ремонтник должен не дать обмануть себя превосходным значением переохлаждения на выходе из ресивера и не должен поспешно (и ошибочно) делать вывод о низкой пропускной способности ТРВ.

Плохо открывается электромагнитный клапан на жидкостной магистрали

Напомним, что электромагнитный клапан, устанавливаемый на жидкостной магистрали и срабатывающий по команде автоматически, предназначен для ограничения или исключения, в случае необходимости, паразитного перетекания жидкости в корпус компрессора при каждой остановке холодильного агрегата, герметично перекрывая жидкостную линию *(см. раздел 29 "Остановка холодильных компрессоров")*

В этот момент кла
селирование хлад

*Прин
да со
мент
межд*

Неправильно

Различные элеме
(фильтр-осушите
клапан...), должн
минимально возм

Дополнительные
боре этих деталей
жом (например,
течения жидкост
селирование, кот
между входом и

В этом случае не
ской документаци
элемент нужных

Слишком ма

Особенно внимат
женность достат
малый диаметр п
нию хладагента.

19. П

ОХЛАЖДЕНИЕ

ЖДЕНИЕ

Испаритель расположен выше жидкостного ресивера с большим перепадом уровней

В установках, где конденсатор с воздушным охлаждением находится на значительном удалении от испарителя, слишком малый диаметр проходного сечения жидкостной магистрали (особенно, если на ней установлено много дополнительных элементов) может привести к потерям давления, достаточным для возникновения явления преждевременного дросселирования.

Та же самая проблема возникает, когда испаритель расположен выше ресивера с относительно большим перепадом уровней *(эти два случая детально изучались в разделе 18 "Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали")*.

Для решения этой проблемы нужно либо повысить переохлаждение жидкости на выходе из конденсатора, либо снизить потери давления в жидкостной магистрали.

Напомним, что во всех случаях внезапного вскипания хладагента абсолютно необходимо обеспечить величину переохлаждения жидкости выше, чем потери давления в жидкостной магистрали, эквивалентные соответствующему перепаду температур, выраженному в Кельвинах.

Жидкостная магистраль проходит через сильно нагретый участок

Этот вариант может иметь место в установках с конденсатором воздушного охлаждения, когда жидкостная магистраль связывает конденсатор, расположенный снаружи, с испарителем, расположенным внутри помещения или холодильной камеры.

В этом случае часть жидкостной магистрали находится вне помещения и может сильно нагреваться либо в результате солнечного излучения (температура на солнце может легко превысить 50°C), либо проходя вблизи какого-нибудь источника тепла (обогреватели, технические устройства, различные источники, расположенные непосредственно под крышами домов...).

Этот подогрев жидкостной магистрали в результате контакта с окружающим воздухом может вызвать довольно значительное повышение температуры жидкости и, следовательно, снижение переохлаждения, тем самым серьезно повысив опасность преждевременного дросселирования.

В этом случае жидкостную магистраль следует теплоизолировать на всех участках, где в то или иное время года температура окружающей среды может становиться очень высокой.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Рис. 19.11.

Лекция №11 Слабый Испаритель. Проявление в контуре.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан Пособие для ремонтника. п.20. (страницы 106-11). В этих лекциях для выполнения работы требуется ответить на контрольные вопросы между страницами.
Для перехода с одной страницу на другую страницу необходимо ответить на контрольные вопросы (всего 5 переходов страниц).

20. СЛИШКОМ СЛАБЫЙ ИСПАРИТЕЛЬ
20.1. АНАЛИЗ СИМПТОМОВ

В настоящем разделе мы условимся под неисправностью "*слишком слабый испаритель*" понимать любую неисправность, приводящую к аномальному снижению холодопроизводительности по вине самого испарителя.

Чтобы проанализировать проявления этого семейства неисправностей в различных участках холодильного контура, в качестве примера мы *будем рассматривать испаритель, оребрение которого сильно загрязнено.*

А) Проявления в системе ТРВ/испаритель

Каждый килограмм воздуха, проходящего через испаритель, вызывает выкипание некоторого количества хладагента, передавая ему свое тепло.

Поскольку ребра испарителя загрязнены, теплообмен между воздухом и хладагентом существенно снижен. Как следствие, воздух будет хуже охлаждаться и количество выкипевшего хладагента сильно упадет.

Ввиду того, что охлаждение воздуха сильно ухудшается, температура охлаждаемого помещения (или холодильной камеры) возрастет, что явится причиной обращения клиента к ремонтнику, поскольку *"стало слишком тепло"*.

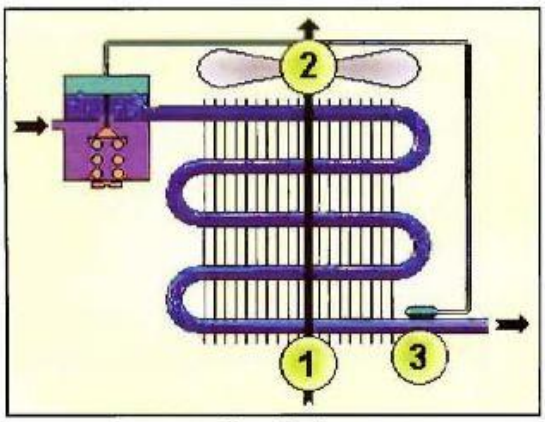


Рис. 20.1.

Поскольку температура в охлаждаемом помещении слишком выросла, выросла также и температура воздуха на входе в испаритель *(см. **точку 1** на рис. 20.1).*

Более того, из-за ухудшения обмена между воздухом и хладагентом повысилась и температура воздушной струи на выходе из испарителя ***(точка 2).***

Так как количество хладагента, которое способно выкипеть в испарителе, сильно упало, все *начнет происходить так, как если бы пропускная способность ТРВ резко возросла.*

Эта относительная переразмеренность ТРВ может вызывать пульсации давления, сопровождаемые периодическими гидроударами ***(точки 3),*** так же, как при сильном уменьшении расхода воздуха через испаритель.

Б) Проявления в системе испаритель/компрессор

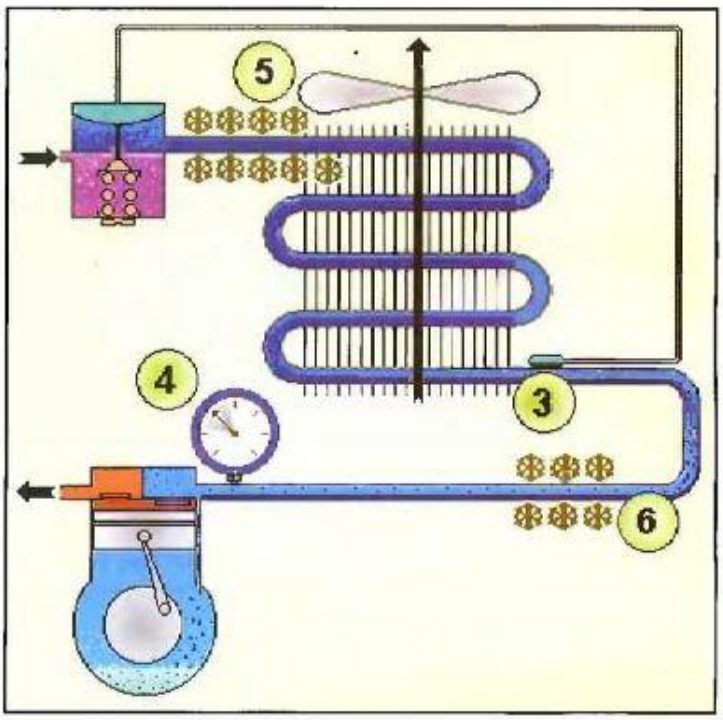


Рис. 20.2.

Ввиду плохого теплообмена между воздухом и хладагентом количество пара, образующегося в испарителе, уменьшается.

Так как испаритель производит меньше пара, чем способен перекачать компрессор, сильно падает давление кипения.

Если потеря холодопроизводительности испарителя достаточно велика, переразмеренность ТРВ может привести к периодическим гидроударам ***(точка 3 на рис 20.2)***, сопровождаемым значительными пульсациями давления всасывания ***(точка 4)***.

Заметим, что рост температуры воздуха на входе в испаритель сопровождается падением давления кипения. Как следствие, полный перепад температур на испарителе $\Delta\theta$полн очень сильно возрастает.

В кондиционерах температура кипения всегда должна оставаться выше 0 °С. Однако, если испаритель слишком слабый, давление на выходе из него падает и температура кипения может стать отрицательной, что приведет к образованию инея на входе в испаритель ***(точка 5)***.

Но снежная шуба, оседающая на испарителе, начинает работать как теплоизоляция, ее накопление будет способствовать еще большему снижению холодопроизводительности, что приведет к дальнейшему падению давления кипения и увеличению процесса обмерзания испарителя (и так далее...).

В результате весь испаритель может покрыться снежной шубой, а в некоторых, особо тяжелых случаях, иней может появиться и на всасывающей магистрали ***(точка 6)***.

Основным признаком неисправностей, обусловленных слишком слабым испарителем, который сразу и однозначно позволяет диагностировать эту неисправность, является сильное падение давления кипения, сопровождаемое слабым перегревом.

B) Проявления в системе компрессор/конденсатор

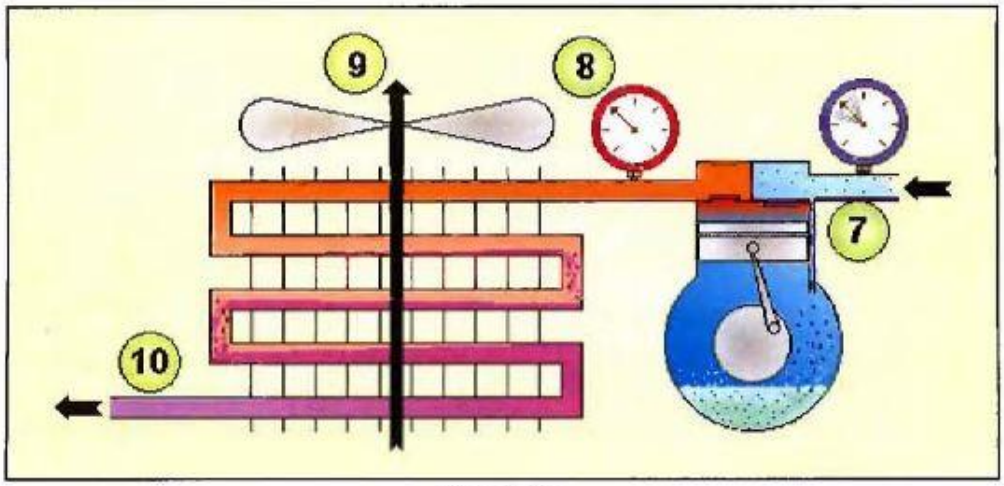


Рис. 20.3.

В связи с тем, что ТРВ является переразмеренным по отношению к испарителю, периодически возможно поступление частиц жидкости в компрессор. В результате температура вентиля всасывания компрессора *(точка 7 на рис. 20.3)* может понижаться.

Мы видим, что холодопроизводительность стала аномально низкой. Таким образом, конденсатор также стал как бы переразмеренным, поскольку он был рассчитан на теплоотдачу, соответствующую номинальным условиям работы. *Следовательно, все симптомы будут указывать на переразмеренность конденсатора!*

В связи с этим давление конденсации ***(точка 8)*** будет иметь тенденцию к снижению (в соответствии с используемым типом регулировки ВД).

Заметим, что если используемый в установке способ регулирования давления конденсации не позволяет менять расход воздуха через конденсатор, перепад температур воздуха будет гораздо ниже, чем при нормальных условиях работы, и температура воздуха на выходе из конденсатора ***(точка 9)*** также понизится.

Поскольку холодопроизводительность упала, массовый расход хладагента также упал и, следовательно, скорость потока жидкости во всех трубопроводах уменьшилась.

Как следствие, упала скорость жидкого хладагента, который циркулирует в нижней части конденсатора, в результате чего этот хладагент в течение более длительного отрезка времени контактирует с воздухом, что благоприятствует процессу переохлаждения хладагента (в добавок к тому, что конденсатор и так является переразмеренным).

В результате переохлаждение жидкости на выходе из конденсатора ***(точка 10)*** будет вполне нормальным и, по всей видимости, даже хорошим.

Неисправность типа "слишком слабый испаритель" очень легко распознается, потому что это единственная неисправность, при которой падает давление кипения и одновременно снижается перегрев.

Г) Две разновидности неисправности, обусловленной слишком слабой производительностью испарителя

Эта неисправность подразделяется на две различных категории, которые отличаются величиной перепада температур воздуха на входе и выходе из испарителя.

Низкий расход воздуха через испаритель

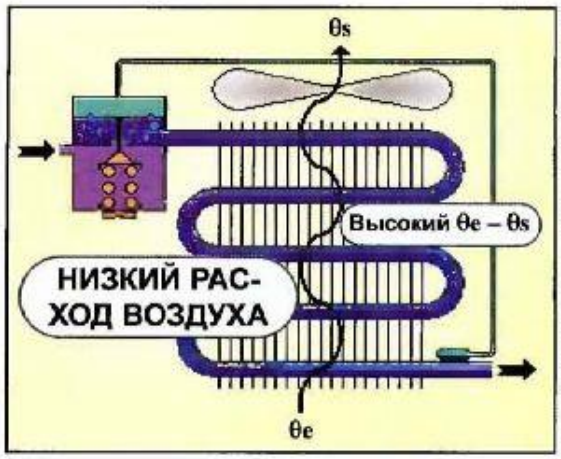


Рис. 20.4.

Если дефицит холодопроизводительности вызван недостатком расхода воздуха через испаритель, скорость каждой молекулы воздуха, пересекающей испаритель, понижена. Одновременно понижена и температура поверхности охлаждения, поскольку температура кипения хладагента (то есть давление кипения) упала.

При *низкой скорости* прохождения воздуха через испаритель время контакта воздуха с охлаждающей поверхностью *возрастает*, а мы помним, что ее температура ниже нормальной.

В результате воздух охлаждается очень хорошо и его температура (θs) на выходе из испарителя становится более низкой.

Таким образом, при недостаточном расходе воздуха через испаритель перепад температур воздуха на входе в испаритель и на выходе из него Δθвозд = θe – θs становится аномально высоким ***(см. рис. 20.4).***

Загрязненный испаритель

Если испаритель загрязнен снаружи, теплообмен между воздухом и хладагентом ухудшается, так как грязь становится как бы теплоизоляцией.

В результате воздух, проходящий через испаритель, охлаждается плохо и его температура на выходе из испарителя (θs) повышается.

Ухудшение охлаждения воздуха на выходе из испарителя приводит к тому, что перепад температур воздуха на входе в испаритель и на выходе из него Δθвозд = θe – θs становится аномально низким ***(см. рис. 20.5).*** **Это и отличает неисправность, связанную с недостаточным расходом воздуха через испаритель, от случая, когда испаритель загрязнен снаружи.**

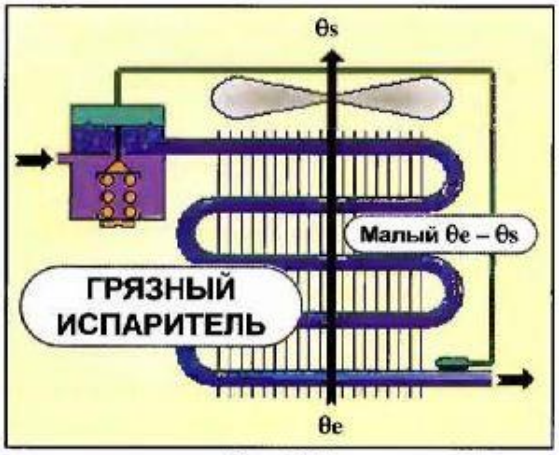


Рис. 20.5.

20.2. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

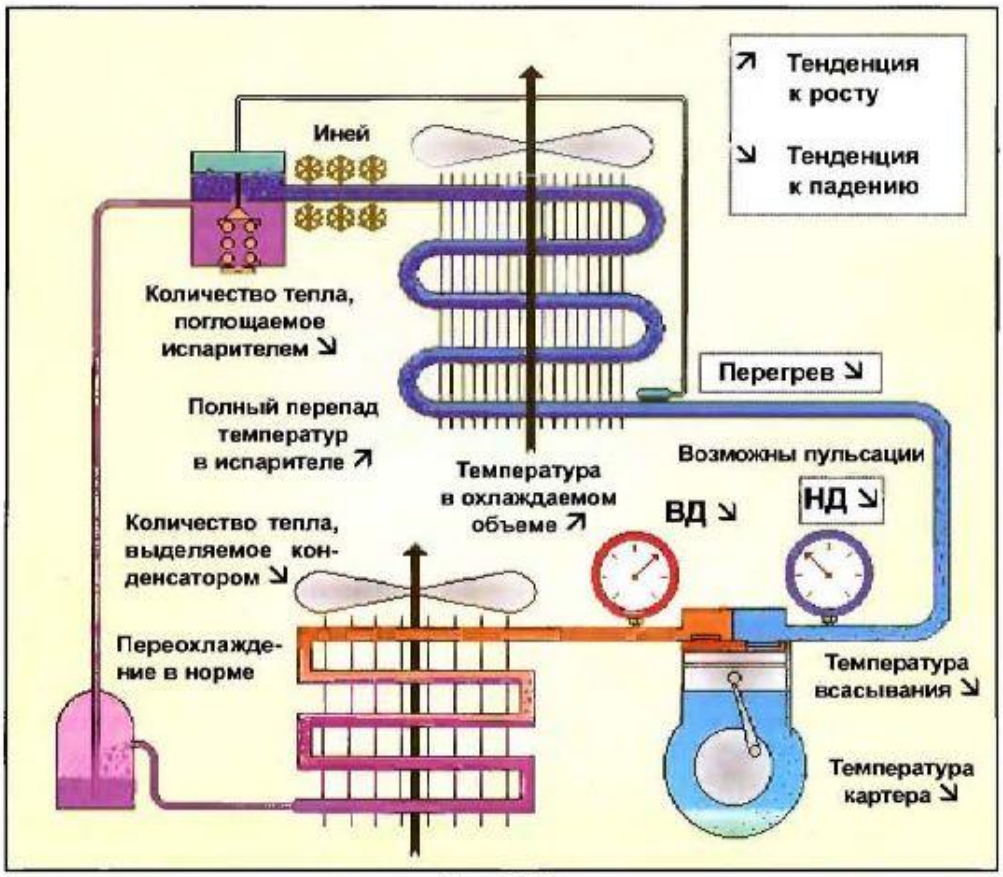


Рис. 20.6.

Внимание! Для кондиционеров, например, считается, что при температуре воздуха на входе в испаритель 25°С температура кипения 0°С является пониженной, однако точно такая же температура кипения 0°С будет нормальной, если температура воздуха на входе в испаритель равна 18°С (в первом случае мы имеем величину температурного напора на входе в испаритель $\Delta\theta_и = 25 - 0 = 25$ К, а во втором $\Delta\theta_и = 18 - 0 = 18$ К). Более подробно см. раздел 7.

Для оценки переохлаждения и перегрева при использовании:

- *Хладагентов категории ГХФУ с большим температурным глайдом см. раздел 58.*
- *R407C см. раздел 102.2.*
- *R410A см. раздел 102.3.*

20.3. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Рис. 20.7.

Неисправность типа "слишком слабый испаритель" и, как следствие, аномальное падение давления кипения наиболее легко выявляется, поскольку это единственная неисправность, при которой одновременно с аномальным падением давления кипения реализуется нормальный или слегка пониженный перегрев.

Для охладителей жидкости неисправность типа "низкий расход охлаждаемой воды" см. в разделе 85, неисправность типа "слишком слабый испаритель" см. в разделе 87.3.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:

Прочитай внимательно страницу (106). Если необходимо воспользуйся пособием. По окончании чтения страницы ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу

Вопрос 1. При загрязнение ребер испарителя теплообмен между воздухом и хладагентом существенно:

Ответ : + снизился ;- возрос
Вопрос 2. Температура воздуха на выходе из испарителя
Ответ : + возросла; - Снизилась
Вопрос 3. К чему приведет недозаполнение испарителя хладагентом в работе ТРВ:
Ответ : + он станет переразмереным
+ будут происходить пульсации давления на НД
+ будут происходить переодические удары на выходе из испарителя
- будут происходить пульсации давления на ВД
Вопрос 4. Температура на входе в испаритель
Ответ : + Выросла; - Упала
Затем идет следующая страница для изучения. Студенту дается возможность найти правильный ответ, для этого ему дается три попытки. Если студент не хочет отвечать на вопрос он может перейти на следующую страницу. Однако в этом случае оценка за выполнение и изучении лекции снижается.

стр (107) Прочитай внимательно страницу. Если необходимо воспользуйся пособием. По окончании чтения страницы ответить на 3 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. Давление в испарителе
+ Сильно упадет
- Сильно возрастет
Вопрос 2. Полный перепад температур на испарителе
+ Очень сильно возростает
- Очень сильно падает
Вопрос 3. На поверхности испарителя образуется
+ снеговая шуба
- конденсация влаги

Стр (108)Прочитай внимательно страницу. Если необходимо воспользуйся пособием. По окончании чтения страницы ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. Температура всасывающего вентиля КМ
+ Может понижаться
- Может повышаться
Вопрос 2. Перепад температур воздуха на испарителе при слабом расходе
+ Аномально высокий
- Аномально низкий
Вопрос 3. Если испаритель загрязнен снаружи, то перепад температур на испарителе
+ Становится аномально низким
- Становится аномально высоким

Стр (109) Прочитай внимательно страницу. Если необходимо воспользуйся пособием. По окончании чтения страницы ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. Низкий расход воздуха через испаритель характерен
+ Перепадом температур воздуха на входе и выходе из испарителя
- Перепадом температур хладагента на входе и выходе из испарителя
Вопрос 2.Перепад температур воздуха на испарителе при слабом расходе
+ Аномально высокий
- Аномально низкий
Вопрос 3. Если испаритель загрязнен снаружи, то перепад температур на испарителе
+ Становится аномально низким
- Становится аномально высоким

Стр (110-111)Прочитай внимательно страницу. Если необходимо воспользуйся учебником По окончании чтения страницы необходимо ответить на вопросы для перехода на

следующую страницу
Вопрос 1. Выбери правильный ответ на неисправность Слабый испаритель согласно рисунка обобщения симптомов:
Давление на высокой и низкой стороне
+ Падает
- Повышается
Вопрос 2. Выбери правильный ответ на неисправность Слабый испаритель согласно рисунка обобщения симптомов:
Перегрев в испарителе
+ Падает
- Повышается
Вопрос 3.Низкий перепад температур воздуха на испарителе говорит о том, что
+ Испаритель загрязнен
- Понижен расход воздуха через испаритель
Вопрос 4. Высокий перепад температур на испарителе характерен для
+ испарителя, имеющего пониженный расход воздуха
- испарителя, покрытого снеговой шубой
Окончание
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается три попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи в изучении материала!

Лекция №12 Слабый Испаритель. (Практические аспекты).
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска Пособие для ремонтника. п.20.5 (страницы 113-127).
Для перехода с одной страницу на другую страницу необходимо ответить на контрольные вопросы. (Всего 7 переходов страниц)

20.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ

Напомним, что неисправность типа *"слишком слабый испаритель"* подразделяется на две категории: ***недостаточный расход воздуха через испаритель*** (большой перепад температур по воздуху) и ***грязный испаритель*** (малый перепад температур воздуха).

ПРИМЕЧАНИЕ. Незначительное загрязнение теплообменных ребер испарителя может очень сильно снизить его холодопроизводительность, не оказывая заметного влияния на величину расхода воздуха.

Неисправность типа "слишком слабый испаритель" охватывает очень много разнообразных дефектов, которые приводят к появлению одних и тех же признаков, различаясь главным образом по величине перепада температуры воздуха на входе в испаритель и на выходе из него. ***Отметим некоторые из этих дефектов.***

1. Загрязнены трубки и теплообменные ребра испарителя

Опасность появления этого дефекта главным образом возникает в установках, которые плохо обслуживаются. Типичным примером такой установки является кондиционер, в котором *отсутствует воздушный фильтр* на входе в испаритель.

При нормальной работе, конденсирующаяся влага, содержащаяся в охлаждаемом воздухе, растекается почти равномерно по ребрам и трубкам испарителя.

Если воздушный фильтр не задерживает посторонние частицы, содержащиеся в воздухе, эти частицы могут прилипать к влажной поверхности деталей испарителя. С течением времени они образуют нечто вроде накипи, которая ведет себя как теплоизоляция и затрудняет теплообмен между хладагентом и воздухом.

Следует помнить, что загрязнение испарителя может происходить, даже если установка оборудована воздушным фильтром, в том случае, когда воздух, проходящий через испаритель, содержит большое количество сигаретного дыма (например, в ночных кафе).

В этом случае газообразный никотин и смолы, образующиеся при сгорании сигарет, без труда проникают через воздушный фильтр, приспособленный только для улавливания твердых частиц и не задерживающий газы. Сигаретный дым, конденсируясь, образует некое подобие *желтоватого ила с неприятным запахом.*

Этот конденсат, смешиваясь с парами воды, содержащимися в воздухе, равномерно распределяется *по наружной поверхности ребер и трубок* испарителя и нарастает слой за слоем, также образуя теплоизолирующую корку на поверхности испарителя.

Таким образом, загрязнение испарителя вызывается пылью или конденсатом сигаретного дыма, в результате чего мы будем иметь симптомы грязного испарителя и, следовательно, низкий температурный перепад в потоке воздуха.

В кондиционерах, когда поток воздуха, проходящий через испаритель, плохо профильтрован, частицы пыли увлекаются "вглубь" ребер потоком воздуха.

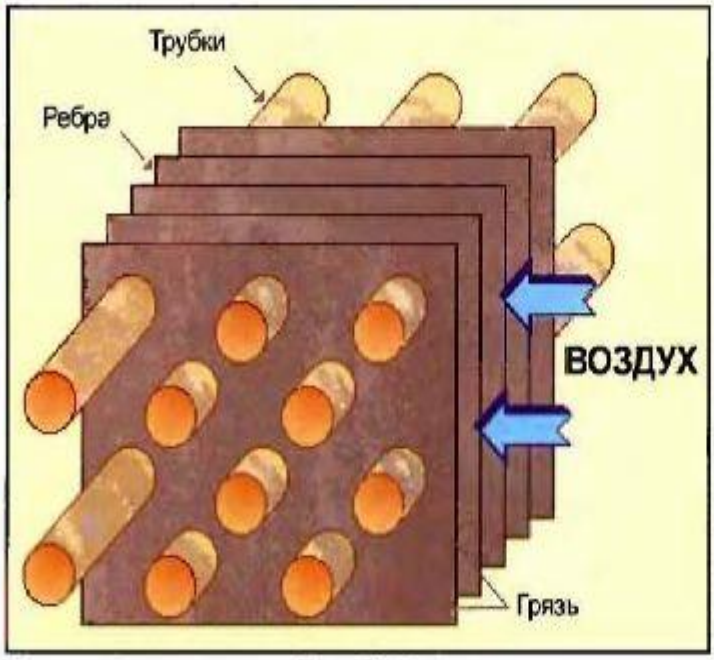


Рис. 20.9.

Поэтому загрязнение ребер может быть иногда более сильным внутри или на выходе из испарителя *(см. рис. 20.9)*.

Следовательно, чтобы точно оценить степень чистоты испарителя нужно осмотреть его с двух сторон (на входе и на выходе воздушной струи), освещая ребра электролампой.

При чистке испарителя иногда достаточно продуть ребра струей сжатого воздуха или азота в направлении, противоположном движению воздуха при работе установки, но чтобы полностью справиться с грязью часто приходится использовать специальные чистящие и моющие средства. В некоторых особо тяжелых случаях может даже возникнуть необходимость замены испарителя.

2. Грязный воздушный фильтр

В кондиционерах загрязнение воздушных фильтров, установленных на входе в испаритель, приводит к росту сопротивления воздушному потоку и, как следствие, падению расхода воздуха через испаритель, что обусловливает рост перепада температур.

Тогда ремонтник должен почистить или поменять воздушные фильтры (на фильтры аналогичного качества), не забывая при установке новых фильтров обеспечить свободный доступ к ним наружного воздуха.

Представляется полезным напомнить, что воздушные фильтры должны находиться *в безупречном состоянии*, особенно на выходе, обращенном к испарителю. Нельзя допускать, чтобы фильтрующий материал был порван или терял толщину в ходе повторяющихся промывок.

Если воздушный фильтр находится в плохом состоянии или не подходит для данного испарителя, частицы пыли будут плохо улавливаться и с течением времени вызовут загрязнение трубок и ребер испарителя.

3. Проскальзывает или порван ременный привод вентилятора испарителя

Если ремень (или ремни) вентилятора проскальзывает, скорость вращения вентилятора падает, что приводит к снижению расхода воздуха через испаритель и росту перепада температур воздуха *(в пределе, если ремень порван, расход воздуха полностью отсутствует)*.

Перед тем, как подтянуть ремень, ремонтник должен проверить его износ и в случае необходимости заменить.

Безусловно, ремонтник должен также проверить выравнивание ремней и полностью осмотреть привод (чистота, механические зазоры, засаленность, натяжение...), а также состояние приводного мотора с той же тщательностью, что и самого вентилятора. Естественно, каждый ремонтник не может иметь в запасе все существующие модели приводных ремней, поэтому предварительно нужно справиться у клиента и подобрать нужный комплект.

4. Плохо отрегулирован шкив с переменной шириной желоба

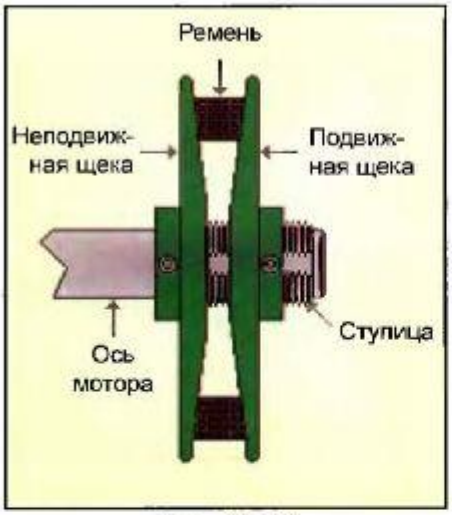


Рис. 20.10.

Большинство современных кондиционеров оснащены приводными моторами вентиляторов, на оси которых устанавливается шкив переменного диаметра (переменной ширины желоба).

Напомним, что шкив этого типа состоит из подвижной и неподвижной щек, что позволяет, меняя расстояние между щеками, поднимать или опускать ремень в желобе *(см. рис. 20.10)*.

Подъем или опускание ремня в желобе шкива эквивалентны изменению диаметра шкива, а следовательно, и изменению скорости вращения приводимого вентилятора.

Чтобы лучше понять, как это происходит, рассмотрим вентилятор со шкивом постоянных размеров, электромотор которого оснащен регулируемым шкивом *(см. рис. 20.11)*.

Когда щеки шкива установлены на максимальном расстоянии друг от друга, диаметр желоба становится минимальным **(d)**, в результате скорость вращения вентилятора самая низкая **(МС)** и расход воздуха через испаритель будет минимальным.

Напротив, приближая щеки шкива друг к другу, мы тем самым увеличиваем диаметр шкива до максимального значения **(D)**, что обеспечивает самую большую скорость вращения вентилятора **(БС)** и максимальный расход воздуха.

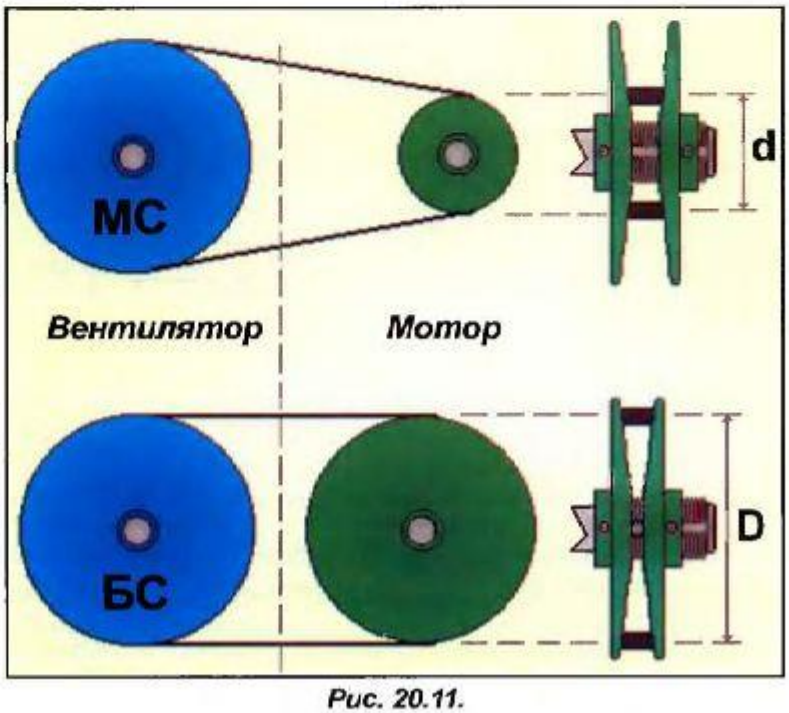


Рис. 20.11.

Изменяя расстояние между этими двумя крайними положениями щек, шкив с переменной глубиной желоба позволяет весьма *точно* обеспечить желаемую величину расхода воздуха (в пределах от 15 до 20 %) и согласовать скорость вращения вентилятора с реальными потерями давления в воздушном тракте испарителя.

Внимание! По окончании регулировки необходимо закрепить подвижную щеку на резьбовой части ступицы с помощью стопорного винта, при этом винт следует завернуть как можно сильнее, ***внимательно следя за тем, чтобы ножка винта упиралась в специальную лыску, имеющуюся на резьбовой части ступицы и предотвращающую повреждение резьбы.*** В противном случае, если резьба будет смята стопорным винтом, дальнейшая регулировка глубины желоба будет затруднена или вообще невозможна.

После регулировки шкива **в любом случае** следует проверить силу тока, потребляемого электромотором (см. описание следующей неисправности).

5. Большие потери давления в воздушном тракте испарителя

Вначале напомним, что происходит в центробежных вентиляторах, аналогичных тем, которые обычно используются в кондиционерах и небольших агрегатах по очистке воздуха, если меняются потери давления в воздушном тракте испарителя.

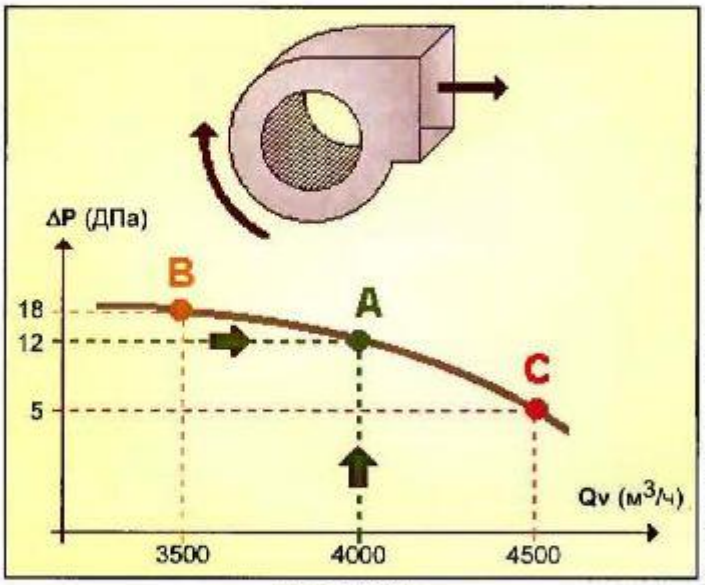


Рис. 20.12.

В качестве примера рассмотрим кривую, представленную *на рис. 20.12*. На ней изображена зависимость объемного расхода в воздушном тракте (Qv, м^3/ч) от потерь давления в нем (в декапаскалях, ДПа). Воздушный тракт включает центробежный вентилятор, заборную решетку, воздушный фильтр, испаритель небольшого кондиционера и воздуховод, направляющий струю воздуха.

Примем, что в номинальном режиме работы потери давления (ΔP) в этом тракте составляют 12 ДПа (то есть 120 Па или около 12 мм водяного столба), если расход воздуха равен 4000 м^3/ч ***(точка A).***

При работе кондиционера фильтр регулярно забивается.

Забивание фильтра приводит к росту сопротивления воздушному потоку и, следовательно, повышению перепада давления на воздушном тракте (например, до 18 ДПа).

Отметим, что одновременно падает расход воздуха в соответствии с кривой производительности вентилятора, достигая в нашем случае 3500 м^3/ч ***(точка B)***.

С другой стороны, удалив фильтр (для его очистки) и не останавливая вентилятор, мы снижаем потери давления в тракте, например, до 5 ДПа, при этом расход воздуха повышается и достигает 4500 м^3/ч ***(точка C)***.

6. Вентилятор испарителя вращается в обратную сторону

Опасность появления такой неисправности существует всегда при вводе в эксплуатацию новой установки, когда вентилятор испарителя оборудован трехфазным приводным электродвигателем (в этом случае достаточно поменять местами две фазы, чтобы восстановить нужное направление вращения).

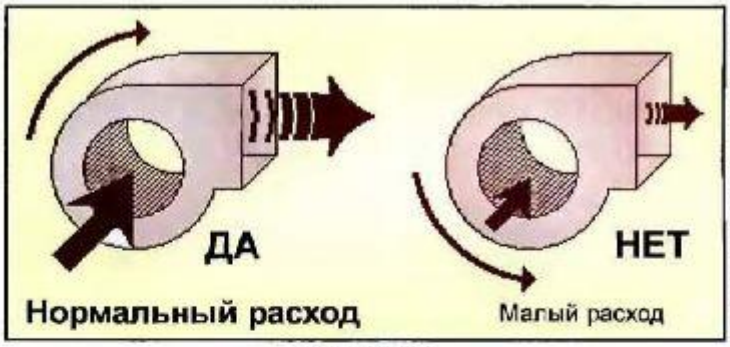


Рис. 20.14.

Представляется полезным напомнить, что *в отличие от лопастных* (осевых) вентиляторов, в центробежных вентиляторах направление движения воздуха *абсолютно не зависит от направления вращения вентилятора* ***(всасывание воздуха всегда осуществляется в центре улитки, каким бы ни было направление ее вращения).***

Напротив, расход захватываемого воздуха и давление в воздушной струе, обеспечиваемые центробежным вентилятором, *сильно падают, если вентилятор вращается в обратную сторону.* Это снижение расхода воздуха приводит к появлению симптомов неисправности типа "слишком слабый испаритель", сопровождаемому аномально высоким перепадом температуры воздуха *(см. рис. 20.14).*

Примечание. Если конструкция центробежного вентилятора не обеспечивает доступ к нему, чтобы легко визуально определить направление его вращения, достаточно измерить силу тока, проходящего через мотор вентилятора при вращении в каждом из двух направлений. Мощность, потребляемая мотором, зависит от расхода воздуха: чем больше расход, тем больше и сила тока и, следовательно, большая сила тока соответствует требуемому направлению вращения.

7. Закупорка канала, затрудняющая циркуляцию воздуха

Опасность такой неисправности существует в тех случаях, когда подача воздуха в помещения осуществляется при помощи сети воздуховодов.

Закупорка может быть вызвана закрытием створки, произведенным случайно или по соображениям безопасности (антиобледенительная створка на входе свежего воздуха, противопожарная заслонка на выходе, регулировочная или уравновешивающая заслонка...).

Но снижение расхода воздуха может быть также вызвано и загрязнением от других теплообменников, расположенных в том же коробе, что и испаритель (батарея с горячей водой, батарея регенерации тепла...), или изолирующим покрытием, оторвавшемся внутри воздуховода (например, фибровое полотно...).

Закупорка также может быть обусловлена заборной решеткой, установленной снаружи, при ее неудачном размещении и перекрытии со стороны всасывания бумагой или опавшими листьями.

Наконец, закупорка может быть вызвана закрытием выходных отверстий воздуховодов в кондиционируемых помещениях, причем делается это часто сознательно теми людьми, которые находятся в этих помещениях и жалуются (как правило, совершенно справедливо) на мешающие им воздушные потоки.

8. Между испарителем и вентилятором существует дополнительный подвод воздуха

При нормальной работе весь воздух, который выходит струей из вентилятора *(точка 3 на рис. 20.15)*, перед этим проходит через испаритель *(точка 1)*.

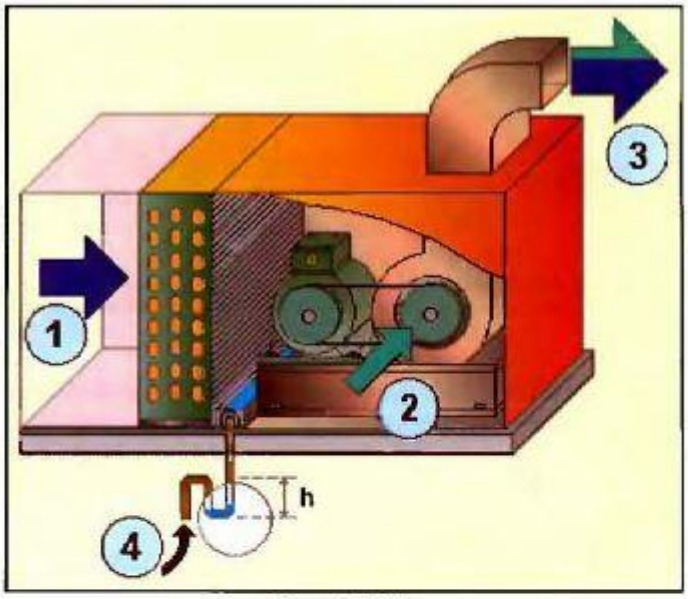


Рис. 20.15.

Если между этими двумя элементами существует дополнительный подвод воздуха (плохо подогнаны или завинчены панели воздуховода, вырвана уплотняющая прокладка, плохо закрыт смотровой люк...), тогда какое-то количество воздуха всасывается непосредственно вентилятором *(точка 2)*, не проходя через испаритель (заметим, что в этом случае расход воздуха в точке 3 равен сумме расходов в точках 1 и 2).

Другая проблема может возникнуть из-за магистрали слива конденсата. Действительно, бак для удаления конденсата, расположенный под испарителем (или под холодной батареей, если речь идет о холодной воде), *соединяется со сливным желобом при помощи сифона с высотой* **h** *(см рис. 20.15)*.

Поскольку вентилятор при всасывании создает разрежение по отношению к атмосферному давлению, то в случае, если высота **h** сифона мала, конденсат может переливаться в бак и тогда воздух будет засасываться через сливную трубку *(точка 4)*. При этом, во-первых, затрудняется опорожнение бака и он может быстро переполниться, а во-вторых, обходная воздушная линия снижает нежелательным образом эффективный расход воздуха через испаритель. Кроме того, может появиться неприятный запах в охлаждаемых или кондиционируемых помещениях.

Если расход воздуха через обходную воздушную линию окажется значительным, снижение расхода, реально проходящего через испаритель, может оказаться достаточным, чтобы вызвать признаки нехватки расхода воздуха в холодильной установке, хотя расход, измеренный на выходе из вентилятора, будет совершенно нормальным!

9. Мотор вентилятора, будучи рассчитан на питание от сети с частотой 60 Гц, подключен к сети с частотой 50 Гц

Напомним, что скорость вращения электромотора зависит от частоты переменного тока в питающей сети. Так, мотор вентилятора, изготовленный в США, предназначен для включения в сеть с частотой 60 Гц, при этом его номинальная скорость равна 1720 об/мин. Если его включить в сеть с частотой 50 Гц, скорость вращения упадет до 1440 об/мин (то есть примерно на 17%).

Низкая скорость вращения вентилятора вызовет падение расхода воздуха, что может дать все симптомы неисправности типа "слишком слабый испаритель" с аномально высоким перепадом температуры воздуха.

Эта проблема, к счастью довольно редко встречающаяся, в основном касается двигателей, изготовленных в США и предназначенных для включения в сеть переменного тока с частотой 60 Гц. Заметим, что некоторые моторы, изготовленные в Европе и предназначенные для экспорта, могут также требовать частоту питающего тока 60 Гц. Быстро понять причину данной неисправности можно очень просто – достаточно ремонтнику прочитать технические характеристики мотора на прикрепленной к нему специальной табличке.

10. Трехфазный двигатель 380/660 В соединен с сетью по схеме "звезда" и запитан напряжением 380 В

В последнее время европейские электросети предпочитают отказ от трехфазного тока напряжением 220 В и переходят на трехфазный ток с напряжением 380 В. Это вызывает повышенный интерес к двигателям с двумя вариантами напряжений питания 220/380 В и естественно появление двигателей с напряжением питания 380/660 В, у которых предусмотрено соединение обмоток как "треугольником" Δ (для напряжения 380 В), так и "звездой" Y (для напряжения 660 В). *При необходимости посмотрите раздел 62.*

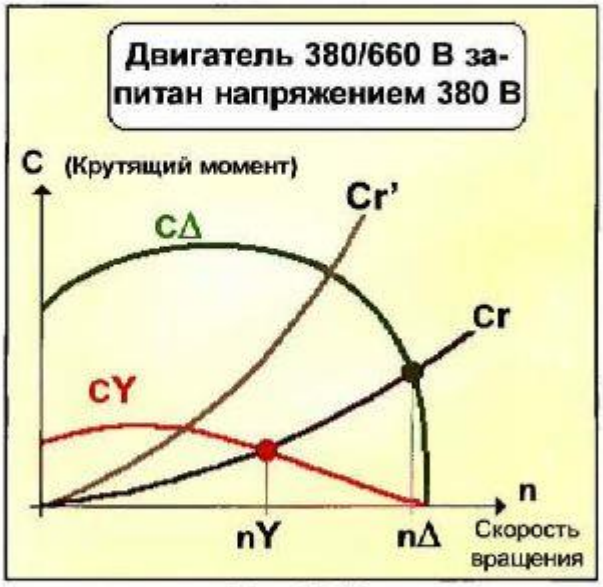


Рис. 20.16.

Рассмотрим кривые *на рис. 20.16*, которые характеризуют крутящие моменты **C** двигателя с двумя вариантами напряжения питания (380/660 В). Двигатель запитан напряжением 380 В (следовательно, должен быть подключен к сети по схеме "треугольник") и приводит в действие вентилятор, рост момента сопротивления которого (**Cr**) в зависимости от числа оборотов также представлен на кривой *на рис. 20.16.*

Если двигатель подключен правильно (то есть по схеме "треугольник"), его крутящий момент на валу представлен кривой **CΔ** и число оборотов (**nΔ**) определится на пересечении кривых **CΔ** и **Cr.**

Представим, что вследствие ошибки подключения двигатель 380/660 В соединен по схеме "звезда" и запитан напряжением 380 В. Тогда его крутящий момент меняется по закону **CY** и в точке пересечения кривых **CY** и **Cr** мы найдем новую скорость вращения **nY,** которая будет гораздо меньше прежней.

Заметим, что уменьшение скорости будет тем значительнее, чем больше момент сопротивления вентилятора (см. кривую **Cr'** *на рис. 20.16).* В некоторых случаях при таком подключении можно получить эффект настолько сильного "затормаживания" мотора, что он очень быстро отключается защитным термореле. Это происходит, главным образом, в установках с центробежным вентилятором, момент сопротивления которого гораздо больше, чем момент сопротивления осевых вентиляторов.

Примечание. Классические холодильные компрессоры имеют еще более значительный момент сопротивления и при такой ошибке подключения вообще не запускаются! *(Более полная информация о последствиях недостаточного напряжения в сети изложена в разделе 55 "Различные электрические проблемы").*

Внимание! Чтобы закончить с проблемой подключения двигателей с двумя вариантами напряжения питания, полезно также напомнить, что трехфазный двигатель 220/380 В, питаемый напряжением 380 В, **обязательно должен быть подключен по схеме "звезда"** и использование для запуска схемы "треугольник" *совершенно недопустимо.*

Если ремонтник допустит ошибку при подключении двигателя 220/380 В и включит его в сеть напряжением 380 В по схеме "треугольник" *(см. рис. 20.17)*, двигатель после подачи на него напряжения с большой вероятностью будет ***непоправимо испорчен*** *(см. раздел 62)!*

Процедура подключения электродвигателя, каким бы ни было его назначение, при мощностях от 100 Вт до 1000 кВт *всегда остается весьма ответственной и ремонтник полностью отвечает за правильность этой процедуры перед клиентом.*

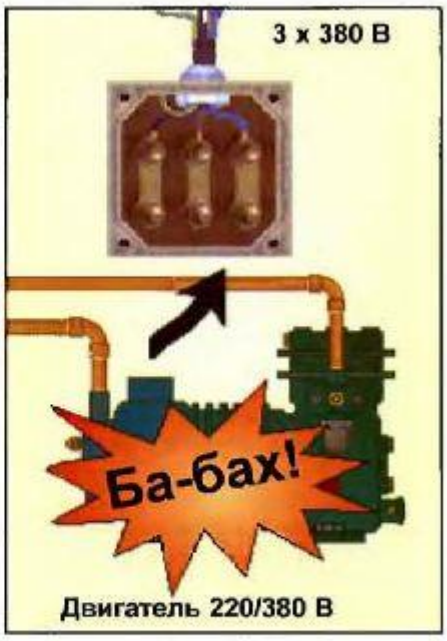


Рис. 20.17.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

11. Двухскоростной двигатель по ошибке включен на малую скорость

Большинство индивидуальных кондиционеров оборудованы вентиляторами, имеющими несколько скоростей вращения. ***Заметим, что в режиме охлаждения, вообще говоря, предпочтительнее задавать максимальную скорость вращения вентилятора.***

Действительно, вдобавок к тому, что это обеспечивает не слишком низкую температуру воздушной струи (если расход воздуха небольшой), указанная предосторожность позволяет избежать обледенения испарителя (а значит и попадания частиц жидкости в компрессор), если воздушный фильтр начал забиваться или если клиент решает отрегулировать термостат на более низкую температуру. С этой целью напомним, что большинство классических индивидуальных кондиционеров абсолютно не приспособлены для работы при температуре в охлаждаемом помещении ниже 20°C.

> *С точки зрения холодильщика* причины этого будут рассмотрены *в разделах 50 "Прессостатический расширительный вентиль"* и *57 "Капиллярное расширительное устройство". С точки зрения электрика* пример многоскоростного двигателя будет приведен при изучении однофазных двигателей *(раздел 53.2).*

В другой серии агрегатов, в целях сохранения в течение всего года оптимальных комфортных условий в кондиционируемых помещениях (в частности, температура воздушной струи не должна быть слишком низкой) некоторые комплексы по подготовке воздуха с прямым циклом расширения также оборудованы вентиляторами, имеющими две различные скорости вращения.

Как правило (за исключением специальных случаев), малая скорость используется в зимнем режиме, а большая – в летнем.

Следовательно, когда установка работает в режиме охлаждения, вентилятор надлежит включать на большую скорость.

12. Центробежное колесо или винт вентилятора проскальзывает на оси

Указанный тип неисправности чаще появляется в маленьких вентиляторах, когда крепление колеса или винта к оси осуществляется завинчиванием стопорного винта.

Эта неисправность может быть легко обнаружена, тем более, что очень часто повышенный шум, который издает "гуляющее" по оси колесо или винт, может служить сигналом тревоги.

13. Трубки жидкостного распределителя засорены

Когда потребная холодопроизводительность испарителя с прямым циклом расширения возрастает, конструктор должен предусмотреть увеличение поверхности теплообмена, в частности повышение длины трубок, используемых при изготовлении испарителя *(см. также раздел 45 "Подключение испарителей")*.

Но большая длина трубок неудобна, поскольку одновременно с увеличением длины растут и потери давления.

Чтобы сохранить потери давления в разумных пределах, конструктор начинает использовать несколько испарителей, соединенных в параллель таким образом, что они образуют единую конструкцию.

Такая конструкция должна запитываться жидкостью через жидкостной распределитель, соответствующим образом приспособленный к тому, чтобы обеспечить равномерное распределение жидкости по разным секциям собранного из них единого испарителя.

В примере *на рис. 20.18,* изображен испаритель, состоящий из трех различных секций, одна из трубок питания которого закупорена, что приводит к исключению из работы соответствующей секции испарителя и, как следствие, потере 1/3 полной холодопроизводительности!

Установка при этом располагает только 2/3 номинальной холодопроизводительности и обеспечивает небольшой перепад температур воздуха (что заставляет думать о засорении) даже если оребрение находится в безупречном состоянии!

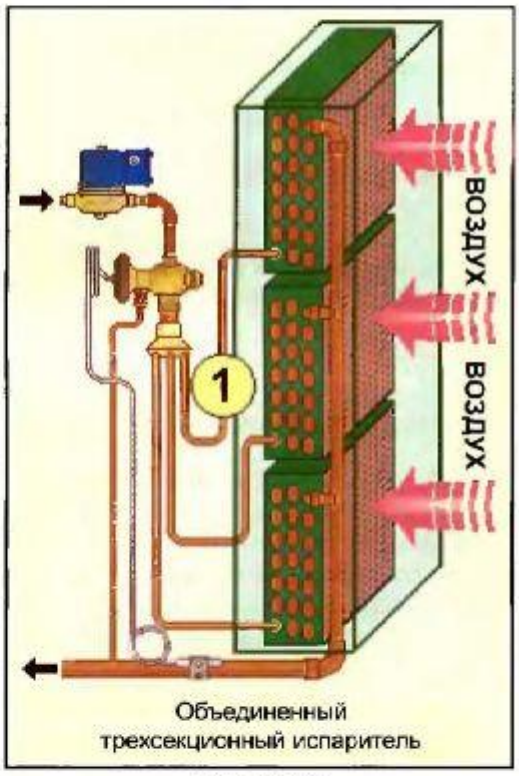


Рис. 20.18.

Это очень сложная неисправность (к счастью редко встречающаяся) может распознаваться по неравномерному обледенению трубок питания.

Действительно, если одна из трубок частично закупорена *(см. поз. 1 на рис. 20.18)*, слой инея, который ее покрывает, будет более тонким, чем на двух других трубках в соответствии со степенью закупорки (в пределе, на полностью закупоренной трубке питателя нарастания слоя инея не будет совсем!).

Примечание. *Распределитель рекомендуется, по возможности, устанавливать вертикально.*

Напомним, что на выходе из ТРВ находится парожидкостная смесь. Поскольку жидкость тяжелее паров, она естественно расположится в нижней части трубопроводов.

Если питатель установлен горизонтально, паровая подушка в верхней части питателя может затруднить поступление жидкости в верхние трубопроводы (см. рис. 20.19).

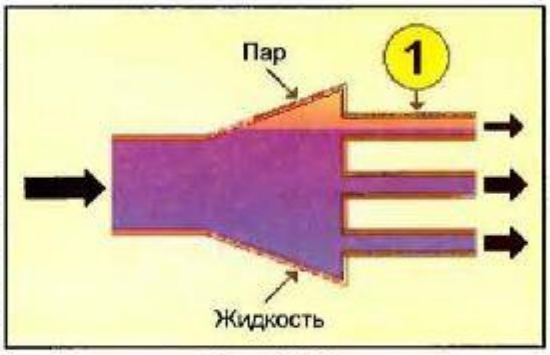


Рис. 20.19.

На рис. 20.19 показано, что две нижние трубы запитаны нормально, но паровая подушка мешает свободному прохождению жидкости в верхнюю трубу ***(поз. 1)***. В результате соответствующая секция испарителя будет плохо заполняться жидкостью и также, как и в предыдущем случае, испаритель не сможет обеспечить максимально возможную холодопроизводительность.

14. Загрязнение большого числа ребер испарителя

Если много ребер испарителя покрыто грязью, сопротивление движению воздуха через него повышено, что приводит к снижению расхода воздуха через испаритель и *повышению перепада температуры воздуха.* Однако с другой точки зрения, загрязнение большого количества ребер эквивалентно уменьшению поверхности теплообмена испарителя, что приводит к ухудшению охлаждения воздуха и *снижению перепада температур.*

Таким образом, перепад температур воздуха с одной стороны должен *возрастать* из-за снижения расхода воздуха, а с другой стороны – *уменьшаться* вследствие уменьшения поверхности теплообмена в целом (следовательно, заметных изменений перепада может и не наблюдаться).

В результате величина перепада температур воздуха при данной неисправности не может служить надежным диагностическим признаком и только визуальный осмотр ребер в состоянии решить эту проблему *(причем необходимо осматривать ребра как спереди, так и сзади).* И тогда ремонтнику не останется ничего другого, кроме тщательной очистки загрязненных частей оребрения испарителя с обеих сторон с помощью специальной гребенки с шагом зубьев, точно соответствующим расстоянию между ребрами.

Берегите руки (лучше надеть перчатки), так как часто ребра бывают острыми, как лезвие бритвы.

15. Испаритель был выбран в расчете на более низкую холодопроизводительность

Данная неисправность встречается в момент ввода в эксплуатацию холодильной установки, собираемой "кустарным" способом, у которой ее основные элементы (компрессор, испаритель...) подбирались по отдельности и наскоро (встретить такой тип неисправности в моноблочных кондиционерах заводского изготовления маловероятно!)...

Эта неисправность довольно сложная. Опыт показывает, что только тщательная проверка расчетов при подборе оборудования в сочетании с детальным анализом конструкторской документации на него (испаритель, компрессор, ТРВ, конденсатор) могут дать гарантию быстрого и эффективного решения этой проблемы.

16. В испарителе много масла

Ниже мы увидим, что слишком большое количество масла в холодильном контуре может в некоторых случаях приводить к снижению коэффициента теплообмена испарителя (и, следовательно, холодопроизводительности), иногда до 20 % *(см. раздел 37 "Проблемы возврата масла")*.

17. Испаритель аномально обледенел

Напомним, что если в торговом холодильном оборудовании обледенение неизбежно, поскольку в нем температура кипения ниже 0°С, то в испарителях кондиционеров обледенение испарителя – враг номер один. Поэтому испарители, используемые в торговом оборудовании, снабжены ребрами, шаг которых гораздо больше, чем в испарителях кондиционеров, с тем, чтобы нормальное появление шубы на них никоим образом не могло перекрыть проходное сечение воздушного тракта и не привело к уменьшению расхода воздуха.

В кондиционерах слишком сильное обледенение испарителя в большинстве случаев приводит к появлению симптомов неисправности типа "слишком слабый испаритель" (единственная неисправность, при которой одновременно падают и давление кипения и перегрев). Наиболее часто неисправность происходит из-за недостатка расхода воздуха, вызванного либо загрязнением фильтров, либо износом приводного ремня.

В тепловых насосах "воздух-воздух" или "воздух-вода" в зимнем режиме аномальное обледенение испарителя происходит чаще всего по причине аномалий в системе размораживания, но иногда и вследствие нарушений в работе четырехпозиционного клапана изменения цикла на обратный *(этот вопрос изучается в разделе 52 "Четырехпозиционный клапан обращения цикла")*.

В холодильниках аномальное обледенение часто происходит вследствие нарушений в работе системы размораживания испарителя *(см. раздел 60)*.

В любом случае перед тем, как делать окончательное заключение, нужно полностью разморозить испаритель и потом включить установку. В торговом холодильном оборудовании или в тепловом насосе также нужно проверить работу (а как правило, и настройку) используемой системы размораживания (таймер оттайки, термостат конца оттайки...).

18. Излишне толстый слой льда затрудняет вращение лопастей вентилятора

Осевые вентиляторы чаще всего используются в испарителях с принудительным обдувом для торгового холодильного оборудования. Если толщина льда на испарителе становится слишком большой вне зависимости от того, по какой причине это произошло (как правило, из-за проблем в системе размораживания), лопасти вентилятора могут задевать за образовавшийся слой (при этом возникает опасность их деформации, а в некоторых случаях даже полной остановки вентилятора), что неизбежно приведет к недостатку расхода воздуха.

19. На вход в испаритель возвращается холодный воздух

В торговом холодильном оборудовании всегда надлежит *особое внимание уделять* выбору места установки испарителя внутри холодильной камеры.

Во всех случаях необходимо строго соблюдать инструкцию по монтажу, прилагаемую разработчиком, и неверняка знать направление движения воздуха в испарителе перед его закреплением.

Например, если испаритель размещен близко к стене *(см рис. 20.20)*, струя холодного воздуха, выходящая из испарителя ***(поз. 1)***, может отражаться от стены и вновь попадать на вход в испаритель ***(поз. 2)***, вместо того, чтобы циркулировать по всему объему камеры.

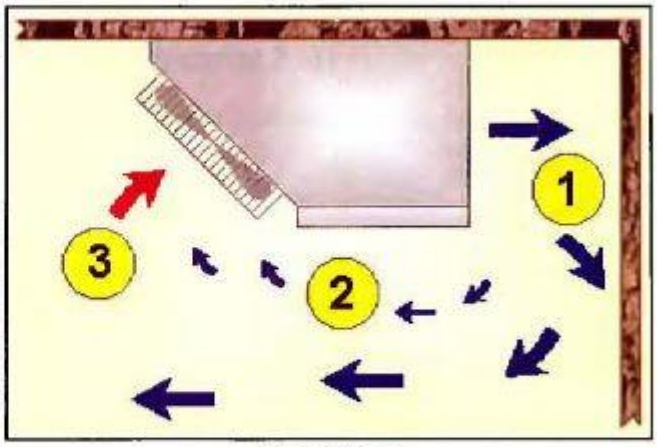


Рис. 20.20.

Этот охлаждаемый воздух смешивается со всасываемым теплым воздухом ***(поз. 3)***, понижая тем самым температуру воздуха на входе в испаритель.

При этом полный перепад температур остается почти постоянным, но поскольку на входе в испаритель воздух становится более холодным, температура кипения падает и появляются признаки неисправности типа "слишком слабый испаритель". Вдобавок к плохой циркуляции воздуха внутри холодильной камеры, ухудшается охлаждение скоропортящихся продуктов питания, помещенных в камеру, а температура в ней повышается.

20. Плохая циркуляция воздуха в холодильной камере

Хорошая циркуляция воздуха в холодильной камере является основным фактором, позволяющим обеспечить равномерную температуру хранящихся в ней продуктов.

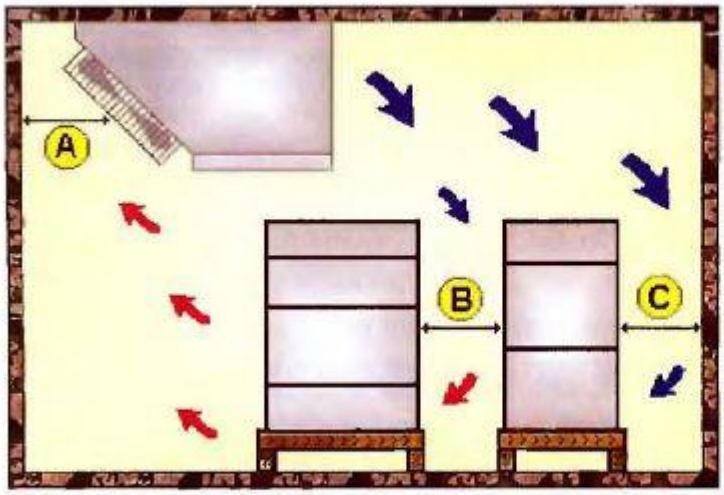


Рис. 20.21.

Если испаритель установлен слишком близко к стене ***(расстояние A** на рис. 20.21)*, всасывание воздуха затрудняется, что может привести к нежелательному снижению расхода воздуха *(в пределе, когда испаритель вплотную прижат к стене, он ничего не будет всасывать!)*.

Если стеллажи с продуктами расположены слишком близко один от другого ***(расстояние B** на рис. 20.21)* или от стены ***(расстояние C** на рис. 20.21)*, циркуляция воздуха также затрудняется и вдобавок к плохому охлаждению продуктов может привести к заметному снижению расхода воздуха через испаритель или подаче на его вход уже охлажденного воздуха.

21. Не работает один из вентиляторов испарителя

При повышении потребной холодопроизводительности размеры испарителя возрастают. В этом случае, чтобы обеспечить достаточный расход воздуха, необходимо использование нескольких вентиляторов.

В примере *на рис. 20.22* испаритель оборудован двумя осевыми вентиляторами **V1** и **V2,** которые должны работать *одновременно* для обеспечения номинального расхода воздуха. Что же произойдет, если вентилятор V1 будет продолжать работать, а вентилятор V2 (независимо от причины поломки: обрыв обмотки, плохой электрический контакт, отключение защитным реле...) остановился?

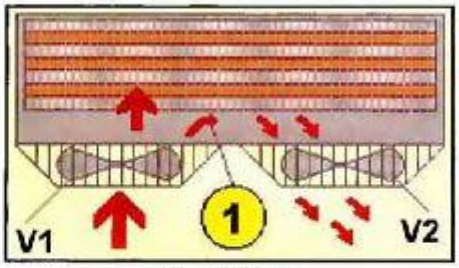


Рис. 20.22.

Вентилятор V1, продолжая работать, всасывает воздух и нагнетает его под давлением в межреберное пространство испарителя. Часть воздуха под давлением ***(поз. 1)*** проникает между лопастями вентилятора V2 и возвращается в холодильную камеру, не пройдя через испаритель.

Этот паразитный поток является крайне нежелательным, поскольку может вызвать вращение вентилятора V2 в обратную сторону!

Неопытный ремонтник, основываясь только на визуальном контроле, может сделать ошибочный вывод о том, что вентилятор V2 работает нормально, тогда как *простое измерение потребляемого тока позволяет немедленно обнаружить неисправность.*

Следовательно, эта неисправность приводит к резкому падению расхода воздуха через испаритель и сопровождается всеми признаками того, что испаритель слишком слабый.

22. Два однофазных вентилятора подключены последовательно

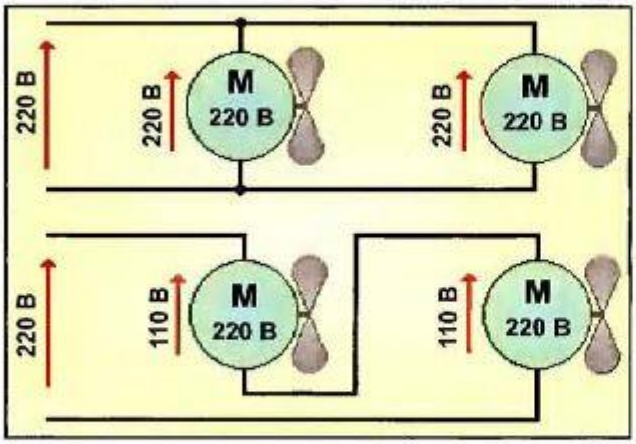


Рис. 20.23.

Если испаритель оборудован двумя однофазными вентиляторами, они обязательно должны быть соединены в параллель, чтобы каждый двигатель был запитан напряжением 220 В и работал нормально.

Если из-за ошибки монтажа, вентиляторы будут включены в сеть последовательно *(см. рис. 20.23)*, то каждый из них будет находиться под напряжением 110 В (вместо 220 В).

Снижение напряжение питания приведет к сильному падению скорости вращения вентиляторов и, следовательно, к существенному уменьшению расхода воздуха, сопровождаемому признаками неисправности типа "слишком слабый испаритель".

Контрольные вопросы для прохождения лекции:

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 1-2 (113-114) стр 1

При чтении этого материала по данной неисправности, рассмотрены различные случаи в работе испарителя. Прочитаем пункт 1 и 2

По окончании чтения страниц ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу

Вопрос 1. Что приводит к образованию на поверхности испарителя кондиционера теплоизолирующую корку
+ Конденсат, смешанный с парами сигаретного дыма
+ частицы пыли
- частицы металла
Вопрос 2. Что бы оценить степень загрязнения испарителя необходимо осветить ребра испарителя
+ Электролампой
- Галоидной лампой
Вопрос 3. Чем проводят чистку ребер испарителя
+ струёй сжатого воздуха
+ струёй азота
- струёй кислорода
Вопрос 4. К чему приводит загрязнение воздушных фильтров на входе в испаритель
+ Росту сопротивления воздушного потока
- Снижению сопротивления воздушного потока

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 3-4 (114,115,116) стр 2
прочитай внимательно данный материал для ответа на вопросы
пункты 3, 4
Вопрос 1. раздел 3 Если ремень вентилятора испарителя проскальзывает, это приводит
+ снижению расхода воздуха через испаритель
+ росту перепада температурвоздуха
- снижению перепада температур воздуха
Вопрос 2. раздел 3 Перед тем как подтянуть ремень ремонтник обязан
+ Проверить его износ и в случае необходимости заменить
- Проверить его износ и в случае необходимости выбросить
Вопрос 3. раздел 4 Скорость вращения вентилятора самая низкая при
+ Когда щеки шкива установлены на максимальном расстоянии
+ Диаметр желоба шкива минимальный
- Когда щеки шкива установлены на минимальном расстоянии
Вопрос 4. раздел 4 Скорость вращения вентилятора самая большая при
+ Когда щеки шкива установлены на минимальном расстоянии
+ Диаметр желоба шкива максимальный
- Когда щеки шкива установлены на максимальном расстоянии

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 6, 7, 8 (119-120) стр3
прочитай внимательно пункты 6, 7 и 8 для ответов на вопросы
Для перехода на следующую страницу ответь на вопросы
Вопрос 1. раздел 6 Если вентилятор вращается в обратную сторону то
+ расход воздуха и давление в воздушной струе падают
- расход воздуха и давление в воздушной струе возрастает
Вопрос 2. раздел 7 Закупорка канала циркуляции воздуха происходит при
+ Закрытием створки, загрязнением от других теплообменников, заборной решеткой, закрытием выходных отверстий
- Открытием створки, загрязнением от других теплообменников, заборной решеткой, открытием выходных отверстий
вопрос 3. раздел 7 Дополнительный подвод воздуха в испаритель происходит при
+ Плохо завинчены панели воздуховода, вырвана уплотняющая прокладка, плохо закрыт смотровой люк
- Плохо завинчены панели воздуховода, вырвана уплотняющая прокладка, хорошо закрыт смотровой люк
Вопрос 4. раздел 8 Проблема слива конденсата из испарителя происходит при

+ если высота сильфона h мала
- если высота сильфона h велика

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 9-10 (121,122) стр 4
Прочитай внимательно пункты 9 и 10 для ответов на вопросы
Ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. раздел 9 Для чего необходимо прочитать специальную табличку на моторе вентилятора
+ Ознакомиться с техническими характеристиками мотора
- Занести данные в паспорт установки
Вопрос 2. раздел 10 По какой схеме необходимо подключить трехфазный двигатель с напряжением питания 380/660 Вольт
+ Звездой (380 Вольт), и треугольником (660 Вольт)
- Треугольником (380 Вольт), и звездой (660 Вольт)
Вопрос 3. раздел 10 Трехфазный двигатель 220/380 В, питаемый напряжением 380 в, подключается по схеме
+ Звезда
- Треугольник

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 12, 13, 14 (123-124) стр 5
прочитай внимательно пункты 12, 13, 14 для ответов на вопросы
ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. раздел 12 Проскальзывание центробежного колеса на оси вентилятора может быть обнаружена по
+ Повышенному шуму
- Пониженному шуму
Вопрос 2. раздел 13 Если одна из трубок распределителя ТРВ закупорена, то
+ в ней образуется паровая подушка
- в ней образуется перовая подушка
Вопрос 3. Если ребра испарителя покрыты грязью то сопротивление воздуха через него
+ Повышено
- Понижено
Вопрос 4. раздел 14 Очистку загрязнения оребрения производят с помощью
+ специальной гребенкой с шагом зубьев, равному расстоянию между ребрами
- специальной гребенкой с шагом зубьев, равному расстоянию между гребнями

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 15, 16, 17, 18 (125) стр 6
прочитай внимательно пункты 15, 16, 17, 18 для ответов на вопросы
ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. раздел 15 Испаритель имеет слишком низкую производительность вследствие
+ Изготовления кустарным способом
- Заводского изготовления
Вопрос 2. раздел 16 Большое количества масла в испарителе приводит к
+ снижению коэффициента теплообмена
- увеличению коэффициента теплообмена
Вопрос 3. раздел 17 Если испаритель аномально обледенел то необходимо
+ полностью его разморозить
- разморозить его частично
Вопрос 4 стр 6 раздел 18 Вращение лопастей вентилятора может помешать
+ Большая толщина льда на испарителе
- Большое количество конденсата на испарителе

Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 19, 20, 21, 22 (126-127) стр 7

прочитай внимательно пункты 19, 20, 21, 22 для ответов на вопросы
ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1. раздел 19 Плохая циркуляция воздуха внутри камеры приводит к
+ повышению температуры в камере
- понижению температуры в камере
Вопрос 2 стр 7 раздел 21 Если не работает один из вентиляторов испарителя то
+ образуется паразитный поток воздуха, приводящий к вращению второго вентилятора в обратную сторону
- образуется паразитный поток воздуха, приводящий к вращению второго вентилятора в другую сторону
Вопрос 3 стр 7 раздел 21 Как обнаружить неисправность при не работе одного из вентиляторов испарителя
+ Измерить силу тока
- Измерить напряжение
Вопрос 4 стр 7 раздел 22 Как соединяют два однофазных вентилятора испарителя
+ параллельно
- последовательно
Страница 8 окончание
После выполнения данной лекции №11 необходимо выполнить СР №4 Слабый испаритель
(перейди в раздел Самостоятельные работы МДК 02.03)

Лекция № 13 Неконденсирующие примеси.
Пункт 25 Неконденсирующие примеси (стр.161-167)

25. НЕИСПРАВНОСТИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ НАЛИЧИЕМ В КОНТУРЕ НЕКОНДЕНСИРУЮЩИХСЯ ПРИМЕСЕЙ

В предыдущем разделе мы обсудили проблему неконденсирующихся примесей в контуре в целом.

В настоящей же главе проанализируем проявления этой аномалии в различных частях контура классической холодильной установки.

A) Проявления в системе компрессор/конденсатор

Неконденсирующиеся примеси (воздух, азот...), какова бы ни была причина их проникновения в контур, не могут оставаться в жидкостной магистрали или в испарителе, откуда они вытесняются хладагентом, проходят в компрессор, а затем нагнетаются в конденсатор и жидкостной ресивер.

Поскольку они более легкие, чем пары хладагента, эти примеси по большей части скапливаются в верхней зоне жидкостного ресивера, *откуда они не могут выйти* из-за того, что ресивер снабжен сифонной трубкой, погруженной в жидкий хладагент и *доходящей* до дна ресивера *(см. **точку 1** на рис. 25.1)*.

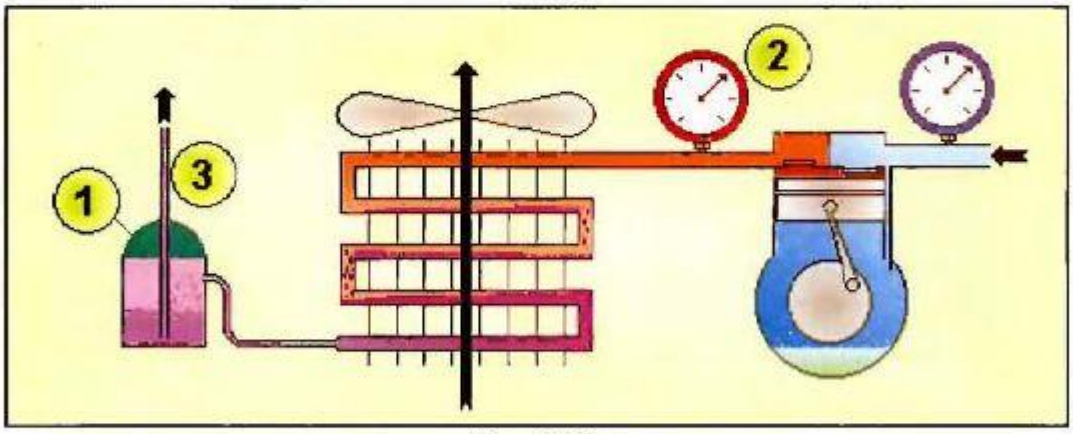


Рис. 25.1.

В соответствии с законом Дальтона для газовых смесей, парциальное давление примесей будет складываться с парциальным давлением паров хладагента (*которое является давлением конденсации*), в результате чего полное давление, показываемое манометром ВД ***(точка 2)***, будет аномально большим.

Поскольку присутствие неконденсирующихся примесей дает *искусственно завышенные* показания манометра ВД, соответствующие, например, температуре конденсации 55°C, *вместо фактического значения этой температуры*, равного, допустим, 40°C, переохлаждение жидкости ***(точка 3)*** будет казаться исключительно большим (в данном случае, по меньшей мере 15 K) и эта иллюзия будет тем значительнее, чем больше в контуре неконденсирующихся примесей.

Б) Проявления в системе ТРВ/испаритель

Ввиду того, что давление нагнетания возрастает, газ, заключенный во вредном пространстве цилиндра при нахождении поршня в верхней мертвой точке, также будет иметь повышенное давление, что приведет к снижению массового расхода газа, всасываемого компрессором, и как следствие, к снижению холодопроизводительности (*см. раздел 9 "Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность"*).

Снижение холодопроизводительности обусловливает повышение температуры в охлаждаемом помещении (особенно в разгаре лета). В пределе, установка может быть выключена по команде предохранительного реле ВД, что заставит клиента обратиться к ремонтникам, потому что "стало очень жарко".

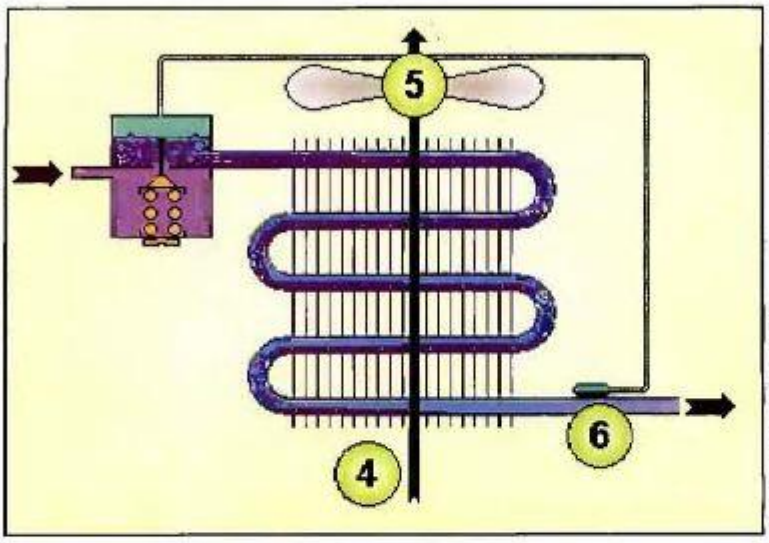


Рис. 25.2.

Повышение температуры в охлаждаемом объеме приводит к повышению температуры воздуха на входе в испаритель ***(точка 4** на рис. 25.2).*

Из-за того, что температура воздуха на входе в испаритель возросла, а холодопроизводительность упала, температура воздушной струи на выходе из испарителя ***(точка 5)*** также будет расти.

Рост давления нагнетания сопровождается увеличением производительности ТРВ (*см. раздел 8.1 "Производительность ТРВ"*), хотя холодопроизводительность испарителя будет падать.

Поскольку ТРВ пропускает больше жидкости, чем выкипает в испарителе, это может привести к пульсациям ТРВ, причем перегрев, измеряемый термобаллоном ***(точка 6)***, будет почти нормальным или слегка пониженным.

В) Проявления в компрессоре

Энергия, передаваемая двигателем компрессору (и потребляемая из электросети), главным образом зависит от величины давления нагнетания, препятствующего подъему поршней в цилиндрах во время цикла сжатия газа (*см. раздел 10 "Влияние величины давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора"*).

Из-за того, что наличие неконденсирующихся примесей приводит к росту давления нагнетания, электромотор должен будет снабжать компрессор большей энергией и, следовательно, потребляемый им ток увеличится *(см. **поз. 7** на рис. 25.3)*.

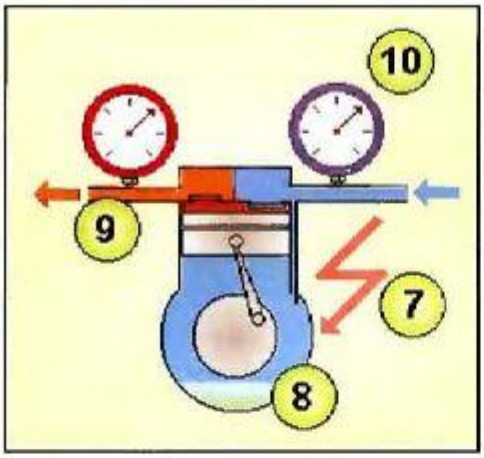


Рис. 25.3.

Напомним, что охлаждение герметичных или бессальниковых компрессоров обеспечивается всасываемыми парами хладагента.

В связи со снижением массового расхода по причине роста давления нагнетания, количество всасываемых паров будет падать и охлаждение двигателя компрессора станет хуже, за исключением случая периодических гидроударов, обусловленных переразмеренностью ТРВ.

Вдобавок к этому электродвигатель компрессора начнет потреблять больший ток, в результате чего компрессор будет иметь тенденцию к дополнительному нагреву.

Поскольку электромотор станет нагреваться сильнее, а охлаждаться хуже, температура картера компрессора ***(поз. 8)*** будет гораздо выше, чем нормальная температура, и температура газа в нагнетающем патрубке ***(поз. 9)*** также вырастет.

Заметим, что при этом температурный напор на входе в конденсатор будет аномально высоким, поскольку температура конденсации, согласно показаниям манометра ВД, будет гораздо выше температуры наружного воздуха.

Наконец, из-за пониженного массового расхода, компрессор всасывает меньше паров, чем обычно, и давление кипения ***(поз. 10)*** также будет повышаться.

Будем осторожны! Общие признаки неисправности, обусловленной наличием неконденсирующихся примесей, точно такие же, как и в случае чрезмерной заправки.

Поэтому, чтобы отличить эти неисправности друг от друга, необходимо выполнить проверку наличия в контуре неконденсирующихся примесей.

ВНИМАНИЕ! НЕ ПУТАЙТЕ ЧРЕЗМЕРНУЮ ЗАПРАВКУ С НАЛИЧИЕМ НЕКОНДЕНСИРУЮЩИХСЯ ПРИМЕСЕЙ.

25.1. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

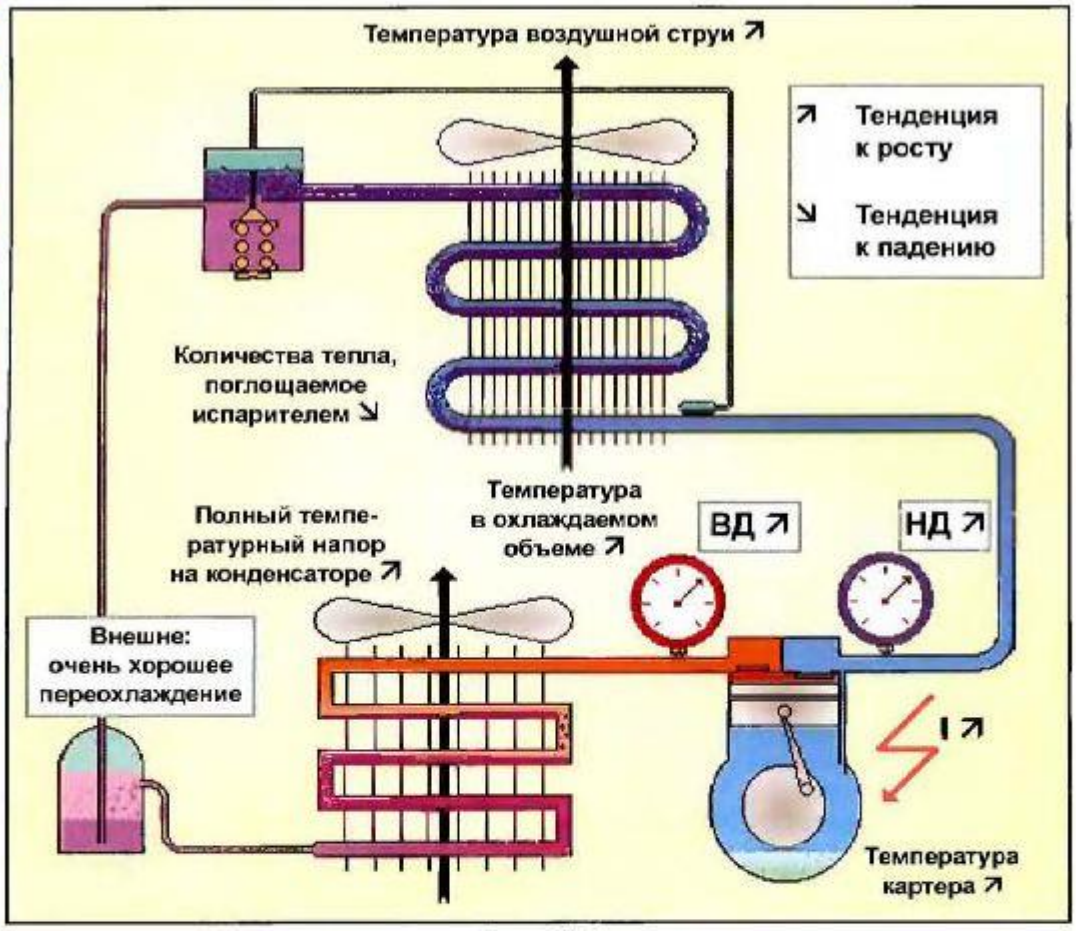


Рис. 25.4.

ВНИМАНИЕ! НЕ ПУТАЙТЕ НАЛИЧИЕ НЕКОНДЕНСИРУЮЩИХСЯ ПРИМЕСЕЙ С ИЗБЫТКОМ ХЛАДАГЕНТА (см. раздел 23).

Для оценки переохлаждения при использовании:
Хладагентов категории ГХФУ с большим температурным глайдом см. раздел 58.
R407C см. раздел 102.2.
R410A см. раздел 102.3.

25.2. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Рис. 25.5.

ВНИМАНИЕ! НАПОМИНАЕМ ЕЩЕ РАЗ, ЧТО ЕСЛИ ТЕМПЕРАТУРА ЖИДКОСТНОЙ МАГИСТРАЛИ РАВНА, например 45°С, то:

- ***Переохлаждение СЧИТАЕТСЯ ОЧЕНЬ ХОРОШИМ, если температура конденсации равна 55°С.***
- ***Переохлаждение СЧИТАЕТСЯ ОЧЕНЬ ПЛОХИМ, если температура конденсации равна 46°С.***

Конденсаторы водяного охлаждения см. в разделе 68.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 25 Неконденсирующие примеси (161-167) стр 1
Прочитай внимательно страницу.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (161) Неконденсирующие примеси в контуре установки скапливаются
+ у верхнего днища жидкостного ресивера
- в верхней части конденсатора
Вопрос 2(161)Закон Дальтона для газовых смесей гласит
+ Парциальное давление примесей складывается с парциальным давлением хладагента
- Парциальное давление примесей вычитается из парциального давления хладагента
Вопрос 3(161) Полное давление, показываемое манометром ВД будет аномально
+ большим
- низким
Вопрос 4(161) Переохлаждение жидкости будет казаться исключительно
+ большим
- нормальным
Пункт 25 Неконденсирующитеся примеси (162) стр 2
Прочитай внимательно страницу. Раздел Б
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (162) Массовый расход газа, всасываемого компрессором
+ Снижается
- Повышается
Вопрос 2 (162)Установка может быть выключена по команде предохранительного реле
+ ВД
-НД
Вопрос 3 (162) Работа ТРВ может привести к
+ пульсациям в испарителе
- пульсациям в конденсаторе
Пункт 25 Неконденсирующие примеси (163) стр3
Прочитай внимательно страницу 163 раздел В.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (163) Ток потребляемый электромотором при наличии неконденсирующих примесей
+ увеличивается
- понижается
Вопрос 2 (163) Температура газа в нагнетательном трубопроводе
+вырастет
- снизится
вопрос 3 (163) Полный перепад температур в КД будет
+ аномально выше
- аномально ниже
Вопрос 4 (163) Давление кипения при наличии неконденсирующих примесей будет
+повышаться
-понижаться
Пункт 25 Неконденсат (Обобщение симптомов и алгоритм диагностирования 164-165) стр 4
Проанализируй рисунок обобщение симптомов неконденсирующих примесей
Рис 25.1
проанализируй и запиши в тетрадь лекций алгоритм диагностирования
рис25.2
ответь на вопросы для продолжения лекции
Вопрос 1(стр4) Выбери правильный ответ на неисправность Неконденсирующие примеси согласно рисунка обобщения симптомов:
Давление на высокой и низкой стороне

+Повышается
-Падает
Вопрос 2(стр4) Выбери правильный ответ на неисправность Неконденсирующиеся примеси согласно рисунка обобщения симптомов:
Перегрев в испарителе
+Падает или нормальный
-Повышается
Вопрос 3(стр4) Полный перепад на конденсаторе при наличии Неконденсирующихся примесей
+ Возрастает
- Понижается
Вопрос 4(стр4) Проверка наличия Неконденсирующиеся примеси происходит когда КМ
+ не в работе
- в работе
Стр 5 Окончание
После прохождения данной лекции №13 необходимо пройти следующую лекцию №14. Предварительно отдохнув на перемене. Так как следующая лекция №14 станет доступной в по расписанию.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается три попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи в изучении материала!

Лекция № 14 Чрезмерная заправка. Проявления в элементах контура.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.23 (стр149-156)

23. ЧРЕЗМЕРНАЯ ЗАПРАВКА
23.1. АНАЛИЗ СИМПТОМОВ

Неисправностью типа "чрезмерная заправка" мы будем называть такую неисправность холодильной установки, при которой причиной дефекта является слишком большое количество хладагента внутри холодильного контура. Рассмотрим симптомы этой неисправности.

А) Проявления в системе компрессор/конденсатор

Количество хладагента, содержащегося в испарителе, регулируется при помощи ТРВ, поэтому возможные излишки жидкости там находиться не могут.

Единственными местами контура, где есть для этого свободное пространство, являются конденсатор и жидкостной ресивер.

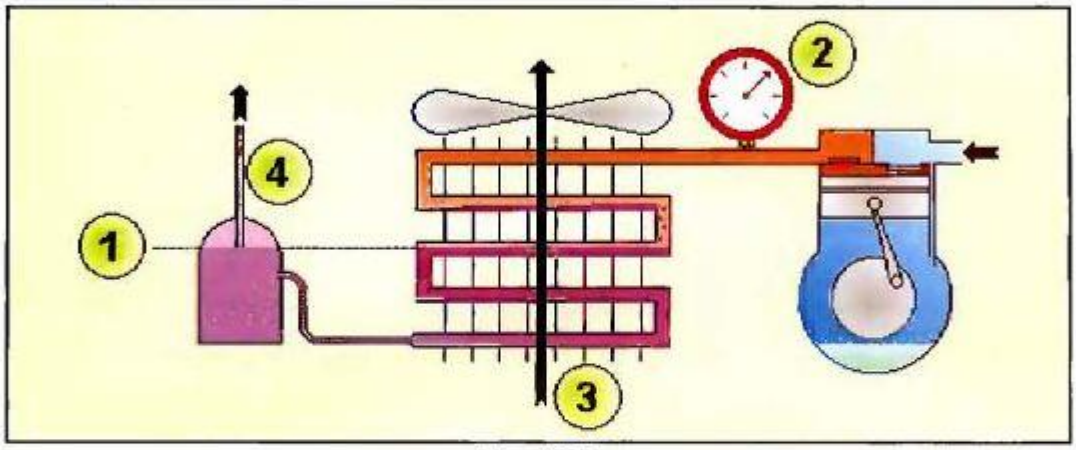


Рис. 23.1.

Следовательно, в этих двух элементах контура и могут находиться излишки хладагента. Вначале уровень жидкости начнет подниматься в ресивере (назначение которого как раз и заключается в том, чтобы противостоять колебаниям уровня жидкости), затем, по мере его заполнения, внутри конденсатора ***(поз. 1** на рис. 23.1).*

Таким образом, уровень жидкости в конденсаторе окажется аномально высоким. Настолько же уменьшится поверхность теплообмена, предназначенная для того, чтобы снизить перегрев после конденсации паров, которые непрерывно поступают из магистрали нагнетания компрессора.

Ввиду снижения поверхности теплообмена, охлаждение газа, поступающего в конденсатор, ухудшается, что приводит к повышению температуры насыщенных паров (а следовательно, и давления) и аномальному росту давления конденсации ***(поз. 2.** См. также раздел 35 "Регулирование конденсаторов с воздушным охлаждением при помощи регулятора давления конденсации").*

С другой стороны, поскольку низ конденсатора залит, жидкость, которая там находится, остается в контакте с наружным воздухом гораздо дольше ***(поз. 3)***, что приводит к парадоксу: охлаждение улучшается.

В результате чрезмерная заправка хладагента вызывает одновременно уменьшение размеров зоны конденсации и увеличение зоны переохлаждения.

Поскольку давление конденсации увеличено, а жидкость, покидающая конденсатор, отлично охлаждается, переохлаждение, замеренное на выходе из ресивера ***(поз. 4)***, будет превосходным и даже аномально высоким.

Б) Проявления в системе испаритель/компрессор

Поскольку давление конденсации повышено, газы, заключенные во вредном пространстве при нахождении поршня в верхней мертвой точке, имеют более высокое давление, что приводит к снижению массового расхода газа через компрессор и падению холодопроизводительности (*см. раздел 9 "Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность"*).

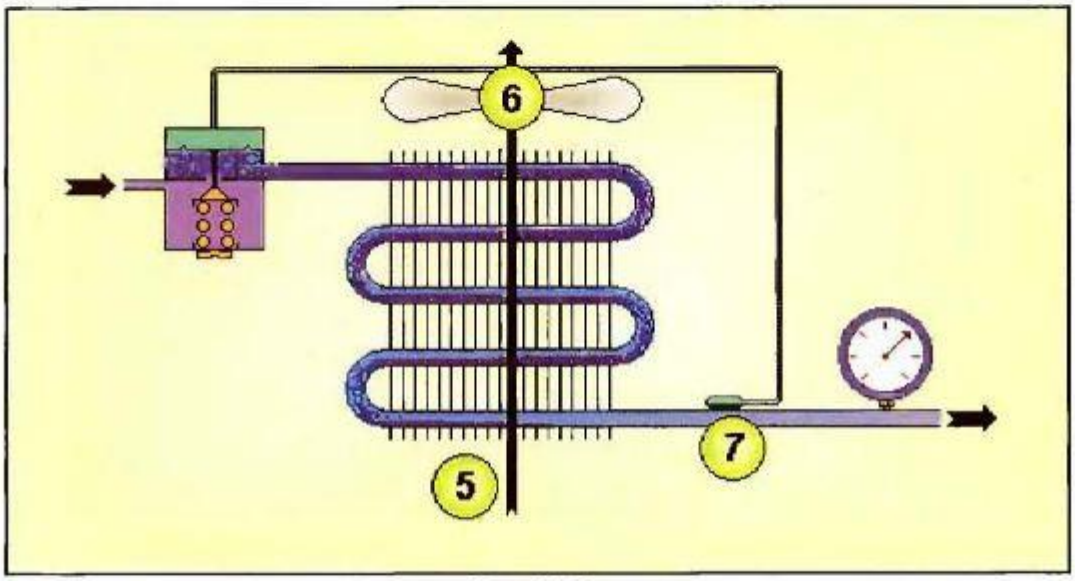


Рис. 23.2.

Из-за падения холодопроизводительности охлаждение помещения, где установлен испаритель, ухудшается (в пределе, при большой избыточной заправке, установка может быть выключена предохранительным реле ВД).

Повышение температуры в охлаждаемом помещении приводит к росту температуры воздуха на входе в испаритель ***(поз. 5 на рис. 23.2)***.

Повышение температуры в охлаждаемом помещении при одновременном падении холодопроизводительности обусловливает рост температуры воздушной струи на выходе из испарителя ***(поз. 6)***.

В дополнение к этому, из-за повышения давления конденсации, растет производительность ТРВ (*см. раздел 8.1 "Производительность ТРВ"*).

Поскольку испаритель *с пониженной холодопроизводительностью* запитан через ТРВ *с повышенной пропускной способностью*, может возникнуть *опасность пульсаций* ТРВ, причем перегрев, измеренный в точке крепления термобаллона ***(поз. 7)***, будет вполне нормальным или даже пониженным.

B) Проявления в компрессоре

Напоминание 1. *Вне зависимости от причины*, если одно из двух рабочих давлений (кипения или конденсации) *изменяется в каком-либо направлении*, другое давление **всегда имеет** тенденцию к изменению *в том же направлении*, **за исключением** специфической неисправности типа "слишком слабый компрессор", при которой давление конденсации падает, в то время как давление кипения растет *(см. рис. 23.3)*.

Итак, мы смогли убедиться, что избыток хладагента в контуре вызывает повышение давления конденсации, приводящее к снижению массового расхода газа, который может пропустить компрессор.

В результате, поскольку давление конденсации повышается и компрессор всасывает хладагента меньше, чем обычно, давление кипения также будет иметь тенденцию к повышению *(поз. 8 на рис. 23.4)*.

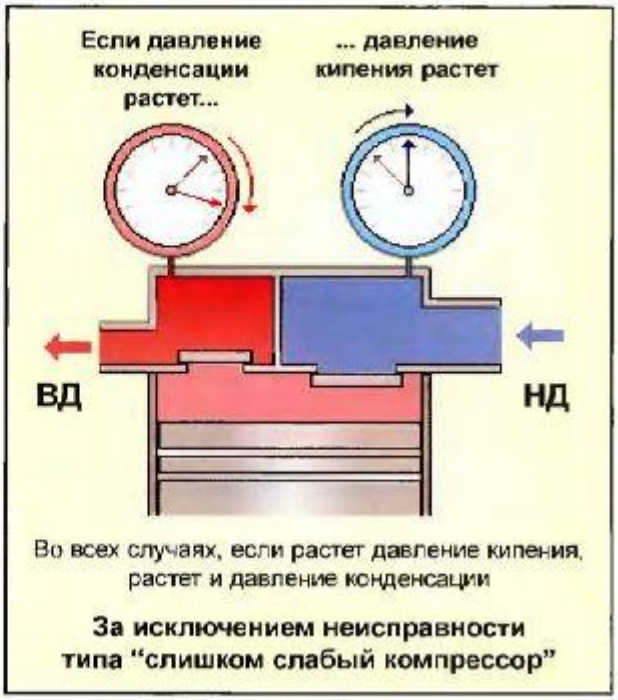


Рис. 23.3.

Напоминание 2. Энергия, которую двигатель должен передать компрессору (и которую он потребляет из электросети), главным образом зависит от величины давления конденсации, препятствующего подъему поршня при сжатии газа в цилиндре (*см. раздел 10 "Влияние величины давления конденсации на силу тока, потребляемого электромотором компрессора"*).

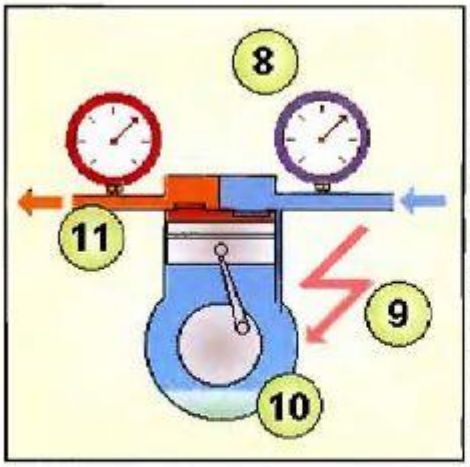


Рис. 23.4.

Поскольку при чрезмерной заправке давление конденсации растет, компрессор будет потреблять из сети гораздо больший ток ***(поз. 9** на рис. 23.4)*.

Напомним, что охлаждение двигателя герметичных или бессальниковых компрессоров обеспечивается при помощи всасываемых паров.

Ввиду того, что чрезмерная заправка приводит к снижению массового расхода этих паров, охлаждение мотора будет ухудшаться (если только переразмеренный ТРВ не вызовет периодических гидроударов).

Более того, вследствие увеличения силы потребляемого тока по сравнению с нормой, двигатель будет еще больше перегреваться.

Так как мотор из-за ухудшения охлаждения и повышения силы тока сильно нагрет, температура картера ***(точки 10)***, также как и температура нагнетающей магистрали ***(точка 11)***, возрастут.

Заметим, наконец, что полный перепад температур на конденсаторе будет также аномально высоким, потому что температура конденсации будет гораздо выше (в соответствии с ростом давления конденсации), чем температура воздуха на входе в конденсатор.

Замечание 1. Чтобы отличить неисправность типа "чрезмерная заправка" от неисправности, обусловленной наличием в хладагенте неконденсирующихся примесей, часто возникает необходимость проверки наличия таких примесей (*см. раздел 24 "Проверка наличия в контуре неконденсирующихся примесей"*).

Итак, примем за правило – никогда не запускать холодильный агрегат после остановки (особенно, если он неисправен) до того, как смонтированы манометры и выяснен вопрос о том, взаимосвязана ли температура, соответствующая показанию манометра ВД, с температурой воздуха на входе в конденсатор.

ВНИМАНИЕ! Не путайте чрезмерную заправку с наличием в контуре неконденсирующихся примесей.

Замечание 2. Если факт чрезмерной заправки установлен, значит ремонтник должен слить часть хладагента из контура.

Вплоть до начала 90-х годов на холодильных установках свободно практиковался сброс хладагента в атмосферу без принятия специальных мер предосторожности. Однако хлорфторуглероды (CFC) создали такие проблемы для окружающей среды, главным образом в части влияния на толщину озонового слоя, защищающего Землю от некоторых видов ультрафиолетового излучения, что в кратчайший срок были приняты очень жесткие и суровые ограничения в этом вопросе *(см. раздел 58.)*.

В результате необходимо быть готовыми к значительным переменам, которые наступят в вашей повседневной работе, в частности, к использованию и широкому распространению средств и техники, обеспечивающих слив хладагентов без их выброса в атмосферу (эта техника изучается в разделе 57 "Проблема слива хладагентов").

23.2. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

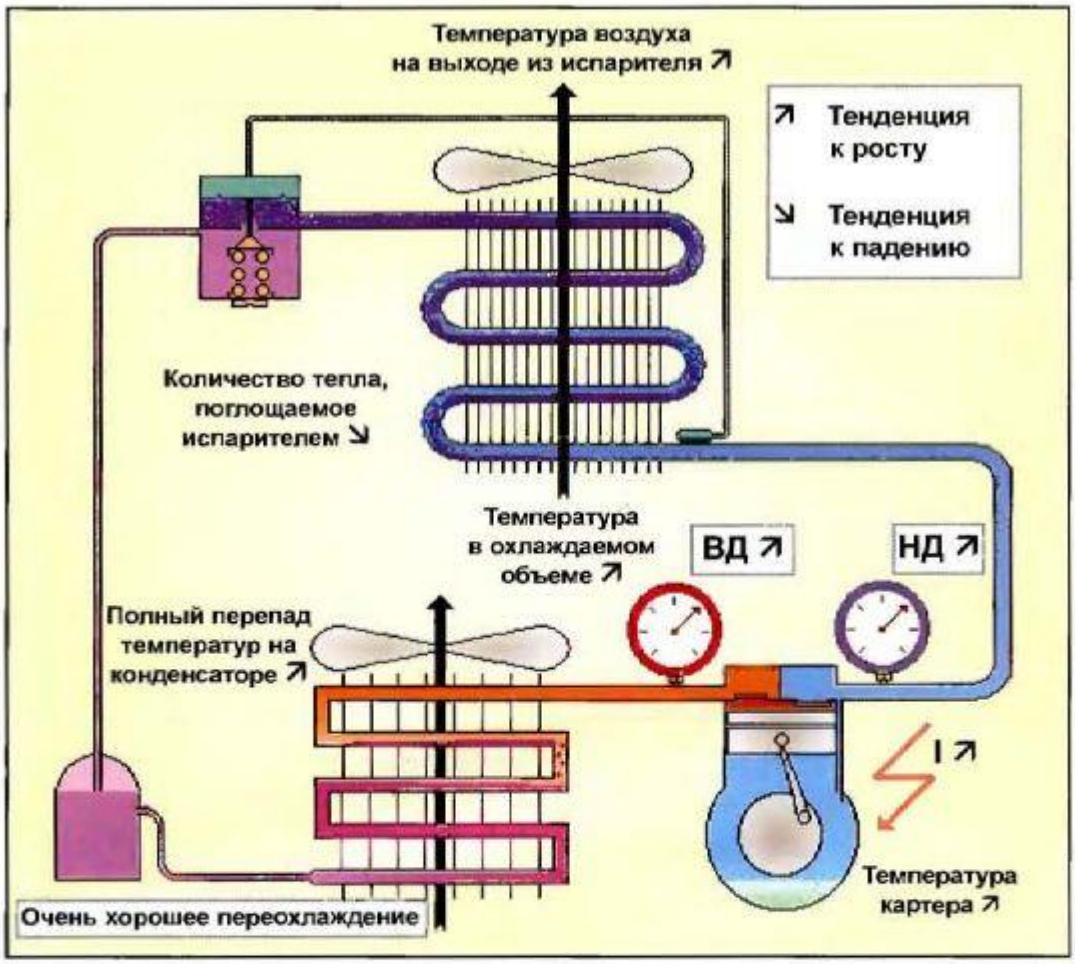


Рис. 23.5.

ВНИМАНИЕ! Не путайте неисправность "избыток хладагента" с неисправностью "неконденсируемые газы", рассматриваемой в разделе 25.

Для оценки переохлаждения при использовании:
Хладагентов категории ГХФУ с большим температурным глайдом см. раздел 58.
R407C см. раздел 102.2.
R410A см. раздел 102.3.

23.3. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Рис. 23.6.

Неисправности, приводящие к росту давления конденсации, сравнительно легко распознаются.

- **Посредственное переохлаждение означает слишком слабый конденсатор (очень часто конденсатор просто грязный).**
- **Хорошее переохлаждение означает либо чрезмерную заправку, либо наличие в хладагенте неконденсирующихся примесей.**

Избыток хладагента в установках с конденсаторами водяного охлаждения см. в разделе 68.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 23 Чрезмерная заправка (149-156) стр 1
Прочитай внимательно страницу. Раздел А Имеем чрезмерно большое количество хладагента внутри контура!
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (149) Избыток чрезмерной заправки хладагента в контуре накапливается в
+ конденсаторе
- жидкостном ресивере
Вопрос 2(149) Уровень жидкости в конденсаторе при чрезмерной заправке
+ увеличивается
- уменьшается
Вопрос 3(149) Давление конденсации при чрезмерной заправке будет
+ расти
- снижаться
Вопрос 4(149) Переохлаждение жидкости замеренное на выходе из ресивера будет
+ аномально высоким
- аномально низким
Пункт 23 Чрезмерная заправка (150) стр 2
Прочитай внимательно страницу. Раздел Б Система Испаритель-КМ
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (150) Снижение массового расход газа компрессором происходит вследствие
+ Нахождению газов с повышенным давлением в мертвой точке поршня
- Нахождению газов с повышенным давлением в нижней точке поршня цилиндра
Вопрос 2 (150) Установка может быть выключена по команде предохранительного реле
+ ВД
- НД
Вопрос 3 (150) Работа ТРВ может привести к
+ пульсациям в испарителе
- пульсациям в конденсаторе
Пункт 23 Чрезмерная заправка (151) стр3
Прочитай внимательно страницу 151 раздел В Проявления в КМ.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (151) Если давление конденсации растет то давление всасывания при этой неисправности
+ имеет тенденцию к повышению
- имеет тенденцию к понижению
Вопрос 2 (151) Ток потребляемый Км при чрезмерной заправке
+ становится гораздо большим
- становится гораздо меньшим
вопрос 3 (151) Что происходит с охлаждением мотора при чрезмерной заправке
+ будет ухудшаться
- будет улучшаться
Вопрос 4 (151) Температура картера КМ будет
+ возрастать
- понижаться
Пункт 25 Чрезмерная заправка (Обобщение симптомов и алгоритм диагностирования 153-154) стр 4
Проанализируй рисунок обобщение симптомов чрезмерной заправки
Рис23.2
проанализируй и запиши в тетрадь лекций алгоритм диагностирования
рис23.3
ответь на вопросы для продолжения лекции

Вопрос 1(стр4) Выбери правильный ответ на неисправность Чрезмерная заправкаи согласно рисунка обобщения симптомов:
Давление на высокой и низкой стороне
+ Повышается
- Падает
Вопрос 2(стр4) Выбери правильный ответ на неисправность Чрезмерная заправка согласно рисунка обобщения симптомов:
Перегрев в испарителе
+ Нормальный или даже пониженный
- Повышенный
Вопрос 3(стр4) Полный перепад на конденсаторе при наличии Неконденсирующихся примесей
+ Возрастает
- Понижается
Вопрос 4(стр4) Какой параметр характеризует чрезмерную заправку
+ переохлаждение
- перегрев
Стр 5 Окончание
Данная лекция №14 является последней в день прохождение данного материала.
Окончание последней лекции в 15-40.
На этот момент необходимо пройти все этапы лекций с правильными ответами до конца лекции, чтоб она считалась выполненной. Выполнить СР №4 Неисправность Слабый испаритель. Для написания ответов воспользуйтесь пособием Слабый испаритель.
Убедительная просьба во время лекций принимать активное участие в исполнении материала.

Лекция №15 Слабый Конденсатор.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.26 (стр 168-173)

26. СЛИШКОМ СЛАБЫЙ КОНДЕНСАТОР
26.1. АНАЛИЗ СИМПТОМОВ

В соответствии с заголовком данного раздела, условимся называть понятием "*слишком слабый конденсатор*" все неисправности, приводящие к аномальному снижению мощности конденсатора.

Чтобы проанализировать возможные проявления этого семейства неисправностей на различных участках холодильного контура, ***мы в качестве примера будем рассматривать конденсатор, у которого сильно загрязнено оребрение.***

А) Проявления в системе компрессор/конденсатор

Поскольку оребрение конденсатора сильно загрязнено, теплообмен между хладагентом и воздухом, продуваемым через конденсатор, становится очень плохим.

Снижение интенсивности теплообмена приводит к значительному уменьшению мощности конденсатора и плохому охлаждению паров хладагента. В результате температура конденсации повышается.

Из-за повышения температуры конденсации манометр ВД показывает аномальный рост давления конденсации ***(поз. 1 на рис. 26.1)***. Следовательно, полный температурный напор между температурой наружного воздуха и температурой конденсации становится весьма значительным ***(поз. 2)***.

Заметим, что даже легкое загрязнение конденсатора может снизить его мощность на 10..30 % только по причине падения коэффициента теплообмена без какого-либо заметного влияния на расход воздуха.

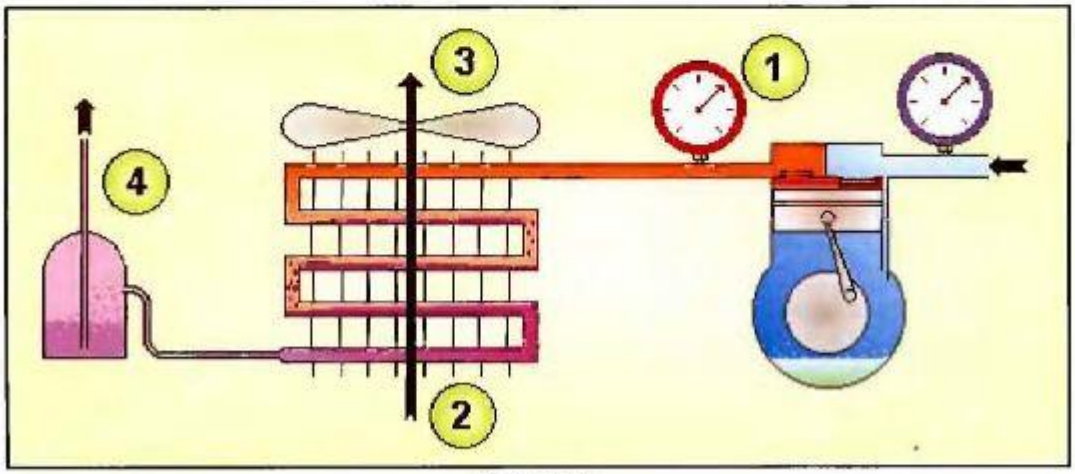


Рис. 26.1.

Ввиду ухудшения теплообмена между хладагентом и воздухом из-за загрязнения ребер, наружный воздух, проходя через конденсатор, нагревается слабо, его температура на выходе из конденсатора ***(поз. 3)*** падает, что приводит к снижению перепада температур воздуха.

Нехватка мощности конденсатора обусловливает плохую конденсацию паров.

Это означает, что *переохлаждение жидкости*, измеренное на выходе из конденсатора ***(поз. 4)***, *будет сильно уменьшаться*, вплоть до полного отсутствия.

В предельных случаях можно даже наблюдать прохождение паровых пузырей в смотровом стекле, хотя заправка хладагента абсолютно нормальная.

Б) Проявления в системе ТРВ/испаритель

При росте давления конденсации пары, заключенные во вредном пространстве цилиндра, когда поршень находится в верхней мертвой точке, создают более высокое, по сравнению с нормальным, давление, что вызывает снижение массового расхода всасываемого компрессором хладагента и, следовательно, падение холодопроизводительности (*см. раздел 9 "Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность"*).

Из-за снижения холодопроизводительности температура охлаждаемого помещения повышается, что особенно заметно с наступлением первого тепла. Это приводит к тому, что клиент обращается к ремонтнику, потому что "стало слишком жарко" (в пределе, установка может быть выключена предохранительным реле ВД).

Поскольку температура в охлаждаемом объеме растет, температура воздуха на входе в испаритель ***(поз. 5 на рис. 26.2)*** также повышается.

Из-за повышения температуры воздуха на входе в испаритель и одновременного снижения холодопроизводительности, температура воздушной струи на выходе из испарителя ***(поз. 6)*** тоже повышается.

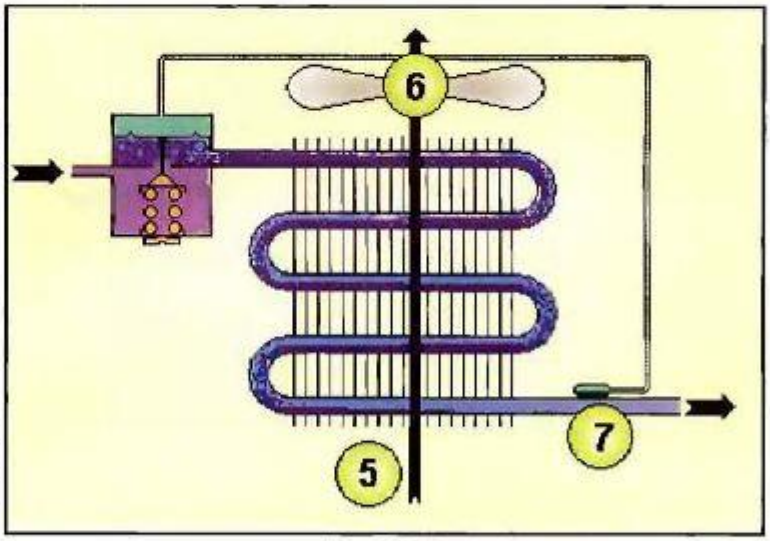


Рис. 26.2.

Так как давление конденсации возросло, производительность ТРВ увеличилась (*см. раздел 8.1 "Производительность ТРВ"*), хотя холодопроизводительность испарителя упала.

Из-за того, что ТРВ пропускает больше хладагента, чем может выкипеть в испарителе, в отдельных случаях *могут начаться* пульсации ТРВ, при этом перегрев, измеряемый термобаллоном ***(поз. 7)***, будет нормальным или даже пониженным.

В) Проявления в компрессоре

Энергия, которую потребляет приводной электродвигатель компрессора из электросети, главным образом зависит от величины давления нагнетания, препятствующего подъему поршня в цилиндре во время такта сжатия паров (*см. раздел 10 "Влияние величины давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора"*).

Неисправность типа "слишком слабый конденсатор" вызывает рост давления нагнетания, следовательно электродвигатель должен передавать компрессору больше энергии и потреблять из сети силу тока большей величины *(см. **поз. 8** на рис. 26.3)*.

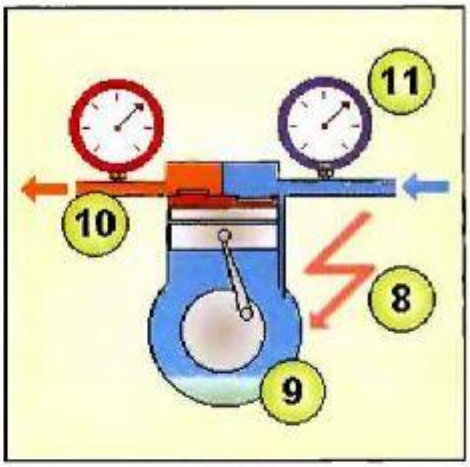


Рис. 26.3.

Однако охлаждение герметичных или бессальниковых компрессоров обеспечивается всасываемыми парами.

Поскольку из-за роста давления нагнетания массовый расход падает, количество паров, поступающее в магистраль всасывания, снижается и охлаждение ухудшается.

Так как одновременно растет потребляемый электродвигателем ток, нагрев электродвигателя еще больше увеличивается. Теперь электродвигатель будет сильнее нагреваться и хуже охлаждаться, поэтому температура картера компрессора ***(поз. 9)*** будет гораздо выше нормальной, также как и температура газа в нагнетающей магистрали ***(поз. 10)***.

Наконец, в связи со снижением массового расхода, компрессор всасывает паров меньше, чем обычно, и в результате давление кипения тоже растет ***(поз. 11)***.

Г) Две разновидности неисправности типа "слишком слабый конденсатор"

Неисправность типа "слишком слабый конденсатор" подразделяется на две основные категории, которые главным образом отличаются по величине перепада температур воздуха на выходе из конденсатора и входе в него.

Есть еще третья разновидность этой неисправности, которая дает те же основные симптомы. Все эти неисправности, обусловленные повышенной температурой воздуха на входе в конденсатор, будут рассмотрены нами более подробно в разделе 26.5 "Практические аспекты устранения неисправности".

1) Недостаточный расход воздуха через конденсатор

Падение расхода воздуха через конденсатор приводит к снижению скорости молекул воздуха, проходящих через конденсатор.

Одновременно растет температура трубок и ребер конденсатора из-за того, что температура конденсации повышена.

Снижение скорости воздуха при его прохождении через конденсатор обусловливает *более длительный* контакт молекул воздуха с теплообменной поверхностью конденсатора, *нагретой сильнее, чем обычно.*

Вследствие этого подогрев воздуха увеличивается и его температура на выходе из конденсатора θs увеличивается *(см. рис. 26.4)*.

Следовательно, перепад между температурой воздуха на выходе из конденсатора и температурой на входе в него θs – θe повышается, и этот перепад будет тем больше, чем сильнее падает расход воздуха.

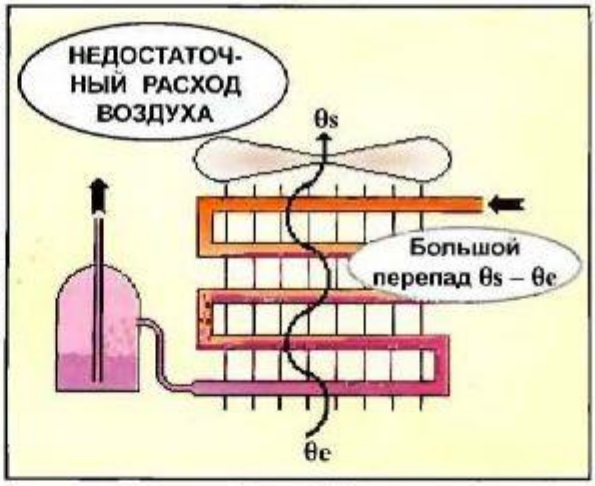


Рис. 26.4.

2) <u>Загрязненный конденсатор</u>

Если конденсатор грязный, теплообмен между хладагентом и воздухом ухудшается, так как грязь, покрывающая трубки и ребра конденсатора, играет роль теплоизоляции.

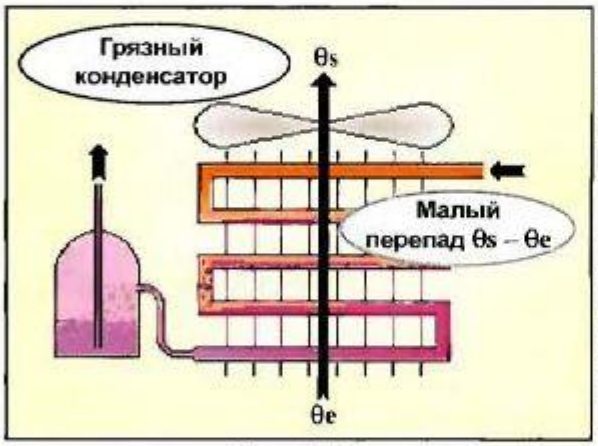


Рис. 26.5.

В результате снижения эффективности теплообмена воздух, проходящий через конденсатор, нагревается хуже и его температура, измеренная на выходе из конденсатора, падает *(см. рис. 26.5)*.

Таким образом, в отличие от случая с недостатком расхода воздуха через конденсатор, загрязненная поверхность конденсатора приводит к снижению величины подогрева воздуха, проходящего через конденсатор, а следовательно, и уменьшению величины перепада температур (θs – θe).

Примечание. Эти теоретические рассуждения относительно температурного перепада Δθ для воздуха не следует строго принимать для практического использования и рассматривать как основной инструмент диагностики конденсаторов с воздушным охлаждением, поскольку на практике довольно сложно правильно замерить температуру воздушной струи на выходе из конденсатора (если речь не идет о вентиляционной сети с воздуховодами) и в большинстве случаев состояние чистоты оребрения ремонтник может определить *визуально*.

Однако указанные соображения относительно перепада Δθ могут сослужить огромную службу в случае, если установка оборудована конденсатором с водяным охлаждением, поскольку они позволяют абсолютно уверенно определить, имеется ли недостаток расхода воды и покрыт ли водяной тракт отложениями или накипью.

Методы устранения неисправностей в конденсаторах водяного охлаждения в случаях низкого расход воды или загрязненного конденсатора см. в разделе 68.

26.2. ОБОБЩЕНИЕ СИМПТОМОВ

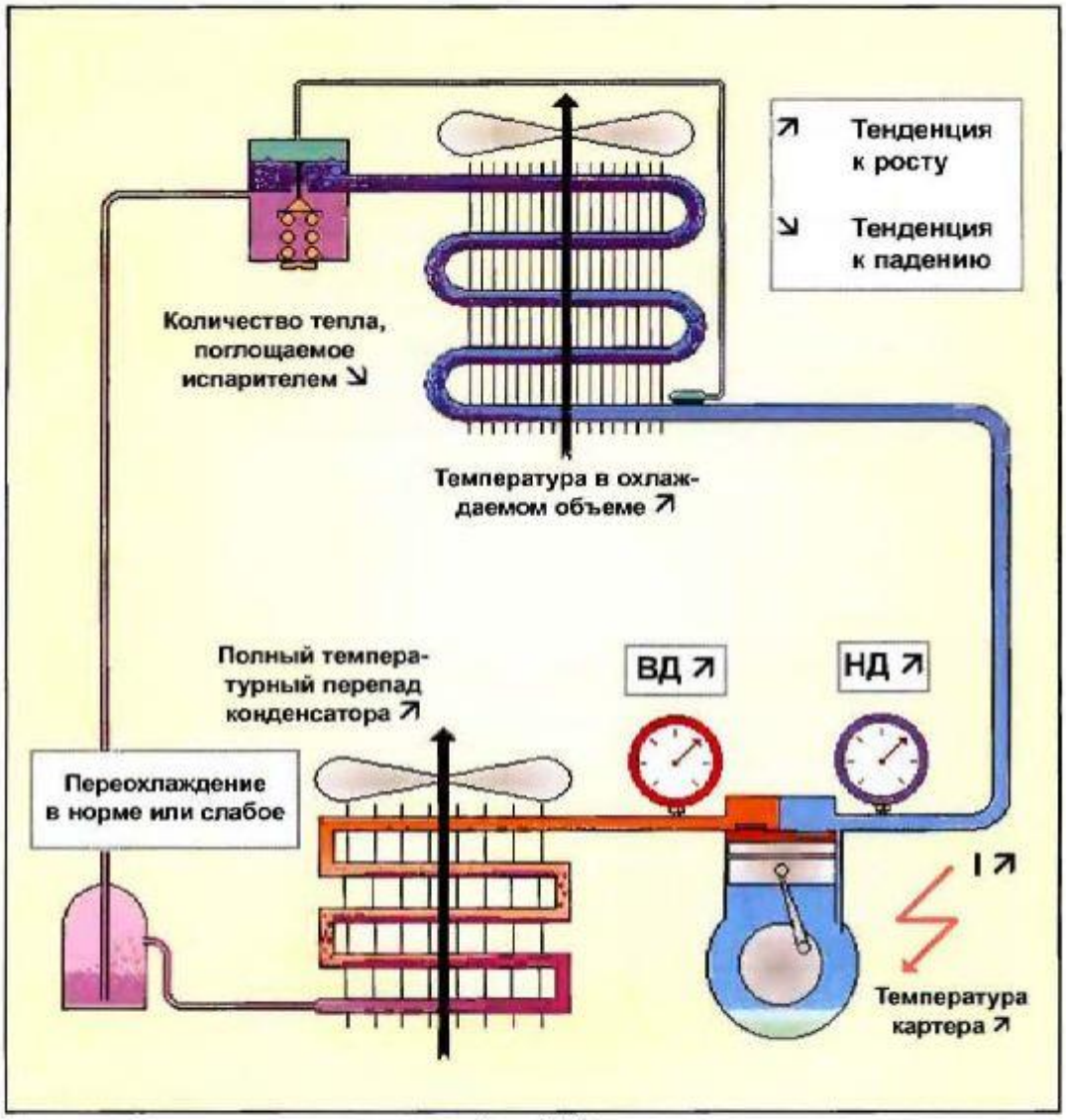


Рис. 26.6.

Для оценки переохлаждения при использовании:
Хладагентов категории ГХФУ с большим температурным глайдом см. раздел 58.
R407C см. раздел 102.2.
R410A см. раздел 102.3.

26.3. АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Рис. 26.7.

Неисправность типа "слишком слабый конденсатор" выявляется относительно просто: это единственная неисправность, при которой одновременно растет давление конденсации и ухудшается переохлаждение.

Неисправность типа "грязный конденсатор водяного охлаждения" см. в разделе 68.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 20 Слабый КД, Анализ симптомов (168) стр 1
Прочитай внимательно страницу. Раздел А
По окончании чтения страницы ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (168) При загрязнение ребер КД теплообмен между воздухом и хладагентом становится
+плохим
- хорошим
Вопрос 2(106) Температура воздуха на выходе из КД
+ падает
- повышается
Вопрос 3(168) Температура конденсации повышается вследствие
+ снижения интенсивности теплообмена в КД
- уменьшение мощности КД
Вопрос 4(168) Полный перепад между температурой наружного воздуха и температурой конденсации
+ становится весьма значительным
- становится весьма незначительным
Пункт 20 Слишком слабый испаритель Анализ симптомов (169) стр 2
Прочитай внимательно страницу. Раздел Б
По окончании чтения страницы ответить на 3 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (169) В КД происходит аномальный рост
+ давления
- массы хладагента
Вопрос 2 (169) Температура воздушной струи на выходе из испарителя
+ повышается
- понижается
Вопрос 3 (168) Перегрев термобаллона ТРВ будет
+ нормальным или даже пониженным
- нормальным или даже повышенным
Пункт 20 Слишком слабый испаритель Анализ симптомов (170) стр3
Прочитай внимательно страницу. Раздел В
По окончании чтения страницы Раздела В ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (170) Сила тока потребляемая электродвигателем КМ будет
+ большей величины
- меньшей величины
Вопрос 2 (170) Энергия потребляемая электродвигателем КМ зависит от
+ величины давления нагнетания
- величины давления всасывания
вопрос 3 (170) Герметичные или полугерметичные КМ охлаждаются парами
+ на всасывании
- на нагнетании
Вопрос 4 (170) Температура картера КМ будет нормально выше вследствие
+нагрева электродвигателя
+ плохого охлаждения электродвигателя
- увеличение тока электродвигателя
Пункт 20 Слишком слабый испаритель Анализ симптомов (171) стр 4
Прочитай внимательно страницу. Раздел Г
По окончании чтения страницы ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1(170) Недостаточный расход воздуха через КД приводит к
+ Снижению скорости молекул воздуха

- Снижению скорости молекул воды
Вопрос 2(170) Перепад температур воздуха на КД при недостаточном расходе становится
+сильнее, чем он больше увеличивается
- сильнее, чем он меньше увеличивается
Вопрос 3(170) Загрязнение КД наружной поверхности приводит к
+ снижению величины подогрева воздуха, а следовательно и уменьшению величины перепада температур
- снижению величины подогрева воздуха, а следовательно и увеличению величины перепада температур
Пункт 26 Слишком КД (Обобщение симптомов и алгоритм диагностирования 172-173) стр 5
Изучи внимательно страницу
Рис26.2
Зарисуй в тетрадь алгоритм диагностирования Неисправность Слишком слабый КД в тетрадь для лекций
Рис 26.3
ЗАТЕМ ОТВЕТЬ НА ВОПРОСЫ ДЛЯ ПЕРЕХОДА НА СЛЕДУЮЩУЮ СТРАНИЦУ
Вопрос 1(стр5) Выбери правильный ответ на неисправность Слабый испаритель согласно рисунка обобщения симптомов:
Давление на высокой и низкой стороне
+ Повышается
- Падает
Вопрос 2(стр5) Выбери правильный ответ на неисправность Слабый КД согласно рисунка обобщения симптомов:
Перегрев в испарителе
+ Пониженный
-Повышенный

Вопрос 3(стр5) Слабый перепад температур воздуха на КД говорит о том, что
+ КД загрязнен
- Недостаточный расход воздуха через КД
Вопрос 4(стр5) Высокий перепад температур на испарителе характерен для
+ КД, имеющего пониженный расход воздуха
-КД сильно загрязнен
Стр 6 Окончание
После прохождения данной лекции №15 необходимо пройти следующую лекцию №16. Предварительно отдохнув на перемене. Так как следующая лекция №16 станет доступной в 10 часов.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи в изучении материала!

Лекция №16 Слабый КД (Практические аспекты)
Пункт 26.5 Практические аспекты (стр175-186)

26.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ

Напомним, что неисправность типа "слишком слабый конденсатор" подразделяется на две основные разновидности, одна из которых характеризуется *недостатком расхода воздуха* (с большим перепадом температур воздуха), а другая – *загрязнением конденсатора* (с малым перепадом температур воздуха). В настоящем разделе мы рассмотрим еще и третью разновидность этой неисправности, характеризующуюся *высокой температурой воздуха на входе в конденсатор*.

Следовательно, неисправность типа "слишком слабый конденсатор" может обусловливаться множеством различных причин, которые дают одни и те же общие симптомы. **Рассмотрим некоторые из этих причин.**

1. Загрязнение трубок и ребер конденсатора

Конденсаторы с воздушным охлаждением в качестве средства охлаждения, обеспечивающего конденсацию хладагента, используют атмосферный воздух, поэтому часто они устанавливаются вне помещений и оказываются подверженными воздействию наружного воздуха (загрязненного пылью, пухом и т.п.).

Тяжелые условия работы таких конденсаторов приводят к тому (это хорошо известно ремонтникам), что чем с меньшей регулярностью конденсаторы очищаются от грязи, тем чаще возникает данная неисправность.

2. Неудачное размещение конденсатора с воздушным охлаждением

При установке конденсатора с воздушным охлаждением следует особо внимательно отнестись к выбору места его размещения, поскольку в противном случае вы можете столкнуться с крайне нежелательными и неприятными сюрпризами.

Рис. 26.9.

Например, устанавливая конденсатор на крыше или террасе, избегайте такого его расположения, при котором он будет всасывать (непосредственно, или в результате действия господствующих ветров) выбросы из соседних помещений, особенно, если речь идет о жирных и грязных дымах (кухонная вытяжка ресторана) или горячем воздухе (трубы бойлерных, котельных, каминов и т.д., *см. рис. 26.9*).

Что касается жирных кухонных испарений, то они оседают на всех поверхностях оребрения конденсатора как снаружи, так и в глубине, что способствует прилипанию пыли и ускоряет загрязнение. Очистка такого конденсатора становится очень тяжелой и часто требует применения специальных средств и моющих материалов.

Внимание! Никогда не используйте для очистки средства, нагретые до высокой температуры. В противном случае, давление в конденсаторе может вырасти настолько сильно, что вызовет, в зависимости от мощности установки, либо срабатывание предохранительного клапана, либо разрушение предохранительной заглушки.

Если жирные дымы ускоряют загрязнение, горячие дымы, повышая температуру воздуха на входе в конденсатор, могут вызвать аномальный рост давления конденсации (заметим, что дымы котельных имеют температуру свыше 200°С и, кроме того, они могут привести к повышенной скорости коррозии конструкционных материалов конденсатора).

Другим примером размещения конденсатора, могущего привести к возникновению проблем, является его установка вблизи деревьев, тень от которых защищает конденсатор от солнечных лучей в жаркие часы летних дней *(см. рис. 26.10)*.

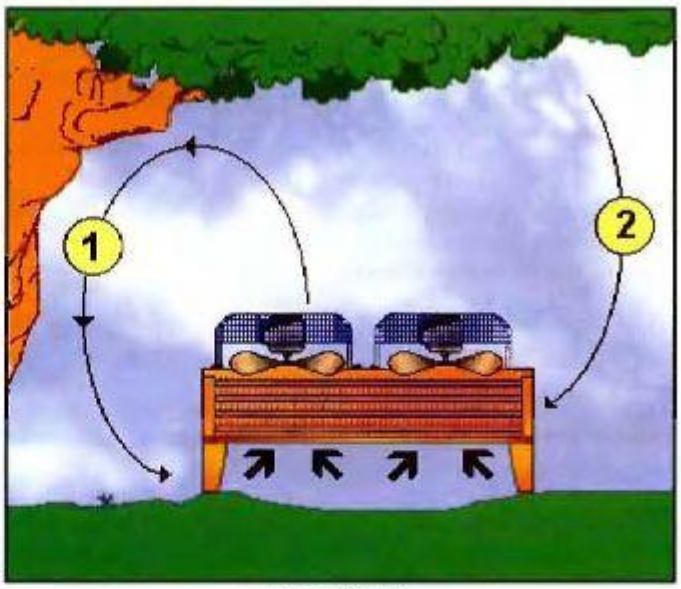


Рис. 26.10.

Такое размещение может полностью защитить конденсатор от солнечных лучей летом, если только есть гарантия того, что горячий воздух, нагнетаемый вентилятором и выходящий из конденсатора, не возвратится, отразившись от листвы, на вход в конденсатор ***(траектория 1)***, в результате чего очень быстро возрастет давление конденсации и сработает предохранительное реле давления.

Более того, при работе установки в период межсезонья, падающие осенью листья с деревьев никоим образом не должны попадать на вход в конденсатор ***(траектория 2)***, иначе они быстро забьют конденсатор, сильно сокращая как расход воздуха, так и поверхность теплообмена, что приведет к значительному росту ВД.

Заметим также, что во время выбора места для конденсатора с воздушным охлаждением необходимо подумать и об охране окружающей среды (в частности, имея в виду нежелательные шумы, производимые конденсаторами, которые расположены в непосредственной близости от жилых помещений).

Если установка предназначена для круглосуточной работы, необходимо также принять в расчет и местные климатические условия.

Например, обильные снегопады в горных районах могут полностью засыпать конденсатор и перекрыть всасывание воздуха; паводок расположенной поблизости реки может совсем его затопить...

3. Вентилятор конденсатора вращается не в ту сторону

Какой бы ни была конструкция конденсатора с воздушным охлаждением (осевой или центробежный вентилятор), разработчик всегда предусматривает вполне определенное направление вращения вентилятора.

Чтобы на практике обеспечить достижение всех характеристик, заявленных в техническом описании конденсаторов, необходимо строго соблюдать указания разработчика относительно направления вращения вентилятора...

Так, например, направление движения воздуха, обдувающего конденсатор, выбирается конструктором, чтобы улучшить переохлаждение (более холодный воздух вначале обдувает нижнюю часть конденсатора, в которой находится жидкий хладагент) и (или) повысить коэффициент теплообмена, предусмотрев движение хладагента и охлаждающего воздуха по принципу противотока.

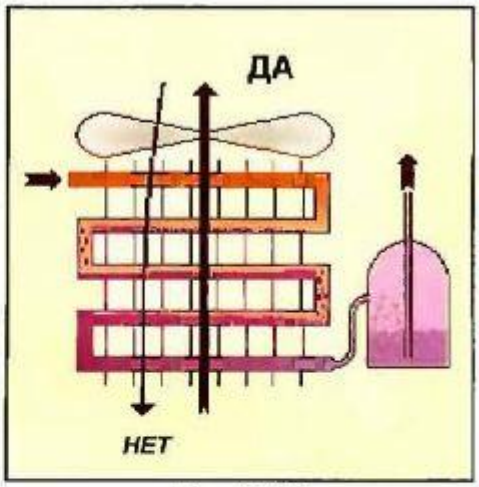


Рис. 26.11.

В результате направление движения воздуха, предписанное конструктором конденсатора, должно строго соблюдаться, в противном случае мощность конденсатора окажется гораздо ниже заявленной. Недостаток мощности при работе конденсатора приведет к заметному снижению полного температурного перепада со всеми признаками неисправности типа "слишком слабый конденсатор", особенно с наступлением первых теплых дней *(см. рис. 26.11)*.

Если конденсатор оборудован осевым вентилятором, то при его вращении в обратную сторону направление движения воздуха через конденсатор также меняется на противоположное, что приводит к появлению описанных выше признаков.

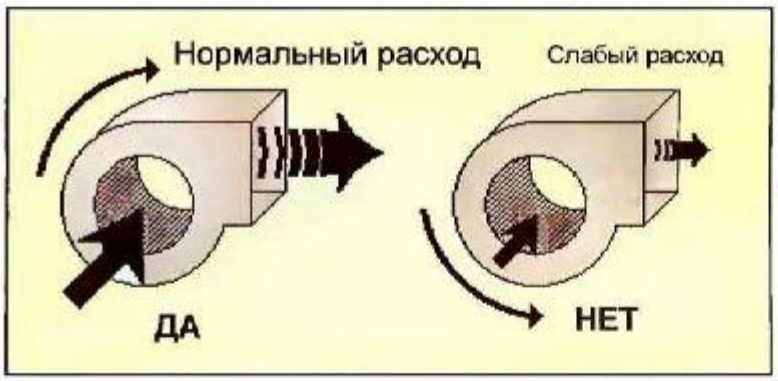


Рис. 26.12.

Контроль и ремонт такого дефекта относительно просты, так как направление движения воздуха в конденсаторе с осевым вентилятором зависит только от направления вращения двигателя.

С другой стороны, если конденсатор оборудован вентилятором центробежного типа, **направление циркуляции воздуха не зависит от направления вращения двигателя**, поскольку в центробежном вентиляторе всасывание всегда происходит в центре улитки, каким бы ни было направление вращения.

Если центробежный вентилятор вращается в обратную сторону, направление движения воздуха не меняется, однако расход воздуха резко падает, что приводит к появлению признаков неисправности типа "слишком слабый конденсатор", обусловленной недостаточным расходом воздуха (см. рис. 26.12).

Следовательно, контроль направления вращения должен проводиться визуально и не может быть произведен как для осевого вентилятора, полагаясь только на направление движения воздуха.

Наконец, следует отметить явление, которое может произойти, если конденсатор, оборудованный осевым вентилятором, не защищен от воздействия сильных ветров, дующих иногда в той или иной местности...

5. Мотор, предназначенный для работы на частоте 60 Гц, запитан напряжением с частотой 50 Гц

Еще раз напомним, что скорость вращения электродвигателя переменного тока зависит от частоты напряжения в питающей сети.

Так, двигатель, изготовленный в США и рассчитанный на 1720 об/мин при частоте 60 Гц, будучи запитанным из сети с частотой 50 Гц, вращается медленнее и дает только 1440 об/мин (падение числа оборотов составляет 17%).

В этом случае необходимо обратить внимание на табличку, которая прикреплена к корпусу мотора, и на которой указаны номинальные условия его работы. Если английский текст имеет указание "60 cps" (то есть 60 циклов в секунду – Cicle Per Second), ремонтник быстро поймет причину недостаточного расхода воздуха через конденсатор.

6. Между конденсатором и вентилятором существует дополнительный подвод возуха

Имея в виду, что такой дефект может возникнуть при любом типе вентилятора и его расположении (осевой или центробежный, всасывающий или обдувающий), мы в качестве примера рассмотрим центробежный всасывающий вентилятор *(см. рис. 26.13)*.

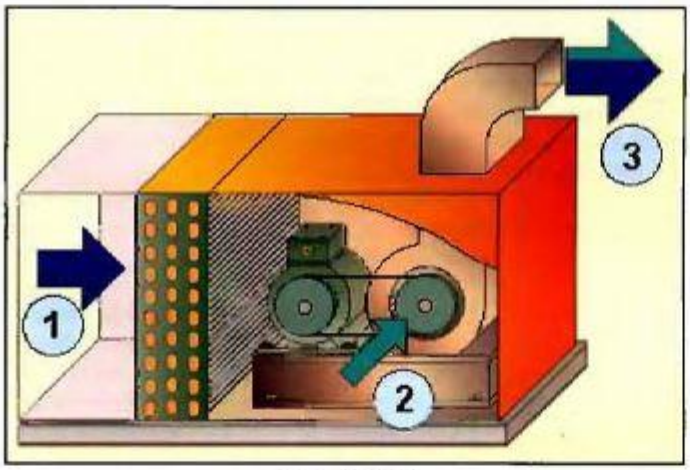


Рис. 26.13.

При нормальной работе вся масса воздуха, которая выходит из короба вентилятора ***(точка 3)***, предварительно проходит через конденсатор ***(точка 1)***.

Если между этими двумя агрегатами существует дополнительный приток воздуха (плохо закрытая панель воздуховода, порвана уплотнительная прокладка...), какое-то количество воздуха всасывается вентилятором непосредственно, не проходя через конденсатор ***(точка 2)***.

Заметим, что при этом расход воздуха в струе на выходе из вентилятора может казаться совершенно нормальным, потому что в любом случае он равен расходу воздуха, *действительно прошедшего через конденсатор* ***(точка 1)*** *плюс добавочный расход* ***(точка 2)***.

В соответствии с величиной дополнительного притока воздуха, снижение расхода воздуха, обдувающего конденсатор, может оказаться достаточным, чтобы вызвать аномальный рост давления конденсации, сопровождаемый всеми признаками неисправности типа "слишком слабый конденсатор".

7. Колесо или винт вентилятора проскальзывает на своей оси

Этот дефект обычно присущ небольшим вентиляторам, у которых крепление винта к оси осуществляется с помощью простого стопорного болтика.

Выявить такой дефект можно очень быстро с помощью визуального контроля, тем более, что, как правило, он сопровождается тревожным шумом, обусловленным тем, что винт вентилятора "болтается" на оси мотора.

9. Возврат нагретого воздуха на вход в конденсатор

Эта проблема уже рассматривалась нами в начале настоящего раздела, когда речь шла о конденсаторе, расположенном под деревом, листва которого вызывает возврат горячего воздуха.

Существует очень много других примеров создания вредных вторичных потоков горячего воздуха, попадающего на вход в конденсатор.

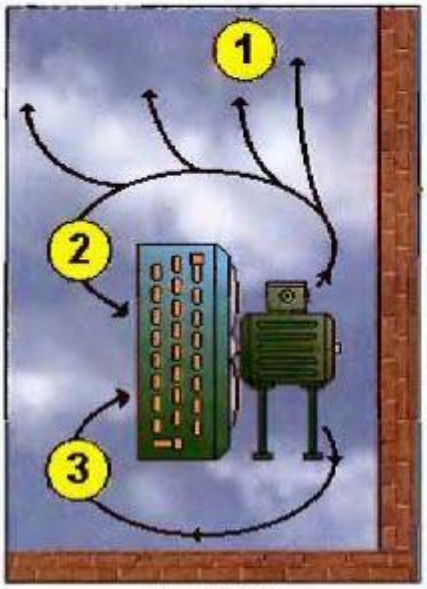


Рис. 26.16.

В примере *на рис. 26.16* конденсатор с горизонтальной струей воздуха на выходе установлен очень близко к стене *с нарушениями инструкций разработчика.*

Значительная часть горячего воздуха, выходящего из этого конденсатора, поднимается вдоль стены и вполне нормально удаляется в атмосферу ***(траектория 1)***, однако многочисленные воздушные струйки, отражаясь от стены, вновь попадают на вход в конденсатор ***(траектории 2 и 3)***, где существует небольшое разрежение.

Этот нагретый воздух, повторно попавший в вентилятор, искусственно повышает среднюю температуру окружающей среды.

Поскольку температура воздуха на входе в конденсатор повышается, то и на выходе из него она также обязательно повышается (на величину перепада температур воздуха).

Но часть этого более горячего воздуха вновь возвращается на вход в конденсатор и, следовательно, опять повышает температуру (и так далее...).

Таким образом, температура воздуха на входе в конденсатор очень быстро становится заметно выше реальной наружной температуры, вызывая заметное повышение давления конденсации.

Другой случай попадания нагретого воздуха на вход в конденсатор может реализоваться, если несколько конденсаторов установлены в ряд, друг за другом, и воздух, выходящий из одного конденсатора, имеет возможность попадания на вход другого.

Так, в примере *на рис. 26.17* конденсатор №1 всасывает воздух с нормальной температурой ***(поз. 1)***, что позволяет поддерживать вполне нормальное значение давления конденсации.

С другой стороны, конденсатор №2, установленный очень близко, всасывает часть воздуха, выходящего из конденсатора №1 ***(поз. 2)***.

Рассмотрим данную ситуацию более подробно...

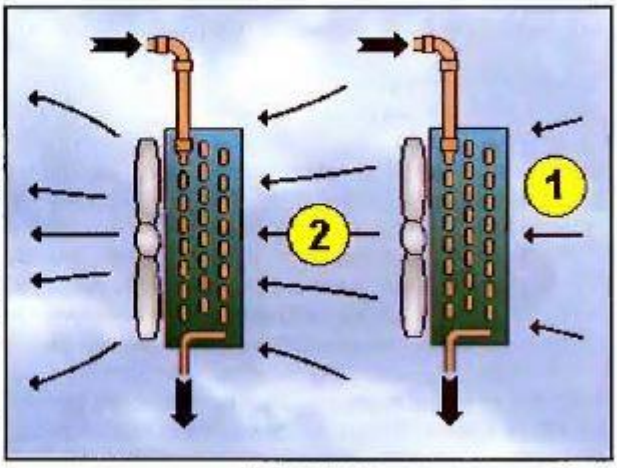


Рис. 26.17.

В качестве примера возьмем два одинаковых конденсатора, каждый из которых работает с температурным перепадом по воздуху $\Delta\theta_{возд}$ = 8 К и полным температурным напором $\Delta\theta_{исп}$ = 16 К, и которые установлены таким образом, что значительная часть воздуха, выходящего из конденсатора №1, всасывается конденсатором №2 *(см. рис. 26.18)*.

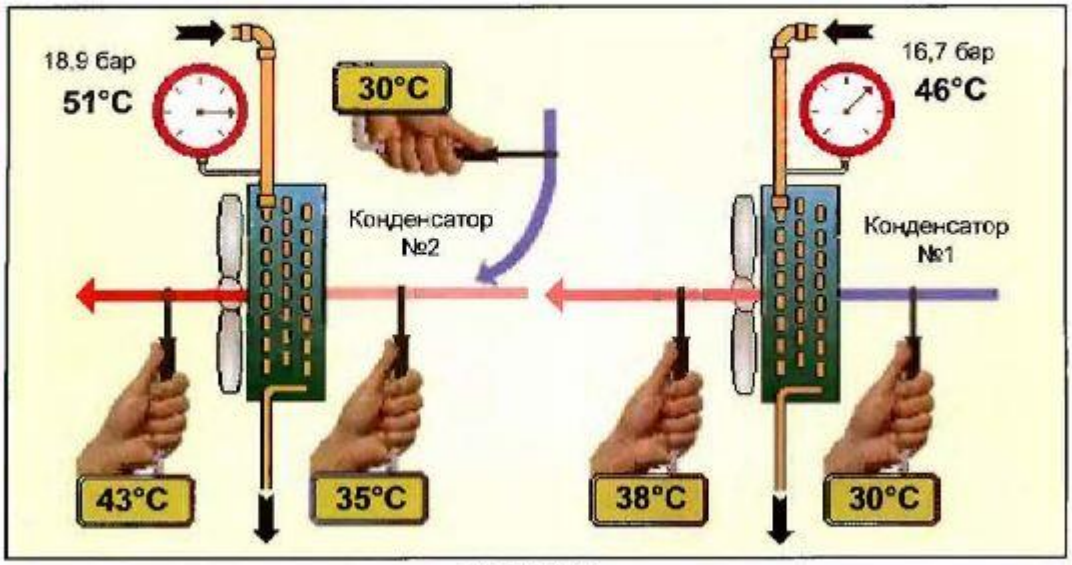


Рис. 26.18.

Пусть температура воздуха на входе в конденсатор №1 равна 30°C, тогда на выходе из него получим 30 + 8 = 38°C, а температура конденсации в конденсаторе №1 будет 30 + 16 = 46°C (т.е. давление конденсации ВД – 16,7 бар для R22, 20 бар для R404A и 27 бар для R410A).

Представим, что часть воздуха с выхода конденсатора №1 при температуре 38°C, смешиваясь с наружным воздухом при температуре 30°C, приобретает температуру 35°C и попадает на вход конденсатора №2.

Тогда температура воздуха на выходе из конденсатора №2 составит 35 + 8 = 43°C, температура конденсации в нем будет 35 + 16 = 51°C (т.е. давление конденсации ВД – 18,9 бар для R22, вместо предусмотренных 16,7 бар).

Заметив, что в контуре №2 давление конденсации аномально выросло, а переохлаждение незначительное, хороший ремонтник быстро сделает вывод о том, что конденсатор слишком слабый.

Поскольку температура снаружи равна 30°C, измерив температуру воздуха на выходе из конденсатора №2 и получив ее значение равным 43°C, не замечая при этом, что существует попадание нагретого воздуха на вход в конденсатор №2, он рискует сделать **ошибочный вывод** о значительной нехватке расхода воздуха, поскольку внешне температурный перепад по воздуху очень большой (13 К).

Следовательно, нужно быть очень осторожным в своих суждениях, так как повышенная температура воздуха на входе в конденсатор, независимо от причины этого повышения, может вызывать симптомы того, что конденсатор слишком слабый.

Заметим, что для конденсации при температуре 46°C при температуре на входе конденсатора №2, равной 35°C, потребовалось бы, чтобы полный перепад был равен 11 К, для чего был бы необходим гораздо более высокий расход воздуха, а также значительное увеличение теплообменной поверхности (то есть гораздо больший конденсатор).

Если вентилятор оборудован регулируемым шкивом, позволяющим менять расход воздуха, ремонтник может сделать это очень быстро, в противном случае эту неисправность устранить довольно сложно (*похожая ситуация детально рассмотрена в разделе 20.5 "Практические аспекты устранения неисправности" типа "слишком слабый испаритель"*).

12. Загрязнено большое число ребер конденсатора

Если ребра конденсатора сильно загрязнены, циркуляция воздуха в нем ухудшается, расход воздуха падает и мощность конденсатора снижается.

Более того, загрязнение ребер снижает поверхность теплообмена, что усиливает эффект падения мощности. Объединение этих двух явлений приводит к появлению всех общих признаков неисправности типа "слишком слабый конденсатор".

В этом случае ремонтник должен произвести визуальный осмотр ребер (как сзади, так и впереди конденсаторной батареи) и при необходимости тщательно вычистить загрязненные ребра при помощи специального гребня, шаг зубьев которого в точности соответствует расстоянию между ребрами.

Делать это нужно очень осторожно, так как кромки ребер представляют собой острые, как бритва, пластины.

13. Конденсатор подобран неправильно и его мощность недостаточна

Эту неисправность, к счастью довольно редкую, всегда очень сложно выявить, поскольку при этом необходмо осуществить проверку расчетов по подбору нужного конденсатора и выполнить тщательный анализ табличных данных для всех элементов установки.

14. Неисправен или неправильно настроен регулятор давления конденсации

Существует множество технологий для регулирования давления конденсации в установках с конденсаторами воздушного охлаждения, в том числе путем воздействия на хладагент *(см. раздел 36 "Регулирование давления конденсации. Анализ неисправностей")* и на расход воздуха (воздействуя непосредственно на вентиляторы или при помощи регулировочных заслонок).

После установки любой системы регулирования, вне зависимости от ее конструкции, ремонтник при поиске причины аномальных значений давления конденсации должен прежде всего убедиться, что используемая система регулирования полностью отвечает мощности применяемого конденсатора (например, все вентиляторы должны обеспечивать возможность вращения с максимальной скоростью; заслонки, если они существуют, должны иметь возможность полного открытия и т. д.).

Нужно также убедиться в том, что температура воздуха на входе в конденсатор нормальная. Выше мы видели (*см. раздел 26*), что высокая температура воздуха на входе в конденсатор также вызывает симптомы неисправности типа "слишком слабый конденсатор".

15. Не работает один из вентиляторов конденсатора

При повышении мощности конденсатора увеличиваются также и его размеры. Тогда появляется необходимость установки нескольких вентиляторов, чтобы обеспечить потребный расход воздуха.

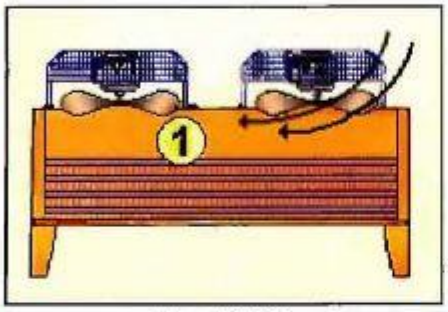


Рис. 26.21.

В примере *на рис. 26.21* конденсатор оборудован двумя осевыми вентиляторами **V1** и **V2,** *которые при повышении наружной температуры должны работать одновременно.*

В этот момент, если, например, вентилятор **V2** останавливается из-за какой-либо неисправности (обрыв обмотки, плохой электрический контакт, отключение с помощью реле тепловой защиты...), а вентилятор **V1** продолжает работать нормально, происходит резкое падение расхода воздуха, сбдувающего теплообменную поверхность конденсатора.

Заметим, что поскольку в зоне всасывания вентилятора **V1** имеется небольшое разрежение ***(поз. 1),*** значительное количество воздуха может проходить через лопасти вентилятора **V2,** вместо того, чтобы нормально пересекать конденсаторную батарею.

Этот паразитный расход может оказаться настолько существенным, что вызовет вращение вентилятора V2 в направлении, противоположном нормальному.

Неопытный ремонтник, ограничивающийся быстрым визуальным контролем вентиляторов (вместо того, чтобы измерить силу потребляемого тока), может ошибочно заключить, что вентилятор **V2** работает вполне нормально.

Такая неисправность может привести к столь значительному падению расхода воздуха, что появятся признаки неисправности типа "слишком слабый конденсатор".

16. Два вентилятора соединены последовательно

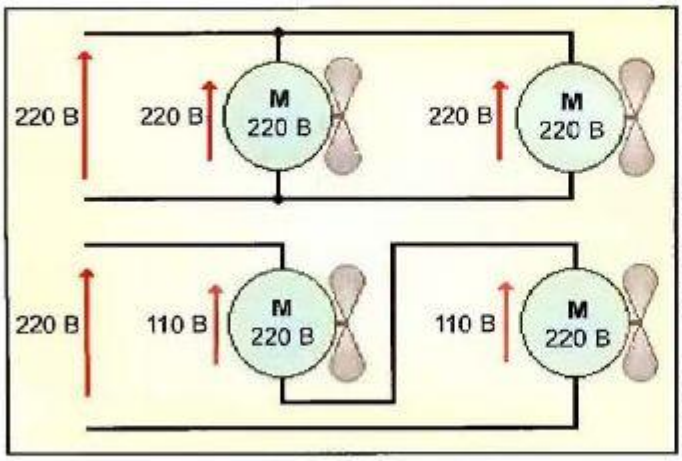


Рис. 26.22.

В примере *на рис. 26.22* конденсатор оборудован двумя вентиляторами, каждый из которых приводится в действие своим однофазным двигателем с напряжением питания 220 В.

Оба мотора должны обязательно соединяться параллельно, чтобы каждый из них был запитан напряжением 220 В, обеспечивающим их нормальную работу.

Если из-за ошибки монтажа при подключении моторы соединены последовательно, каждый из них находится под напряжением 110 В (вместо 220 В).

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
При чтении этого материала по данной неисправности рассмотрены различные случай в работе КД. Прочитаем пункт 1 и 2. По окончании чтения страниц разделов 1 и 2 ответить на 4 вопроса для перехода на следующую страницу
Вопрос 1! КД воздушного охлаждения КД использует в качестве охлаждения наружный воздух то он подвергается загрязнению
+ пылью
+ пухом
- плесенью
Вопрос 2! При установке КД на крыше здания надо избегать воздействия на него
+ жирных дымов
+ грязных дымов
+ горячего воздуха
- дождевых осадков
Вопрос 3! Где не желательно размещать КД
+ вблизи деревьев
- вблизи столбов
Вопрос 4! Если установка предназначена для круглосуточной работы, что необходимо принять в расчет
+ местные климатические условия
-влажность воздуха

Пункт 26.5 Практические аспекты разделы 3-4 (177,178) стр 2
прочитай внимательно данный материал для ответа на вопросы пункты 3, 4
Вопрос 1 стр 2 раздел 3 Если ремень вентилятора КД проскальзывает, это приводит
+ снижению расхода воздуха через КД
- срабатыванию предохранительного реле ВД
Вопрос 2 стр 2 раздел 3 Перед тем как подтянуть ремень ремонтник обязан
+ Проверить его износ, а так же состояния приводного мотора и самого вентилятора
- Проверить его износ, а так же состояние КМ
Вопрос 3 стр 2 раздел 4 Направление циркуляции воздуха зависит от направление вращения вентилятора
+ нет
- да
Вопрос 4 стр 2 раздел 4 Что приводит к увеличению времени запуска трехфазных электродвигателей КД
+ Порывы ветра в обратную строну вращения вентилятора
- Порывы дождевых осадков в обратную строну вращения вентилятора
Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 5, 6, 7, 8 (179) стр3
прочитай внимательно пункты 5, 6, 7 и 8 для ответов на вопросы
Вопрос 1 стр 3 раздел 8 Винт (крыльчатка вентилятора) неправильно расположен относительно КД вследствие
+ Смещения от центральной оси КД
+ Неверный монтаж относительно кольцевого ободка (диффузора) винта (крыльчатки вентилятора)
- Приводного ремня (слишком длинного или короткого)
Вопрос 2 стр 3 раздел 6 Дополнительный приток воздуха в короб вентилятора происходит вследствие
+ Плохо закрыта панель воздуховода, порвана уплотнительная прокладка
- Плохо открыта панель воздуховода, порвана уплотнительная прокладка
вопрос 3 стр 3 раздел 7 При разборке незнакомых агрегатов ремонтник всегда должен перед разборкой сделать это
+ пометить взаимное расположение деталей

- просто провести разборку агрегата
Вопрос 4 стр 3 раздел 7 Повышенный тревожный шум в работе винта(крыльчатки) вентилятора происходит вследствие
+ проскальзывания вентилятора вокруг своей оси
+ отсутствует стопорный болтик крепление винта к оси
- сторонних шумов
Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 9- (181,182) стр 4
Прочитай внимательно пункт 9 для ответов на вопросы
Ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 раздел 9 Если КД расположен близко к стене здания то
+ температура воздуха на входе становится выше реальной наружной температуры
- температура воздуха на входе не становится выше реальной наружной температуры
Вопрос 2 раздел 9 Какой еще случай может привести к повторному нагреву воздуха на вход в КД
+ последовательное расположение КД
- параллельное расположение КД
Вопрос 3 раздел 9 Что искусственно повышает среднюю температуру окружающей среды
+ Нагретый воздух, повторно всосанный в вентилятор
- Нагретый воздух, дополнительно всосанный в вентилятор
Пункт 20.5 Практические аспекты разделы 12, 14, 15 (185-186) стр 5
прочитай внимательно пункты 12, 13, 15 для ответов на вопросы
ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 стр 5 раздел 12 Если ребра кд сильно загрязнены то
+ циркуляция воздуха уменьшается
+ расход воздуха падает
+ мощность КД снижается
- проявляется недостаток слишком слабый испаритель
Вопрос 2 стр 5 раздел 13 Если одна из трубок распределителя ТРВ закупорена, то
+ в ней образуется паровая подушка
- в ней образуется перовая подушка
Вопрос 3 стр 5 КД подобран неправильно вследствии
+ Неправильного подбора нужного теплообменного аппарата
- Неправильного подбора нужного КМ
Вопрос 4 стр 5 раздел 15 Когда возникает необходимость установки двух вентиляторов, работающих одновременно
+ При повышении мощности Кд вследствие увеличения его размеров
- При уменьшении мощности Кд вследствие увеличения его размеров
Страница 6 окончание

После выполнения данной лекции №16 необходимо выполнить ЗАДАНИЕ СР №5 Слабый КД (перейди в раздел Самостоятельные работы МДК 02.03)

Внимание это надо сделать в этот же ДЕНЬ! !!!

БУДЬТЕ ВНИМАТЕЛЬНЫ!!!

Лекция № 17 Проблемы перетекания жидкого ХА
Пункт 28 Проблемы перетекания (стр.190-199).

28. ПРОБЛЕМА ПЕРЕТЕКАНИЯ ЖИДКОГО ХЛАДАГЕНТА

Всем нам хорошо знакомо явление конденсации паров воды на наружной поверхности стакана с холодной водой или запотевание изнутри лобового стекла автомобиля в холодную погоду (понятие температуры точки росы *см. раздел 72*).

Эти явления конденсации влаги на холодных поверхностях становятся причиной множества проблем, встречающихся при работе холодильных установок, к пояснению существа которых мы сейчас приступаем.

А) Эксперимент Ватта с холодной стенкой

Рис. 28.1.

Поместим отвакуумированный баллон из-под хладагента в холодильную камеру, температура в которой поддерживается на уровне, например, 0°C.

Затем соединим этот баллон трубопроводом с таким же баллоном, находящимся вне камеры и заполненным жидким хладагентом R22 при температуре 20°C (*см. рис. 28.1*).

Поскольку трубопровод, соединяющий оба баллона, расположен вверху, *перетекание жидкости под действием силы тяжести невозможно.*

Манометры, установленные на обоих баллонах, показывают давление 8 бар, что соответствует давлению насыщенного пара R22 при температуре 20°C.

Через какое-то время, зависящее главным образом от количества жидкости, разности температур и диаметра трубопровода, соединяющего оба баллона, можно заметить, что вся жидкость переместилась в холодный баллон, ***а манометры показывают одно и то же давление 4 бар, соответствующее давлению насыщенного пара R22 при температуре 0°C!***

Что же произошло? *(Прежде, чем читать дальше, вы можете попытаться сами найти объяснение).*

Объяснение явления. Вначале нужно учесть, что все жидкости имеют весьма упорядоченную молекулярную структуру, молекулы жидкости касаются одна другой и скапливаются на *дне сосуда, содержащего жидкость.*

Рис. 28.2.

Напротив, *молекулы газа находятся в непрерывном движении и заполняют все свободное пространство (см. рис. 28.2).* Молекулы газа беспрерывно сталкиваются между собой, отскакивают друг от друга, крайне беспорядочно двигаясь во всех направлениях, причем траектории их движения ограничены только стенками сосуда, в котором они находятся.

Вот почему в эксперименте Ватта, который мы только что описали, молекулы газа R22 *без труда перемещаются* из баллона с температурой 20°C в баллон с температурой 0°C, хотя трубопровод, соединяющий оба баллона, расположен вверху.

В этот момент, точно также, как изнутри запотевает ветровое стекло автомобиля зимой, молекулы газа, пришедшие из горячего баллона с температурой 20°C, охлаждаются в контакте с холодным баллоном, а затем *конденсируются, и вскоре в холодном баллоне появляется жидкость с температурой 0°C.*

Рис. 28.3.

Но, *поскольку пары конденсируются,* их количество в свободном пространстве над жидкостью при температуре 20°C *резко уменьшается.*

В результате давление оставшихся паров падает, что приводит к снижению внешней силы Fe, действующей сверху на свободную поверхность жидкости, находящейся при температуре 20°C (*см. рис. 28.3*). Равновесие между внешней Fe и внутренней Fi силами нарушается и часть жидкости, находящейся при температуре 20°C, вновь испаряется, образуя пары и восстанавливая равенство двух противоположных сил Fe и Fi *(см. рис. 28.4, а также раздел 1. "Влияние температуры и давления на состояние хладагентов").*

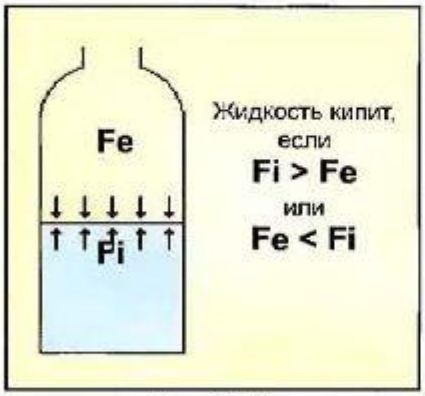


Рис. 28.3.

Однако пары, образовавшиеся из жидкости с температурой 20°C, вновь будут таким же образом конденсироваться в баллоне с температурой 0°C, вызывая новое падение давления над жидкостью с температурой 20°C.

Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока в баллоне с температурой 20°C *будет находиться хотя бы одна молекула жидкости.*

Поэтому через какое-то время жидкость полностью переместится в холодный баллон и будет находиться там при давлении, соответствующем соотношению между температурой холодного баллона и давлением насыщенного пара для данного хладагента (в нашем примере это 4 бар при 0°C для R22).

Б) Проблема перетекания жидкости в конденсатор

Это явление, обусловленное эффектом холодной стенки Ватта, может происходить во всех случаях, когда конденсатор (расположенный *вне* здания) будет находиться при более низкой температуре, чем температура жидкостного ресивера (расположенного *внутри* здания), особенно если холодильная установка должна работать при низких наружных температурах (например, кондиционеры машинных залов ЭВМ или холодильные камеры).

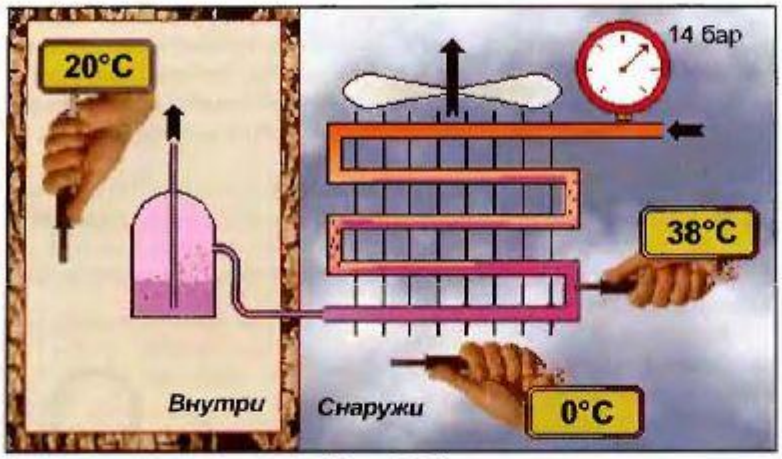


Рис. 28.5.

В момент, когда термостат-регулятор выключает компрессор, жидкий R22, находящийся в конденсаторе и ресивере, имеет температуру, соответствующую давлению конденсации в установке, с учетом переохлаждения (например, 38°C и 14 бар для R22 – *см. рис. 28.5*).

Поскольку компрессор остановлен, тепло в конденсатор не поступает и температура жидкости начинает падать вплоть до наступления равновесия с температурой окружающей среды, то есть 20°C для ресивера и 0°C для конденсатора. Начиная с этого момента, в соответствии с эффектом холодной стенки Ватта, жидкость, находящаяся в ресивере при 20°C, будет перемещаться в конденсатор, температура которого 0°C (для R22 давление, показываемое манометром, будет, следовательно, медленно падать с 14 бар до 4 бар, *см. рис. 28.6*).

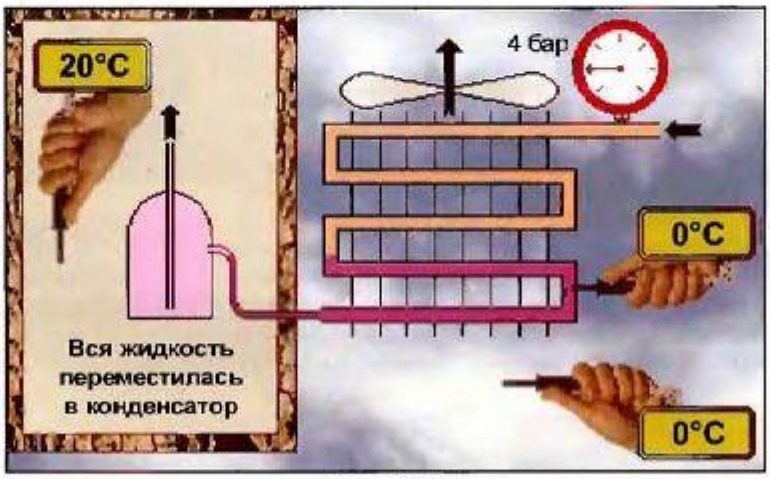


Рис. 28.6.

Что произойдет, когда термостат-регулятор вновь включит компрессор?
Имея в виду, что с одной стороны *ресивер больше не будет содержать жидкость*, и с другой стороны, что давление конденсации *будет очень низким*, ТРВ и испаритель не смогут быть нормально запитанными и компрессор очень быстро отключится по команде предохранительного реле НД.

Таким образом, если есть опасность того, что в течение какого-то времени конденсатор может быть холоднее, чем ресивер, необходимо предусмотреть установку обратного клапана между выходом из конденсатора и ресивером, чтобы полностью исключить любую возможность перетекания жидкости из ресивера в конденсатор.

B) Проблема перетекания жидкости в нагнетающей полости головки блока компрессора при его остановках

Вначале поймем, что происходит, когда *по какой-либо причине* в полости нагнетания головки блока компрессора скапливается жидкость (хладагент или масло).

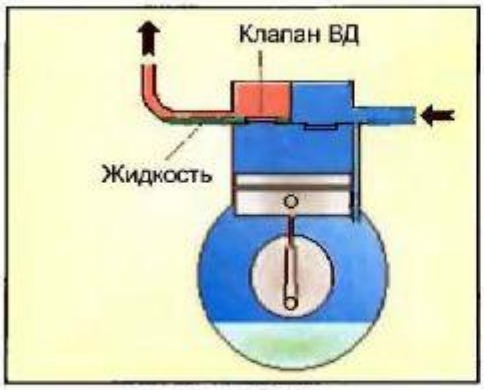


Рис. 28.7.

Такая опасность существует только во время остановки компрессора, поскольку при его работе любые следы жидкости как правило увлекаются горячим газом, выходящим из цилиндра.

Если жидкость накапливается в нагнетающей полости головки блока над клапаном, *часть этой жидкости может проникать в цилиндры* под действием разности между давлением нагнетания и давлением всасывания с обеих сторон клапана при условии, что клапан не вполне герметичен.

При последующем запуске компрессора может возникнуть гидроудар (более или менее значительный в зависимости от количества находящейся в полости жидкости), при этом опасность поломки или разрушения клапана достаточно велика (*см. рис. 28.7*).

Опасности, вызываемые жидким хладагентом

Опасность перетекания жидкого хладагента в полость нагнетания головки блока возникает каждый раз, когда температура компрессора оказывается ниже температуры конденсатора.

Это может происходить, например, в разгаре лета в кондиционерах машинных залов ЭВМ, оснащенных конденсаторами с воздушным охлаждением, в период длительной остановки компрессора по каким бы то ни было причинам (*см. рис. 28.8*).

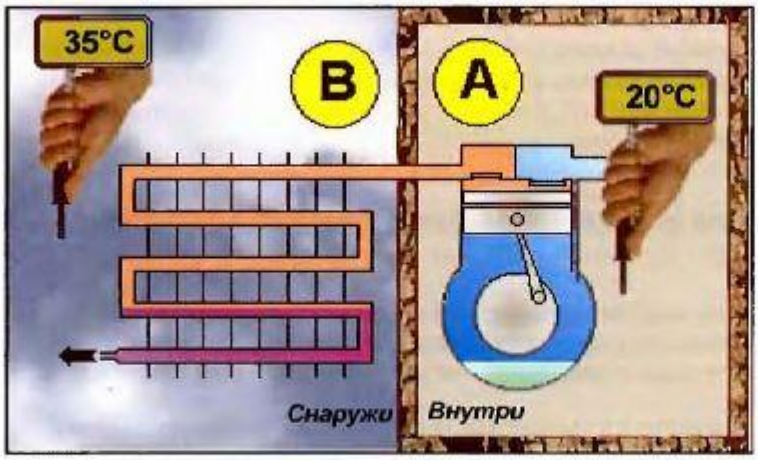


Рис. 28.8.

В этом случае жидкий хладагент перетекает в головку блока (***от B к A***) в соответствии с эффектом холодной стенки Ватта.

Если опасность такого перетекания очень велика, необходимо либо между компрессором и конденсатором установить обратный клапан (как можно дальше от компрессора, чтобы не допустить хлопков этого клапана, вызванных возвратно-поступательным движением поршней), либо поставить на магистрали нагнетания простую лирообразную маслоподъемную петлю соответствующих размеров, поместив ее в непосредственной близости от компрессора.

Заметим, что наличие электроподогрева картера не может эффективно противостоять перетеканию жидкости в *нагнетающую полость головки блока*, поскольку он нагревает только низ картера, в котором находится масло и ни в коем случае не головку блока.

Опасности, вызываемые маслом

В силу того, что свойства масла для классических хладагентов и самих хладагентов *очень похожи*, при нормальной работе холодильной установки на каждом погонном метре внутренней поверхности трубопроводов содержится некоторое количество перемещающегося вместе с хладагентом масла.

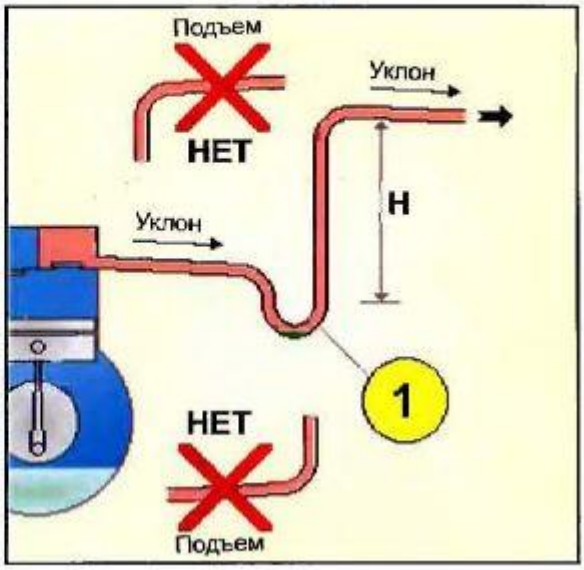


Рис. 28.9.

При остановках компрессора это масло под действием силы тяжести стекает вниз. Следовательно, в вертикальных трубках количество стекающего вниз при остановках компрессора масла будет тем больше, чем больше разность уровней этих трубок.

Если конденсатор расположен над компрессором с разностью уровней (высота H *на рис. 28.9*) более трех метров, то экспериментально показано, что количество стекающего в полость нагнетания при остановках компрессора масла может оказаться достаточным для того, чтобы возник гидроудар, последствия которого, разрушительные для клапанов, будут аналогичны последствиям классического гидроудара, возникающим при повторном пуске компрессора с заполненной жидкостью полостью нагнетания.

Опасность этого еще более усугубляется, если во время остановки компрессора в нагнетающем патрубке происходит конденсация хладагента, который также стекает в головку блока.

Таким образом, чтобы предотвратить возможный возврат жидкости (масла или хладагента) в компрессор при его остановке, нужно внизу восходящего трубопровода, если его высота превышает 3 метра, установить маслоподъемную петлю (поз. 1), и также соблюдать при монтаже горизонтальных трубопроводов наклон от компрессора не менее 12 мм/метр.

Г) Проблема перетекания жидкого хладагента в картер компрессора при остановках

Эта проблема является причиной очень многих аварий. Поэтому следует очень хорошо представить себе опасность механических повреждений, которые могут происходить в компрессоре из-за накопления в картере жидкого хладагента по каким бы то ни было причинам.

Прежде всего, имея большое сходство с хладагентом, масло во время остановок сильно разбавляется последним.

Заметим, что такое разбавление приводит к потере маслом значительной части своих смазывающих качеств, поскольку все обычно применяемые хладагенты являются, как правило, превосходными обезжиривателями.

Более того, если количество хладагента в нижней части картера становится очень большим, смесь масло/хладагент может стать насыщенной, в результате чего произойдет разделение двух жидкостей.

Компрессор может быть оснащен всасыванием через корпус (*поз. 1*) или через головку блока (*поз. 2*), но независимо от этого накопление хладагента в картере будет происходить одинаково (*см. рис. 28.10*).

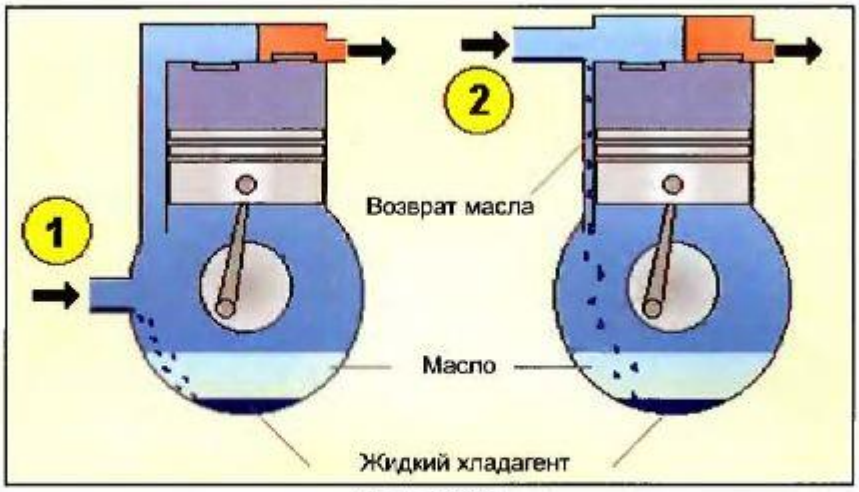


Рис. 28.10.

Поскольку хладагент более плотный, чем масло, слой хладагента в картере ***всегда будет находиться под*** слоем масла.

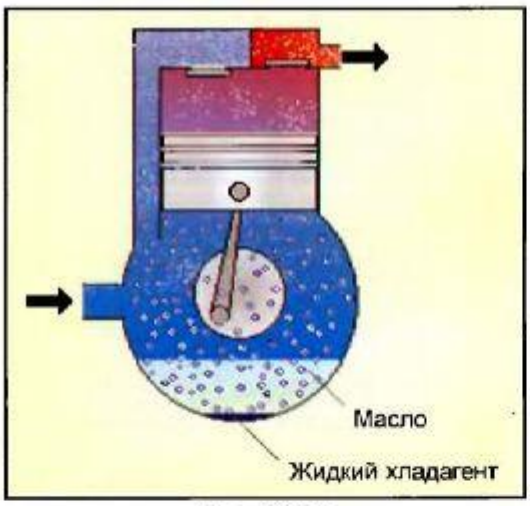


Рис. 28.11.

Когда по команде управления компрессор запускается, *внезапное падение давления в картере* будет приводить к *очень бурному вскипанию* жидкого хладагента.

Первые пузырьки, порожденные этим бурным кипением, будут подниматься через слой масла, *пробулькивая через его поверхность, полностью насыщаясь маслом и увлекая за собой большое количество масляных капелек в виде суспензии (см. рис. 28.11).*

Это явление, в просторечии именуемое "вспенивание масла", можно легко видеть через окошко указателя уровня масла.

Эмульсия паров хладагента, насыщенных маслом, образовавшаяся в результате падения давления в картере после запуска компрессора, *будет проникать в головку блока, вызывая сильный отток масла* (проходя через клапаны, масло может также провоцировать иногда очень сильные гидроудары).

Если количество жидкого хладагента в картере действительно велико, отток масла при вскипании хладагента может стать настолько значительным, что в момент запуска компрессора наблюдатель зафиксирует в смотровом стекле указателя уровня масла совершенную пустоту.

К сожалению, отрицательное влияние присутствия хладагента в картере при остановках компрессора не ограничивается только проблемой оттока масла.

Действительно, так как смазка поршневых компрессоров обеспечивается за счет масла, находящегося в картере, присутствие в нем жидкого хладагента будет осложнять положение.

Когда смазка компрессора обеспечивается с помощью масляного насоса, масло отбирается со дна картера через масляный фильтр и потом, пройдя через насос, нагнетается в смазочные канавки (*см. рис. 28.12*).

При запуске компрессора, если в картере имеется жидкий хладагент, вместо того, чтобы *засосать только масло*, масляный насос может засосать также и жидкий хладагент.

В этот момент могут произойти 2 следующих события:

1) Разрежение в зоне заборника масляного насоса при его запуске приводит к вскипанию хладагента в этой зоне. В результате насос всасывает только пары хладагента, начинается кавитация и масло вытекает из насоса, *что полностью исключает подачу масла в смазочные канавки и, кроме того, создает опасность разрушения самого насоса.*

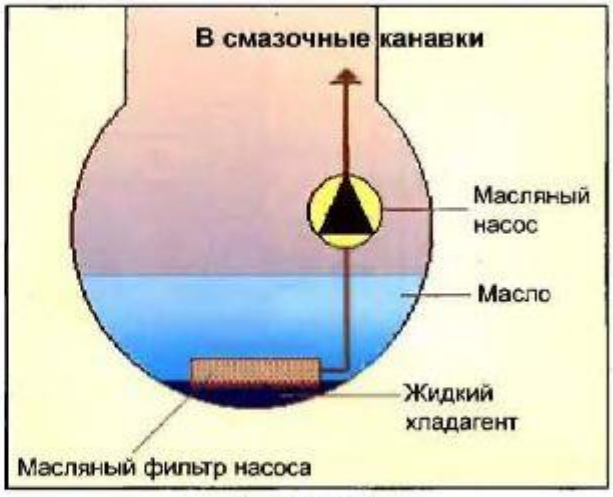


Рис. 28.12.

2) Масло из насоса не вытекает и хладагент (*являющийся превосходным растворителем*) поступает в масляный контур. В этом случае *не только не осуществляется смазка, но более того, хладагент* **смывает** *смазку со всех подвижных частей компрессора.*

В обоих этих случаях компрессор работает без всякой смазки, так как жидкий хладагент совершенно нельзя удалить.

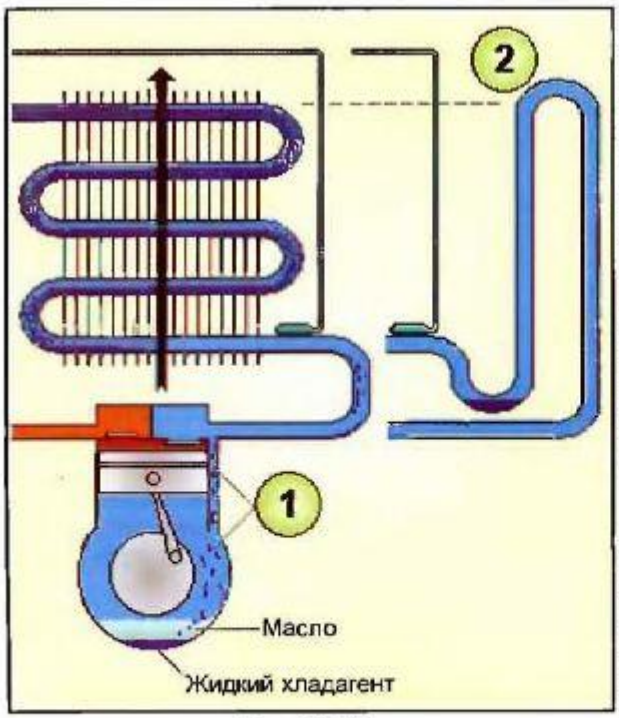


Рис. 28.13.

Легко понять, что повторные запуски в этих случаях совершенно недопустимы, поскольку могут стать причиной многочисленных механических поломок в компрессоре (цапфы и шейки коленчатых валов, подшипники, шатуны, клапаны...).

Почему жидкий хладагент попадает в картер ?

Чтобы содействовать возврату масла в компрессор, необходимо иметь всасывающий патрубок с наклоном в сторону компрессора. Но во время остановки компрессора жидкий хладагент, находящийся в испарителе, также может стекать в корпус компрессора (***поз. 1*** *на рис. 28.13*) *(см. также раздел 43. "Подключение испарителя").*

Иногда, для исключения стекания жидкого хладагента под действием силы тяжести в картер компрессора, *когда испаритель не запитывается снизу*, на всасывающей магистрали устанавливают лирообразный затвор с маслоподъемной петлей (***поз. 2***). Верхняя точка затвора при этом должна оказаться выше уровня испарителя.

Еще одна проблема может возникнуть, когда установка оснащена двумя параллельно соединенными испарителями, работающими на один и тот же компрессор, но при различных температурах кипения. Рассмотрим, в качестве примера две холодильные камеры, одна с температурой +4°С, другая – -6°С, соединенных с одним и тем же компрессором при помощи единого коллектора всасывания (*поз. 3 на рис. 28.16*).

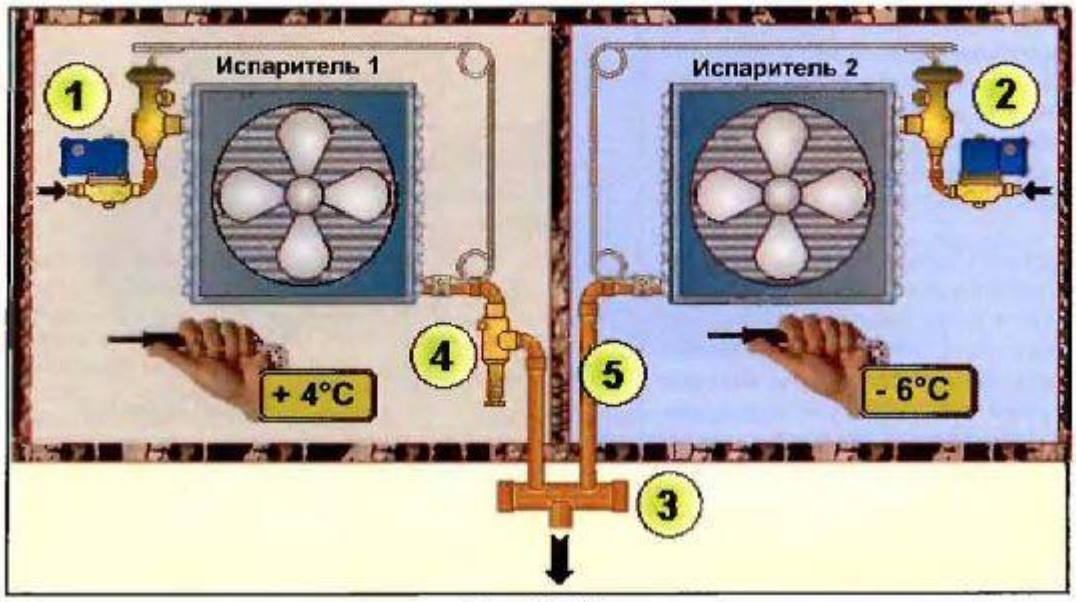


Рис. 28.16.

Каждый испаритель запитан через электромагнитный клапан, управляемый термостатом температуры (в камере) (*поз. 1 и 2*). Перед коллектором на магистрали всасывания *от более теплой камеры* (то есть камеры с температурой +4°С) установлен клапан постоянного давления для того, чтобы сохранять нужную температуру кипения в этой камере независимо от условий работы.

Что же может произойти, если камера № 1 работает, а камера № 2 остановлена?

Часть "теплых" паров, выходящих из клапана постоянного давления, может попасть в испаритель № 2, температура которого гораздо ниже, и там сконденсироваться.

Накопление большого количества жидкости в испарителе № 2 при включении этого испарителя может обусловить огромный приток жидкости во всасывающую магистраль компрессора и, следовательно, возникновение очень сильного гидроудара.

Во избежание такой опасности в подобных схемах всегда следует предусматривать установку обратного клапана на выходе из более холодных испарителей (**поз. 5**).

Примечание. Работа клапана постоянного давления (а также работа двух камер, работающих при одинаковой температуре, но различной влажности) рассмотрена ниже *в разделе 61*.

Д) Особенности решения проблемы предотвращения перетекания жидкости при использовании маслоотделителя

В традиционных кондиционерах маслоотделители в холодильном контуре используются не часто. Однако в промышленном и торговом холодильном оборудовании, особенно при очень низких температурах кипения, маслоотделители применяются гораздо чаще.

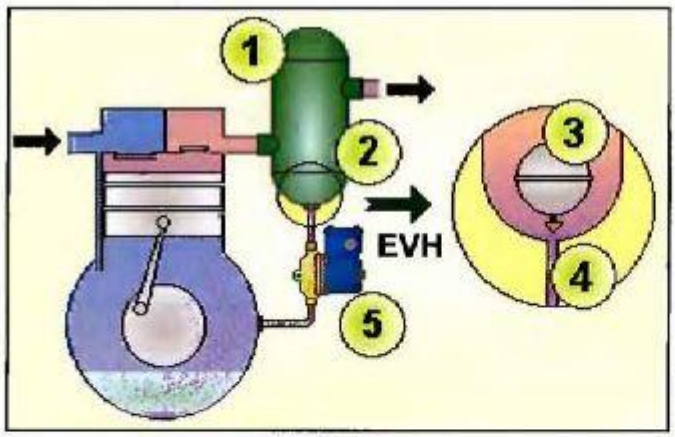


Рис. 28.17.

Анализ различных конструкций маслоотделителей не является предметом настоящего руководства (существует много литературы, описывающей конструкцию, преимущества и недостатки этих устройств), напомним только, что маслоотделитель (*поз. 1 на рис. 28.17*) устанавливается на нагнетающей магистрали компрессора.

Горячие газы, выходящие из нагнетательного патрубка компрессора, поступают в кожух (*поз. 2*), окружающий накопительную камеру маслоотделителя, снабженную поплавковым клапаном (*поз. 3*). Когда уровень масла в ней повышается, поплавок всплывает, открывая сливное отверстие, через которое масло под действием давления нагнетания может возвращаться в картер компрессора (*поз. 4*).

Во время остановок компрессора часть газа высокого давления, находящаяся в маслоотделителе, может конденсироваться, так как температура воздуха, окружающего маслоотделитель, ниже температуры газа. Сконденсировавшаяся жидкость, попадая в накопительную камеру, поднимает уровень жидкости в ней и поплавковый клапан открывается, в результате чего жидкий хладагент может попасть в картер.

Если его количество велико (низкая окружающая температура, большая длина трубопроводов...), при запуске компрессора мы столкнемся с теми же проблемами, которые описаны нами в части I настоящего раздела.

Среди возможных решений этой проблемы (теплоизолированный маслоотделитель, подогрев маслоотделителя при остановках компрессора...) рассмотрим более подробно использование электроклапана, установленного на трубке возврата масла в картер (*поз. 5*).

Принципиальная схема управления электроклапаном возврата масла (**EVH**) представлена *на рис. 28.18*.

Во время остановки компрессора **C (4-3)** через контакты **C (1-2)** запитан электронагреватель картера **RC (2-3)**, а электроклапан **EVH (5-3)** отключен контактами **C (4-5)**. В результате слив жидкого хладагента из сепаратора, если он там есть, в компрессор невозможен.

Рис. 28.18.

Когда компрессор вновь запускается, электронагреватель картера выключается, однако электроклапан **EVH**, управляемый через контакты реле времени компрессора **C (4-5)**, не срабатывает.

В течение определенного промежутка времени с момента пуска компрессора, определяемого реле, горячие газы, проходящие через кожух маслоотделителя (*поз. 2 на рис. 28.17*), нагревают маслоотделитель, что приводит к испарению жидкого хладагента, который может находиться в накопительной камере. Примерно через 1-2 минуты контакты **C (4-5)** реле времени замыкаются, но в связи с тем, что маслоотделитель уже нагрет, опасность попадания большого количества жидкого хладагента в картер компрессора при этом практически исключена.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 28 Проблемы Перетекания (190-191) стр 1
Прочитай внимательно страницы. Раздел А
По окончании чтения страниц ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (190) В чем заключается эксперимент Ватта
+ Конденсация жидкости в более холодном баллоне из более теплого
-Парообразование жидкости в более холодном баллоне из более теплого
Вопрос 2 (190) Жидкость кипит в баллоне, если
+ нарушается равновесие между внешней и внутренней силой давления паров жидкости
- Происходит равновесие внешней и внутренней силы давления паров жидкости
Вопрос 3(191) Высокое давление в баллоне приводит к
+ образованию большого количества молекул газа
- образованию большого количества молекул жидкости
Вопрос 4(161) Низкое давление в баллоне приводит к
+ образованию большого количества молекул жидкости
- образованию большого количества молекул газа
Пункт 28 Проблемы Перетекания (192) стр 2
Прочитай внимательно страницу. Раздел Б
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (192) Эффект Ватта может происходить в случаях
+ когда КД находится при температуре ниже , чем температура жидкостного ресивера
- когда КД находится при температуре выше , чем температура жидкостного ресивера
Вопрос 2 (192) При остановке КМ когда КД находится внутри здания, а жидкостной ресивер снаружи то
+ жидкость находящееся в ресивере начнет перемещаться в КД
- жидкость находящееся в КД начнет перемещаться в ресиве
Вопрос 3 (192) Что необходимо установить между КД и ресивером, если имеется эффект Ватта
+ обратный клапан
- дифференциальный клапан
Пункт 28 Проблемы перетекания (193-194) стр3
Прочитай внимательно страницы. раздел В.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (193) Как может попасть жидкость в цилиндр КМ
+ при негерметичности всасывающего клапана
- при негерметичности нагнетательного клапана клапана
Вопрос 2 (193) Опасность перетекания жидкого ХА в полость нагнетания головки блока КМ возникает
+ когда температура КМ оказывается ниже Температуры КД
- когда температура КД оказывается ниже Температуры КМ
вопрос 3 (193) Может ли обеспечить подогрев масла КМ от попадания жидкости в нагнетательную полость головки блока
+ да
- нет
Вопрос 4 (194) Что необходимо установить на нагнетательный восходящий трубопровод, от попадания масла в КМ при его остановке , если его высота превышает 3 м
+ масляную ловушку
- масляный фильтр
Пункт 2 Проблемы перетекания (195,196,197,198) стр 4
Внимательно прочитай страницы. Раздел Г
ответь на вопросы раздела Г для продолжения лекции
Вопрос 1(стр4) Масло находится в картере КМ
+ Над слоем ХА

+ Под слоем ХА
Вопрос 2(стр4) Когда может произойти вспенивание масла в картере КМ
+ При внезапном падении давления
+ При пуске КМ
- При остановке КМ
Вопрос 3(стр4) К чему приводит присутствие жидкого ХА в картере КМ, имеющего масляный насос
+ попаданию в него хладагента
+ Попадание жидкости в масляный контур
- Попаданию жидкого ХА в цилиндр
Вопрос 4(стр4) Что является наилучшим решением проблемы предотвращения перетекания жидкого ХА в картер КМ, во время его остановок
+ установка электронагревателя
- установка масляного фильтра
Стр 5 Проблема Перетекания (199)
Прочитай внимательно страницу. Раздел Д
Ответь на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 С помощью чего масло возвращается из маслоотделителя в картер КМ
+ поплавкового клапана
- обратного клапана
Вопрос 2 Где устанавливается Маслоотделитель
+ на нагнетательной стороне
- на всасывающей стороне
вопрос 3 Что может происходит в маслоотделителе при остановке КМ
+ часть газа высокого давления может конденсироваться
- часть газа низкого давления может конденсироваться
стр 6 окончание
После прохождения данной лекции №17 необходимо пройти следующую лекцию №18. Предварительно отдохнув на перемене. Так как следующая лекция №18 станет доступной, согласно расписанию.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи в изучении материала!

Лекция № 18 Проблема повышенной частоты включения КМ.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.30 (стр.208-214)

30. ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПРЕССОРОВ

A) Почему возникают частые включения?

Повышенная частота циклов "пуск-останов" может быть обусловлена как нарушениями в работе холодильного контура и, следовательно, соответствующими командами от различных предохраняющих устройств (например, предохранительных реле НД или ВД), так и *командами от системы регулирования* исправного контура в случае, если компрессор *перераз-мерен* по отношению к потребностям в холодопроизводительности.

Действительно, *все* холодильные компрессоры могут становиться переразмеренными по мере того, как падает потребность в холоде, если, например, наружная температура или солнечный нагрев уменьшаются.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Чтобы лучше понять это, рассмотрим в качестве примера небольшой кондиционер, способный поглотить тепловую мощность **10 кВт** при наружной температуре 35°C, в котором установлен компрессор соответствующей единичной мощности, то есть **10 кВт**.

В разгаре лета при наружной температуре 35°C потребная холодопроизводительность составляет *10 кВт* и система регулирования, чтобы поддерживать необходимую температуру в кондиционируемом помещении, заставляет компрессор работать непрерывно, то есть *60 минут в час* (*см. рис. 30.1*).

Зимой, когда потребность в холоде отсутствует, регулятор выключает компрессор и он перестает работать совсем (*0 мин/час*).

Если в данный момент потребность в холоде составляет *5 кВт*, компрессор будет работать только *30 мин/час*. По этим трем точкам мы проводим прямую, которая указывает полную продолжительность работы компрессора (мин/час) в зависимости от потребности в холоде (кВт).

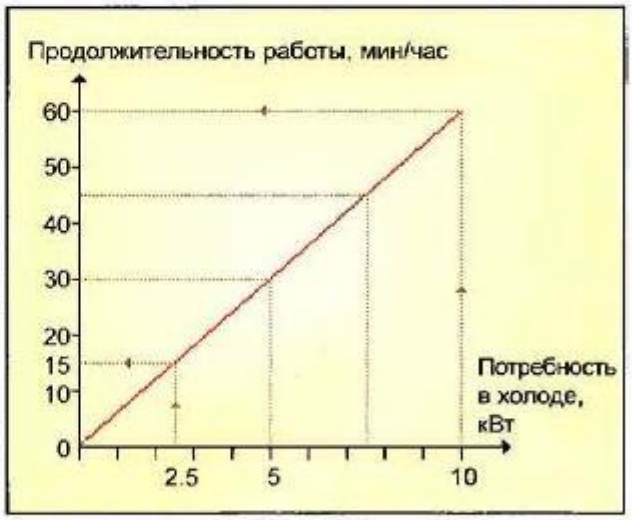


Рис. 30.1.

Итак, если в данный момент потребность в холоде составляет *2.5 кВт* (то есть 1/4 номинальной мощности), задающий термостат будет включать компрессор только на *15 минут в час*.

Однако это не означает, что компрессор будет непрерывно работать 15 минут и стоять 45 минут, это означает только то, что суммарное время работы компрессора в течение 1 часа будет равно 15 минутам!

Продолжительность времени работы и стоянки зависит от множества факторов, связанных с конструкцией установки и внешними условиями (такими как номинальная холодопроизводительность, потери или приток тепла в данный момент...), на которые ремонтник не может влиять.

С другой стороны, частота запусков зависит в значительной степени от диапазона температур задающего термостата (разности между температурой запуска и останова), управляющего работой компрессора.

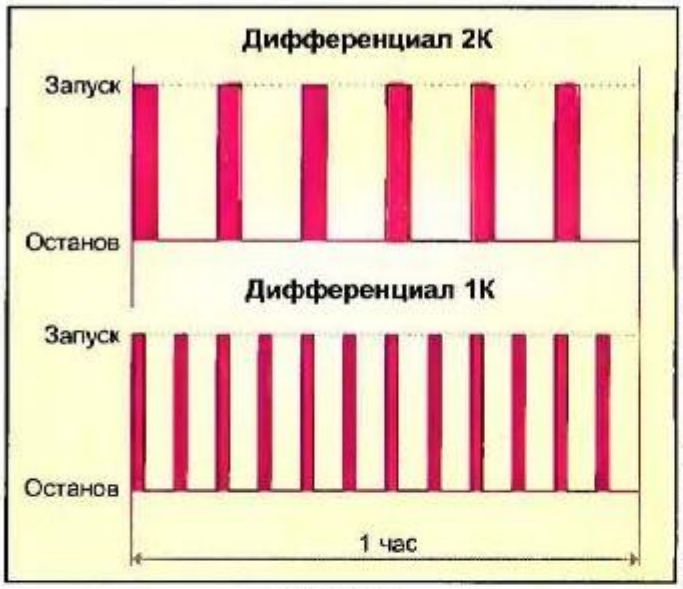


Рис. 30.2.

Представим себе, что в установке, упомянутой в начале данного раздела, на задающем термостате установлен диапазон в 2К и при потребности в холоде 2,5 кВт термостат запускает компрессор 6 раз в час (*см. рис. 30.2*).

При той же потребности в холоде 2,5 кВт, если на термостате установлен *вдвое меньший* диапазон, то есть 1К, компрессор будет запускаться *в 2 раза чаще*, то есть 12 раз в час.

В самом деле, чтобы снизить температуру в кондиционируемом помещении на 2К, компрессор должен работать примерно в два раза дольше по сравнению со снижением на 1К.

С другой стороны, после остановки компрессора окружающая температура поднимается на 1К примерно в 2 раза быстрее, чем на 2К.

Тем не менее, какой бы ни был диапазон регулирования, *сумма времен работы компрессора* (заштрихованные области *на рис. 30.2*) остается в обоих случаях неизменной и составляет *15 мин/час*, что соответствует средней холодопроизводительности, равной 2,5 кВт и отвечающей потребностям в холоде в данный момент.

Таким образом, чем больше уменьшается заданный регулирующим термостатом диапазон поддержания температуры, тем больше возрастает частота запусков компрессора и тем больше повышается частота циклов "пуск-остановка", обусловленная регулированием температуры при низких тепловых нагрузках.

Б) Почему нужно избегать повышенной частоты циклов "пуск-остановка" компрессоров?

При каждой остановке масло, которое служит для смазки подвижных деталей компрессора, стремится *под действием силы тяжести* стечь в картер.

Более того, в момент запуска происходит *сильный механический удар*, обусловленный быстрым нарастанием числа оборотов компрессора от нуля до номинального значения (например, 1450 или 2800 об/мин).

Ситуация ухудшается еще и тем, что смазывающее масло не может *мгновенно* попасть к смазываемым деталям. Действительно, масляному насосу требуется *какое-то время*, чтобы начать подкачку масла и только в конце пускового периода он обеспечивает номинальный расход, когда компрессор вращается уже с полной скоростью.

Напомним также, что падение давления в момент запуска вызывает бурную дегазацию масла, если в картере компрессора имеются хотя бы малейшие следы хладагента. При этом смесь хладагента и масла начинает вспениваться, что приводит к значительному оттоку масла и совершенно не способствует работе масляного насоса, увеличивая продолжительность работы компрессора *"всухую"*.

Следовательно, момент запуска компрессора сопровождается, с одной стороны, значительными механическими ударами, а с другой стороны ухудшением смазки.

Объединение этих неблагоприятных факторов вызывает преждевременный механический износ деталей компрессора *(считается, что около 80% механического износа происходит в момент запуска)*.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Вдобавок к механическим проблемам, которые мы смогли изучить выше, в компрессорах с встроенным электродвигателем при запуске возникают и электрические проблемы. Действительно, при работе электродвигателей выделяется тепло, величина которого рассчитывается по хорошо известному закону:

$$W = R\,I^2\,t$$

то есть пропорционально квадрату силы тока, потребляемого двигателем.

Но в момент запуска сила тока может примерно в *8 раз превышать номинальное значение.*

Рис. 30.3.

Это означает, что в период запуска двигатель компрессора может нагреваться в 8 × 8 = 64 раза сильнее, чем при работе на номинальном режиме (см. рис. 30.3).

При запуске *"холодного"* двигателя этот значительный нагрев не создает заметных проблем, так как тепло поглощается металлом двигателя. Однако при большой частоте циклов "пуск/ останов" двигатель не успевает охлаждаться за короткое время между двумя пусками и запускается уже будучи *"недогретым"*, в результате чего обмотка испытывает нежелательный перегрев.

Когда этот перегрев становится угрожающим, *остается только надеяться* на то, что встроенная защита компрессора сможет вовремя среагировать и отключить мотор *до того, как станет слишком поздно.*

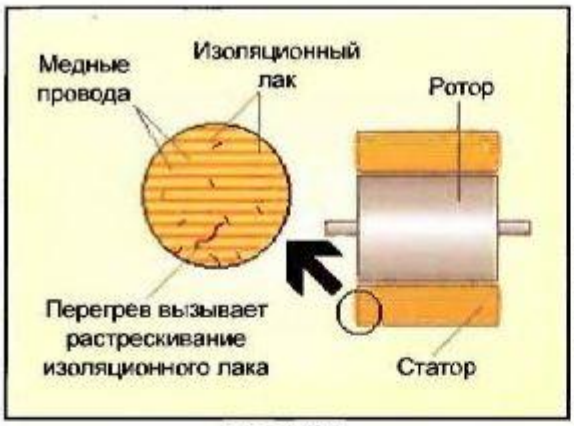


Рис. 30.4.

Итак, когда компрессор со встроенным двигателем работает с большой частотой циклов "пуск-останов", повышенные значения пусковых токов, потребляемых мотором, *приводят к заметному перегреву обмоток*.

С течением времени этот постоянный перегрев приводит к возникновению *трещин* в изоляционном лаке, покрывающем медные провода, из которых выполнена обмотка статора двигателя (*см. рис. 30.4*).

Появление таких трещин может спровоцировать короткое замыкание между двумя соседними витками обмотки статора и перегорание электромотора со всеми вытекающими из этого неприятностями.

B) Как избежать слишком частых запусков!

Заметим, что большинство встроенных электродвигателей компрессоров сгорают в момент запуска, когда пусковой ток наиболее значителен.

Один из наиболее часто применяемых способов заключается в использовании вместо одного *нескольких компрессоров*, с суммарной мощностью, отвечающей максимальной потребности в холоде.

В качестве примера рассмотрим описанную выше установку (потребность в холоде равна 10 кВт), в которой вместо *одного компрессора* производительностью 10 кВт установлены *два компрессора* мощностью по 5 кВт каждый (*см. рис. 30.5*).

Когда потребность в холоде ниже 5 кВт, будет работать только компрессор № 1. Компрессор № 2 остается выключенным и будет задействован, только если потребность в холоде превысит 5 кВт.

Следовательно, при потребности в холоде 2,5 кВт компрессор № 1 будет работать 30 минут в час, а компрессор № 2 будет стоять (в тех же условиях компрессор с единичной мощностью 10 кВт будет работать только 15 минут в час).

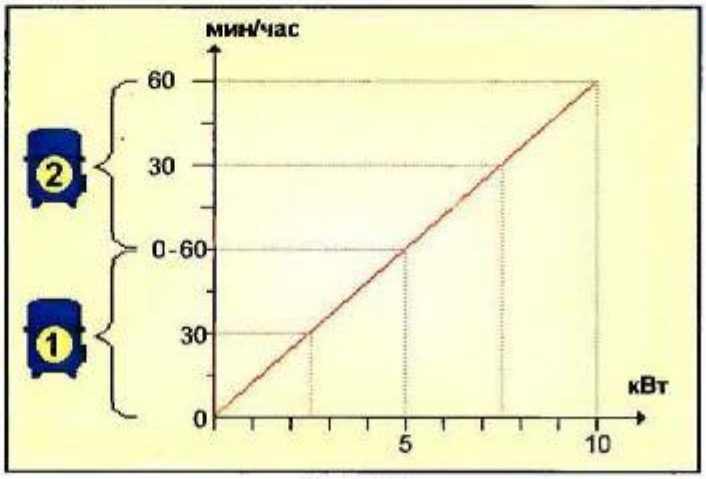


Рис. 30.5.

При потребности в холоде 5 кВт компрессор № 1 будет работать 60 минут в час (при стоящем втором компрессоре), что заметно понижает частоту циклов "пуск-останов".

Предположив, что потребность в холоде составляет 2,5 кВт, а установка оборудована 4-мя компрессорами с мощностью 2,5 кВт каждый, получим, что работать будет только один компрессор, причем продолжительность работы составит 60 минут в час, в то время как три остальных будут стоять. Таким образом циклы "пуск-останов" будут совершенно исключены, однако, если потребность в холоде понизится до 0,5 кВт, например, проблема возникнет вновь, так как при трех стоящих компрессорах четвертый будет работать 12 минут в час (что тем не менее лучше, если бы мы имели компрессор с единичной мощностью 10 кВт, который в этом случае работал бы 3 минуты в час).

Итак, мы видим, что при одной и той же максимальной потребной холодопроизводительности, чем большее число компрессоров ее обеспечивает *(или чем больше число ступеней холодопроизводительности)*, тем сильнее понижается частота циклов "пуск-останов".

30.1 УПРАЖНЕНИЕ 1

Чтобы обеспечить равномерность работы компрессоров, система автоматики часто оборудуется ручным или автоматическим переключателем, обеспечивающим переход с одного компрессора на другой

Предложите принципиальную электрическую схему, позволяющую вручную переходить с одного компрессора на другой для системы из двух компрессоров с двухступенчатым задающим термостатом (используйте биполярный переключатель с двумя перебрасывающимися контактами).

Решение упражнения 1

Такая схема представлена *на рис. 30.6.*

В верхней части схемы находятся соединенные последовательно общие для компрессоров **C1** и **C2** устройства автоматики и предохранители (контакты **1-2**).

Когда *переключатель* находится в положении **C1** первая ступень термостата (контакты **2-3**) подключает компрессор **C1** через контакты **(3-6)** переключателя. Если в охлаждаемом объеме температура растет, вторая ступень термостата (контакты **2-4**) замыкается и через контакты **(4-5)** переключателя подключает компрессор **C2**.

Когда *переключатель* находится в положении **C2** первая ступень термостата через контакты **(3-5)** подключает компрессор **C2**, а вторая ступень подключает компрессор **C1** через контакты **(4-6)** переключателя.

Таким образом, первая ступень термостата всегда работает только на основной компрессор (которым может быть как **C1**, так и **C2**) и вручную или по сигналу от приборов защиты останавливается только тот компрессор, на который подается соответствующая команда.

Рис. 30.6.

Мы смогли убедиться, что дробление холодопроизводительности повышает длительность работы компрессора в цикле, что значительно снижает число запусков в час и позволяет повысить надежность и продлить срок службы компрессоров.

Вместе с тем, чтобы еще больше *ограничить* число запусков в единицу времени, часто используют *устройство для предотвращения высокой частоты циклов "пуск-останов"*, в качестве которого применяют реле времени или часовой механизм.

Эти механизмы предназначены для установления *минимальной паузы* между двумя последующими запусками, чтобы ограничить число циклов "пуск-останов" для работающих компрессоров (главным образом со встроенными электромоторами).

После остановки компрессора, оборудованного таким устройством, его включение невозможно до тех пор, пока не пройдет определенный промежуток времени (например, 6 минут, если мы хотим, чтобы в час было не более 10 запусков), достаточный для охлаждения встроенного мотора.

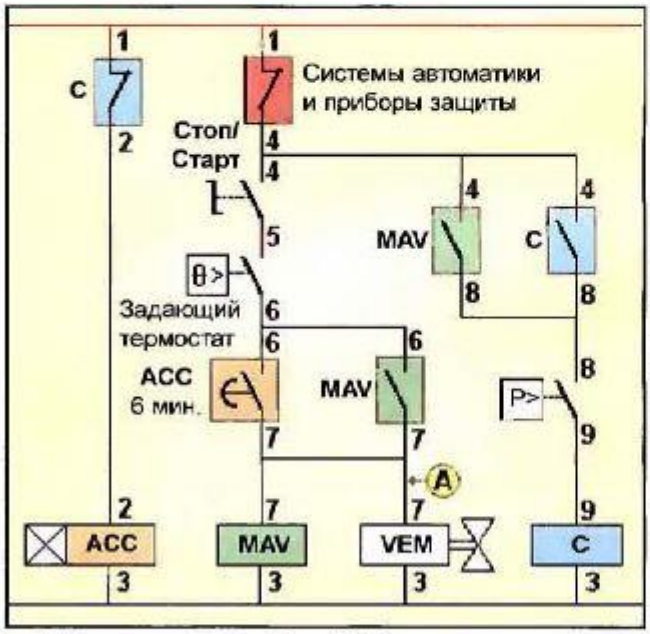


Рис. 30.7.

На рис. 30.7 показано применение такого устройства, в качестве которого используется реле времени, в схеме управления работой компрессора, останавливаемого с выполнением одномоментного вакуумирования.

Когда замыкаются контакты **(5-6)** задающего термостата, клапан **VEM** и реле вакуумирования **MAV (7-3)** будут запитаны только в том случае, если замкнут контакт **(6-7)** реле времени **ACC**, то есть только если реле времени **ACC (2-3)** *находится под напряжением более 6 минут.*

Так как реле **ACC** управляется через контакты контактора компрессора **C (1-2)**, *это означает, что после остановки компрессора* ***по любой причине*** *запуска не произойдет до тех пор, пока не пройдет 6 минут после остановки.*

Таким образом, остановка компрессора системой автоматики или приборами защиты **(1-4)**, или ручным выключателем "пуск-останов" **(4-5)**, или задающим термостатом **(5-6)**, или задающим/предохранительным реле **НД (8-9)** каждый раз приводит к задействованию реле времени **ACC**, что гарантирует не более 10 запусков компрессора в час (при временной задержке 6 минут).

По поводу схемы *на рис. 30.7* заметим также, что как только компрессор запускается, контакт **C (1-2)** размыкается, снимая питание с реле **ACC (2-3)**, что приводит к немедленному размыканию контакта **ACC (6-7)**.

Следовательно, контакт **MAV (6-7)** необходим для самозапитывания реле **MAV** и клапана **VEM** после размыкания контакта **ACC (6-7)**, в противном случае компрессор начинает вакуумирование сразу же после своего запуска, затем через 6 минут запускается опять и снова начинает вакуумирование (и так далее).

Однако в схеме на рис. 30.7 присутствует небольшая ошибка (перед тем, как продолжить чтение, попытайтесь найти ее, имея ввиду, что она находится в месте, обозначенном литерой A)...

...По истечении 6 минут после остановки компрессора контакт **ACC (6-7)** замыкается, но компрессор сможет запуститься только тогда, когда замкнут контакт задающего термостата **(5-6)**, что в общем-то правильно. Однако представим себе, что в обмотке реле **MAV** возникла неисправность (оборван провод или отсутствует контакт).

Как вы думаете, что произойдет в этом случае при замыкании контактов задающего термостата?..

...Когда контакт **(5-6)** термостата замкнется, реле **MAV** не будет запитано, а клапан **VEM** останется под напряжением, пропуская жидкость в испаритель в то время, как компрессор **C** не сможет запуститься!

Чтобы избежать такой опасности, рекомендуется (для полной гарантии) установить нормально разомкнутый контакт реле **MAV** в цепи клапана **VEM** (*поз. A*).

30.2. УПРАЖНЕНИЕ 2

Представьте, что вы осуществляете первый запуск холодильной установки, в которой предусмотрена остановка компрессора с минимальной защитой, а сама установка подключена по схеме, представленной *на рис. 30.8.*

Проанализируйте работу этой схемы. Что вы о ней думаете?

Какие изменения нужно внести в схему для ее нормальной работы с соблюдением принципов ограничения частоты циклов "пуск-останов", которые мы только что рассмотрели?

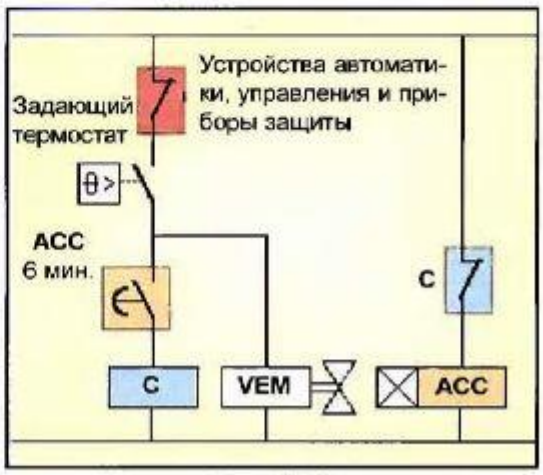


Рис. 30.8.

Решение на следующей странице...

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 30.А Проблема частоты (208-209) стр 1
Прочитай внимательно страницу. Раздел А
Данная неисправность обусловлена защитой КМ (его электродвигателя от перегрузки), КМ в работе ХУ запускается и останавливается от команды термостата камеры охлаждения. Количество таких пусков имеет ограничение во время работы ХУ. Для выполнения данного параграфа необходимо вспомнить назначение приборов автоматики холодильного оборудования и конструкцию асинхронного электродвигателя.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (208) Какими причинами обусловлена неисправность повышенной частоты циклов "запуск-останов" КМ
+ нарушениями в работе холодильного контура
+ нарушения команд от системы регулирования
+ переразмеренностью КМ
- плохой работы ТРВ
Вопрос 2(208) Какое суммарное время работы КМ в течении часа рассмотрено на данной странице 208
+ 15 минут
- 30 минут
Вопрос 3(209) От каких факторов зависит продолжительность времени работы и стоянки КМ
+ конструкции установки
+ номинальной холопроизводительности
+ потерей или притока тепла
- состоянием КМ
Вопрос 4(209) От чего зависит частота запусков Км
+ от диапазона поддержания температуры регулирующим термостатом
- от диапазона поддержания температуры регулирующим пресостатом
Пункт 30.Б Проблема частоты (210-211) стр 2
Прочитай внимательно страницу. Раздел Б Описывается почему частый пуск и останов КМ опасен. Частый цикл пуск-останов называют тактованием КМ.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (210) Что сопровождается в момент запуска КМ
+ значительными механическими ударами и ухудшением смазки
- Не значительными механическими ударами и ухудшением смазки
Вопрос 2 (210) Что вызывает преждевременный механический износ
+ пуск КМ
- останов КМ
Вопрос 3 (210) Во сколько раз возрастает сила тока электродвигателя при запуске
+ примерно в 8 раз
- примерно в 18 раз
Вопрос 4 (210) К чему приводит заметный перегрев обмоток статора электродвигателя
+ возникновению трещин в изоляционном лаке, покрывающем медные провода
- возникновению трещин в роторе
Пункт 30.В Проблема частоты (211-212) стр3
Прочитай внимательно страницу раздел В Как избежать слишком частых запусков до упражнения 30.1
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (211) Какой наиболее часто применяемый способ, чтоб избежать частых запусков КМ
+ использование нескольких КМ
- использование одного КМ

Вопрос 2 (211) За счет чего сильнее понижается частота циклов "пуск-останов"
+ чем больше ступеней холодопроизводительности
- чем меньше ступеней холодопроизводительности
вопрос 3 (212) Сколько будет работать КМ №1 при потребности холода 2.5 кВт
+ 30 минут
- 60 минут
Вопрос 4 (212) Сколько будет работать КМ №1 при потребности холода 10 кВт
+ 15 минут
- 30 минут
Вопрос 5 (212) Сколько будет работать КМ №1 при потребности холода 5 кВт
+ 60 минут
- 15 минут
Пункт 30.1 Упражнения электрических схем стр 4
Для дальнейшего изучения материала на необходимо вспомнить как вы умеете читать электрические схемы
Вспомните что такое магнитный пускатель. Это устройство для запуска статора электродвигателя. Он имеет магнитную катушку с контактами управления и силовые контакты для замыкания обмоток электродвигателя. Так вот на схеме Козы указаны только сама катушка и контакты управления.
Внешними устройствами служат приборы защиты или управления КМ (прессостаты и термостаты). Они так же имеют управляющие контакты.
Контакты могут быть нормально замкнутые (без напряжения в цепи) и нормально разомкнутые (без напряжения в цепи). При подаче напряжения они меняют свое значение, т.е размыкаются или замыкаются.
В учебнике Котзы представлены схему управления КМ.
В схему входят катушка магнитного пускателя обозначается буквой "С" номером пускателя 1, 2 и т,д, вписанной в прямоугольник. Питание катушки происходит от напряжения 220 Вт или менее. Значит необходимо два провода питания (фаза и ноль). На схеме они обозначены горизонтальными двумя линиями (в верхней части рисунка и нижней).
Между этими линиями расположены элементы управления этой катушкой "С". В эти элементы входят внешние устройства автоматики и приборы защиты, задающий термостат, т.е. расположенные отдельно от магнитного пускателя. Они располагаются в верхней части схемы управления.
В схемах котзы в нижней части располагают катушку "С", соленоидный вентиль (электромагнитный клапан) VEM, реле времени ACC и реле вакуумирования MAV.
Для каждого элемента имеется своя цепь находящаяся под напряжением (линия горизонтальная и вертикальная на схеме)
Давайте попробуем прочитать две схемы учебника Котзы упражнения 1
Прочтите внимательно эти страницы и попробуйте ответить на вопросы для продолжения лекции
Как правило студент очень сложно воспринимает эту тему. Но Вы умницы все знаете. Так что легко справитесь с поставленной задачей.
Вопрос 1 стр4 (213) Какие устройства используют для ограничения циклов "пуск-останов"
+ реле времени
- реле вакуумирования
Вопрос 2 стр4 (213) Как обозначается реле времени реле времени циклов "пуск-останов"
+ ACC
- MAV
Вопрос 3 стр4 (213) Что гарантирует применении применение ACC цикла "пуск-останов"
+ не более 10 запусков в час
+ временная задержка 6 минут пуска КМ
- не более 6 запусков в час
Вопрос 4 стр4 (213) останов КМ для управления работы происходит с

+ одномоментным ваккумированием
- автоматическим ваккумированием
Вопрос 5 Стр4 (213) Клапан VEM и Реле вакуумирования MAV (контакт 6-7) будут запитано только том в случае
+ замкнутого контакта ACC (6-7)
+замкнутого контакта задающего термостата (4-5)
- разомкнутого контакта ACC (6-7)
Вопрос 6 стр 4 (213) Что происходит в цепи ACC, как только КМ запускается
+ контакт катушки магнитного пускателя C(1-2) размыкается
+ контакт реле ACC(6-7) размыкается
- контакт катушки магнитного пускателя C(1-2) замыкается
Вопрос 7 стр4 (214) Какой недостаток имеет схема остановки КМ с наилучшим решением пуска (рис 30.7)
+ неисправность реле MAV вызовет случай когда термостат замкнет свой контакты, а клапан VEM откроется (пропуская жидкость в испаритель), в то же время Км не может запустится
- неисправность реле MAV вызовет случай когда термостат замкнет свой контакты, а клапан VEM откроется (пропуская жидкость в испаритель), в то же время Км запустился
Стр 6 Окончание
На этот момент необходимо пройти все этапы лекций с правильными ответами до конца лекции, чтоб она считалась выполненной.
Затем выполнить СР №5 Неисправность Слабый КД.
Следующая лекция будет снова со схемами управления КМ. Пункт 29 учебника. Останов холодильных КМ.
Перед выполнением этой лекции №19 прочитайте учебник по этому параграфу для лучшего понимания материала. Как правило это самый трудный материал для студента.
Следующая СР№6 будет посвящена схемам управления.
Убедительная просьба во время лекций принимать активное участие в исполнении материала.

Лекция №19 Останов холодильных КМ.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.29 (стр.200-202)

29. ОСТАНОВКА ХОЛОДИЛЬНЫХ КОМПРЕССОРОВ

В предыдущем разделе мы увидели, что накопление жидкого хладагента в картере компрессора при его остановках опасно не только тем, что приводит к заметному оттоку масла, но может также стать причиной катастрофических механических аварий при запуске.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Чтобы ограничить возможное стекание жидкости в картер компрессора при его остановках, на жидкостной линии *как можно ближе к TPB* устанавливают электромагнитный клапан **(VEM)**.

Поскольку при каждой остановке компрессора этот клапан герметично закрыт, количество жидкости, которое может стечь в картер, ограничено содержимым испарителя в момент остановки плюс жидкостью, содержащейся в заклапанном объеме **(VEM)** (*см. рис. 29.1*).

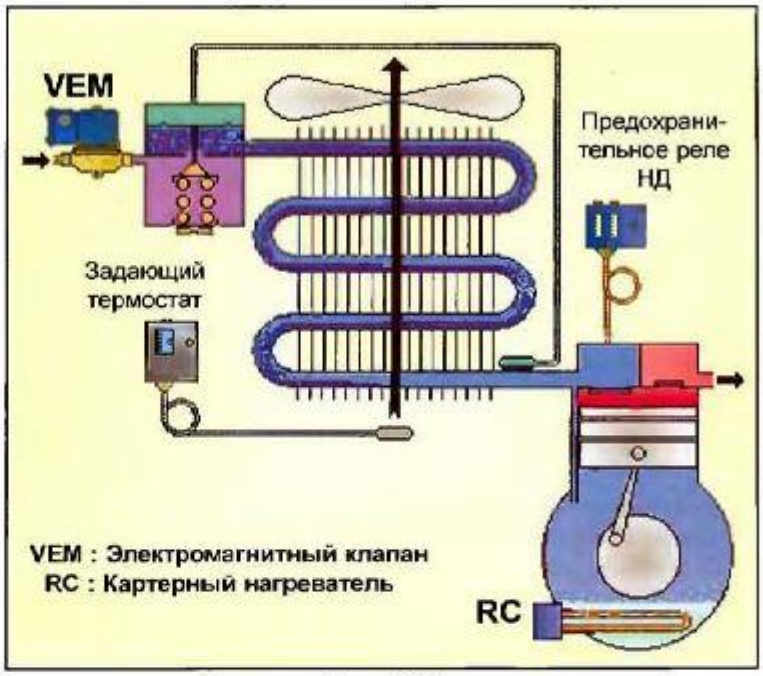


Рис. 29.1.

Это позволяет самым радикальным образом препятствовать течению жидкости в испаритель, а следовательно, и в картер компрессора, *даже если TPB полностью открыт*.

Кроме того, при остановках компрессора обеспечивается подогрев масла с помощью картерного электронагревателя **(RC)**, который предназначен для испарения хладагента, который может попасть в картер.

Одновременно электронагреватель, подогревая масло, во многом предотвращает возможность перемещения жидкости в картер, обусловленную эффектом холодной стенки Ватта.

Электрические схемы остановки компрессора и управления электромагнитным клапаном могут быть самыми разнообразными.

А) Остановка компрессора с минимальной защитой

На рис. 29.2 представлена одна из таких схем, которую по-английски называют *"minimum protection"*.

Когда температура окружающей среды достигнет значения, установленного задающим термостатом, по сигналу от него контакты **(4-5)** размыкаются, одновременно обесточивая обмотку контактора компрессора **C (5-3)** и электромагнитного клапана **VEM (6-3)**, установленного на жидкостной магистрали.

Рис. 29.2.

Компрессор останавливается, а разомкнутый контакт **C (1-2)** замыкается и на элекронагреватель картера **RC (2-3)** подается напряжение.

Когда температура в охлаждаемом объеме повышается, задающий термостат вновь замыкает контакты **(4-5)**.

Если *управляющие контакты* (ручной выключатель пуск/остановка, таймер оттайки...), *контакты системы автоматики* (вентилятор испарителя, датчик расхода воздуха...) и *контакты системы безопасности* (предохранительные реле ВД и НД, реле тепловой защиты, встроенная защита...) замкнуты, компрессор запускается и одновременно открывается электроклапан **VEM**.

В это же время размыкаются контакты **C (1-2)** и электронагреватель картера обесточивается.

Важно отметить, что при любой остановке компрессора, чем бы она не вызывалась (управляющий сигнал, сигнал от системы безопасности, автоматики или регулирования), клапан VEM обесточивается и перекрывает жидкостную магистраль, гарантируя во всех случаях минимальную защиту от перетекания жидкости в картер.

29.1 УПРАЖНЕНИЕ 1

Нужен ли контакт **C (5-6)**, расположенный на линии электропитания VEM? Зачем? *(Правильный ответ приведен ниже, но не спешите прочитать его, подумайте немного...)*.

ОТВЕТ:

Если в обмотке контактора **C (5-3)** имеется обрыв или плохой электрический контакт на линии ее электропитания, она не срабатывает и компрессор не запускается.

Но хотя компрессор будет стоять, клапан VEM окажется под напряжением и откроет жидкостную магистраль. Следовательно, контакт **C (5-6)** дает минимальную защиту даже в случае электрических повреждений обмотки.

Б) Остановка компрессора с автоматическим вакуумированием

Принципиальная схема такого процесса, называемого по-английски *"automatic pump down control"* приведена *на рис. 29.3.*

Когда температура в охлаждаемом объеме будет равна заданной, термостат размыкает контакты **(4-5)** и отключает *только* электромагнитный клапан **VEM (5-3)**, который закрывается и прекращает доступ жидкости в испаритель.

При этом компрессор **C (6-3)** продолжает работать, всасывая хладагент, находившийся в испарителе в момент закрытия клапана **VEM**, в результате чего давление всасывания падает.

Следовательно, после вакуумирования испарителя, компрессор будет остановлен по сигналу от предохранительного реле **НД (4-6)**.

Рис. 29.3.

После подъема температуры в охлаждаемом объеме термостат замкнет контакты **(4-5)**, клапан **VEM** откроется, в испаритель хлынет поток жидкости и давление во всасывающей магистрали начнет расти.

В результате контакты **(4-6)** предохранительного реле НД *(иногда называемого прессостатом вакуумирования)* замкнутся и компрессор **C** вновь запустится.

При такой последовательности срабатывания агрегатов *испаритель перед каждой остановкой компрессора полностью опорожняется от жидкости*, что предотвращает любое ее перемещение в картер. Более того, вакуумирование способствует возврату в картер масла, которое находилось в испарителе в момент отключения клапана VEM.

29.2. УПРАЖНЕНИЕ 2

Хотя *априори* автоматическое вакуумирование представляется весьма интересным решением, тем не менее, иногда такое решение может сопровождаться серьезным недостатком. Каким? *(Вы вправе вновь попытаться найти ответ самостоятельно, прежде чем прочтете его ниже).*

ОТВЕТ:

После отключения компрессора предохранительным реле НД *часто случается так, что НД вновь растет* (достаточно небольших утечек, например, через клапан VEM или нагнетающий клапан).

При росте давления во всасывающей магистрали реле НД снова включит компрессор, даже если контакты **(4-5)** задающего термостата разомкнуты.

Компрессор проработает *несколько секунд* и вновь отключится по команде реле НД. Поскольку утечки остались, давление во всасывающей магистрали снова начнет расти, компрессор снова включится, а затем выключится (и так далее...), причем *частота циклов "пуск-останов" будет тем выше, чем больше негерметичность.*

Заметим, что использование картерных электронагревателей при такой схеме не рекомендуется, поскольку при нагреве масла они стимулируют газовыделение, вызывающее повышение давления во всасывающей магистрали, а следовательно, нежелательные запуски компрессора при его остановках по команде от реле низкого давления.

Контрольные вопросы для прохождения лекции:
Пункт 29 Останов КМ (200) стр 1
Рассматривается схема ХУ с приборами автоматики. В пункте №30 (Проблема тактования КМ) предыдущей лекции №18 мы уже говорили об этих элементах. Здесь показаны где они расположены на схему ХУ.
На схеме указан только Испаритель с ТРВ , перед которым на жидкостной линии трубопровода обязательно устанавливают электромагнитный клапан, всасывающий трубопровод и КМ на котором установлен прессостат НД для защиты от пониженного давления всасывания. В камере охлаждения установлен термостат, для контроля температуры в ней. В картере КМ размещают электронагреватель картера.
Для перехода на следующую страницу ответь на опросные вопросы:
Вопрос 1: Для чего устанавливают электромагнитный клапан (VEM) на жидкостной линии как можно ближе к ТРВ
Ответ правильный: Ограничить стекание жидкого ХА в картер КМ при его остановках
Ответ не правильный: Ограничить стекание жидкого ХА в головку блока цилиндра КМ при его остановках
Ответ не правильный: Ограничить стекание жидкого масла ХА в картер КМ при его остановках
Вопрос 2: Что ограничивает попадания жидкого ХА в картер КМ даже при полностью открытом ТРВ при его остановках
Ответ правильный: герметично зарытым клапаном (VEM)
Ответ не правильный: Полностью открытым клапаном (VEM)
Ответ не правильный: включенным электронагревателем картера RC
Вопрос 3: Что устанавливают в картер КМ для испарения ХА
Ответ правильный: электронагревателем картера RC
Ответ не правильный: смотровое стекло
Вопрос 4: Что обеспечивает электронагревателем картера RC благодаря эффекту холодной стенки Ватта
Ответ правильный: подогрев масла
Ответ правильный: предотвращает возможность перемещения жидкого ХА к картер КМ
Ответ не правильный: подогрев жидкого ХА
Пункт 29 Останов КМ (200) стр 2 мин защита
Рассматривает электрические схемы остановки КМ и управления электромагнитным клапаном (VEM) с минимальной защитой от попадания жидкого ХА в картер КМ, за счет перекрытия жидкостной магистрали
Для перехода на следующую страницу ответь на контрольные вопросы:
Вопрос 1: Как по английский называется электрическая схема с минимальной защитой
Ответ правильный: minimum protection
Ответ не правильный: single pump down control
Ответ не правильный: automatic pump down control
Вопрос 2: Что произойдет когда температура в охлаждающем объеме достигнет значения, установленного задающим термостатом
Ответ правильный: контакты 4-5 термостата размыкаются
Ответ правильный: обесточивается обмотка контактора КМ С(5-3) и электромагнитного клапана (VEM) (6-3)
Ответ правильный: КМ останавливается и подается напряжения на электронагреватель картера RC
Ответ не правильный: не обесточивается обмотка контактора КМ С(5-3) и электромагнитного клапана (VEM) (6-3)
Ответ не правильный: КМ останавливается и отключается напряжения на электронагревателе картера RC

Вопрос 3: Что произойдет, когда температура в охлаждающем объеме повысится выше значения, установленного задающим термостатом
Ответ правильный: Термостат замыкает контакты (4-5)
Ответ правильный: Запускается КМ и одновременно запускается электромагнитный клапан (VEM)
Ответ правильный: размыкаются контакты С(1-2) и электронагреватель картера RC обесточивается
Ответ не правильный: Запускается КМ и не одновременно запускается электромагнитный клапан (VEM)
Ответ не правильный: замыкаются контакты С(1-2) и подается напряжения на электронагреватель картера RC
Вопрос 4: Что обеспечивает схема с минимальной защитой
Ответ правильный: перекрытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)
Ответ правильный: минимальную защиту от перетекания жидкого ХА в картер КМ
Ответ не правильный: открытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)
Пункт 29 Останов КМ автВак (202) стр3
Рассматривает электрическую схему остановки КМ и управления электромагнитным клапаном (VEM) с автоматическим вакуумированием от попадания жидкого ХА в картер КМ за счет полного опорожнения испарителя от жидкого ХА.
Для перехода на следующую страницу ответь на контрольные вопросы:
Вопрос 1: Как по английский называется электрическая схема остановки КМ с автоматическим вакуумированием
Ответ правильный: automatic pump down control
Ответ не правильный: single pump down control
Ответ не правильный: minimum protection
Вопрос 2: Что произойдет, когда температура в охлаждающем объеме достигнет значения, установленного задающим термостатом
Ответ правильный: контакты 4-5 термостата размыкаются
Ответ правильный: обесточивается только электромагнитный клапан (VEM) (5-3)
Ответ правильный: КМ С(6-3) продолжает работать, до тех пор пока прессостат его не остановит НД(4-6)
Ответ не правильный: обесточивается обмотка контактора КМ С(6-3) и электромагнитного клапана (VEM) (5-3)
Вопрос 3: Что произойдет, когда температура в охлаждающем объеме повысится выше значения, установленного задающим термостатом
Ответ правильный: Термостат замыкает контакты (4-5)
Ответ правильный: открывается электромагнитный клапан (VEM)
Ответ правильный: открывается электромагнитный клапан (VEM) и в испаритель подается жидкий ХА
Ответ правильный: давление на всасывающей магистрали растет и прессостат НД запустит КМ
Ответ не правильный: замыкаются контакты С(1-2) и подается напряжения на электронагреватель картера RC
Вопрос 4: Что обеспечивает схема остановки КМ с автоматическим вакуумированием
Ответ правильный: перекрытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)
Ответ правильный: вакуумирование испарителя перед каждой остановкой КМ, что предотвращает попадание жидкого ХА в картер КМ
Ответ правильный: возврату масла в картер КМ, которое находилось в испарителе
Ответ не правильный: открытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)

Пункт 29 Останов КМ одномВак (202) стр4

Рассматривает электрическую схему остановки КМ и управления электромагнитным клапаном (VEM) с одномоментным вакуумированием от попадания жидкого ХА в картер КМ, обеспечивающую исключение тактования КМ. Рекомендуется для схем имеющие проблему сложности возврата масла в КМ (испаритель установлен под КМ, большая длинна трубопроводов, регулировка мощности КМ).

В схему дополнительно устанавливают реле вакуумирования MAV, в цепь которого включен регулятор температуры (термостат) контакты (4-5). Реле вакуумирования MAV имеет контакты (4-7), которые шунтируют контакты обмотки контактора (магнитного пускателя) КМ «С» (4-7).Поэтому при размыкании контактов термостата КМ продолжает работать, а электромагнитным клапаном (VEM) отключается, контакты (5-6).

Отключение КМ происходит только после размыкания контактов прессостата НД (7-8).

Для перехода на следующую страницу ответь на контрольные вопросы:

Вопрос 1: Как по английский называется электрическая схема остановки КМ с одномоментным вакуумированием

Ответ правильный: single pump down control

Ответ не правильный: automatic pump down control

Вопрос 2: Что произойдет, когда температура в охлаждающем объеме достигнет значения, установленного задающим термостатом

Ответ правильный: контакты 4-5 термостата размыкаются

Ответ правильный: обесточивается электромагнитный клапан (VEM) (6-3), реле вакуумирования MAV(5-3) и КМ С(8-3)

Ответ правильный: электронагреватель картера RC под напряжением

Ответ не правильный: обесточивается электромагнитный клапан (VEM) (6-3) и КМ С(8-3)

Вопрос 3: Что произойдет, когда температура в охлаждающем объеме повысится выше значения, установленного задающим термостатом

Ответ правильный: Термостат замыкает контакты (4-5)

Ответ правильный: запитывается реле вакуумирования MAV(5-3) и открывается электромагнитный клапан (VEM) и в испаритель подается жидкий ХА

Ответ правильный: *давление на всасывающей магистрали растет и прессостат НД запустит КМ достигнув заданного пускового значения*

Ответ не правильный: замыкаются контакты С(1-2) и подается напряжения на электронагреватель картера RC

Вопрос 4: Что обеспечивает схема остановки КМ с одномоментным вакуумированием

Ответ правильный: перекрытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)

Ответ правильный: вакуумирование испарителя перед каждой остановкой КМ, что предотвращает попадание жидкого ХА в картер КМ

Ответ правильный: возврату масла в картер КМ, которое находилось в испарителе

Ответ правильный: исключению тактования КМ

Ответ не правильный: открытие жидкостной магистрали электромагнитным клапаном (VEM)

Пункт 29 Останов КМ одномВакУ3 (202) стр5

Данный раздел Упражнение 3 рассматривает электрическую схему остановки КМ с одномоментным вакуумированием у которой то же есть недостаток. И при этой схеме возможен недопустимый режим пуск-останов в результате нехватки в системе ХА.

Улучшение схему одномоментного вакуумирования достигается установкой дополнительно предохранительного прессостата НД и кнопки возврата в рабочее состояние после отключения данного прибора защиты.

В схему дополнительно устанавливают предохранительное реле RS, в цепь которого последовательно установлены приборы защиты (предохранительный прессостат НД) и кнопки возврата в рабочее состояние.

В цепи реле вакуумирования MAV установлен ручной выключатель пуск/останов М/А КМ для того, чтобы можно было вручную останавливать КМ и закрывать клапан VEM
При размыкании контактов предохранительный прессостат НД (2-3) происходит немедленное отключение электромагнитного клапана VEM (10-5) и КМ «С» (5-13) из размыкания контактов реле RS (6-7). Повторно реле RS может сработать только когда только после нажатия на кнопку возврата в рабочее состояние.
В цепь управления обмотки контактора (магнитного пускателя) КМ «С» (5-13) установлен управляющий прессостат НД (11-13) и шунтирующие контакты (самого контактора и реле вакуумирования MAV). В случае аномального падения давления всасывания и размыкания контактов (11-13) Км продолжает работать благодаря шунтирующих контактов С (12-13) и MAV(11-12).
Для перехода на следующую страницу ответь на контрольные вопросы:
Вопрос 1: Какой недостаток имеет схема с одномоментным вакуумированием
Ответ правильный: В результате утечки из системы ХА она может работать в недопустимом режиме "пуск-останов"
Ответ не правильный: Могут проявляться сложности с возвратом масла
Вопрос 2: Что необходимо включить в схему с одномоментным вакуумированием для ее улучшения
Ответ правильный: установкой дополнительно предохранительного прессостата НД и кнопки возврата в рабочее состояние
Ответ не правильный: установкой управляющего прессостата НД .
Вопрос 3: В случае аномального падения давления всасывания, что обеспечивает продолжение работы КМ
Ответ правильный: благодаря шунтирующих контактов С (12-13) и MAV(11-12)
Ответ не правильный: благодаря управляющих контактов прессостата НД (11-13)
Вопрос 4: Пуск КМ возможен только после
Ответ правильный: нажатия на кнопку возврата в рабочее состояние (3-4)
Ответ правильный: включения ручного выключателя пуск/останов М/А (8-9) КМ
Ответ не правильный: включения электромагнитного клапана VEM
Вопрос 5: Какой недостаток имеет схема остановки
КМ с одномоментным вакуумированием улучшенная
Ответ правильный: в случае пропадания напряжения в сети требуется вмешательство персонала для нового включения установки
Ответ не правильный: в случае пропадания напряжения в сети вмешательство персонала для нового включения установки не требуется
Пункт 29 Останов КМ раздел Г (202) стр6
Вопрос 1: Какое свойство для Ха и масла способствует возврат масла в картер Км при вакуумировании
Ответ правильный: отличная растворимость масла в хладагенте
Ответ правильный: ограниченная растворимость масла в хладагенте
Вопрос 2: Какое количество масла необходимо перегнать в картер Км
Ответ правильный: максимальное
Ответ правильный: минимальное
Вопрос 3: За счет чего масло интенсивно вытесняется из испарителя в картер Км
Ответ правильный: за счет открытия клапана VEM поток жидкого ХА резко заполняет испаритель и тем самым вытесняет масло в Км
Ответ правильный: за счет включения электронагревателя RC в картера Км

Страница 7 окончание
После выполнения данной лекции №19 необходимо выполнить СР №5 Схемы пуска и останова КМ (перейди в раздел Самостоятельные работы МДК 02.03) Для выполнения этой СР необходимо воспользоваться и лекцией №18 Частота включения Км. Данная неисправность обусловлена защитой КМ (его электродвигателя от перегрузки), КМ в работе

ХУ запускается и останавливается от команды термостата камеры охлаждения. Количество таких пусков имеет ограничение во время работы ХУ.
Затем выполнить лекцию №20 Регулятор производительности по расписанию.

Лекция №20 Регулятор производительности KVP
п.31 (стр 217-228)

31. РЕГУЛЯТОР ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
31.1. СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ

Если компрессор имеет явно повышенную холодопроизводительность по отношению к потребителям холода в данный момент, мы только что убедились, что в этом случае температура в охлаждаемом объеме быстро падает и переразмеренность компрессора приводит к его частым запускам и остановкам. Вдобавок к преждевременному механическому износу компрессора, частые пуски и остановки, обусловленные работой регулятора температуры, вызывают очень быстрые изменения температуры воздушной струи на выходе из испарителя, что является недопустимым, особенно в кондиционируемых помещениях, так как порождает многочисленные жалобы со стороны находящихся там людей.

Решение проблемы состоит в исключении частого повторения циклов "пуск-останов" за счет максимально возможного дробления полной холодопроизводительности. Так, вместо того, чтобы иметь один компрессор с мощностью 10 кВт, предпочтительнее установить 2 компрессора по 5 кВт каждый. Еще лучше будет иметь 10 компрессоров по 1 кВт каждый (*см. рис. 31.1*) или даже 20 компрессоров по 0,5 кВт каждый.

Рис. 31.1.

Конечно, по соображениям трудностей реализации и чрезвычайно высокой стоимости, слишком мелкое дробление мощностей нельзя считать целесообразным.

Следовательно, решение будет заключаться в определении максимально допустимого числа компрессоров и их оборудовании системой автоматического регулирования мощности, что позволит, *снижая холодопроизводительность по мере падения потребностей в холоде*, увеличить время работы компрессоров и уменьшить частоту циклов "пуск-останов".

Существует много систем регулирования холодопроизводительности, но мы будем наиболее подробно изучать *регулятор производительности*, представляющий собой автоматический клапан, широко используемый в установках малой и средней мощности. Работа такого регулятора основана на том, чтобы поддерживать почти постоянный перепад температур на испарителе, то есть увеличивать давление кипения, когда температура воздуха на входе в испаритель уменьшается (*см. также раздел 3.1. "Испаритель с прямым циклом расширения. Нормальная работа"*).

На вход регулятора подается высокое давление (ВД) из магистрали нагнетания, выход соединяется со всасывающей магистралью низкого давления (НД). Конструкция полости такова, что площади поверхностей сильфона и седла клапана одинаковы. Поэтому ВД действует *с одинаковой силой* как на сильфон (вверх), так и на клапан (вниз), в результате чего положение штока клапана не меняется при любой величине ВД (*см. рис. 31.2*).

Следовательно, остаются только две противодействующие силы: сила пружины, открывающая клапан, и сила НД, закрывающая его. Если НД начинает падать, это указывает, что температура понижается и, следовательно, компрессор становится переразмеренным. В этот момент сила пружины начинает преобладать над силой НД и регулятор производительности открывается, *осуществляя постоянный перепуск* хладагента из высоконапорной части контура в низконапорную, что снижает расход хладагента через испаритель.

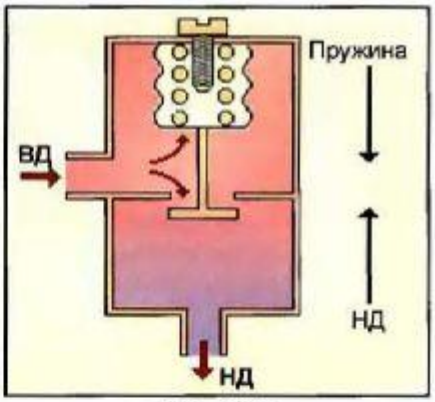


Рис. 31.2.

Снижение расхода хладагента уменьшает холодопроизводительность и одновременно замедляет падение окружающей температуры, что нам и требовалось осуществить.

Подключение регулятора производительности можно выполнить двумя различными способами. Рассмотрим преимущества и недостатки каждого из этих способов.

А) Регулятор производительности с перепуском во всасывающую магистраль

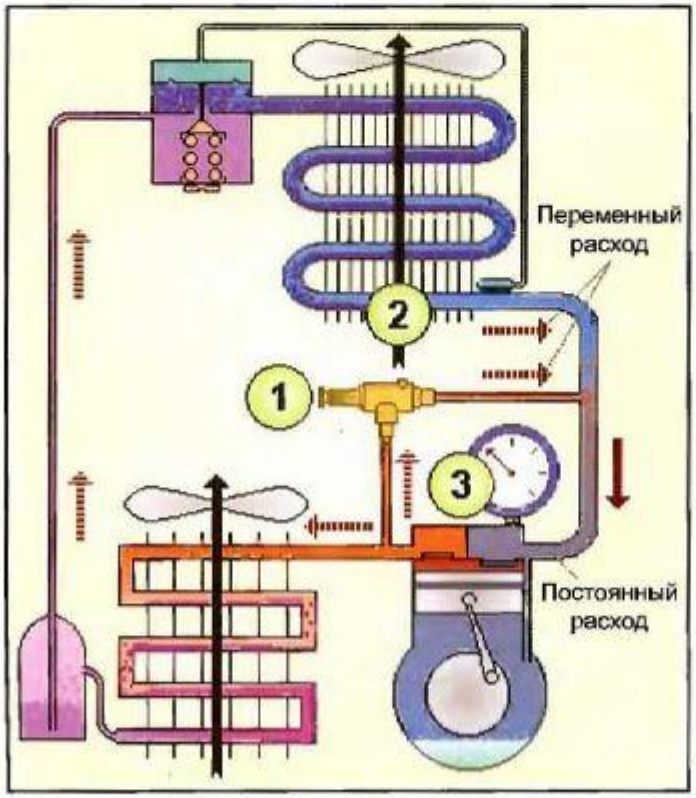


Рис. 31.3.

При таком способе регулятор производительности (***поз. 1** на рис. 31.3*) устанавливается непосредственно между патрубками нагнетания и всасывания компрессора. Когда температура воздуха на входе в испаритель высокая (***поз. 2***), давление кипения (***поз. 3***) также достаточно высокое, чтобы удерживать регулятор в закрытом положении: компрессор работает на полную мощность.

При уменьшении температуры воздуха на входе в испаритель давление кипения начинает падать. Отслеживая это падение, регулятор постепенно открывается, перепуская перегретые пары из патрубка нагнетания во всасывающий патрубок, что сразу же ограничивает падение давления кипения.

Заметим, что расход хладагента через компрессор остается практически *неизменным*, каким бы ни было положение клапана регулятора, а расход через конденсатор, жидкостную магистраль и испаритель *меняется* в зависимости от того, насколько открыт регулятор.

Когда регулятор открыт, перепуск горячего газа во всасывающий патрубок приводит к снижению холодопроизводительности испарителя благодаря двум основным факторам:

Во-первых, *расход хладагента через испаритель* падает (часть хладагента перепускается минуя испаритель во всасывающий патрубок), тем самым снижая холодопроизводительность. Во-вторых, при повышении температуры кипения *уменьшается температурный перепад между хладагентом и поступающим на вход в испаритель воздухом*, что также снижает холодопроизводительность, поскольку ухудшается интенсивность теплообмена (в пределе, если хладагент имеет ту же температуру, что и воздух, теплообмен отсутствует и холодопроизводительность становится нулевой, *см. рис. 31.4*).

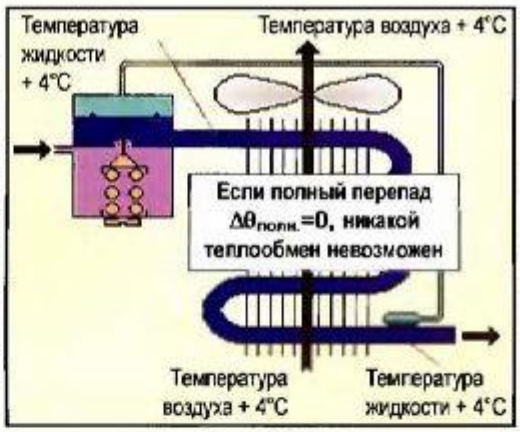


Рис. 31.4.

Когда уменьшаются потребности в холоде, регулятор производительности пропорционально снижает холодопроизводительность испарителя, *время, необходимое для достижения температуры отключения компрессора, увеличивается и компрессор будет работать дольше, что уменьшает возможность возникновения пульсирующего режима работы компрессора под действием задающего термостата.*

Б) Проблемы, связанные с перепуском горячего газа во всасывающую магистраль

Монтаж регулятора производительности с перепуском горячего газа непосредственно во всасывающий патрубок имеет некоторые недостатки, хотя и представляется исключительно безупречным.

На рис. 31.5 показана ситуация, когда потребности в холоде достаточно высоки. При этом регулятор производительности закрыт и компрессор всасывает газ, приходящий из испарителя, например, при температуре 15°C и нагнетает его в конденсатор при температуре 70°C (то есть перепад температур в компрессоре, обусловленный его работой, равен 55 K).

Как только давление кипения начнет падать, регулятор станет открываться и перепускать во всасывающий патрубок пары хладагента, перегретые до 70°C, что приведет к подъему температуры в точке 1 (например, до 25°C). Но так как работа сжатия не меняется (поскольку расход хладагента через компрессор остается постоянным), температурный перепад на компрессоре также не меняется и температура нагнетания достигнет 25 + 55 = 80°C.

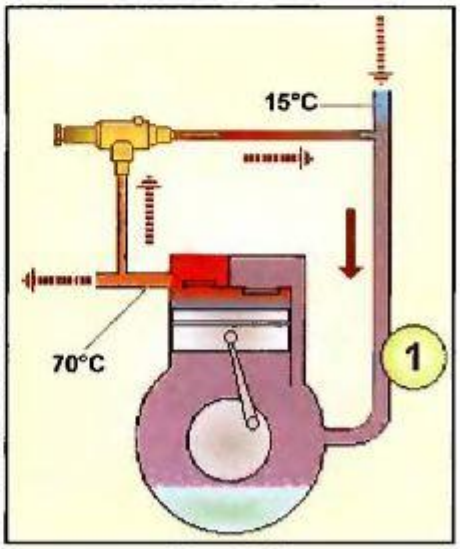


Рис. 31.5.

Поскольку температура нагнетания повышается, пары, впрыскиваемые во всасывающий патрубок, *становятся еще горячее*, что вновь *поднимает температуру в точке 1* (и так далее...).

Следовательно, температура всасываемых паров будет повышаться очень быстро и ее значение будет тем больше, чем больше будет открыт регулятор производительности.

Таким образом, непосредственный впрыск горячих паров во всасывающую магистраль следует считать неприемлемым, особенно для компрессоров со встроенным электродвигателем, охлаждение которого производится за счет всасываемых паров. В этом случае приходится охлаждать всасываемые пары, используя для этого специальный ТРВ, называемый ТРВ впрыска (*см. рис. 31.6*).

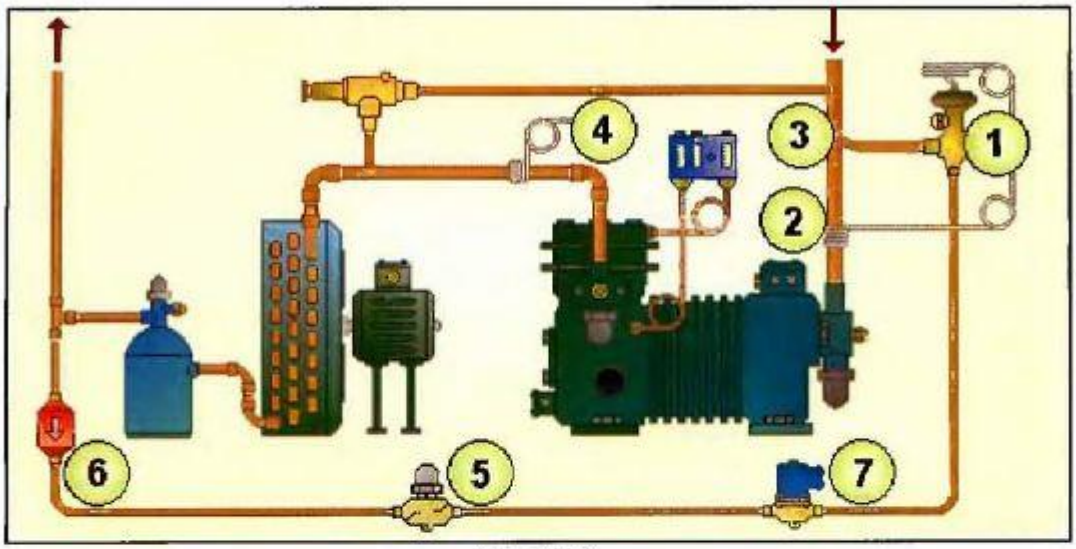


Рис. 31.6.

ТРВ впрыска (***поз. 1***) контролирует температуру всасываемых паров с помощью своего термобаллона (***поз. 2***) и впрыскивает прошедшую через дроссельное отверстие ТРВ жидкость против потока во всасывающую магистраль (***поз. 3***) с тем, чтобы по возможности, наиболее эффективно охладить газ, всасываемый компрессором.

Таким образом, когда давление кипения уменьшается, что приводит к открытию регулятора производительности, термобаллон ТРВ впрыска реагирует на повышение температуры и тотчас же открывается ТРВ впрыска, чтобы с помощью переохлажденного хладагента поддержать температуру всасываемых паров в разумных пределах, *позволяющих обеспечить нормальное охлаждение двигателя компрессора.*

Заметим, что в зависимости от модификаций термобаллон ТРВ впрыска может устанавливаться как на всасывающей магистрали (***поз. 2***), так и на магистрали нагнетания (***поз. 4***). Ручной вентиль (***поз. 5***) позволяет регулировать максимальный расход жидкого хладагента, впрыскиваемого во всасывающий патрубок, таким образом, *чтобы исключить любую возможность гидроударов* в компрессоре, даже если ТРВ впрыска открыт полностью. Фильтр (***поз. 6***) часто устанавливается на жидкостной линии, чтобы защитить магистраль от возможных загрязнений, а электроклапан (***поз. 7***) позволяет избежать вредных последствий впрыска жидкости во всасывающую магистраль при остановках компрессора.

B) Регулятор производительности с перепуском на вход в испаритель

При таком способе *регулятор производительности соединяется не со всасывающим патрубком компрессора*, а с выходом ТРВ (*см. рис. 31.7*). Принцип работы при таком способе подключения регулятора абсолютно идентичен описанному выше, однако перепуск горячих газов в этом случае осуществляется не во всасывающую магистраль, а на вход испарителя.

Огромное преимущество такого монтажа заключается в том, что ТРВ продолжает поддерживать расход хладагента через себя в зависимости от температуры своего термобаллона и, следовательно, *обеспечивает постоянство перегрева паров, выходящих из испарителя.*

В результате газы, выходящие из испарителя, имеют абсолютно нормальную температуру, что позволяет без проблем обеспечивать охлаждение двигателя компрессора.

При таком способе, в отличие от описанного выше перепуска газа на вход в компрессор, *установка ТРВ впрыска становится совершенно излишней.*

Заметим, наконец, что расход хладагента, проходящего через испаритель и компрессор остается практически постоянным независимо от положения, в котором находится клапан регулятора производительности.

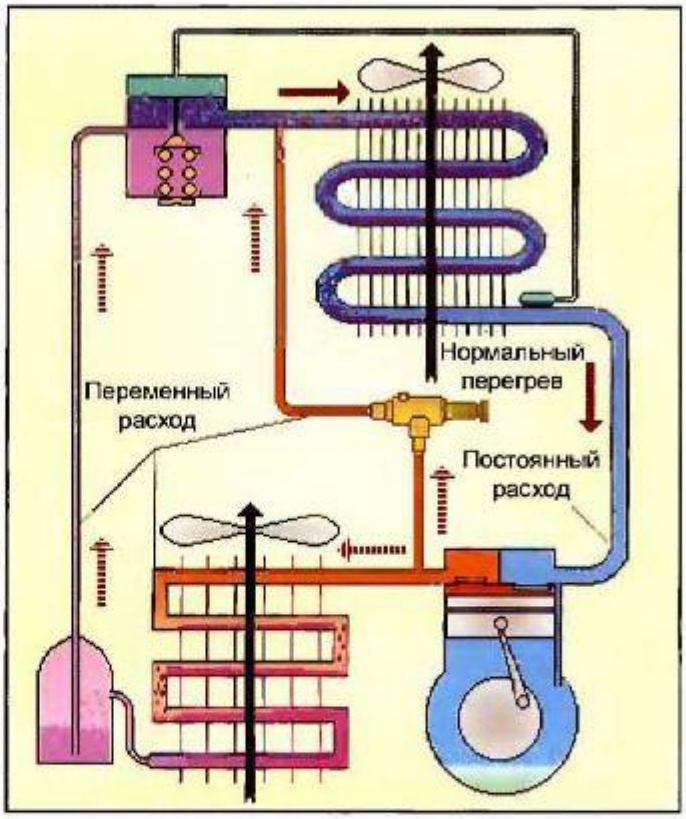


Рис. 31.7.

С другой стороны, также как и в предыдущем варианте, где впрыск производится во всасывающий патрубок компрессора, в конденсаторе и жидкостной магистрали расход переменный.

Г) Проблемы, связанные с перепуском газа на вход в испаритель

Большинство испарителей с прямым циклом расширения, мощность которых превышает несколько сотен ватт, представляют собой набор множества секций, соединенных в параллель и запитываемых при помощи специального распределительного устройства, называемого распределителем жидкости. Поэтому, при перепуске горячего газа на вход в испаритель, магистраль впрыска газа должна соединяться с магистралью подачи хладагента в испаритель только между выходом из ТРВ и входом в распределитель жидкости.

Однако в некоторых случаях такое подключение чревато возможностью срабатывания предохранительного реле НД, если расход горячего газа становится слишком большим, а подключение магистрали впрыска выполнено с помощью обычного тройника.

Такое явление возникает главным образом тогда, когда производительность регулятора превышает 40 % полной производительности.

Действительно, когда количество впрыскиваемого горячего газа становится большим, *поток этого газа в тройнике* (***поз. 1** на рис. 31.8*) *порождает турбулентность, достаточную для того, чтобы воспрепятствовать прохождению жидкости, поступающей из ТРВ.*

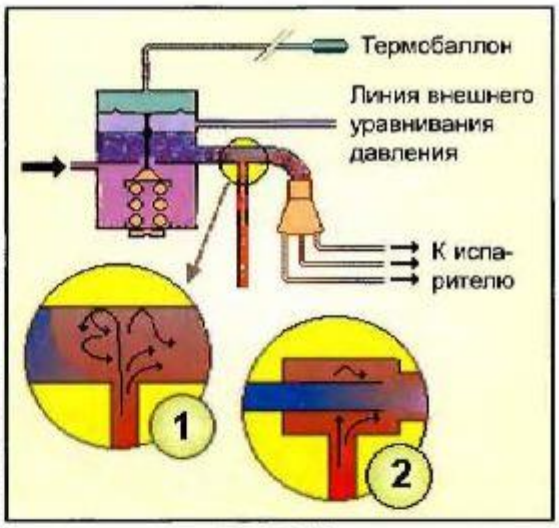


Рис. 31.8.

Если вихри горячего газа в тройнике слишком интенсивные, жидкость с огромным трудом проходит через них и ее подача в испаритель ухудшается. Поскольку компрессор при этом продолжает всасывать с прежней силой, в испарителе с плохой подпиткой начинает падать давление кипения.

Падение давления кипения приводит к увеличению расхода перепускаемого газа, что еще больше усиливает вихреобразование и еще сильнее препятствует прохождению жидкости в испаритель (и так далее, пока не сработает предохранительное реле НД...).

Во избежание такого явления рекомендуется использовать специальный тройник, называемый газожидкостным смесителем (*см. **поз. 2** на рис. 31.8*), который обеспечивает получение равномерной смеси газа и жидкости на входе в распределитель жидкости.

Заметим также, что диаметр трубок, выходящих из распределителя жидкости, выбирался исходя из того, что каждая трубка должна пропускать определенный расход жидкости. Однако мы знаем, что при равной массе пары занимают гораздо больший объем, чем жидкость (*см. раздел 1. "Влияние температуры и давления на состояние хладагентов"*).

Таким образом, если расход горячего газа становится слишком большим, диаметр трубок питания может оказаться недостаточным для пропуска такого количества газа, перемешанного с жидкостью, и в этих трубках резко возрастут потери давления. В таком случае может возникнуть необходимость замены распределителя жидкости (*всякий, кто имеет уже установленный и запаянный распределитель жидкости, поймет что, проще ограничить расход газа и не трогать распределитель жидкости*).

Наконец, обратим ваше внимание на то, что при таком способе перепуска предпочтительнее использовать распределители жидкости на основе трубок Вентури, которые обладают меньшими потерями давления, чем распределители жидкости диафрагменного типа, потери давления в которых гораздо более значительны.

31.2. УПРАЖНЕНИЕ

Априори представляется более заманчивым перепускную магистраль регулятора производительности подсоединять между ТРВ и питателем, нежели к магистрали всасывания компрессора, поскольку это позволяет избежать использования (довольно сложного) ТРВ впрыска. Однако встречаются установки, с полным основанием *оборудованные регуляторами* с перепуском во всасывающую магистраль.

Итак, в каких случаях впрыск после ТРВ невозможен?

Решение

Ответ очень простой: впрыск после ТРВ невозможен, если установка состоит из нескольких испарителей, то есть если один компрессор обслуживает *несколько испарителей.*

Рассмотрим простой пример установки, оснащенной одним компрессором и несколькими испарителями, работающими при одной и той же температуре, но находящимися в разных помещениях (*см. рис. 31.9*).

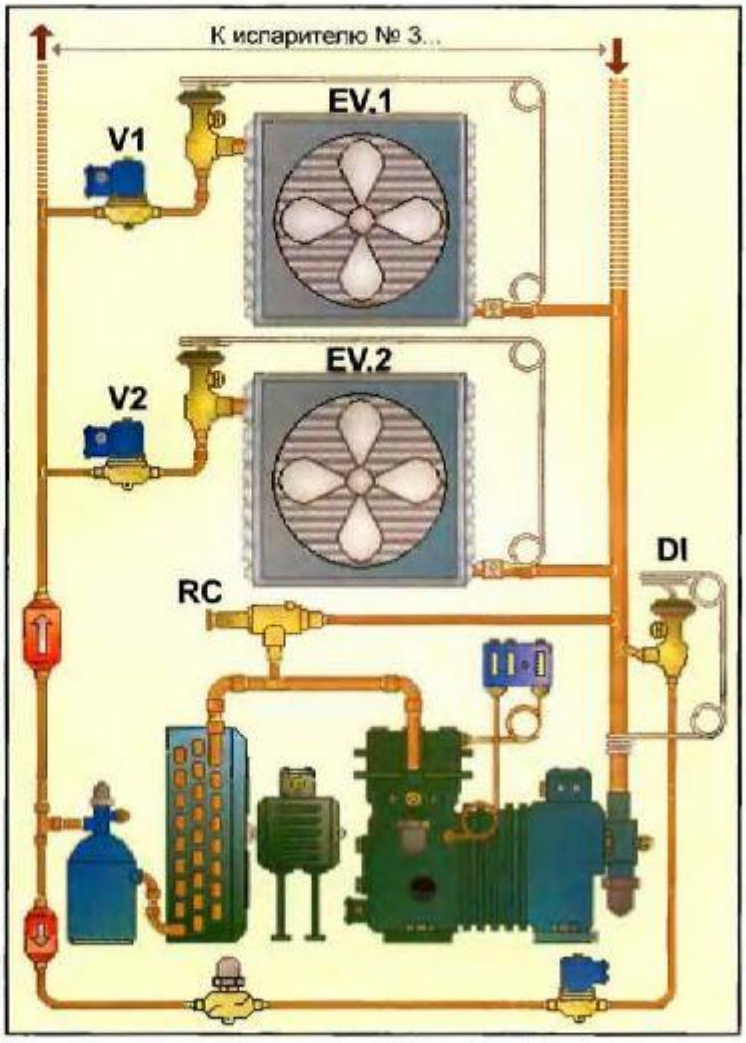


Рис. 31.9.

Если температура в помещении, охлаждаемом испарителем **EV.1**, становится приемлемой, регулятор отключает его при помощи электроклапана **V1** в то время как другие испарители продолжают работать. Испаритель **EV.1** больше не производит паров, а компрессор продолжает работать и давление кипения начинает падать.

Куда в этот момент следует производить впрыск горячих газов? В **EV.2**? В **EV.3**?.. (причем делать это надо автоматически, а сети могут быть и гораздо более сложными).

Наиболее простым и экономичным решением в данном случае является впрыск во всасывающий патрубок компрессора, что требует обязательного использования ТРВ впрыска.

Заметим также, что применение впрыска *во всасывающую магистраль* компрессора может иногда оказаться целесообразным, если испаритель находится слишком далеко от компрессора и требуется сократить длину перепускной магистрали.

Д) Общие проблемы, возникающие при использовании регуляторов производительности

При изменении расхода (а следовательно, и скорости) хладагента всегда возникают проблемы с обеспечением нормальной циркуляции масла в холодильном контуре и его возвратом в компрессор (*см. раздел 37. "Проблемы возврата масла"*).

Однако, если регулятор производительности перепускает горячий газ на вход в компрессор (***поз. 1 на рис. 31.10***), то расход хладагента через испаритель становится переменным.

Поэтому диаметр и расположение всасывающих трубопроводов должны определяться гораздо более тщательно, особенно если испаритель расположен относительно далеко от компрессора или ниже него.

С другой стороны, если перепуск осуществляется между ТРВ и испарителем (***поз. 2 на рис. 31.10***), расход хладагента через испаритель остается практически постоянным и опасность возникновения проблем с возвратом масла при этом снижается.

Однако, *куда бы ни производился перепуск*, расход хладагента (и скорость) в магистрали нагнетания, конденсаторе и жидкостной линии всегда будет переменным.

Если изменения скорости хладагента в жидкостной магистрали не создают серьезных проблем, то к значениям скорости в нагнетающей магистрали, особенно при наличии разности в уровнях, нужно относится чрезвычайно внимательно из-за опасности столкнуться с большими неприятностями, обусловленными плохим возвратом масла.

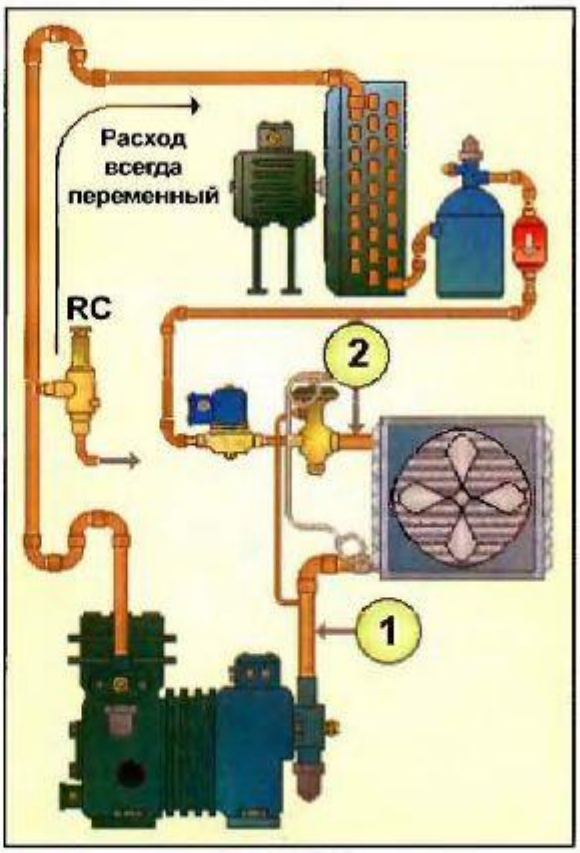


Рис. 31.10.

Заметим также, что независимо от способа перепуска переменным будет и расход хладагента через ТРВ.

Итак, если регулятор производительности полностью открыт и перепускает максимальное количество хладагента, расход последнего через ТРВ может упасть настолько, что появится опасность переразмеренности ТРВ (*см. раздел 8.2. "Замечания по поводу пульсаций ТРВ"*).

Чтобы избежать такой опасности, рекомендуется выбирать регулятор производительности исходя из условия, при котором его пропускная способность не превышала бы 40% полной производительности компрессора.

Использование регуляторов производительности для изменения холодопроизводительности связано и с другим типом проблем, возникающих в вопросах потребления электроэнергии.

Попробуйте понять, что это за проблемы, до того, как продолжите чтение.

При любом способе перепуска хладагента его расход через компрессор остается практически постоянным, также как и рабочие значения давлений всасывания и нагнетания.

Следовательно потребляемая компрессором мощность также остается постоянной (см. рис. 31.11).

Поскольку с падением холодопроизводительности потребляемая электрическая мощность не снижается, с энергетической точки зрения такой способ регулирования *является совершенно неэкономичным.*

Этот недостаток ограничивает использование регулятора производительности установками, мощность которых относительно небольшая. Поэтому для установок с поршневыми компрессорами повышенной мощности более распространен способ регулирования производительности, заключающийся в изменении числа работающих цилиндров и снижении за счет этого расхода хладагента, что приводит одновременно к снижению потребляемой электрической мощности.

Рис. 31.11.

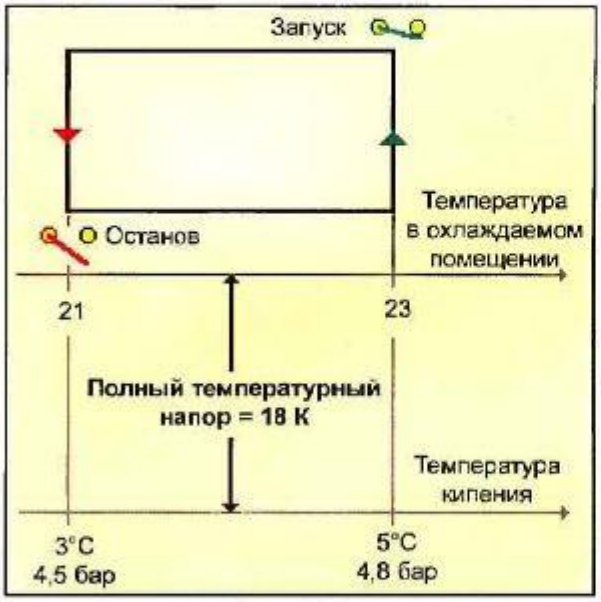


Рис. 31.12.

E) Настройка регулятора производительности

В качестве примера рассмотрим одиночный компрессор, задающий термостат которого настроен так, что запуск компрессора происходит при 23°C, а останов – при 21°C (обычный кондиционер).

Мы знаем, что полный температурный напор $\Delta\theta$полн. на испарителе остается практически неизменным *(см. раздел 7. "Влияние температуры охлаждаемого воздуха").*

Принимая, что в нашем испарителе полный перепад температуры равен 18 K, получим в момент запуска температуру кипения 23 – 18 = 5°C (то есть давление кипения равно 4,8 бар для R22), которая при остановке компрессора понизится до 21 – 18 = 3°C (то есть 4,5 бар, *см. рис. 31.12*).

Если регулятор производительности настроен таким образом, чтобы начинать открываться при давлении кипения ниже 4,5 бар, он будет постоянно закрытым при нормальной работе и компрессор будет включаться и выключаться, постоянно сохраняя 100% полной производительности.

При этом, из-за неправильной настройки регулятора, никаких преимуществ его использования вы не получите.

Если регулятор производительности настроен, например, на 4 бар (то есть 0°C), он будет служить только для ограничения падения температуры кипения в случае аномальных значений давления кипения (нехватка хладагента, слишком слабый ТРВ...), препятствуя обледенению испарителя.

С другой стороны, если регулятор производительности (допустим, что его мощность составляет 40% от полной мощности) настроен так, чтобы полностью открываться, когда замыкаются контакты термостата температуры в охлаждаемом помещении, компрессор будет запускаться, обеспечивая 60% полной производительности вместо предыдущих 100%.

При такой настройке, *когда потребности в холоде окажутся ниже 60%*, время, необходимое для достижения температуры отключения станет гораздо большим, чем если бы компрессор давал 100% холодопроизводительности, то есть желаемая цель будет достигнута.

С другой стороны, *когда потребности в холоде окажутся выше 60%*, холодопроизводительность компрессора при запуске будет недостаточной и температура в охлаждаемом помещении начнет расти, одновременно повышая температуру кипения и вызывая, следовательно, постепенное закрытие регулятора до тех пор, пока не наступит равновесие между потребностью в холоде и холодопроизводительностью компрессора.

В этом случае рост температуры в охлаждаемом помещении будет тем слабее, чем меньше перепад давления ΔP, установленный на регуляторе, и компрессор будет работать непрерывно в течение часа. Заметим, что перепад давления на регуляторе ΔP, называемый также *зоной линейности*, представляет собой разность между давлением, при котором регулятор *полностью открывается*, и давлением, при котором регулятор *полностью закрывается*.

Легко понять, что настройку такого типа будет очень сложно осуществить. Поэтому регуляторы производительности, управляемые непосредственно давлением кипения, на практике наиболее часто настраиваются так, чтобы служить ограничителями давления кипения или предохраняющими антиобледенителями (в кондиционерах).

Чтобы обеспечить хорошую регулировку производительности с простой настройкой, превосходным решением является использование электромагнитного клапана перепуска, который управляется не давлением кипения, а значением температуры в кондиционируемом помещении, как это показано на схеме (*рис. 31.13*).

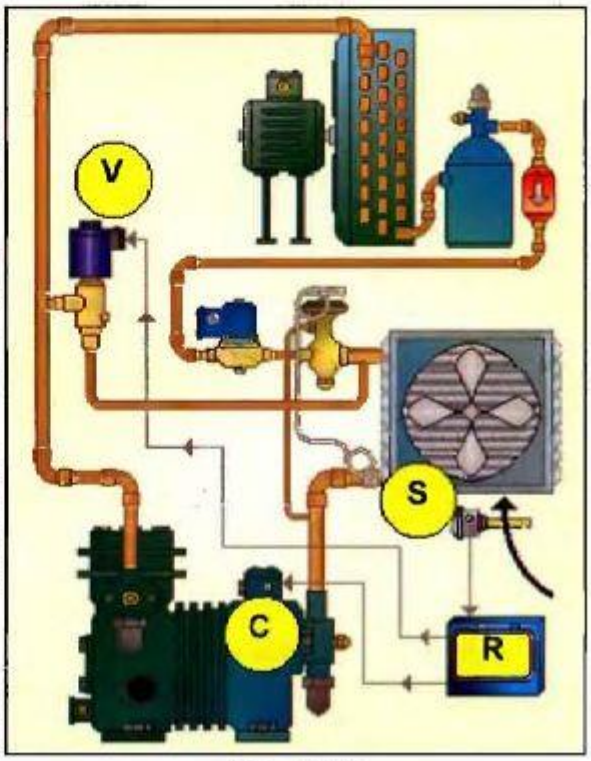


Рис. 31.13.

В этой схеме датчик температуры **S** постоянно *измеряет температуру* в охлаждаемом помещении и выдает сигнал на элетронный регулятор **R**.

Регулятор **R** управляет запуском и остановом компрессора **C** и определяет степень открытия перепускного клапана **V** *в зависимости от разницы между температурой, измеренной датчиком **S**, и температурой, заданной потребителем.*

Главным преимуществом этого регулирующего устройства является постоянная возможность большой гибкости регулировки, так как температура в охлаждаемом помещении и есть тот самый параметр, который *определяет* положение клапана и работу компрессора.

В качестве примера рассмотрим представленный на графике (*рис. 31.14*) процесс регулирования с использованием электронного регулятора, управляющего компрессором и перепускным клапаном.

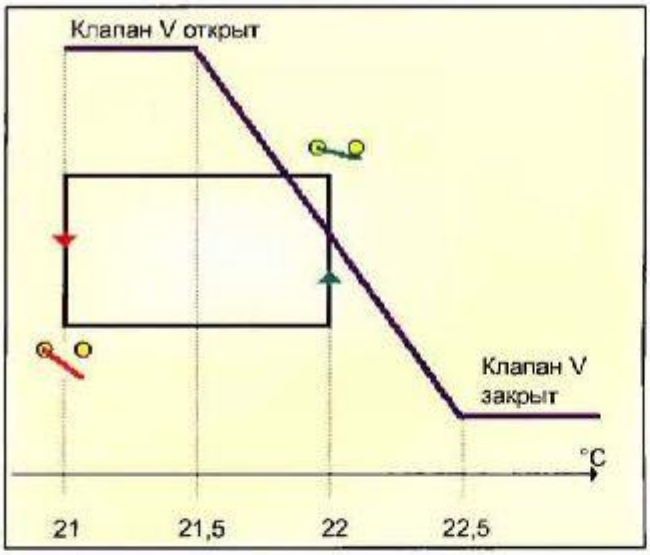


Рис. 31.14.

Когда температура в охлаждаемом помещении достигает 22°C, компрессор запускается при частично открытом перепускном клапане V (следовательно, компрессор запускается с пониженной производительностью).

В этот момент, если производительность компрессора *выше* потребностей в холоде, температура в охлаждаемом помещении начнет падать.

По мере того, как снижается температура в охлаждаемом помещении, клапан V открывается, уменьшая холодопроизводительность, *что замедляет падение температуры, повышая тем самым продолжительность работы компрессора.*

Для понижения температуры в охлаждаемом помещении с 21,5°C до 21°C компрессор продолжает работать с *пониженной производительностью* при полностью открытом клапане V. Когда температура достигает 21°C, компрессор останавливается.

С другой стороны, если производительность компрессора при запуске *ниже*, чем потребность в холоде, температура в охлаждаемом помещении будет продолжать расти. В этом случае клапан V закрывается, что повышает производительность компрессора до тех пор, *пока она не станет равной потребностям в холоде*. Компрессор при этом постоянно работает и в нашем примере достигает полной производительности при температуре в охлаждаемом помещении 22,5°C.

Этот способ регулирования и настройки полностью закрывает все вопросы и проблемы повышенной частоты циклов "пуск-останов", которые рассматривались в предыдущем разделе. Правда при этом величина давления кипения не влияет на положение перепускного клапана, а антиобледенительная безопасность испарителя кондиционеров не обеспечивается (однако вряд ли это входит в задачу регуляторов производительности).

Ж) Другие проблемы, связанные с использованием регуляторов производительности

Когда остановка компрессора производится с вакуумированием (*см. раздел 29. "Остановка холодильных компрессоров"*), электроклапан устанавливается на жидкостной магистрали (***поз. 1** на рис. 31.15*) как можно ближе к ТРВ.

Но если для вакуумирования задающий термостат выключает этот клапан, *вполне нормальное падение давления кипения* может вызвать одновременное открытие регулятора производительности и затруднить нормальное вакуумирование.

Что Вы предложили бы, чтобы избежать этого?

Когда компрессор останавливается с вакуумированием, на перепускной магистрали обязательно должен устанавливаться еще один электроклапан (***поз. 2 на рис. 31.15***), который необходимо отключать одновременно с отключением клапана на жидкостной магистрали, чтобы обеспечить нормальное вакуумирование установки.

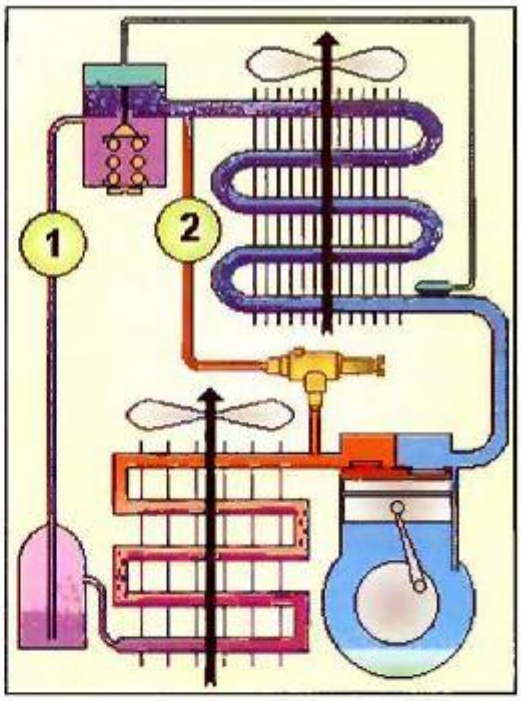


Рис. 31.15.

Дополнительно к этому, *независимо от места подачи перепускаемого хладагента*, на магистрали перепуска рекомендуется устанавливать ручной вентиль, чтобы упростить операции по обслуживанию установки (*см. рис. 31.16*).

Например, при проверках или ремонте, если ремонтник захочет отвакуумировать испаритель и всасывающую магистраль, закрыв вентиль на жидкостной магистали, вакуумирование будет невозможным из-за того, что регулятор производительности *открывается, как только упадет давление кипения.*

Благодаря ручному вентилю можно перекрыть перепускную магистраль и осуществить вакуумирование испарителя *без перенастройки регулятора производительности.*

Рис. 31.16.

Если вентиль установлен *перед* регулятором (как *на рис. 31.16*), это дополнительно позволяет снять (в случае проблем) регулятор без потерь хладагента, находящегося в конденсаторе и ресивере. Заметим также, что частично перекрывая ручной вентиль, *можно ограничить расход перепускаемого хладагента*, если регулятор производительности слишком сильно переразмерен и случаются проблемы.

Отметим, наконец, что некоторые типы регуляторов производительности, используемые главным образом для перепуска хладагента на выход из ТРВ, оснащены трубкой отбора давления (называемой внешним уравниванием), *которая предназначена для соединения со всасывающей магистралью компрессора.*

Пункт 31 KVP стр 1 (217) введение

Рассмотрим лекцию известного нам регулятора производительности KVP . Первая страница рассказывает для чего применяют данный регулятор и как он работает.

В предыдущих лекциях мы видим что частый "пуск-останов" Км нежелателен и для его решения необходимо исключить повторные циклы за счет использования регулятора производительности.

Мы уже знаем где устанавливают данный регулятор и как он работает. Еще раз повторим эту тему для лучшего понимания.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 стр1 (217) На чем основана работа регулятора

+ поддерживать постоянно полный перепад температур на испарителе

+ увеличивать давление испарения, при уменьшении температуры воздуха в охлаждаемом помещении

- увеличивать давление испарения, при уменьшении температуры воздуха окружающей среды

Вопрос 2 стр1 (217) Какая сторона давления Км подается на вход регулятора

+ ВД

- НД

Вопрос 3 стр1 (217) Какая сторона давления Км подается на выход регулятора

+ НД

- ВД

Вопрос 4 стр1 (217) Если НД начинает падать то регулятор

+ открывается

- закрывается

- находится в равновесном положении

Пункт 31 KVP стр 2 (218) рА

Рассмотрим подключении регулятора с перепуском на всасывающую магистраль. Раздел А

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 стр 2 (218) Расход хладагента через Км при открытии регулятора

+ остается практически неизменным

- становится переменным

Вопрос 2 стр 2 (218) Расход хладагента через КД и испаритель при открытии регулятора

+ становится переменным

- остается практически неизменным

Вопрос 3 стр 2 (218) Что происходит с холодопроизводительностью испарителя при открытии регулятора

+ снижается

- возрастает

Вопрос 4 стр 2 (218) За счет чего падает холодопроизводительность испарителя

+ падает расход Ха через испаритель

+ снижения полного перепада на испарителе

- увеличивается расход Ха через испаритель

- увеличения полного перепада на испарителе

Пункт 31 KVP стр 3 (220) рБ

Рассмотрим проблемы, связанные с перепуском горячего пара на всасывающую магистраль. Раздел Б

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 стр 2 (220) рБ Как быстро повышается температура нагнетания при открытии регулятора

+ чем больше открывается клапан

- чем меньше открывается клапан

Вопрос 2 стр 2 (220) Что используют для охлаждения всасывающих паров Км

+ ТРВ вспрыска
- ТРВ с внутренним выравниванием

Вопрос 3 стр 2 (220) За счет чего происходит охлаждение двигателя Км при ТРВ впрыска
+ за счет переохлажденного ХА подаваемого на всасывающую линию
- за счет переохлажденного ХА подаваемого на нагнетательную линию
Вопрос 4 стр 2 (220) Для каких Км неприемлем непосредственный впрыск горячих паров на всасывающую магистраль
+ Герметичных
+ Полугерметичных Км
- Открытых КМ
Пункт 31 KVP стр4 (221) рВ
Рассмотрим регулятор производительности у которого осуществляется перепуск горячего пара на вход в испаритель. Раздел В
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (221) Куда подключают выход регулятора производительности в этой схеме
+ на выход ТРВ
- на вход ТРВ
Вопрос 2 Преимущество данной схемы
+ поддержание расхода ХА, через ТРВ за счет зависимости температуры от своего термобаллона
- поддержание расхода ХА, через ТРВ за счет постоянного расхода Км
Вопрос 3: Что происходит с холодопроизводительностью испарителя при открытии регулятора
+ остается практически постоянным
- становится переменным
Вопрос 4: Что происходит с охлаждение двигателя Км
+ без проблем охлаждается
- происходит перегрев двигателя
Пункт 31 KVP стр5 (222) рГ
Рассмотрим проблемы, связанные с перепуском горячего пара на вход в испаритель. Раздел Г
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (222) При использовании распределителя (дистрибьютера) для испарителя горячий пар подключается
+ между выходом ТРВ и входом в дистрибьютер
- на выход из испарителя
Вопрос 2 стр (222) Что может произойти в некоторых случаях при таком подключении (особенно тройника)
+ срабатывает прессостат НД
- срабатывает прессостат ВД
Вопрос 3 стр (222) При каком значении производительности регулятора срабатывает прессостат НД
+ 40%
- 60%
Вопрос 4 стр 5 (222) Что порождает турбулентность в тройнике на входе горячего газа
+ Большое количество впрыскиваемого горячего пара
- Большое количество впрыскиваемого хладагента
вопрос 5 стр 5 (222) Когда впрыск после ТРВ не возможен
+ если один Км обслуживает несколько испарителей
- если несколько Км обслуживают один испаритель
Пункт 31 KVP стр6 (224-5) рД

Рассмотрим общие проблемы, возникающие при использовании регуляторов производительности. Раздел Д

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (224) Какие проблемы возникают при изменении расхода (а следовательно и скорости) ХА

+ возврата масла в КМ

- переменный расход ХА в испарителе

Вопрос 2 (224) В каком трубопроводе возникает проблема возврата масла при использовании регулятора

+ в нагнетательном

- в жидкостном

Вопрос 3 (224) В каком случае возникает опасность переразмеренности ТРВ

+ когда регулятор полностью открыт

- когда регулятор имеет постоянную производительность

Вопрос 4 (224) Падение холодопроизводительности Км не приводит к падению

+ потребления электроэнергии

- потребления масла

Пункт 31 KVP стр7 (226) рЖ

Рассмотрим другие проблемы, связанные с использованием регулятора производительности. Раздел Ж

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (228) При остановке Км с вакуумированием для регулятора производительности дополнительно

+ устанавливается электроклапан на перепускной магистрали

- устанавливается электроклапан на жидкостной магистрали

Вопрос 2 стр 7 (228) Где рекомендуется устанавливать ручной запорный вентиль, для сервисных операций

+ на магистрали перепуска возле Км

- на магистрали перепуска возле испарителя

Вопрос 3 (228) Что можно сделать благодаря ручному вентилю на перепускной линии

+ осуществить вакуумирование

- осуществить заправку ХА

Вопрос 4 (228) С помощью чего можно контролировать фактическое давление испарителя на входе в Км

+ внешнего уравнивания регулятора производительности

- внешнего уравнивания ТРВ

Страница 8 окончание

После выполнения данной лекции №20 сделайте перерыв. После которого продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Удачи и терпения в выполнении изучаемого материала

Лекция №21 KVL регулятор давления в картере.

п.48 (стр. 299-304)

48. РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ В КАРТЕРЕ

В предыдущем разделе мы ознакомились с проблемами, возникающими при запуске холодильной установки с аномально выросшим, по сравнению с номинальным рабочим значением, давлением во всасывающей магистрали. Теперь мы знаем, что ТРВ с заправкой МОР иногда может позволить решить эти проблемы. Однако, в некоторых случаях (большой объем низконапорной части контура, размораживание горячим газом) требуется слишком много времени для того, чтобы аномально выросшее давление упало до значения, соответствующего точке МОР. Компрессор при этом длительный период времени вынужден работать с перегрузкой, что создает опасность его отключения предохраняющим устройством.

Для решения этих проблем используется специальный регулятор, который называют регулятором давления в картере.

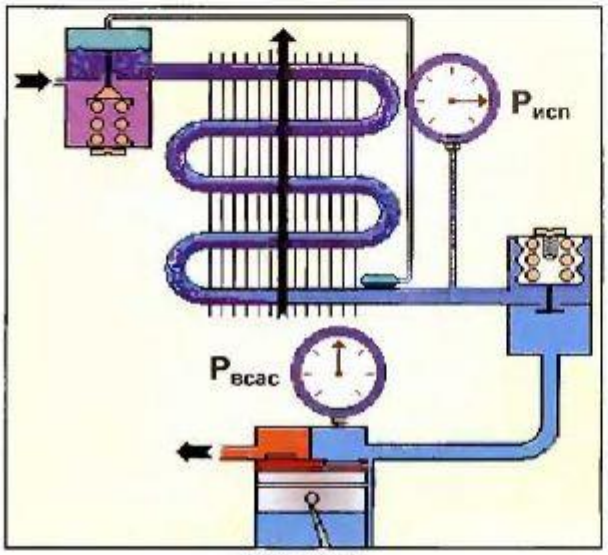


Рис. 48.1.

На рис. 48.1 показана принципиальная схема такого регулятора, установленного на всасывающем патрубке в непосредственной близости от компрессора. Испаритель подключен к входу регулятора, компрессор – к выходу. Конструкция регулятора такова, что поверхность сильфона и поверхность клапана имеют одинаковые площади.

Обозначим давление со стороны испарителя как $P_{исп}$, а давление со стороны компрессора как $P_{всас}$.

$P_{исп}$ создает усилие закрытия регулятора, действуя на поверхность сильфона (вверх) и усилие открытия (вниз), действуя на поверхность клапана (*см. рис. 48.2*). С учетом того, что площади поверхностей сильфона и клапана одни и те же, *эти усилия взаимно уничтожаются и положение клапана регулятора совершенно не зависит от давления со стороны испарителя!*

Тогда в наличии остаются только две силы: сила открытия, обусловленная пружиной, и сила закрытия, обусловленная давлением $P_{всас}$ со стороны компрессора.

При заданной настройке пружины, если $P_{всас}$ возрастает, регулятор закрыт. Поскольку при этом компрессор продолжает работать, $P_{всас}$ уменьшается. Когда сила пружины вновь становится преобладающей, регулятор открывается, и так далее, до тех пор, пока не будет найдено положение равновесия.

Таким образом, $P_{всас}$ не сможет превысить значения, соответствующего настройке пружины, даже если при остановке компрессора будет иметь место рост давления в испарителе!

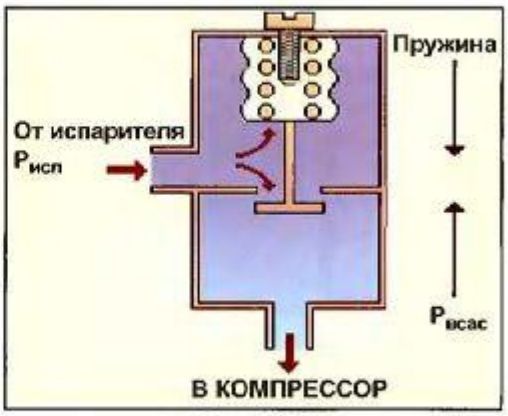


Рис. 48.2.

С другой стороны, поскольку $P_{всас}$ всегда ниже величины, на которую настроена пружина, и соответствует номинальному установившемуся режиму, на номинальном режиме регулятор будет полностью открыт и не будет оказывать никакого влияния на работу установки.

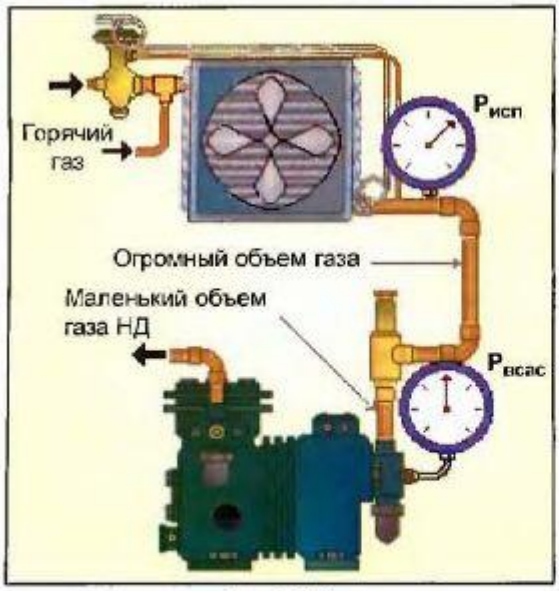


Рис 48.3.

Регулятор давления устанавливается в непосредственной близости от компрессора, объем газа, который заключен между регулятором и компрессором, сравнительно небольшой, и при запуске, например, после размораживания, давление падает очень быстро, даже если объем газа со стороны испарителя огромный, поэтому *продолжительность действия возможной перегрузки крайне незначительна.*

Точно также, если размораживание горячим газом приведет к существенному росту $P_{исп}$, максимальное значение $P_{всас}$ будет ограничено величиной настройки пружины (*см. рис. 48.3*).

В предыдущем разделе мы видели, что для этих двух случаев использование ТРВ с заправкой МОР не дает нужного эффекта. Теперь мы знаем, что регулятор давления в картере позволяет легко решить проблему ограничения давления во всасывающей магистрали при запуске.

Можно легко себе представить, что использование ТРВ с заправкой МОР в холодильных установках для торгового оборудования, имеющих, как правило, несколько испарителей, которые могут работать при разных температурах, причем некоторые из них могут функционировать, другие размораживаться, не позволит эффективно решать проблему ограничения давления во всасывающей магистрали при запуске, тем более, что в этих установках объемы газа со стороны испарителя чрезвычайно велики (*см. рис. 48.4*).

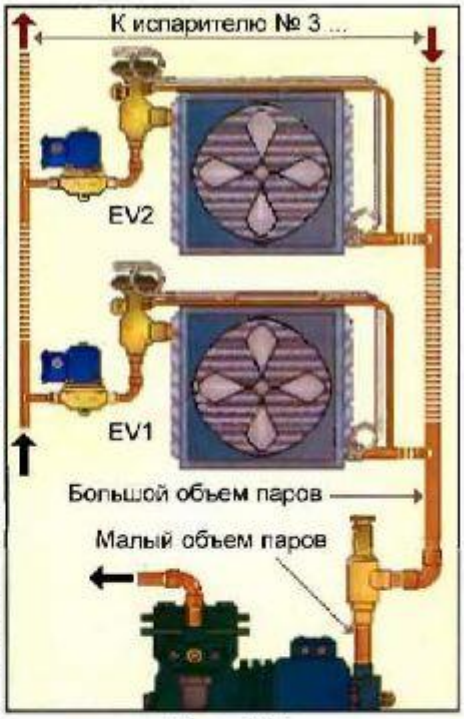


Рис. 48.4.

На установках такого типа использование регулятора давления в картере позволяет решить все текущие проблемы, независимо от того, какой способ применяется для размораживания их испарителей.

Рис. 48.5.

Нет никаких противопоказаний к тому, чтобы на установках большой мощности с огромным расходом хладагента через компрессор установить параллельно несколько регуляторов давления в картере (*см. рис. 48.5*) с тем, чтобы на установившемся режиме (когда регуляторы полностью открыты) обеспечить минимально возможные потери давления на них.

Заметим, однако, что поскольку регулятор давления в картере снижает массовый расход хладагента во время выхода на установившийся режим (после остановки или размораживания), *длительность переходного режима обязательно увеличится.*

Итак, обобщим все вышеизложенное. На установках, где есть опасность сильного возрастания давления во всасывающей магистрали (например, на низкотемпературных установках, после размораживания или продолжительной остановки), двигатель компрессора во время выхода установки на номинальный режим работы *подвержен действию значительных перегрузок, требующих его переразмеривания* во избежание несвоевременных отключений предохраняющими устройствами (тепловые реле, встроенная защита двигателя, реле ВД...).

Чтобы, несмотря на это, использовать в установке менее мощный и, следовательно, *более экономичный компрессор* (как по цене, так и по уровню потребления электроэнергии), необходимо ограничивать рост давления на входе в компрессор до приемлемой для данной установки величины.

Когда объемы испарителя и всасывающего трубопровода относительно небольшие, в составе установки имеется только один испаритель и применяемая *система размораживания будет останавливать подпитку испарителя жидкостью* во время его оттаивания, защиту двигателя компрессора от перегрузок на запуске, после длительной остановки или размораживания, может без проблем обеспечить ТРВ с заправкой МОР.

Во всех других случаях (несколько испарителей, большие объемы низконапорной части контура, размораживание горячим газом...) необходимо использовать регулятор давления в картере.

48.1. УПРАЖНЕНИЕ

Можно ли устанавливать *одновременно* и регулятор давления в картере и ТРВ с заправкой МОР?

Чтобы помочь вам ответить на этот вопрос, рассмотрим установку, представленную *на рис. 48.6*, работающую на номинальном режиме. При этом температура кипения составляет -25°C (1 бар для R22), а регулятор давления в картере настроен таким образом, чтобы ограничивать давление на входе в компрессор *максимум* величиной 1,9 бара (-15°C). ТРВ с внешним уравниванием оснащен сменным управляющим трактом, например, с адсорбционной заправкой. После размораживания, когда температура в испарителе будет больше 0°C, давление в нем может вырасти свыше 4 бар.

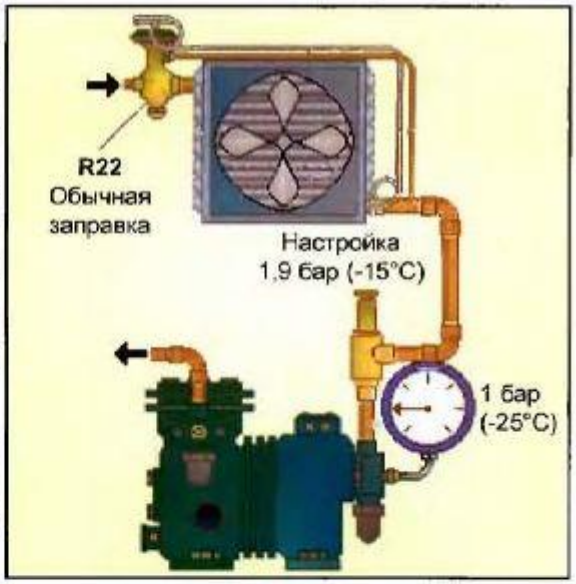


Рис. 48.6.

Представим себе, что управляющий тракт ТРВ потерял герметичность и вы должны заменить его. *К несчастью* (вы подозревали это) у вас нет с собой в запасе точно такого же тракта.

С другой стороны, у вас есть три тракта с заправкой МОР, которые подходят к ТРВ, стоящему на установке: один тракт с точкой МОР -30°C, другой – с точкой МОР -20°C и третий – с точкой МОР -10°C.

1) Как будет работать эта установка с каждым из трех трактов? Какой из них вы бы выбрали?

2) Что вы должны сделать для настройки регулятора давления в картере?

Когда вы найдете ответы на эти вопросы (если вам не удалось этого сделать, еще раз изучите два предыдущих раздела), можете проверить себя, ознакомившись с ответом ниже.

В последнем случае точка МОР составляет -10°C, то есть **гораздо выше** настройки регулятора давления (-15°C) и номинальной температуры кипения (-25°C). На номинальном режиме $P_{исп}$ будет без проблем поддерживаться на уровне, соответствующем -25°C, и установка будет работать вполне нормально (*см. рис. 48.11*).

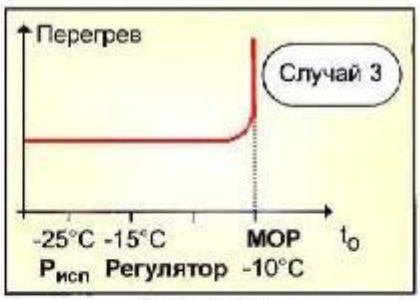


Рис. 48.11.

После размораживания или продолжительной остановки заправка МОР будет стремиться к ограничению $P_{исп}$ до уровня, соответствующего -10°C, что может немного замедлить темп снижения температуры в холодильной камере от 0°C (конец оттаивания) до -10°C. Потом установка начнет работать так, как если бы она была оснащена ТРВ с обычной заправкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ И ТРВ С ЗАПРАВКОЙ МОР ПРИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗМОЖНО, НО НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ.

В процессе ремонта, если у вас нет другого выхода, допускается совместное использование регулятора давления и ТРВ с заправкой МОР, однако необходимо, чтобы при этом температура точки МОР была всегда выше температуры настройки регулятора.

2) Как производить настройку регулятора давления в картере?

Настройка производится просто путем установки манометра НД на входе в компрессор и воздействием на регулировочный винт для достижения желаемого давления (при поджатии пружины $P_{всас}$ возрастает).

Давление настройки регулятора не должно слишком сильно превышать допустимое давление на входе в компрессор. Оно определяется в момент выбора компрессора по данным конструкторской документации в зависимости от номинальных условий работы. Если вы не имеете никаких сведений и не знаете, на какую величину давления можно настроить регулятор, в первом приближении его можно *настроить на величину, которая соответствует превышению температуры над номинальной температурой кипения примерно в 5...10 К.* Если при выходе на режим сила тока слишком велика, а другие параметры вам кажутся нормальными, вы должны понизить давление настройки регулятора.

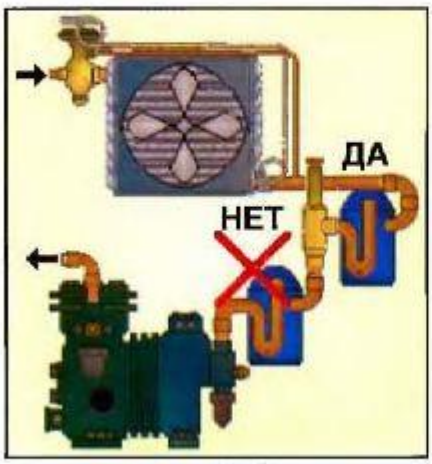


Рис 48.12.

Во всех случаях, во время испытаний установки, следует убедиться, что при выходе на режим сила тока, потребляемого электродвигателем, не превышает значения, указанного на пластинке, имеющейся на корпусе компрессора.

Примечание. Монтаж регулятора давления в картере, очень распространенного в низкотемпературных установках, не представляет никаких проблем, особенно если строго соблюдать инструкции разработчика.

Чтобы объем паров на входе в компрессор при давлении ***$P_{всас}$ был минимально возможным****, регулятор давления в картере надо устанавливать как можно ближе к компрессору, избегая включения других устройств (гидравлические демпферы, отделители жидкости...) между регулятором и компрессором (см. рис. 48.12).*

Контрольные вопросы для прохождения лекции:

Пункт 48 KVL регулятор давления в картере (299) стр 1

Рассмотрим лекцию известного нам регулятора давления в картере KVL . При работе ХУ возникают моменты повышенного давления всасывания по сравнению с номинальным рабочим значением. Это как правило происходит для низкотемпературных машин, после размораживании испарителя горячим газом. При этом Км вынужден работать с перегрузкой, в этом случае возможна защита его приборами защиты.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (299) Где устанавливается регулятора давления в картере KVL на ХУ

+ на всасывающем трубопроводе непосредственно вблизи от Км

- на нагнетательном трубопроводе непосредственно вблизи от Км

Вопрос 2 (299) Каким образом подключается регулятор давления в картере KVL на ХУ

+ к входу испаритель

+ к выходу Км

- к выходу испаритель

- + входу Км

Вопрос 3 (299) Когда регулятор давления в картере KVL открывается

+ Когда усилие пружины настройки регулятора будет преобладать над давлением всасывания

- Когда усилие пружины настройки регулятора будет преобладать над давлением испарения

Вопрос 4 (299) За счет чего положение клапана не зависит от давления испарителя

+ так как площади сильфона и клапана одинаковы

- так как площади сильфона и клапана не одинаковы

Пункт48 KVL регулятор давления в картере (300) стр 2

На следующей странице рассмотрим работу регулятора при нескольких подключенных испарителей. Если диаметр всасывающего трубопровода имеет размеры больше чем мы имеем по каталогу, то их можно устанавливать параллельно друг другу.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 стр2 (300) Если размораживание горячим газом приведет к росту давления испарения

+ максимальное значение давления всасывания будет ограничено давлением настройки пружины

- минимальное значение давления всасывания будет ограничено давлением настройки пружины

Вопрос 2 (300) При работе нескольких испарителей с одним Км регулятор давления в картере позволяет

+ испарителю работать при разных температурах. причем одни могут функционировать, а другие размораживаться

- испарителю работать при разных температурах. причем они не могут одновременно и функционировать и размораживаться

Вопрос 3 (300) Для установок большой мощности возможно устанавливать

+ параллельно несколько регуляторов давления в картере

- последовательно несколько регуляторов давления в картере

Пункт48 KVL регулятор давления в картере (304) стр 3

На этой странице мы обобщим все изложенное выше. Рассмотрим вопрос настройки регулятора давления в картере.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (304) На установках, где есть опасность сильного возрастания давления во всасывающей магистрали двигатель Км подвержен

+ действию значительных перегрузок во время выхода установки на номинальный режим

- действию значительных перегрузок во работы установки в номинальном режиме

Вопрос 2 (304) Почему Км требует переразмеренности при повышенном давлении всасывания

+ во избежание отключения предохраняющими устройствами
- во избежание отключения регулирующими устройствами
Вопрос 3 (304) Для использования более экономичного Км необходимо
+ ограничивать рост давления на входе в Км
- ограничивать рост давления на выходе из Км
Вопрос 4 (304) Как можно настроить регулятор давления в картере
+ на температуру выше температуры испарения примерно на 5...10^0C
- на температуру ниже температуры испарения примерно на 5...10^0C
Вопрос 5 (304) Какое значение на табличке корпуса Км необходимо следит во время настройки регулятора KVL
+ номинальную силу тока
- максимальную силу тока
После выполнения данной лекции №21 сделайте перерыв. После которого продолжите выполнение новой лекции по расписанию.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи и терпения в изучении материала!

Лекция №22 Работа КД при низких температурах.

п.32 (стр.230)

32. ПОЧЕМУ НУЖНО РЕГУЛИРОВАТЬ КОНДЕНСАТОРЫ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Ранее мы смогли увидеть, что в холодильных установках, оснащенных конденсаторами с воздушным охлаждением, полный температурный напор (то есть разность между температурой конденсации и температурой воздуха на входе в конденсатор) остается практически постоянным при изменении наружной температуры (см. *раздел 2.1. "Конденсаторы с воздушным охлаждением. Нормальная работа."*).

Рассмотрим в качестве примера конденсатор, выбранный изначально для работы при наружной температуре летом 30°C. С наступлением зимы такой конденсатор по мере снижения наружной температуры *становится переразмеренным* и хладагент в нем конденсируется все лучше и лучше.

Переразмеренность конденсатора тем большая, чем ниже наружная температура, что приводит к заметному падению давления конденсации.

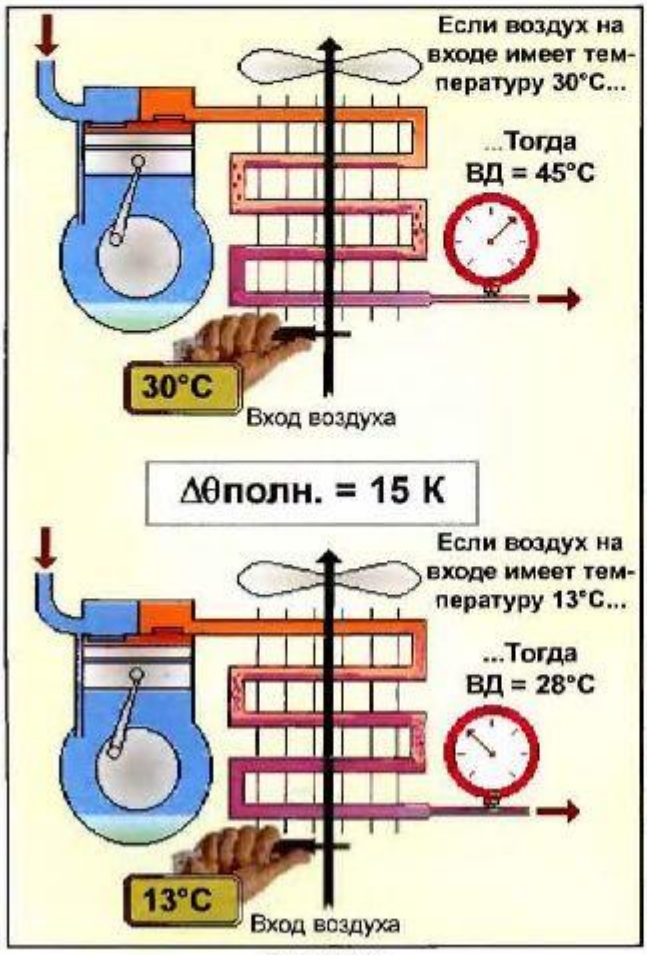


Рис. 32.1.

Если установка предназначена для работы круглый год, *то при относительно низких наружных температурах* (холодильные камеры, кондиционеры машинных залов ЭВМ...) ее работа сопровождается определенными проблемами.

В примере *на рис. 32.1* при наружной температуре 30°C температура конденсации равна 45°C (то есть 16,3 бар для R22 и 19,5 бар для R404A).

Поскольку полный перепад температур остается практически постоянным, то при уменьшении наружной температуры, например, до 13°C, то есть на 17 K, температура конденсации понизится на те же 17 K, то есть с 45°C до 28°C, что соответствует давлению конденсации, равному 10,3 бар для R22 и 12,5 бар для R404A.

Такое падение давления конденсации при уменьшении наружной температуры является *вполне нормальным*, однако оно способно существенно повлиять на нормальную работу установки.

Перед тем, как читать дальше, немного поразмышляйте о возможных последствиях такого падения давления конденсации для работы ТРВ.

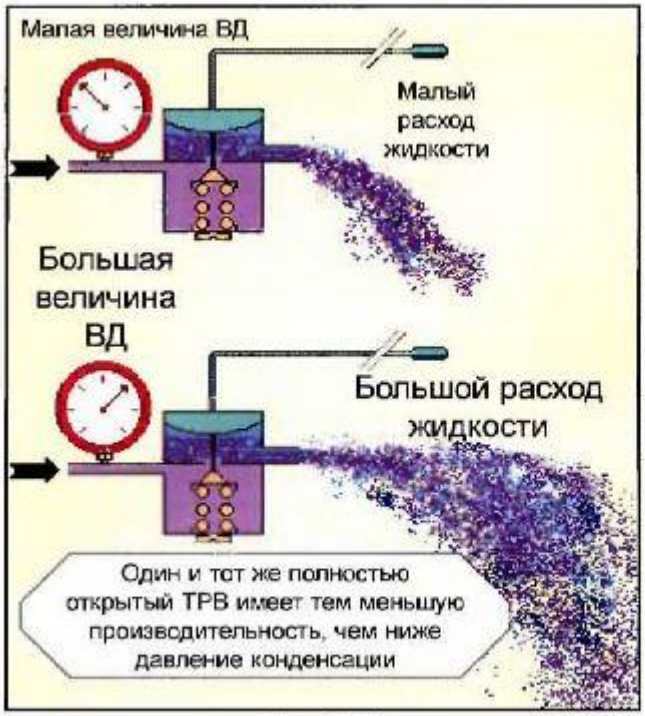


Рис. 32.2.

При падении давления подачи жидкости *один и тот же полностью открытый ТРВ* станет пропускать гораздо меньшее ее количество. То есть количество жидкости, поступающее в испаритель, очень сильно уменьшится (*см. рис. 32.2*).

Уменьшенное количество жидкости выкипает очень быстро, зона перегрева становится весьма значительной, а количество произведенных паров будет недостаточным.

Компрессор становится способным поглотить гораздо больше паров, чем теперь производит испаритель и давление кипения падает пропорционально падению давления на входе в ТРВ.

В пределе, падение давления кипения может стать столь значительным, что приведет к отключению компрессора предохранительным реле НД. Даже если это отключение не происходит, все равно снижение холодопроизводительности приведет к подъему температуры в охлаждаемом помещении (несмотря на низкую наружную температуру, потребность в холоде остается, поскольку ее требует термостат!).

Если установка должна производить холод даже при низких наружных температурах, она должна быть оборудована системой регулирования давления конденсации, способной сохранять достаточное давление подачи хладагента в ТРВ независимо от внешних условий.

Заметим, что при недостатке жидкости в испарителе, в конденсаторе образуется ее избыток. Поскольку конденсатор сильно переразмерен, в нем создается превосходное переохлаждение. Итак, давление кипения слишком низкое, переохлаждение хорошее *(Вам это ничего не напоминает?)*.

Неопытный ремонтник, констатируя отсутствие температурного перепада на жидкостной магистрали, может необдуманно заключить, что ТРВ слишком слабый.

Внимание! Никогда не ошибайтесь. *Даже если ТРВ подобран совершенно правильно, признаки, обусловленные падением давления конденсации, в точности соответствуют неисправности типа "слишком слабый ТРВ".*

ПРИМЕЧАНИЕ: указанная выше проблема характерна для наиболее распространенных термомеханических ТРВ. Однако, с появлением электронных ТРВ, а также ТРВ, оборудованных несколькими клапанными узлами, она становится менее актуальной.

Новые типы ТРВ, появившиеся в последнее время, обеспечивают нормальную работу установок *даже при малых значениях ВД*, то есть при небольших отношениях давлений в компрессоре и пониженном энергопотреблении. Такие ТРВ особенно выгодно использовать в случае, когда компрессор должен работать круглый год, поскольку экономия электроэнергии в этом случае может превышать 40%.

Стр.1
Мы начинаем рассматривать вопрос работы холодильной установки при низких температурах окружающей среды. Начнем с изучения причин почему необходимо регулировать давление конденсации. Ранее мы изучали работу ТРВ и выяснили что производительность вентиля зависит от разности давления конденсации и давления кипения. В этом пункте описано что происходит при понижении температуры окружающей среды и связь ее с температурой конденсации.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1: (230) Что остается неизменным у КД с воздушным охлаждение, при изменении температуры окружающей среды
+ полный перепад температур КД
- перепад воздуха на КД
Вопрос 2 (230) Что становится с производительностью КД при понижении температуры окружающей среды
+ становится переразмеренной
- она падает
Вопрос 3 стр (230) стр1 Температура конденсации больше температуры наружного воздуха на
+ 15 ^{0}C ; - 5^{0}C
Вопрос 4 стр (230) Понижение температуры наружного воздуха с 30 ^{0}C до 13 ^{0}C приведет к понижению температуры конденсации на
+ 17 ^{0}C ; - 43^{0}C
Следующая стр. 2
Следующая страница пункта 32 продолжает рассматривать вопрос о низкой температуре наружного воздуха и чем в этом случае необходимо оборудовать ХУ
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (230) К чему приведет падение давления КД для ТРВ
+ количество жидкости поступающее в испаритель уменьшится
+ перегрев становится значительным
- количество жидкости поступающее в испаритель увеличится
- перегрев становится не значительным
Вопрос 2 (231) Давление испарителя при этом
+ падает
- возрастает
Вопрос 2 (230) Каким образом может отработать прессостат НД
+ отключит Км
- ничего не случится
Вопрос 4 (230) Чем должна быть оборудована ХУ работающая и при низких температурах наружного воздуха
+ системой регулирования давления конденсации
- системой регулирования давления кипения
Вопрос 5 (230) При недостатке жидкости в испарителе какую неисправность можно необдуманно заключить при работе при низкой температуре наружного воздуха
+ слишком слабый ТРВ
- слишком слабый испаритель
Следующая стр. 3
Данная лекция №22 проходит по расписанию. Она начинает изучение материала о работе ХУ в зимних условиях. Продолжение материала работы ХУ при низких температурах в дальнейших лекциях на следующий день по расписанию занятий.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи и терпения в изучении материала!

Лекция №23 Пункт 33 Проблемы пуска КМ зимой.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска п.33 (стр.232-235).

33. ПРОБЛЕМА ЗАПУСКА КОМПРЕССОРОВ ПРИ НИЗКИХ НАРУЖНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Мы увидели, что в холодильных установках, оборудованных конденсаторами с воздушным охлаждением, при низких наружных температурах давление конденсации необходимо сохранить на уровне, достаточном для того, чтобы поддерживать давление на входе в ТРВ, обеспечивающее такой расход хладагента, который исключал бы нежелательное падение давления кипения.

Если установка оборудована системой регулирования давления конденсации, которая позволяет решить эту первую задачу, *то в момент запуска компрессора* существует опасность столкнуться с новой проблемой. Чтобы лучше понять ее сущность, рассмотрим следующий пример (*см. рис. 33.1*).

Представим себе, что при наружной температуре 6°С *конденсатор холодильной установки*, размещенный снаружи, не работал так долго, что температура находящегося в нем хладагента стала равна 6°С.

Соотношение между температурой и давлением для R22 показывает нам, что при 6°С давление, установившееся во всей высоконапорной части контура, будет равно 5 бар, а это значит, что в момент запуска компрессора давление на входе в ТРВ *вместо потребных 15-16 бар будет равно 5 бар (точка 1)*.

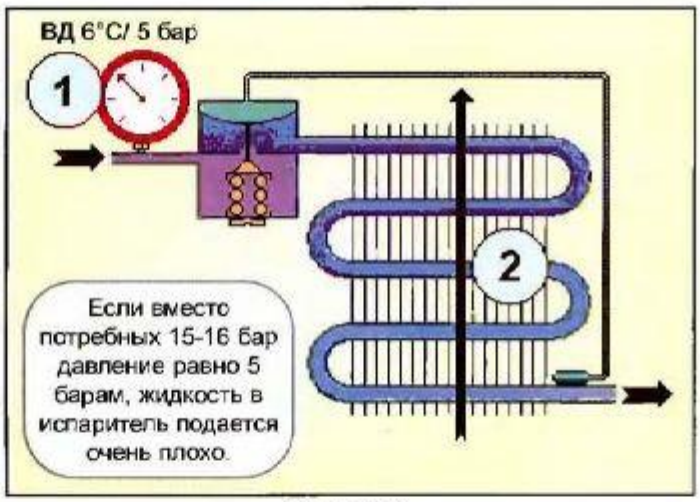


Рис. 33.1.

Если изначально производительность ТРВ была выбрана, например, в расчете на перепад давления на нем ΔР, равный 10,6 бар (т.е. Рконд = 15,8 бар, либо 44°С, а Рисп = 5,2 бар, либо 7°С), то для обеспечения полной производительности ТРВ и нормального питания испарителя при Рконд = 5 бар, низкое давление должно составлять 5 – 10,6 = **-5,6 бар** *(такого давления достичь невозможно, потому что абсолютный вакуум соответствует избыточному давлению, равному -1 бар)*.

Следовательно через ТРВ будет проходить очень мало жидкости, *хотя он откроется полностью*, и последняя капля жидкости выкипит слишком рано (*точка 2*), обусловливая *очень высокий перегрев* и очень низкую холодопроизводительность.

Из-за того, что испаритель будет содержать *очень мало* жидкости, в нем будет образовываться *очень мало паров*, а поскольку компрессор работает вполне нормально, низкое давление стремительно упадет (даже при абсолютном вакууме производительность ТРВ останется крайне низкой), что *приведет к отключению компрессора предохранительным реле НД*.

Чтобы обеспечить запуск без проблем, радикальное решение состоит в размещении конденсатора таким образом, чтобы сохранить давление конденсации на достаточном уровне, то есть в помещении, где температура не может опускаться слишком низко (например, в подземном гараже), однако это не всегда можно сделать.

Одним из часто используемых компромиссных решений является размещение конденсатора *снаружи*, а жидкостного ресивера *внутри* помещения.

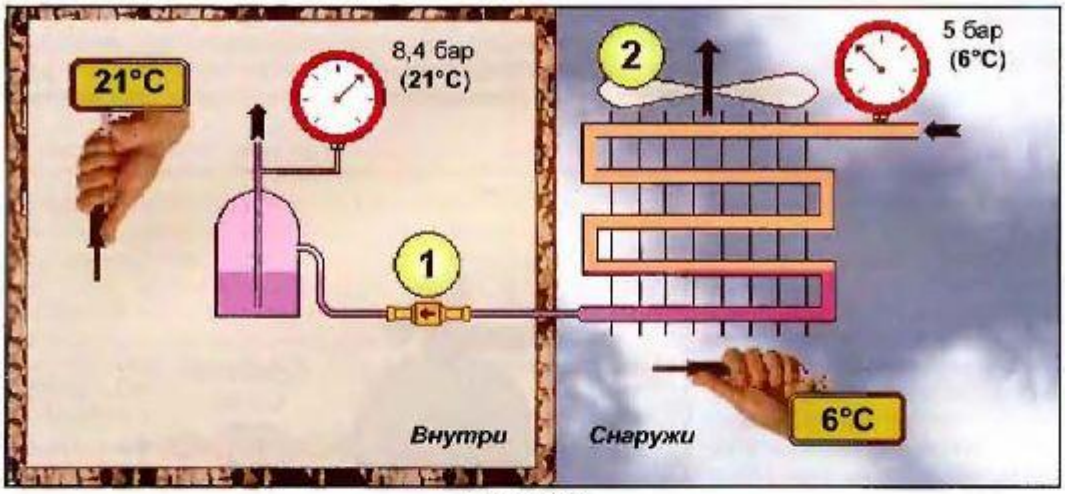


Рис. 33.2.

Например, если установка (*рис. 33.2*) долго не работала, а наружная температура равна 6°C, то давление жидкости в конденсаторе для R22 составит 5 бар.

Однако жидкостной ресивер находится внутри помещения, температура в котором равна 21°C, что соответствует давлению жидкости в ресивере 8,4 бар.

Внимание! С учетом того, что хладагент всегда будет конденсироваться в наиболее холодной точке, между конденсатором и ресивером необходимо установить обратный клапан (точка 1), чтобы воспрепятствовать перетеканию жидкости из ресивера в конденсатор при неработающем компрессоре, в противном случае в момент запуска ресивер окажется пустым, что приведет к срабатыванию предохранительного реле НД и отключению компрессора.

Благодаря такой схеме, в момент запуска давление на входе ТРВ всегда будет равно минимум 8,4 бар (если внутренняя температура равна 21°C), *даже если наружная температура окажется крайне низкой.*

Таким образом, в момент запуска ТРВ будет гораздо лучше запитан, а испаритель окажется гораздо больше наполнен. Следовательно, он будет производить больше паров и падение давления кипения будет менее значительным, что повысит холодопроизводительность в течение всего пускового периода.

Поскольку испаритель начнет поглощать больше тепла, количество тепла, поступающее в конденсатор, также возрастет.

Однако ***единственным способом подъема давления с целью обеспечения соответствующей подпитки ТРВ*** является как раз возможно более *быстрая подача тепла в конденсатор*. Но, чтобы *как можно быстрее поднять* температуру жидкости, находящейся в конденсаторе, необходимо, чтобы производительность конденсатора *в пусковой период была как можно ниже*.

Для этого в большинстве способов регулирования работы конденсатора используется такой прием, *как отключение вентилятора* (***точка 2*** *на рис. 33.2*) в период запуска, причем включение вентилятора должно быть невозможным до тех пор, пока давление конденсации не поднимется до величины, достаточно большой, чтобы обеспечить нормальную подпитку ТРВ (следовательно, вентилятор должен управляться регулировочным реле ВД).

Этот прием может быть усовершенствован путем подогрева жидкости, находящейся в ресивере, с помощью электронагревателя, установленного на нижней части баллона ресивера (*см. рис. 33.3*).

Этот электронагреватель может быть задействован одновременно с электронагревателем картера, или управляться термостатом, измеряющим наружную температуру, или регулироваться термостатом, измеряющим температуру жидкости (в этом случае непростым вопросом является место расположения чувствительного элемента такого термостата), или управляться регулировочным реле, которое напрямую контролирует величину давления в ресивере.

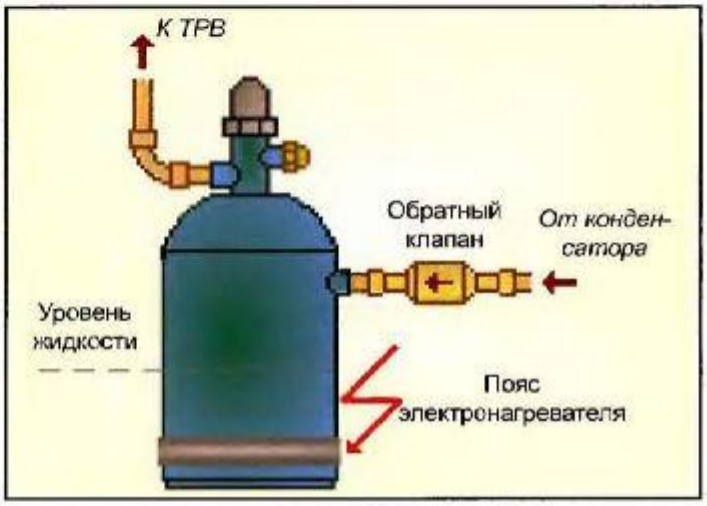


Рис. 33.3.

В этих двух последних случаях настройка регулировки электронагревателя должна обеспечивать величину давления, соответствующую температуре не менее 27°C (то есть 10 бар для R22, 6 бар для R12 и 6,1 бар для R134a), чтобы произвести надежный запуск.

Безусловно, каким бы ни было принятое решение, обратный клапан, расположенный между конденсатором и ресивером, остается более чем необходимым.

Внимание! Способ, заключающийся в подогреве находящейся в ресивере жидкости, предполагает, что при остановке компрессора ресивер содержит достаточно большое количество жидкости. Чтобы добиться этого, с одной стороны нужно соответствующим образом внести поправку на заправляемое в установку количество жидкости, а с другой стороны, настоятельно рекомендуется останавливать компрессор с вакуумированием, чтобы максимальное количество жидкости перевести в ресивер.

Проблема отключения компрессора в момент запуска предохранительным реле НД

Независимо от выбранного способа поддержания давления питания ТРВ на уровне, достаточном для нормального запуска компрессора даже в холодное время, может случиться так, что несмотря на принятые меры, в момент запуска компрессор будет отключаться предохранительным реле НД.

Действительно, если длина жидкостной магистрали очень большая или между жидкостным ресивером и ТРВ *существует значительная разница уровней*, время заполнения жидкостной магистрали может стать настолько значительным, что питание испарителя в момент запуска окажется неудовлетворительным и компрессор будет отключаться предохранительным реле НД, затем включаться вновь, обусловливая нежелательное повышение частоты циклов "пуск-останов" до тех пор, пока не поднимется давление кипения.

В такой ситуации, если компрессор оборудован устройством, предотвращающим повышение частоты циклов "пуск-останов", *запуск вообще становится невозможным*, потому что жидкость получает достаточно времени для охлаждения во время остановки. Чтобы решить эту проблему, необходимо *дополнительно* оборудовать установку устройством для зимнего запуска, которое бы шунтировало контакты предохранительного реле НД в течение всего времени выхода установки на номинальный режим.

Принципиальная схема такого устройства представлена *на рис. 33.4.*

Когда замыкаются контакты **(1-2)** задающего термостата, если при этом замкнуты контакты устройств автоматики (вентилятор испарителя...), управления (ручной выключатель "пуск/стоп") и приборов защиты (тепловая защита, реле ВД...), то ток, проходя через контакты **(2-3)** запитывает реле зимнего запуска **DH (3-6),** запуская временной механизм.

В этот момент нормально разомкнутые контакты **DH (4-5)** немедленно замыкаются, а контакт временного механизма **DH (3-4)** остается замкнутым в течение двух минут, шунтируя предохранительное реле **НД.**

Таким образом, даже если контакты **(3-5)** предохранительного реле НД разомкнуты во время запуска, компрессор **С** продолжает работать, что позволяет поднять давление конденсации (в пределах длительности переходного режима, то есть в нашем примере это 2 минуты) и достичь нормального значения давления кипения, обеспечивающего замыкание контактов **(3-5)** предохранительного реле.

Рис. 33.4.

Конечно, подобное устройство не может быть использовано, если предохранительное реле НД приводится в рабочее положение вручную.

Заметим, что в случае дефектов обмотки реле времени **DH** (плохое соединение или обрыв обмотки) контакт **DH (3-4)** остается постоянно замкнутым. Нормально разомкнутый контакт **DH (4-5)** позволяет избежать постоянного шунтирования (хотя бы и случайного) контактов предохранительного реле НД.

Описанное устройство можно усовершенствовать путем включения в схему термостата наружной температуры (***поз. А***), который вводил бы в действие реле **DH**, только если наружная температура ниже критической величины (например, 16°С).

*Еще одним усовершенствованием этой системы может быть добавление в цепь реле **DH (3-6)** нормально разомкнутого контакта реле компрессора **С** с тем, чтобы допускать попытку запуска только в том случае, если контакт предохранительного реле НД замкнут (это исключит любую попытку запуска, если установка, например, совершенно пустая).*

Пункт 33 пуска КМ зимой стр 1 (232)

Рассмотрим лекцию о проблемах работы ХУ в зимних условиях. В предыдущей лекции мы увидели проблемы в КД, ТРВ и испарителе, в связи с падением давления конденсации и подачи количества жидкого ХА в испаритель. Это вызывает новую проблему запуска Км при низких температурах наружного воздуха.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (232) Для установок с системой регулирования давления КД возникает проблема

+ пуска КМ

- пуска электромагнитного клапана

Вопрос 2 (232) Производительность ТРВ составила перепад давления при температуре конденсации 44^0С

+ 10,6 бар

- 5,6 бар

Вопрос 3 (232) Какое давление необходимо создать в испарителе для нормального питания ТРВ при полной производительность (температуре конденсации 44^0С)

+ - 5,6 бар

- -1 бар

Вопрос 4 (232) Что произойдет с работой Км для установок с системой регулирования давления КД при низких температурах

+ отключится по команде прессостата НД

- отключится по команде прессостата ВД

Пункт 33 пуска КМ зимой стр 2 (233)

Следующая страница рассматривает возможность сохранить давление конденсации на необходимом уровне (разместим КД в помещении) и наиболее часто применяемых на открытом воздухе.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (233) Какой радикальный способ размещения КД , чтоб сохранить давление конденсации

+ в помещении

- на открытом воздухе

Вопрос 2 (233) Что необходимо устанавливать между КД и ресивером для защиты от перетекания жидкого ХА

+ обратный клапан

- дифференциальный обратный клапан

Вопрос 3 (233) Что происходит в работе ТРВ в течение всего пускового периода КМ, при установке ОК

+ производительность будет повышена

- производительность будет понижена

Пункт 33 пуска КМ зимой стр 3 (234)

На этой странице рассматривают вопрос о состоянии жидкостного (линейного) ресивера в схеме для установок с системой регулирования давления КД при низких температурах

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (234) Какой способ регулирования работы КД применяется для увеличения производительности КД

+ отключение вентилятора КД в период пуска Км

- отключение вентилятора испарителя в период пуска Км

Вопрос 2 (234) Когда произойдет включение вентилятора КД после пуска Км

+ до подъема давления конденсации

- до подъема давления испарения

Вопрос 3 (234) Что управляет работой включения вентилятора КД

+ прессостат ВД

- прессостат НД

Вопрос 4 (234) Чем еще можно усовершенствовать режим запуска Км

+ установкой на ресивер электронагревателя
+ включением электронагревателя картера Км
- установкой в КД электронагревателя

Пункт 33 пуска КМ зимой стр 4 (235)

На этой странице рассматривают вопрос о возможных частых циклов «пуск-останов» КМ для установок с системой регулирования давления КД при низких температурах. Для этого в электрической схеме управления обмоток контактора Км дополнительно устанавливают реле зимнего пуска DH, которое бы шунтировало контакты предохранительного прессостата НД в течение всего времени выхода установки на нормальный режим

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (235) Что необходимо дополнительно установить в электрическую схему пуска Км устранения возможных частых циклов «пуск-останов» КМ
+ реле зимнего пуска DH
- реле зимнего времени ACC

Вопрос 2 (235) Что обеспечивает реле зимнего пуска DH в электрической схеме управления обмоток контактора Км
+ шунтирует контакты предохранительного прессостата НД
- шунтирует контакты обмоток контактора Км

Вопрос 3 (235) Чем можно усовершенствовать данную электрическую схему пуска Км
+ включения в схему термостата наружной температуры
- включения в схему прессостата наружной температуры

Вопрос 4 (235) Какое еще одно усовершенствование электрической схемы обеспечит зашиту пуска при недостатке ХА в установке
+ добавлением в цепь реле DH(3-6) нормально разомкнутого контакта реле компрессора «С»
- добавлением в цепь реле DH(3-6) нормально замкнутого контакта реле компрессора «С»

После выполнения данной лекции №23 сделайте перерыв. После которого продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Удачи и терпения в выполнении изучаемого материала!

Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Пункт 34 пропускаем так как он дублирует п32 и знакомит с регулятором давления конденсации (студент уже знаком) в ДО можно пропустить.

Лекция №24 Пункт 35 Регулирование работы КД регулятором KVR.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска п.32 (стр.238-239).

35. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОНДЕНСАТОРОВ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ С ПОМОЩЬЮ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ

Среди различных способов, используемых для регулирования давления конденсации при падении наружной температуры, способ, основанный на применении гидравлического регулятора, регулирующий рост давления на выходе из конденсатора, позволяет обеспечить наиболее быстрый выход на режим. *Однако следует иметь в виду, что этот способ является одним из наиболее сложных по монтажу и настройке.*

В основу этого способа положено снижение поверхности теплообмена конденсатора за счет подъема в нем уровня жидкости при падении давления конденсации (когда уменьшается наружная температура или падает тепловая нагрузка в охлаждаемом помещении). Снижение теплообменной поверхности способствует переохлаждению жидкого хладагента и приводит к уменьшению производительности конденсатора и подъему давления конденсации.

Для этой цели могут быть использованы либо трехходовой регулятор, предварительно настроенный на заводе (например, SPORLAN OROA или ALCO HEADMASTER серии HP...), либо комбинация из регулируемого двухходового регулятора и дифференциального клапана (например, DANFOSS KVR + NRD или CPR + NRD или SPORLAN ORI + ORD).

При установке регуляторов необходимо строго соблюдать инструкции разработчика, иначе возникает серьезная опасность появления неисправностей, устранение которых полностью ложится на плечи ремонтника.

А) Использование трехходового регулятора, предварительно настроенного на заводе

На рис. 35.1 показана схема установки трехходового клапана с предварительной заводской настройкой.

Если давление нагнетания компрессора (которое подается к штуцеру **3** клапана) падает ниже величины, отрегулированной на заводе, проход **1** клапана зажимается и выход из конденсатора перекрывается. При этом поступление жидкости в ресивер ограничивается и ее уровень в конденсаторе начинает подниматься, уменьшая теплообменную поверхность между воздухом и хладагентом.

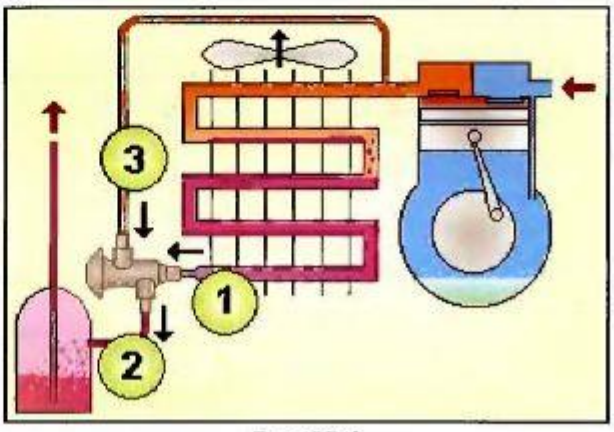


Рис 35.1.

Чем больше закрывается проход **1** клапана, тем больше горячих газов через проходы **3** и **2** поступает в ресивер, что приводит к росту температуры жидкости в нем и, следовательно, повышению в нем давления.

Например, для R22 регулятор настраивается на заводе таким образом, чтобы при давлении *ниже* 12,5 бар проход 1 был полностью закрыт, а проходы 3 и 2 были свободны (в ресивер тогда будет поступать только горячий газ).

При давлении *выше* примерно 14,5 бар проход 3 клапана полностью закрывается, предотвращая поступление газа в ресивер. В таком состоянии соединяются между собой проходы 1 и 2, что обеспечивает нормальную подачу жидкости в ресивер и процесс протекает так, как если бы этого регулятора вообще не было.

Безусловно, в силу линейности настройки, регулятор может находится в любом промежуточном положении между этими двумя крайними состояниями.

Б) Использование реулируемого двухходового регулятора и дифференциального клапана

Если давление конденсации падает ниже величины, обусловленной настройкой клапана (*поз. 1* на рис. 35.2), проход жидкости из конденсатора в ресивер начинает перекрываться.

Жидкость не может больше беспрепятственно проходить в ресивер, ее уровень в конденсаторе поднимается, одновременно вызывая снижение поверхности теплообмена.

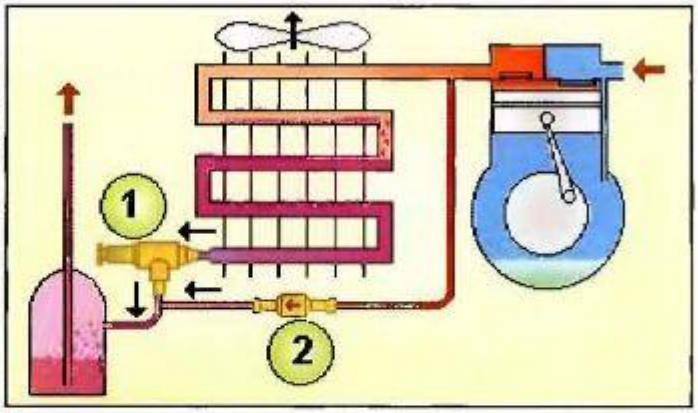


Рис. 35.2.

Поскольку при этом из ресивера продолжается поступление жидкости на вход ТРВ, давление в нем начинает падать (так как ресивер перестает получать жидкость).

Когда давление в ресивере упадет ниже давления нагнетания примерно на 1 бар, дифференциальный обратный клапан *(поз. 2)* открывается и перепускает в ресивер горячий газ из магистрали, что приводит к повышению давления и температуры в ресивере.

Таким образом, *при любом способе* принцип регулирования остается идентичным и основан на отслеживании падения давления конденсации. При этом:

- С одной стороны, за счет уменьшения поверхности теплообмена, создаются условия, благоприятствующие росту давления в конденсаторе.
- С другой стороны, за счет перепуска горячего газа в ресивер, в нем повышается температура жидкости и давление ее подачи в ТРВ.

Когда давление конденсации возрастает и *становится больше величины настройки* (например, в процессе работы), регулятор остается полностью открытым и беспрепятственно пропускает жидкость в ресивер (самоустраняющаяся система).

Рассмотрим работу регуляторов давления конденсации при падении наружной температуры. Принцип работы гидравлических регуляторов основан на регулирование повышения давления на выходе из КД. Это позволяет наиболее быстро выходить на нормальный режим. В основу заложен способ снижения поверхности теплообмена КД за счет подъема уровня

жидкости при падении давления конденсации. Ранее мы уже изучали двухходовой регулятор KVR совместно с дифференциальным клапаном NRD. На этой странице предложен вариант трехходового регулятора.
Контрольные вопросы для прохождения лекции:
По окончании чтения страницы (стр1) ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (238) Какой принцип работы гидравлических регуляторов
+ регулирование повышения давления на выходе из КД.
- регулирование повышения давления на выходе из КМ.
Вопрос 2 (238) За счет чего происходит рост давления в КД
+ счет подъема уровня жидкости при падении давления конденсации
- счет снижения уровня жидкости при падении давления конденсации
Вопрос 3 стр (238) Что происходит при закрытие прохода из Кд трехходового регулятора
+ больше горячих паров поступает в ресивер
- больше горячих паров поступает в КД
Вопрос 4 стр (238) Если давление нагнетания падает ниже величины настройки трехходового регулятора
+ клапан перекрывает выход из КД
- клапан перекрывает выход из нагнетательной стороны Км
Пункт 35 След. страница (239) стр 2
Следующая страница пункта 35 рассматривает двухходовой регулятор KVR совместно с дифференциальным клапаном NRD, который мы прекрасно знаем. Давайте вспомним еще раз работу этого регулятора с практической стороны.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (239) Что произойдет при падении давления конденсации ниже настройки двухходового регулятора
+ проход жидкости из КД в ресивер начинает перекрываться
+ уровень жидкости в КД поднимается
+ происходит уменьшение поверхности теплообмена
- уровень жидкости в КД понижается
- происходит увеличение поверхности теплообмена
Вопрос 2 (239) Когда двухходовой регулятор остается полностью открытым
+ когда давление конденсации возрастает и становится больше настройки
- когда давление конденсации возрастает и становится меньше настройки
Вопрос 3 (239) Что происходит, когда давление в ресивере упадет ниже давления нагнетания на 1 бар
+ дифференциальный обратный клапан открывается, перепуская горячий пар, при этом давление в ресивере возрастает
- дифференциальный обратный клапан закрывается и давление в ресивере возрастает
Вопрос 4 (239) В чем заключается идентичность принципа регулирования этих двух регуляторов
+ на отслеживание падения давления
- на отслеживание повышения давления
Вопрос 5 (239) На чем основа принцип повышения подачи жидкости в ТРВ
+ повышение ее температуры и давления в ресивере
- повышение ее температуры и давления в КД
Стр 3 Окончание
Данная лекция №24 является основой для рассмотрения следующего вопроса, анализ неисправностей вызванным регулятором давления конденсации. Это будем пройдено в следующей лекции.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи и терпения в изучении материала!

Лекция №25 Пункт 36 Неисправность с регулятором KVR.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.35 (стр.240-249).

36. РЕГУЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ: АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Использование способа регулирования работы конденсаторов с воздушным охлаждением при помощи регуляторов давления конденсации требует соблюдения многочисленных предосторожностей как при монтаже, так и в ходе настройки и эксплуатации системы.

Рассмотрим различные дефекты, опасность возникновения которых появляется при несоблюдении определенных требований.

А) Проблема заправки хладагентом и емкости ресивера

В зимнее время регулятор давления конденсации позволяет противодействовать переразмеренности конденсатора, обусловленной низкой наружной температурой, уменьшая поверхность теплообмена.

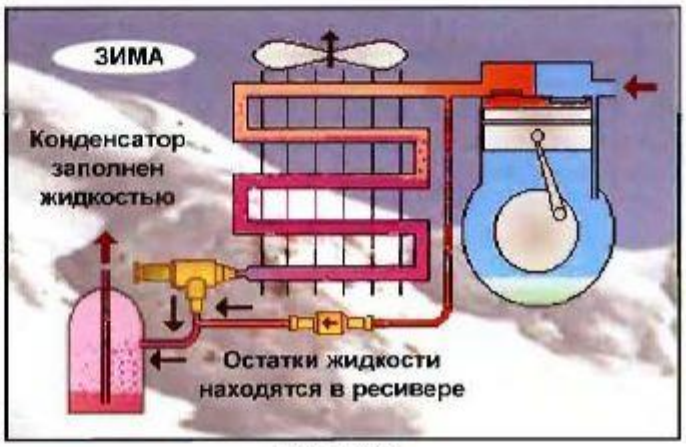


Рис. 36.1.

Уменьшение теплообменной поверхности предполагает *повышение уровня жидкости* в конденсаторе, тем большее, чем ниже опускается наружная температура.

Имея в виду, что при этом жидкость должна находиться также в ресивере, в жидкостной магистрали и в испарителе, *мы можем заключить, что заправка установки хладагентом зимой должна быть больше, чем летом (см. рис. 36.1).*

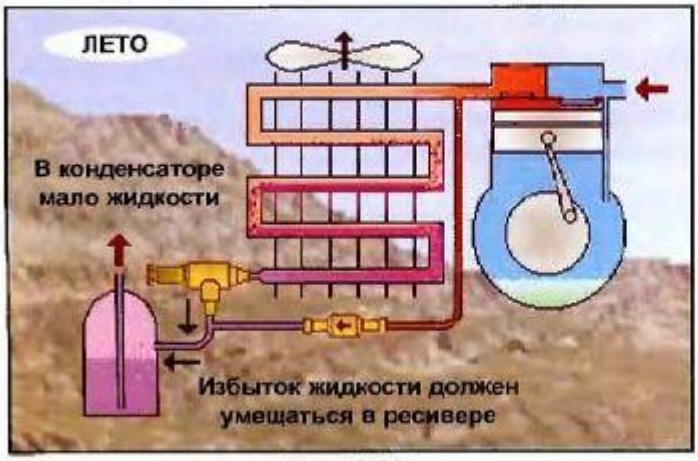


Рис. 36.2.

Летом, при повышении наружной температуры, давление конденсации тоже растет.

Рост давления конденсации по мере открытия регулятора давления конденсации приводит к опорожнению конденсатора и увеличению теплообменной поверхности с целью восстановления нормальной производительности конденсатора и заполнению ресивера.

Следовательно, ресивер должен быть способным накапливать излишки заправки (*см. рис. 36.2*).

Если жидкостной ресивер слишком мал?

Мы увидели, что летом ресивер дополнительно к обычному содержимому *должен вмещать те излишки* жидкости, которые зимой находились в конденсаторе: следовательно, ресивер должен иметь достаточно большую вместимость.

Если ресивер слишком мал, летом он окажется полностью залитым и в конденсаторе будет оставаться еще слишком много жидкости, что приведет к снижению поверхности теплообмена, аномальному росту давления конденсации и нежелательному отключению компрессора предохранительным реле ВД (*см. рис. 36.3*).

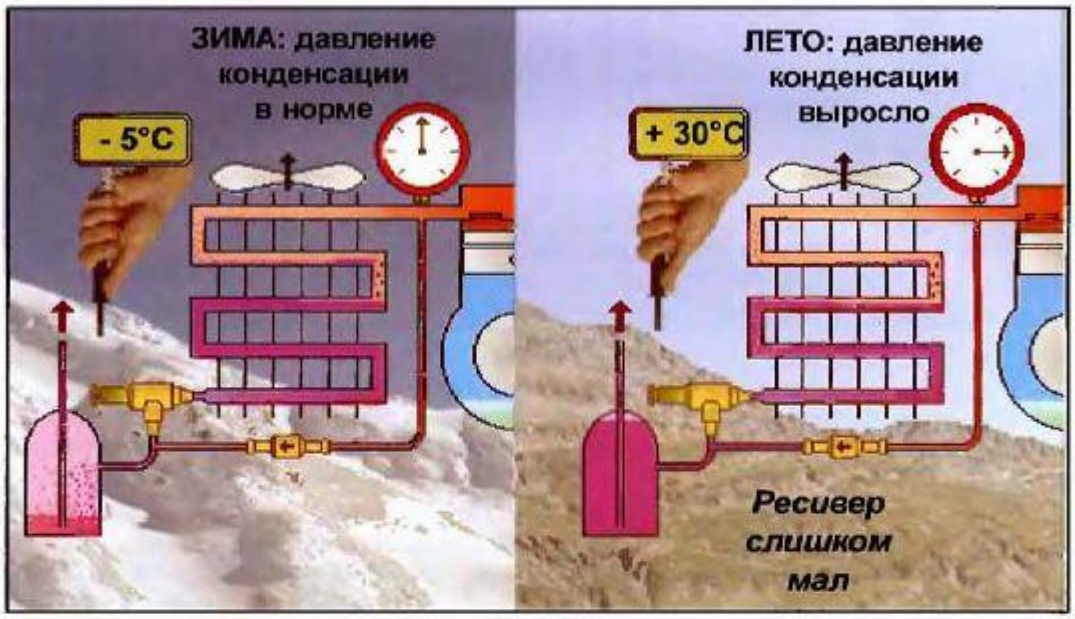


Рис 36.3.

Таким образом, если задействован установленный в контуре регулятор давления конденсации, необходимо, чтобы жидкостной ресивер имел объем, *достаточный* для размещения в нем *полной заправки установки*, включая заправку конденсатора.

В противном случае необходимо заменить ресивер на образец большей емкости.

Если недостаточно количества заправленного хладагента?

Если летом и в ресивере и в конденсаторе достаточно хладагента, работа установки проходит нормально. Однако, по мере снижения наружной температуры, регулятор начнет перекрывать подачу жидкости из конденсатора в ресивер, уменьшая поверхность теплообмена с целью сохранения давления конденсации в нормальных пределах.

При этом все больше жидкости остается в конденсаторе и все меньше поступает в ресивер, создавая в нем недостаток жидкости.

Наконец может наступить такой момент, когда уровень жидкости в ресивере понизится настолько, что оголится погруженная в него заборная трубка, жидкостная линия перестанет подпитываться жидкостью и заполнится парами.

В результате ТРВ не сможет больше пропускать достаточное для соответствующей запитки испарителя количество хладагента и установка очень быстро отключится предохранительным реле НД.

Таким образом, заправка хладагентом при наличии регулятора давления конденсации может оказаться достаточной для лета, но недостаточной для зимы, что будет приводить к отключению установки предохранительным реле НД (*см. рис. 36.4*).

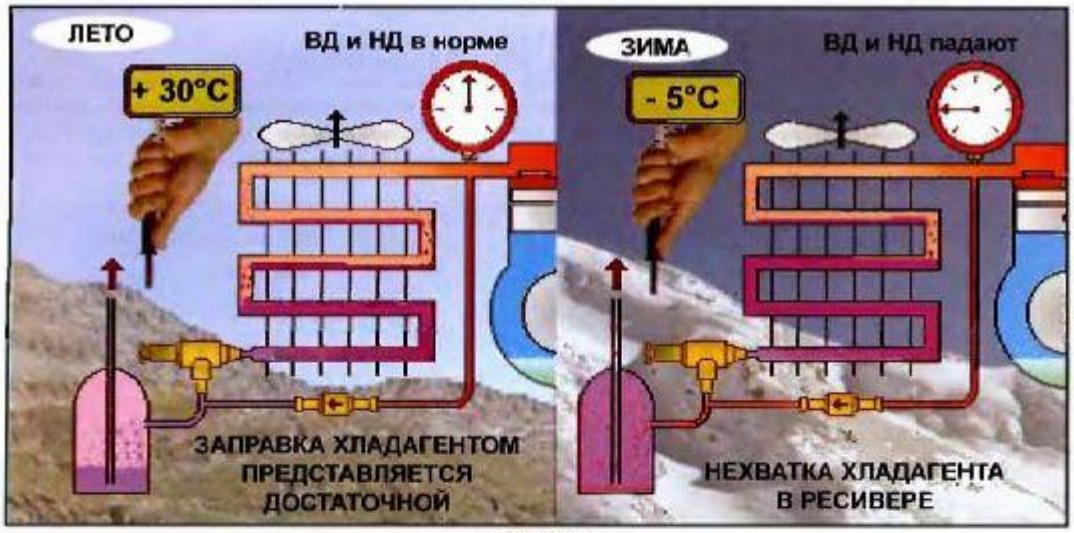


Рис. 36.4.

Следовательно, наличие регулятора давления конденсации требует, чтобы заправка холодильной установки была существенно выше номинальной с целью сохранения достаточного количества жидкости в ресивере и испарителе, даже если зимой конденсатор окажется полностью заполнен жидкостью.

При использовании регулятора давления конденсации, как правило принимают, что потребная заправка хладагентом может составлять до двукратной номинальной заправки.

Заправка хладагентом и емкость ресивера. Заключение

В заключение сформулируем основные требования к заправке хладагентом и емкости ресивера. Чтобы обеспечить нормальную работу установки в любое время года, ее заправку следует производить зимой при наружной температуре, по возможности наиболее близкой к минимальной температуре, при которой должна работать установка.

Дополнительно к этому ресивер должен иметь такие размеры, чтобы в нем могла умещаться полная заправка установки хладагентом, *включая все содержимое конденсатора.*

Безусловно, на установках, не имеющих ресивера, нельзя ни в коем случае монтировать систему регулирования с помощью регулятора давления конденсации (если только не добавлена достаточная емкость).

Заметим, что в настоящее время наблюдается тенденция к созданию установок с возможно более низким содержанием хладагента, главным образом из-за проблем, связанных с загрязнением окружающей среды и стоимостью этих хладагентов, поэтому системы регулирования при помощи регулятора давления конденсации в дальнейшем будут использоваться все меньше и меньше.

Однако, почти все мы слышали разговоры о так называемых "проклятых" холодильных установках, в которых зимой недостает хладагента (и ремонтник вынужден дозаправлять установку), а летом наблюдается его избыток (тогда нужно сливать часть заправки!). Предшествующие объяснения могут помочь в понимании причины этой разновидности дефектов и, может быть, найти способ их кардинального устранения.

Б) Проблема конденсаторов, расположенных над компрессорами

Когда компрессор должен работать зимой (холодильные камеры, машинные залы ЭВМ...), то есть при очень низких наружных температурах, переразмеренность конденсатора может становиться очень значительной из-за того, что он выбирается для *летней* наружной температуры.

Чтобы устранить эту временную переразмеренность и поддержать на нормальном уровне давление в жидкостной магистрали для обеспечения стабильной подпитки ТРВ, регулятор давления конденсации должен сильно снизить поверхность теплообмена конденсатора и уменьшать ее тем больше, чем ниже наружная температура.

Таким образом, чем больше падает наружная температура, тем выше поднимается уровень жидкости в конденсаторе (*см. рис. 36.5*).

В пределе, при очень низкой наружной температуре, уровень жидкости в конденсаторе может подняться настолько, что дойдет до верхней точки конденсатора и трубки подвода к нему горячих газов (в основном, для конденсаторов небольшой высоты и расположенных горизонтально).

В этот момент жидкость под действием силы тяжести может даже стекать в нагнетающую полость головки блока цилиндров компрессора по нагнетающей магистрали.

Рис. 36.5.

Возврат жидкости в головку блока может в этом случае привести к механическим повреждениям в результате гидроудара (главным образом, к поломке клапанов).

Во избежание такой опасности настоятельно рекомендуется либо установить обратный клапан на входе в конденсатор (*см. **поз. 1** на рис. 36.5*), либо сам вход выполнить в виде лирообразного колена (***поз. 2***), особенно если конденсатор расположен над компрессором, а установка обязательно должна работать при очень низких наружных температурах (следовательно, с сильно залитым конденсатором).

Установка лирообразного колена (или обратного клапана) на входе в конденсатор является наилучшим способом предотвращения возврата жидкости в головку блока, если работа конденсатора регулируется при помощи регулятора давления конденсации, а сам конденсатор расположен над компрессором.

Однако в том случае, когда разность уровней между компрессором и конденсатором превышает 3 метра, возникает еще одна проблема...

B) Проблема конденсатора, более холодного, чем ресивер

Для конденсаторов, регулируемых с помощью трехходового регулятора давления конденсации существует еще одна опасность, которая может возникнуть в том случае, если конденсатор становится холоднее, чем ресивер (например, зимой, когда конденсатор находится снаружи, а ресивер внутри помещения).

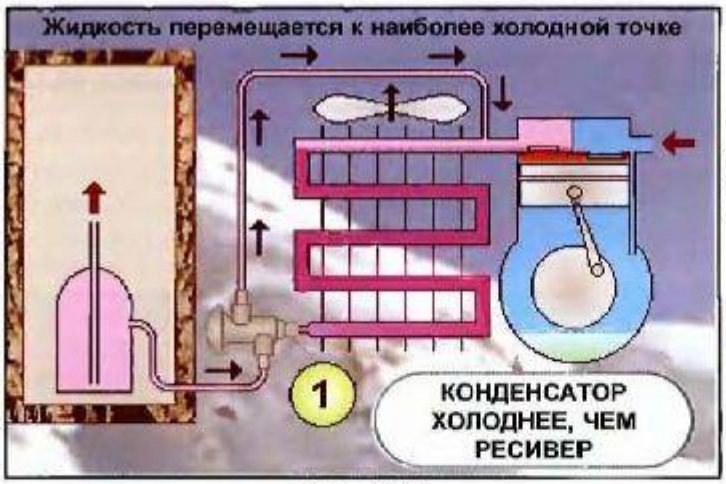


Рис. 36.7.

Когда компрессор остановлен, из-за низкой наружной температуры конденсатор быстро охлаждается и давление в нем падает, приводя к закрытию ***прохода 1*** регулятора давления конденсации (*см. рис. 36.7*).

Но, закрывая проход жидкости из конденсатора, клапан одновременно соединяет теплый ресивер и холодный вход в конденсатор. Тогда жидкость из ресивера в соответствии с принципом холодной стенки Ватта начинает перемещаться в конденсатор (согласно стрелкам *на рис. 36.7*).

Если остановка компрессора достаточно длительная, существует опасность того, что вся жидкость переместится в конденсатор (в результате, как мы смогли увидеть выше, конденсатор переполняется и жидкость начинает поступать в нагнетающую полость головки блока).

В отсутствие жидкости в ресивере при последующем запуске компрессора испаритель не может быть нормально запитан и компрессор очень быстро отключается предохранительным реле НД.

Следовательно, необходимо предотвратить возможность такого перемещения и обеспечить нахождение жидкости в ресивере во время остановки компрессора с целью создания благоприятных условий для последующего запуска компрессора.

Примечание. Отключения компрессора предохранительным реле НД, обусловленные опустошением ресивера, могут привести к тому, что запуск компрессора окажется *совершенно невозможным*, и потребовать дополнительной заправки хладагента в ресивер только для того, чтобы ***запустить установку***, *хотя количество хладагента в установке вполне нормальное*.

Следовательно, на входе в ресивер необходима установка обратного клапана (*см. рис. 36.8*), предотвращающего перемещения жидкости из ресивера в конденсатор, если температура конденсатора упадет ниже температуры ресивера (что бывает часто).

Рис. 36.8.

B) Проблема конденсатора, более холодного, чем ресивер

Для конденсаторов, регулируемых с помощью трехходового регулятора давления конденсации существует еще одна опасность, которая может возникнуть в том случае, если конденсатор становится холоднее, чем ресивер (например, зимой, когда конденсатор находится снаружи, а ресивер внутри помещения).

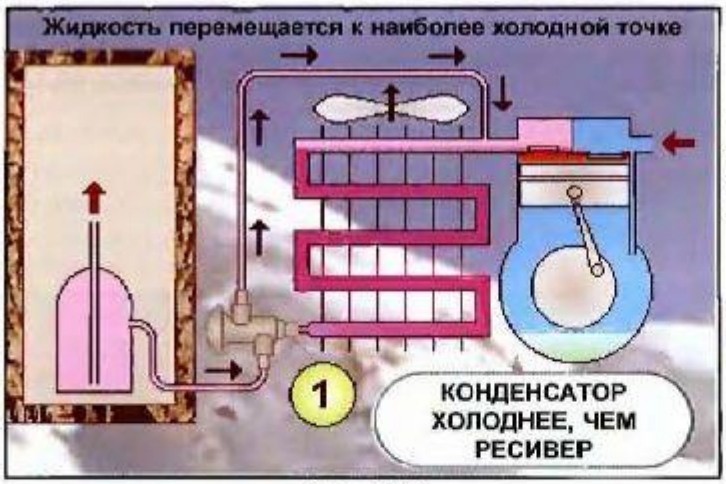


Рис. 36.7.

Когда компрессор остановлен, из-за низкой наружной температуры конденсатор быстро охлаждается и давление в нем падает, приводя к закрытию ***прохода 1*** регулятора давления конденсации (*см. рис. 36.7*).

Но, закрывая проход жидкости из конденсатора, клапан одновременно соединяет теплый ресивер и холодный вход в конденсатор. Тогда жидкость из ресивера в соответствии с принципом холодной стенки Ватта начинает перемещаться в конденсатор (согласно стрелкам *на рис. 36.7*).

Если остановка компрессора достаточно длительная, существует опасность того, что вся жидкость переместится в конденсатор (в результате, как мы смогли увидеть выше, конденсатор переполняется и жидкость начинает поступать в нагнетающую полость головки блока).

В отсутствие жидкости в ресивере при последующем запуске компрессора испаритель не может быть нормально запитан и компрессор очень быстро отключается предохранительным реле НД.

Следовательно, необходимо предотвратить возможность такого перемещения и обеспечить нахождение жидкости в ресивере во время остановки компрессора с целью создания благоприятных условий для последующего запуска компрессора.

Примечание. Отключения компрессора предохранительным реле НД, обусловленные опустошением ресивера, могут привести к тому, что запуск компрессора окажется *совершенно невозможным*, и потребовать дополнительной заправки хладагента в ресивер только для того, чтобы ***запустить установку***, *хотя количество хладагента в установке вполне нормальное*.

Следовательно, на входе в ресивер необходима установка обратного клапана (*см. рис. 36.8*), предотвращающего перемещения жидкости из ресивера в конденсатор, если температура конденсатора упадет ниже температуры ресивера (что бывает часто).

Рис. 36.8.

Г) Проблемы, возникающие из-за потерь давления в конденсаторе и регуляторе давления конденсации

Летом, когда наружная температура относительно высокая, регулятор давления конденсации полностью открыт и переохлажденная жидкость свободно проходит в ресивер.

Однако в той же степени, что и остальные элементы холодильного контура, регулятор давления конденсации представляет собой местное сопротивление течению жидкости и, даже будучи полностью открытым, порождает перепад давления ΔP (этот перепад называют потерями давления).

Чтобы ограничить эти нежелательные потери, клапан подбирают таким образом, чтобы иметь возможно более низкий перепад давления на нем (максимально допустимое значение перепада, как правило, не должно превышать 0,4 бар).

Но сам конденсатор с его длинными трубопроводами, из которых он состоит, также создает потери давления, величиной которых нельзя пренебрегать.

При последовательном соединении потери давления складываются и общий перепад между точками **A** и **B** (*см. рис. 36.9*) будет равен сумме потерь давления на конденсаторе и на регуляторе.

Вместе с тем, обратный дифференциальный клапан, который открывается, например, при разности давлений в 1 бар, расположен как раз между точками **A** и **B**!

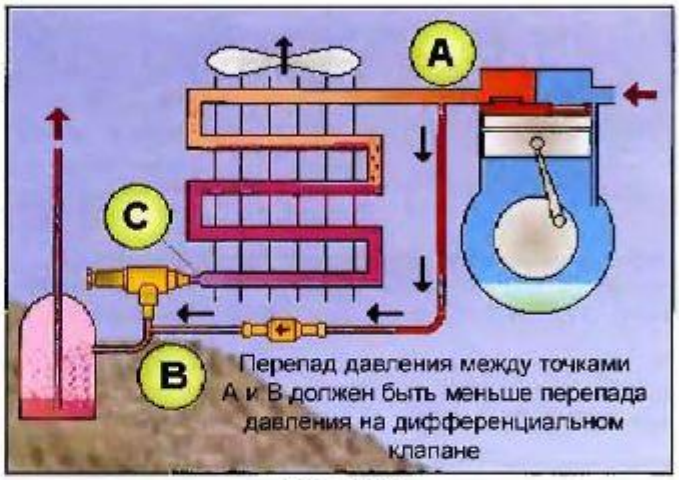


Рис. 36.9.

В нашем примере, если полные потери давления при работе ($\Delta P_{конденсатора} + \Delta P_{регулятора}$) выше 1 бара, дифференциальный клапан будет открываться и перепускать горячий газ в ресивер, как только запустится компрессор, ***даже в разгар лета!***

Этот существенный теплоприток повысит температуру и давление жидкости в ресивере. Установка начнет работать с аномально возросшим давлением конденсации и пониженной холодопроизводительностью.

Следовательно необходимо, чтобы сумма перепадов давлений на конденсаторе и на регуляторе была бы меньше давления настройки дифференциального обратного клапана!

Примечание. Эта неисправность легко выявляется простым ощупыванием труб на выходе из дифференциального клапана.

Действительно, если дифференциальный клапан открыт, эта трубка будет иметь температуру нагнетания (очень высокую), вместо того, чтобы быть такой же тепловатой или нагретой, как жидкость ***в точке C*** (*см. рис. 36.9*), и весь ресивер будет аномально горячим.

Д) Проблема подбора регулятора давления конденсации

Неисправность, которую мы только что описали, как правило обусловлена неправильным подбором регулятора давления конденсации, который, *будучи слишком слабым*, дает аномально высокие потери давления.

Следовательно, надлежит проверить характеристики регулятора давления конденсации по каталогу и при необходимости заменить его моделью с увеличенным проходным диаметром (если такой существует).

Для установок больших мощностей могут потребоваться регуляторы с очень большим диаметром (которые не всегда могут быть изготовлены в серийном производстве), поэтому допускается использовать несколько параллельно установленных регуляторов (*см. рис. 36.10*), что позволит уменьшить общие потери давления и решить проблему предотвращения несанкционированного перепуска горячего газа в ресивер при работе установки в летнее время.

При выборе регулятора давления конденсации всегда лучше взять переразмеренный вариант, чем вариант с меньшим размером.

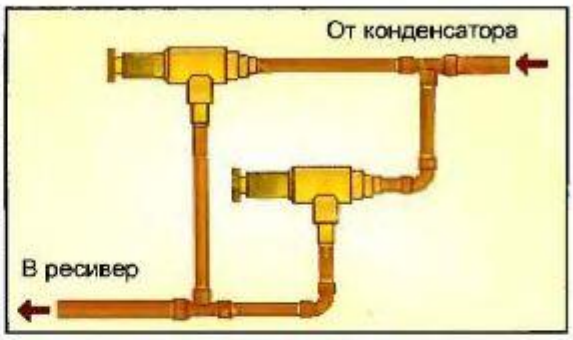


Рис. 36.10.

Заметим также важность того, чтобы переохлаждение жидкости в конденсаторе было достаточно высоким и обеспечивало бы *в летнее время* отсутствие преждевременного дросселирования хладагента на выходе из конденсатора или дальше, в жидкостной магистрали (*см. раздел 18. "Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали"*), из-за потерь давления на регуляторе давления конденсации.

В конце напомним, что клапаны с предварительной заводской настройкой должны подбираться с учетом типа хладагента, используемого в данной установке, иначе рабочие значения давления конденсации будут совершенно нереальными (так, регулятор, настроенный примерно на 13 бар для R22 или R407C, будет давать всего около 7 бар для R134a).

Е) Проблема настройки реле ВД и регулирования работы вентилятора конденсатора

Вначале укажем, что регулятор давления конденсации обязательно должен устанавливаться совместно с реле ВД для управления вентилятором конденсатора.

При этом, настройка реле должна обеспечивать запуск вентилятора, как только давление конденсации *на 1...2 бар* превысит давление настройки регулятора.

Диапазон настройки (дифференциал) реле должен быть достаточно большим, чтобы не допускать частых включений и выключений вентилятора при работе заполненного конденсатора в зимнее время. Иначе начнутся *беспрестанные пульсации давления конденсации, приводящие к одновременным пульсациям регулятора давления конденсации и давления кипения, что может повлечь за собой отключение компрессора предохранительным реле НД!*

В самом деле, конденсаторный вентилятор после его запуска не должен больше останавливаться вплоть до остановки компрессора, и обеспечить такие условия может только регулятор давления конденсации, поскольку он является в данной системе единственным органом, сохраняющим стабильность как давления конденсации, так и давления кипения.

Ж) Специальный случай использования двух регуляторов давления

Еще одним вариантом регулирования давления конденсации, который иногда используется и может встречаться, является установка *вместо дифференциального обратного клапана* регулятора давления в ресивере, размещаемого на обводной магистрали компрессора, как показано *на рис. 36.11*.

В данной схеме регулятор давления конденсации идентичен уже изученным (он настроен на перекрытие выхода из конденсатора, когда давление в последнем начинает падать).

Регулятор давления в ресивере открывается при понижении давления в жидкостном ресивере, перепуская туда горячий газ из нагнетающего патрубка, точно так же, как это делает дифференциальный обратный клапан (но на этот раз давление жидкости в ресивере регулируется отдельно).

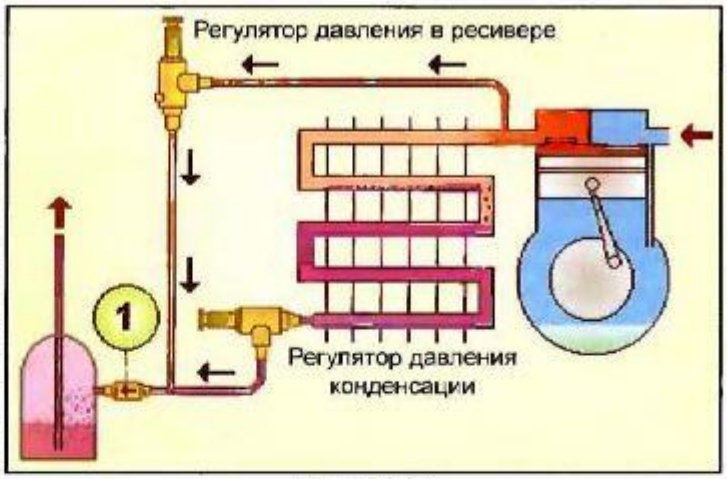


Рис. 36.11.

Следовательно, мы получаем *два значения давления, регулируемые совершенно раздельно*, каждое своим собственным регулятором:

- Регулятором давления конденсации, позволяющим регулировать давление в конденсаторе и, следовательно, давление нагнетания (из двух значений давления это более высокое).
- Регулятором давления в ресивере, позволяющим регулировать давление в ресивере (а следовательно, давление жидкости на входе в ТРВ) путем перепуска газа из нагнетающего патрубка.
- Поэтому настройка регулятора давления в ресивере, как правило, *соответствует давлению, примерно на 1 бар* ниже давления настройки регулятора давления конденсации.

Летом, когда давление в норме, регулятор давления конденсации открыт на максимум, а регулятор давления в ресивере полностью закрыт (самоустраняющаяся система).

Все описанные выше условия, сопровождающие поддержание давления конденсации (заправка хладагентом, размеры ресивера, расположение и длина трубопроводов...), остаются при этом в силе, однако проблема потерь давления в конденсаторе и на регуляторе давления конденсации (см. пункт Г настоящего раздела) может быть решена проще.

Для этого достаточно настроить регулятор давления в ресивере таким образом, чтобы разность между давлением нагнетания и давлением в ресивере была, по крайней мере, *выше* суммы потерь давления в конденсаторе и регуляторе давления конденсации.

Напомним, что если существует опасность перемещения жидкости из ресивера на вход в конденсатор или на выход из компрессора, установка обратного клапана на входе в ресивер (***поз. 1** на рис. 36.11*) по-прежнему является необходимой.

3) Регулятор давления конденсации: перечень неисправностей

На рис. 36.12 указаны возможные места возникновения неисправностей в схеме с использованием регулятора давления конденсации.

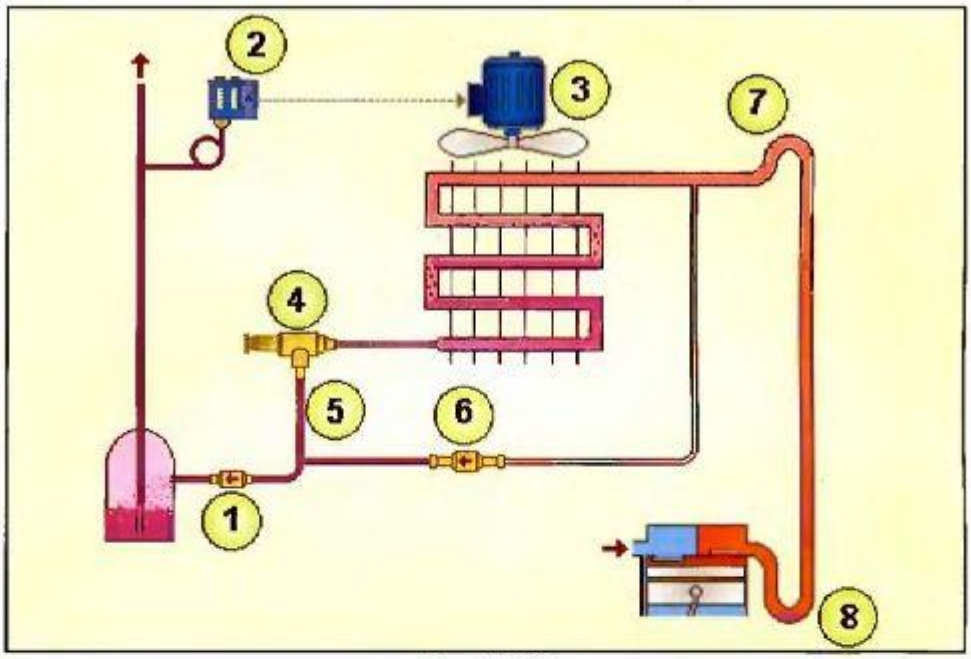


Рис. 36.12.

Причины срабатывания предохранительного реле НД:

- Заправка хладагента недостаточна для того, чтобы зимой в ресивере оставалась жидкость, даже если наружная температура резко упала.
- Отсутствие обратного клапана (***поз. 1***), препятствующего перемещению жидкости в конденсатор во время остановок компрессора, в схеме с трехходовым регулятором давления конденсации при температуре конденсатора ниже, чем температура ресивера.
- Неправильная настройка управляющего реле ВД (***поз. 2***), приводящая к частым включениям и выключениям вентилятора конденсатора (***поз. 3***) зимой.
- Большие потери давления на регуляторе давления конденсации (***поз. 4***) летом, приводящие к преждевременному дросселированию хладагента в соединении конденсатор/ресивер (***поз. 5***) или его внезапному вскипанию в жидкостной магистрали.

Причины срабатывания предохранительного реле ВД летом:

- Недостаточная емкость жидкостного ресивера, не вмещающего летом излишки хладагента.
- Сумма потерь давления в конденсаторе и на регуляторе давления конденсации выше перепада давления на дифференциальном обратном клапане (***поз. 6***).

Причины поломки клапанов компрессоров:

- Отсутствие обратного клапана или лирообразного патрубка на входе в конденсатор (***поз. 7***) для случая, когда конденсатор расположен выше компрессора.
- Отсутствие жидкостной ловушки или лирообразного колена (маслоподъемной петли) на выходе из компрессора (***поз. 8***) для случаев, когда длина и расположение нагнетающей магистрали дают основания опасаться возврата масла и (или) жидкого хладагента в нагнетающую полость головки блока компрессора.

Контрольные вопросы для выполнения лекции:

Пункт 36 Неисправность KVR пА стр1

При использовании регуляторов давления конденсации воздушных КД возникают различные дефекты, которые рассматриваются в этой лекции.

На первой странице описана неисправность норма заправки ХА в контур установки и размерами жидкостного ресивера раздел А.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (240) Какая заправка установки ХА должна быть зимнее время, по сравнению с летней

+ больше

- меньше

Вопрос 2 (240) Какую вместимость должен иметь жидкостной ресивер

+ большую вместимость

- номинальную вместимость

Вопрос 2 (241) Что произойдет с работой установки при недостаточном количестве ХА

+ отключится срабатыванием прессостата НД

- отключится срабатыванием прессостата ВД

Вопрос 4 (242) Какую заправку как правило принимают при использования регулятора давления конденсации

+ до двукратной номинальной заправки

- выше двукратной номинальной заправки

Пункт 36 Неисправность KVR пБ стр2

Раздел Б изучает проблемы вызванным расположение воздушного КД относительно КМ. В этом разделе необходимо вспомнит вопросы монтажа нагнетательного трубопровода, который мы изучали ранее.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (243) Чем ниже падает наружная температура

+ тем выше поднимается уровень жидкости в КД

- тем выше поднимается уровень жидкости в жидкостном ресивере

Вопрос 2 (243) Что может случиться при критически очень низкой наружной температуре

+ переполнение жидким ХА КД и попаданию в головку блока цилиндров КМ

- переполнение жидким ХА КД и попаданию в цилиндры КМ

Вопрос 3 (243) Что необходимо устанавливать на входе в КД, расположенными над КМ

+ лирообразное колено

+ обратный клапан

- дифференциальный клапан

Вопрос 4 (243) Если разность уровней между КД и КМ превышает 3 м то необходимо

+ устанавливать лирообразную ловушку

- устанавливать лирообразное колено

Пункт 36 Неисправность KVR пВ стр3

Раздел В изучает проблемы возникающие в воздушном КД, более холодного чем жидкостной ресивер при использовании трехходового регулятора давления конденсации. Вспомним эффект холодной стенки Ватта. Для устранения проблемы установим обратный клапан на входе в жидкостной ресивер.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (245) Какая проблема возникает на трехходовом регуляторе, когда КД становится более холоднее чем ресивер

+ проход на выходе их КД закрывается

- проход на нагнетательном трубопроводе КМ закрывается

Вопрос 2 (245) Что происходит с жидкостью в ресивере, при закрытии прохода на выходе их КД

+ она начинает перемещаться в КД
- она скапливается в ресивере
Вопрос 3 (245) Для предотвращения перемещения жидкости из ресивера необходимо установит на входе в него
+ обратный клапан
- дифференциальный клапан
Вопрос 4 (245) Если остановка Км очень длительная, то в этом случае произойдет
+ вся жидкость переместится в КД
+ возникает опасность гидроудара в Км
+ Км быстро отключается прессостатом НД
- Км быстро отключается прессостатом ВД

Пункт 36 Неисправность KVR пГ стр4

Раздел Г изучает проблемы возникающие из-за потерь в воздушном КД и регуляторе давления конденсации.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (246) Что происходит в регуляторе давления конденсации летом согласно этому разделу
+ происходят потери, обусловленными местными сопротивлениями
- потерь в регуляторе нет, ввиду отсутствия местных сопротивлений
Вопрос 2 (246) Максимально допустимое значение перепада давления регулятора
+ не должно превышать 0,4 бар
- не должно превышать 0,4 Мпа
Вопрос 3 (246) Потери давления рассчитываются как
+ потери в кд плюс потери в регуляторе
- потери в обратном клапане плюс потери в регуляторе
Вопрос 4 (246) Давление настройки на дифференциальном обратном клапане должны быть
+ меньше, чем потери на кд плюс потери в регуляторе
- больше, чем потери на кд плюс потери в регуляторе

Пункт 36 Неисправность KVR пДиЕ стр5

На этой странице рассмотрим два раздела Д и Е . Один изучает подбор регулятора давления конденсации по диаметру нагнетательного трубопровода. Второй изучает вопрос совместной настройкой прессостата ВД и управление вентилятором КД.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (247) Какой подбор регулятора дает аномально высокие потери давления
+ с уменьшенным проходным диаметром
- с увеличенным проходным диаметром
Вопрос 2 (247) Что допускается использовать для установок большой мощности
+ несколько параллельно подключенных регуляторов
- несколько последовательно подключенных регуляторов
Вопрос 3 (247) Какой диапазон настройки (дифференциал) прессостата ВД должен быть
+ достаточно большим, чтобы не допускать отключения КМ прессостатом НД
+ не допускать частых включений вентилятора КД
- не допускать частых включений вентилятора испарителя
Вопрос 4 (247) Настройка прессостата ВД должна обеспечивать
+ запуск вентилятора КД, как только давление конденсации превысит на 1..2 бар превысит настройку регулятора
- запуск вентилятора КД, как только давление конденсации превысит на 1..2 бар превысит настройку обратного клапана
Пункт 36 Неисправность KVR пЖ стр6

На этой странице рассмотрим специальный случай использования двух регуляторов давления, раздел Ж. Второй устанавливается вместо дифференциального обратного клапана.

Тем самым в летний период легче решается проблема потерь давления в КД и регуляторе давления конденсации.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (248) Что предусматривает специальный случай этой страницы раздела
+ использование второго регулятора вместо обратного клапана
- использование второго регулятора параллельно первому
Вопрос 2 (248) Где устанавливают второй регулятор
+ на выходе из нагнетательного трубопровода с врезкой на вход ресивера
- на выходе из КД, для перехода на вход в ресивер
Вопрос 3 (248) В чем достоинство установки второго регулятора
+ давление в жидкостном ресивере регулируется отдельно
- давление в жидкостном ресивере регулируется первым регулятором
Вопрос 4 (248) Как работает данная система летом
+ регулятор давления КД полностью открыт, а регулятор ресивера закрыт
- регулятор давления ресивера полностью открыт, а регулятор КД закрыт

Пункт 36 Неисправность KVR п3 стр7

На этой странице рассмотрим возможные неисправности в схеме с использование регулятора давления конденсации, раздел Ж. Даны причины срабатывании предохранительного прессостата НД как летом так и зимой. Возможные причины поломки клапанов КМ при отсутствии правильного монтажа нагнетательного трубопровода.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (249) Причины срабатывания предохранительного прессостата НД зимой
+ недостаточная заправка
+ отсутствие обратного клапана
+ неправильная настройка прессостата НД
- большие потери на регуляторе конденсации
Вопрос 2 (249) Причины срабатывания предохранительного прессостата НД летом
+ большие потери на регуляторе конденсации
- недостаточная заправка
-отсутствие обратного клапана
- неправильная настройка прессостата НД
Вопрос 3 (249) Причины срабатывания предохранительного прессостата ВД летом
+ сумма потерь давления и на регуляторе конденсации выше перепада на дифференциальном обратном клапане
+ недостаточная емкость ресивера
- сумма потерь давления и на регуляторе конденсации ниже перепада на дифференциальном обратном клапане
Вопрос 4 (249) Причины поломки клапанов КМ
+ отсутствие обратного клапана и лирообразное колено, если Кд выше КМ
+ отсутствие маслоподъемной петли на выходе из КМ
- отсутствие лирообразного патрубка на выходе из КМ
Страница 8 окончание
После выполнения данной лекции №25 необходимо выполнить СР №7 регулятор давления конденсации (перейди в раздел Самостоятельные работы МДК 02.03)
Все студенты которые не пишут СР по пройденным темам все равно будут их делать, так как без их выполнения допуска к экзамену по этому курсу будут не допущены!!!! Вы все это знаете поэтому делаем их обязательно!!!!

Лекция № 26 Капиллярное расширительное устройство.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2017 года выпуска п.51 (стр. 314-325).

51. КАПИЛЛЯРНОЕ РАСШИРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

Из всех существующих расширительных устройств, капиллярное является, конечно, наиболее простым, поскольку оно представляет собой простой отрезок холодильной трубки малого диаметра, что делает его стоимость крайне низкой. Более того, оно не содержит никаких механических узлов и деталей и не располагает никакими системами настройки, что обеспечивает его высокую надежность и продолжительность работы в течение очень длительного времени.

Несмотря на некоторые условия, требующие строгого соблюдения при его использовании (о чем мы и будем говорить в настоящем разделе), многочисленные преимущества капиллярного расширительного устройства объясняют его выбор для оснащения им самых различных холодильных установок малой мощности, особенно когда они производятся крупными сериями: кондиционеры, домашние холодильники, небольшие тепловые насосы, холодильные шкафы...

A) Работа

Предметом настоящего раздела служит детальный анализ предосторожностей, которые необходимо соблюдать при любом вмешательстве в холодильный контур, оборудованный капиллярным расширительным устройством. Для начала изучим контур, представленный *на рис. 51.1.*

Принимая во внимание малую мощность установки, в ней *используется, как правило, поршневой компрессор с герметичным корпусом*. Пары, покидающие испаритель, чаще всего всасываются в верхней части компрессора **(поз. 1)**.

Поэтому данная зона холодная, а верхушка кожуха тепловатая. Далее, всасываемые пары проходят через двигатель компрессора, который они охлаждают. Масло находится на дне корпуса **(поз. 2)**, а поскольку нагнетаемые пары очень горячие, нижняя часть компрессора также горячая.

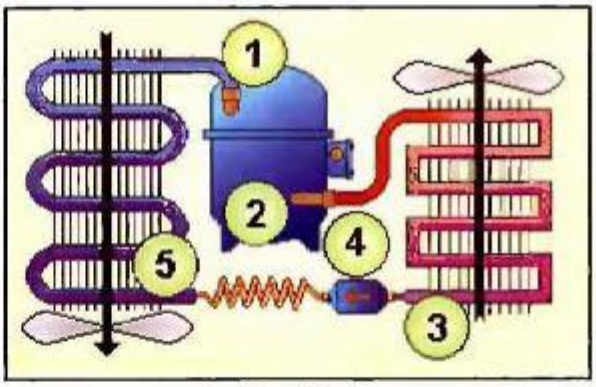


Рис. 51.1.

Иногда аномалии в работе установки вы можете обнаружить просто ощупывая герметичный кожух (опасайтесь ожога, зона 2 может быть очень горячей!).

Переохлажденная жидкость, которая выходит из конденсатора **(поз. 3)**, дальше идет в фильтр или фильтр-осушитель **(поз. 4)**. Этот фильтр необходим, чтобы предотвратить **самую серьезную неисправность капилляра**: его закупорку посторонними частицами (кусочки меди, крупинки припоя или флюса...), которые будут мешать прохождению жидкости, обусловливая появление неисправности типа "слишком слабый ТРВ". После дросселирования, жидкость, которая выходит из капилляра **(поз. 5)**, проходит через испаритель и перегретые пары вновь возвращаются в компрессор.

51.1. УПРАЖНЕНИЕ 1

На выходе из конденсатора мы не расположили жидкостной ресивер. Стоит ли, по вашему мнению, рекомендовать его установку? Почему?

Решение упражнения 1

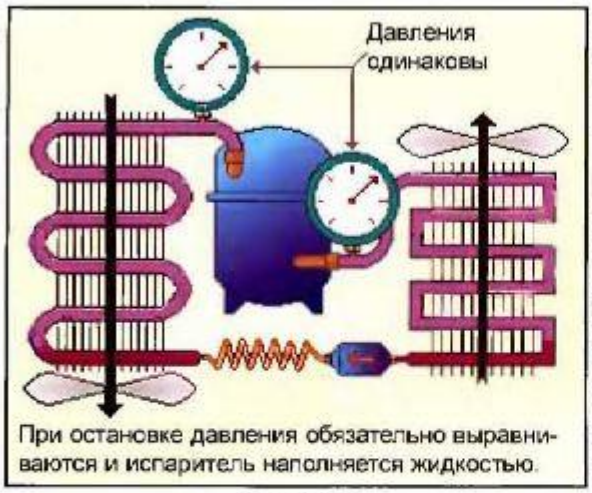


Рис. 51.2.

Вначале нужно как следует усвоить, что капиллярное расширительное устройство ни что иное, как отрезок очень тонкой трубки, ***проходное сечение которой постоянно открыто.***

В процессе работы, *на входе* в капилляр устанавливается давление конденсации, а *на выходе* из него – давление кипения. Однако когда компрессор останавливается, капилляр остается постоянно открытым и жидкости ничто не мешает продолжить проникновение в капилляр (а потом в испаритель) до тех пор, пока давление в испарителе и в конденсаторе полностью не сравняются. В результате, при остановке компрессора, конденсатор опорожняется, а испаритель заполняется хладагентом (*см. рис. 51.2*).

Если установить еще и жидкостной ресивер, его содержимое сможет без труда переместиться в испаритель и совершенно переполнить его, тем более, что испаритель "холодный". *Тогда при ближайшем запуске компрессора это вызовет губительный для него гидроудар!*

Вот почему жидкостной ресивер никогда не устанавливают в контурах, оборудованных капиллярным расширительным устройством!

Заметим, что испаритель должен быть сконструирован таким образом, чтобы исключать любую возможность стекания жидкости под действием силы тяжести на вход компрессора при его остановках (поэтому на схемах испаритель всегда запитан снизу).

Б) Преимущество выравнивания давлений при остановках

Сила тока, потребляемая компрессором, напрямую зависит от величины давления нагнетания (*см. раздел 10. "Влияние величины давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора"*).

Мы увидели, что при остановке компрессора давления в испарителе и конденсаторе выравниваются (*см. рис. 51.3*). Однако, когда компрессор запускается, давление нагнетания поднимается не мгновенно, а *медленно* повышается до тех пор, пока не достигнет номинального значения давления конденсации.

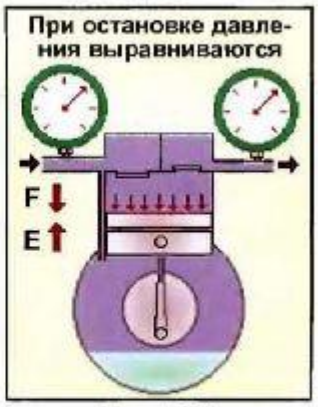


Рис. 51.3.

Это значит, что в течение всего периода выхода на номинальный режим, ток, потребляемый электромотором, вначале слабый, а затем постепенно растет одновременно с ростом давления нагнетания.

Таким образом, запуск компрессора происходит в облегченных условиях, без чрезмерных напряжений, при значительных ограничениях величины пускового тока. Выравнивание давлений при остановке, обусловленное наличием капилляра, позволяет, следовательно, благодаря облегченному режиму запуска, использовать *небольшие электродвигатели*. Вы можете легко себе представить особенную выгоду этого в экономическом плане для массового и крупносерийного производства установок, оборудуемых *однофазными* электродвигателями (домашние холодильники, кондиционеры...)!

B) Проблема заправки хладагентом

Проблема заправки установки несомненно является наиболее сложной проблемой для установок, оснащенных капиллярными расширительными устройствами. Для лучшего понимания этой проблемы *рассмотрим поведение небольшой установки, работающей на R22 и заправленной по всем правилам.*

Когда воздух, поступающий на вход испарителя, достаточно теплый (например, 25°C), кипение хладагента происходит очень интенсивно. Последняя молекула жидкости выкипает довольно рано (*см. **точку A** на рис. 51.4*) и перегрев весьма значительный (около 15 K). Верхушка герметичного кожуха относительно горячая (например, 35°C), а низ компрессора очень горячий (примерно 60°C).

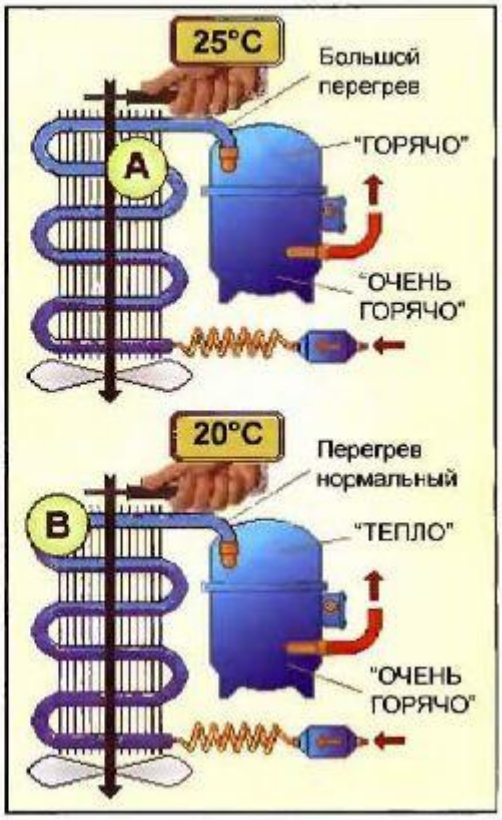


Рис. 51.4.

Представим, что несколько позже температура воздуха на входе в испаритель упала до 20°C. Поскольку воздух стал холоднее, чем раньше, интенсивность кипения снизилась, ***однако капилляр продолжает подавать в испаритель почти то же самое количество R22,*** поэтому точка выкипания последней молекулы жидкости начинает сдвигаться к выходу из испарителя (***точка B*** *на рис. 51.4*). *Вот почему по мере снижения температуры воздуха на входе в испаритель перегрев падает и к концу цикла достигает, к примеру, 7 K.* Верхушка кожуха становится слегка тепловатой (скажем, 30°C), но низ компрессора по-прежнему остается очень горячим.

Рис. 51.5.

Теперь представим, что после общения с клиентом, ремонтник хочет дозаправить этот кондиционер. Поскольку у него нет ни заправочного мерного цилиндра, ни весов, он решает произвести дозаправку, медленно добавляя хладагент в контур в паровой фазе.

При температуре воздуха на входе в испаритель 25°C, он добавляет хладагент до тех пор, пока не достигнет нормального перегрева (например, 7 K). Температура герметичного кожуха становится нормальной, кондиционер работает и хорошо охлаждает воздух. Со спокойной душой наш ремонтник покидает рабочее место (*см. рис. 51.5*)

Но, по мере снижения температуры в охлаждаемом помещении, температура воздуха на входе в испаритель и перегрев продолжают падать. Если задающий термостат настроен на отключение компрессора при достижении 20°C, то есть основание для того, чтобы в компрессор стала попадать жидкость (*см. рис. 51.6*)

Заметим, что чем больше падает перегрев, тем больше снижается, по отношению к нормальной, температура герметичного кожуха (как вверху, так и внизу).

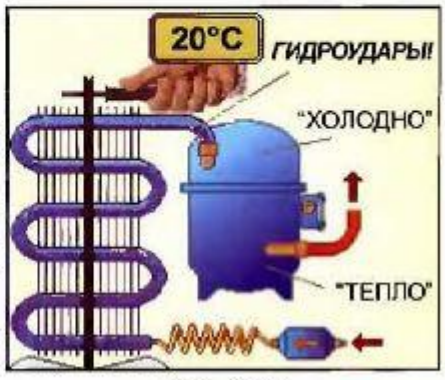


Рис. 51.6.

Итак, мы ознакомились с первой опасностью приблизительной заправки: перегрев зависит от температуры воздуха на входе в испаритель.

Для лучшего понимания другой проблемы рассмотрим схему на рис. 51.7.

Схема иллюстрирует впрыск воды в открытый воздух (следовательно, при давлении окружающей среды, равном атмосферному) при помощи капилляра.

Если вода поступает на вход в капилляр при избыточном давлении 3 бара (перепад давления на капилляре ΔP1 равен 3 бар), в атмосферу впрыскивается некоторое ее количество M1.

При понижении давления подачи воды на входе в капилляр до 1 бар (изб.), перепад давления на нем ΔP2 составит только 1 бар. Нетрудно понять, что количество поступающей в атмосферу воды M2 при этом также станет гораздо меньше.

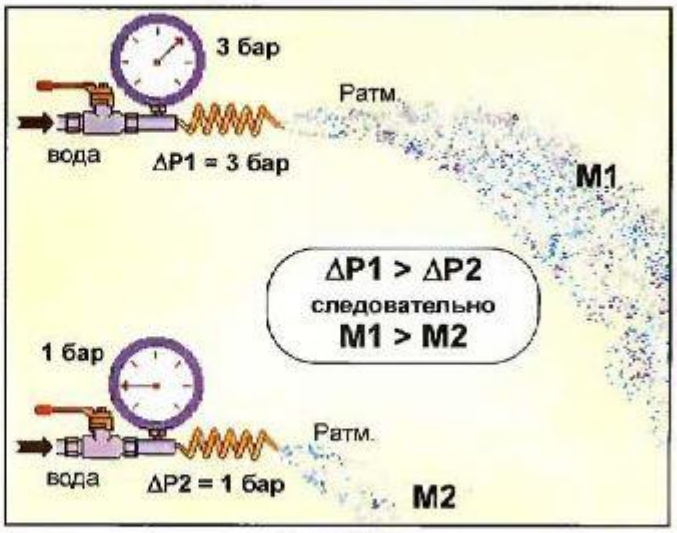


Рис. 51.7.

Итак, если перепад давления ΔP на концах капилляра падает, расход воды через него так же снижается.

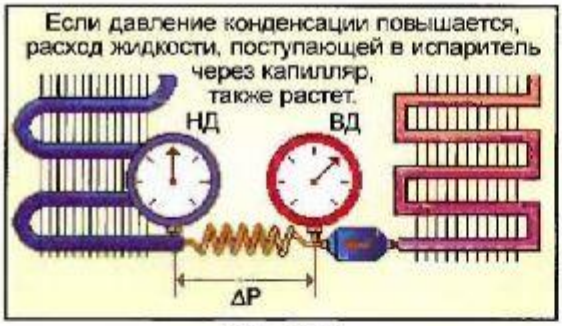


Рис. 51.8.

Очевидно, то же самое происходит, если вместо воды использовать хладагент, например, R22 (см. рис. 51.8).

Иначе говоря, расход жидкости через капилляр будет тем больше, чем выше перепад между давлением конденсации и давлением кипения.

То есть, чем больше повышается давление конденсации, тем больше возрастает расход хладагента, поступающего через капилляр.

Это явление не проходит бесследно для работы установки. Чтобы лучше понять это, изучим схему на рис. 51.9.

Представим, что при температуре в охлаждаемом объеме 20°C давление конденсации составляет 14,3 бар (+40°C), а давление кипения равно 4,1 бар (+1°C).

Это значит, что перепад на капилляре ΔP составляет 10,2 бар. При этом температура перегретого пара на входе в компрессор равна 8°C, то есть перегрев равен 8 – 1 = 7 K.

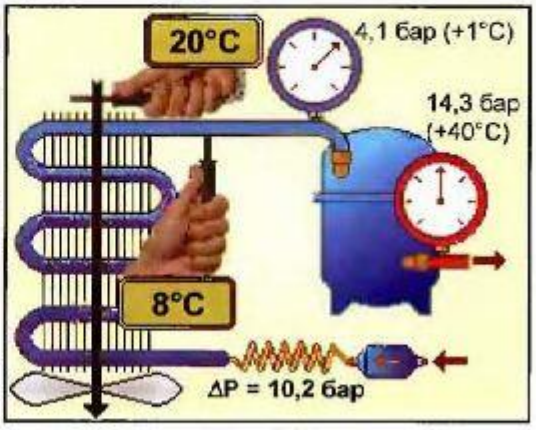


Рис. 51.9.

Представим теперь, что по какой-либо причине (забился конденсатор, возросла температура воздуха на входе в него...) давление конденсации повысилось, например, до 18,5 бар (*см. рис. 51.10*). Поскольку давление конденсации повысилось, компрессор стал всасывать меньше газа (*см. раздел 9. "Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность"*), и давление кипения так же повысилось (например, до 4,6 бар).

Следовательно, перепад давления на капилляре растет с 10,2 бар до 13,9 бар, что приводит к заметному повышению количества жидкости, поступающей в испаритель. Последняя молекула жидкости приближается к компрессору и перегрев, измеренный на всасывающем патрубке, снижается (в нашем примере он не более 6 – 4 = 2 К).

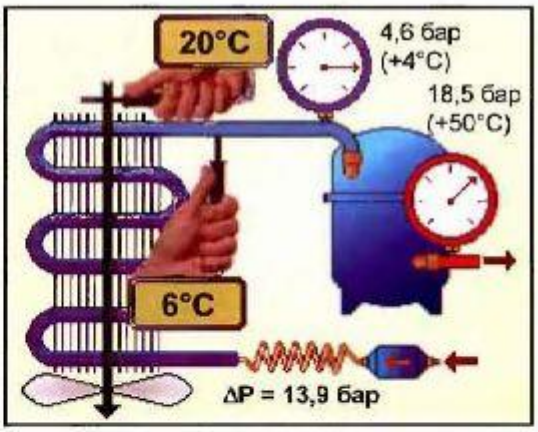


Рис. 51.10.

Таким образом, мы смогли увидеть вторую опасность приблизительной заправки: перегрев во всасывающей магистрали зависит от величины давления конденсации.

Когда капиллярным расширительным устройством оборудуются кондиционеры, есть еще одна проблема, которая может помешать их нормальной работе. Речь идет о скорости воздуха, проходящего через испаритель, поскольку, как правило, кондиционеры снабжены многоскоростными вентиляторами. Вновь напомним, что в кондиционерах большая скорость используется летом во время охлаждения помещений, чтобы предотвратить *слишком низкую температуру* воздушной струи на рабочих местах. Малая скорость включается зимой при подогреве, чтобы обеспечить обдув рабочих мест *теплой струей* воздуха.

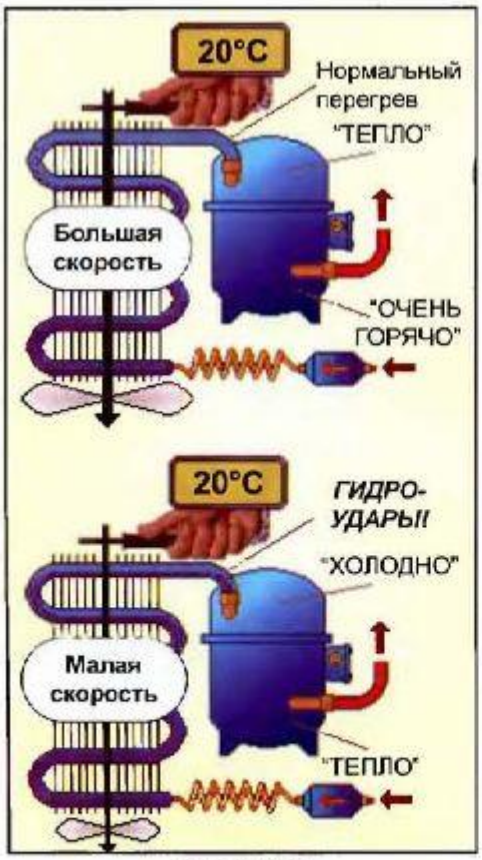


Рис. 51.11.

Представим себе, что кондиционер настроен таким образом, чтобы поддерживать температуру в охлаждаемом помещении на уровне 20°C. Вентилятор испарителя работает с большой скоростью, через испаритель проходит значительный расход воздуха, работа протекает вполне нормально и перегрев в конце цикла совершенно нормальный (см. рис. 51.11).

В этот момент, если клиент переводит вентилятор на пониженную скорость (зачастую из-за того, что на большой скорости вентилятор издает повышенный шум), расход воздуха через испаритель падает. Поскольку расход воздуха через испаритель падает, жидкость кипит менее интенсивно и начинает продвигаться вперед к компрессору, в результате чего перегрев опасно уменьшается.

В этом случае сильно возрастает возможность появления губительных для компрессора гидроударов.

В самом деле, большинство причин появления неисправности типа "слишком слабый испаритель" могут обусловить возникновение гидроударов, опасных для установок данного типа вне зависимости от того, кондиционеры это или торговое оборудование, поскольку в них отсутствует ТРВ, способный контролировать количество жидкого хладагента, поступающего в испаритель (*см. раздел 20.5. "Слишком слабый испаритель. Практические аспекты устранения неисправности"*).

Г) Как правильно определить количество заправляемого хладагента!

Наилучшим способом заправки установки, оборудованной капиллярным расширительным устройством, является, несомненно, возможность *скрупулезного* соблюдения массы жидкости, рекомендуемой изготовителем. Следовательно, необходимо слить из установки весь хладагент, который может там находиться, потом произвести ее вакуумирование, а затем, при помощи мерного заправочного цилиндра или достаточно точных весов, залить в установку точно такое количество хладагента, которое соответствует указанному на табличке, прикрепленной к установке.

При ремонте установки прямо *по месту ее нахождения* ремонтник часто сталкивается с проблемой отсутствия у него мерного цилиндра или весов. Кроме того, иногда табличка с указанием массы заправляемого хладагента либо отсутствует, либо плохо прочитывается. Если агрегат невозможно доставить в мастерскую и ремонтник решает устранить неисправность на месте, *он обязательно должен* начать с поиска утечек и устранения их причины...

При заправке он должен очень осторожно начать подачу хладагента в установку (*если можно, то в паровой фазе*, за исключением смесевых хладагентов с температурным глайдом), постоянно измеряя при этом изменение перегрева на всасывающей магистрали компрессора (в торговом холодильном оборудовании зачастую можно будет также визуально контролировать начало появления инея на испарителе по мере снижения температуры воздуха).

В соответствии с условиями функционирования в момент заправки хладагентом, ремонтник должен помнить, что **перегрев может опасно понижаться, если:**

- **Падает температура в охлаждаемом объеме** (обычно в момент ремонта она достаточно высока).
- **Повышается давление конденсации** (повышение давления конденсации всегда можно спровоцировать, например, полностью закрыв конденсатор картоном, чтобы убедиться, что перегрев остается приемлемым).
- **Снижается интенсивность теплообмена на испарителе** (в кондиционерах, например, по причине загрязнения воздушного фильтра, а в торговом холодильном оборудовании – из-за покрытия испарителя снежной "шубой").

Заметим, что слишком большая заправка может вызвать работу с пониженным перегревом на всасывающей магистрали. Следовательно, избыток хладагента в контуре может оказаться причиной губительных гидроударов, которые создают опасность разрушения компрессора.

С другой стороны, недостаточная заправка может привести к работе с очень высоким перегревом во всасывающей магистрали. Тогда герметичный кожух будет плохо охлаждаться и двигатель компрессора станет сильно перегреваться. В таком случае останется только надеяться на нормальную работу встроенных средств защиты, иначе двигатель с большой вероятностью преждевременно выйдет из строя.

Напомним, наконец, что установки, оборудованные капиллярными расширительными устройствами, имеют пониженную заправку из-за того, что во время остановок компрессора давление в контуре выравнивается и возникает опасность переполнения испарителя, куда хладагент перетекает из конденсатора при остановках.

Поэтому в установках с капиллярными расширительными устройствами переохлаждение не может рассматриваться как определяющий показатель для оценки правильности величины заправки хладагентом.

Только на основе эксперимента ремонтник сможет точно установить момент, когда заправка будет достаточной. В случае сомнений, ремонтнику лучше всего через некоторое время еще раз прибыть на место работы установки, чтобы, при необходимости, довести величину заправки до требуемой.

Д) Проблема замены капилляра

К несчастью, иногда капилляр полностью или частично закупоривается. Главным образом, это происходит после перегорания двигателя компрессора или после ремонта контура, когда он был произведен с отступлениями от правил. Если капилляр закупорен, в испаритель попадает очень мало жидкости (*см. рис. 51.12*). Следовательно, холодопроизводительность падает, перегрев очень сильно возрастает и герметичный кожух нагревается до очень высокой температуры.

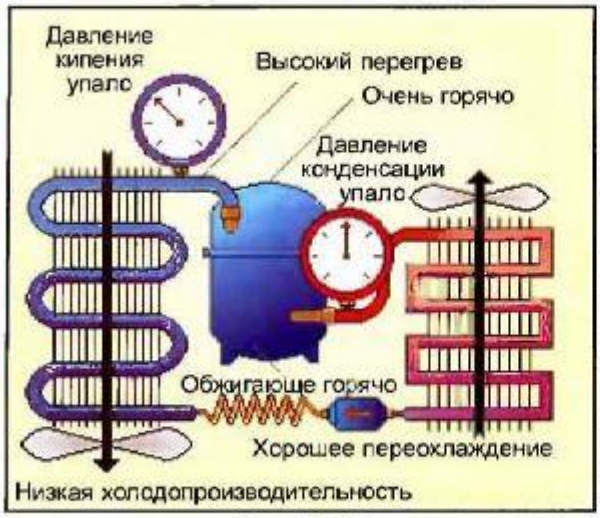


Рис. 51.12.

Внимание! Точно такие же признаки появляются при нехватке хладагента в контуре. Однако, при нехватке хладагента его недостает также и в конденсаторе, поэтому переохлаждение будет плохим. *В то же время*, при закупоренном капилляре, недостаток хладагента в испарителе обязательно сопровождается его избытком в конденсаторе, поэтому при закупоренном капилляре переохлаждение вполне нормальное.

Есть еще один признак, позволяющий очень точно наверняка установить закупорку капилляра. Действительно, при остановке компрессора давление в контуре должно быстро выравниваться. Если капилляр закупорен, выравнивание давлений в контуре при остановках компрессора больше не происходит (при частичной закупорке выравнивание происходит тем медленнее, чем сильнее забит капиляр).

Внимание! Не смешивайте закупорку капилляра с нехваткой хладагента.

Если у вас нет устройства для чистки капилляров (например, ручного масляного насоса, который позволяет создавать довольно высокое давление масла и, таким образом, прочистить капилляр), всегда можно попытаться прочистить капилляр, например, его продувкой сжатым азотом высокого давления в направлении, обратном потоку жидкости. Можно также *попробовать укоротить капилляр на несколько сантиметров со стороны входа в него*, надеясь, что пробка находится именно там и будет таким образом исключена (*см. рис. 51.13*). К сожалению, это зачастую не дает успеха и тогда капилляр, также как и расположенный выше по потоку фильтр, заменяют (если бы фильтр соответствовал своему назначению, капилляр не закупорился бы).

Рис. 51.13.

Если у вас есть новый капилляр, поставленный изготовителем неисправного агрегата и в точности соответствующий засоренному капилляру, операция по замене производится достаточно просто. *Однако, если вы хотите сами изготовить капилляр для замены, это может стать источником многочисленных неприятностей.* В самом деле, для данной модели агрегата точное определение размеров капилляра является длительной и дорогостоящей операцией, в значительной степени связанной с проведением большого числа испытаний (поэтому использование капилляра оправдано только в массовом и крупносерийном производстве). Более того, если каждая модель данной серии агрегатов имеет различную холодопроизводительность, то параметры используемого в каждой из моделей капилляра будут тоже различными (по длине, а иногда и по диаметру)!

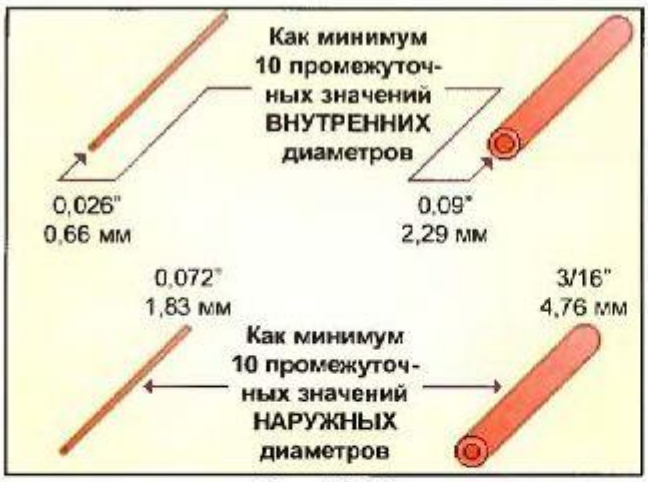


Рис. 51.14.

Неопытный ремонтник будет думать, что достаточно измерить длину и диаметр засорившегося капилляра, чтобы изготовить другой, точно такой же.

Если длину капилляра измерить достаточно легко, то определение диаметра, как правило, более сложная задача.

Действительно, существует, по меньшей мере, *десяток типоразмеров внутренних диаметров*, заключенных между 0,66 и 2,29 мм, а также *десяток наружных диаметров*, расположенных между 1,83 и 4,76 мм *(см. рис. 51.14)!*

Все, кто когда-либо уже пробовал точно измерить диаметр капилляра, легко поймут, что ремонтник, располагая, как минимум, даже калибровочным инструментом, сможет измерить, *зачастую приблизительно*, только наружный диаметр.

Но, для одного и того же наружного диаметра, существует возможность выполнения капилляра с разными внутренними диаметрами (см. рис. 51.15).

В самом деле, достаточно перелистать каталоги различных поставщиков холодильного оборудования и комплектующих, чтобы убедиться, что для наружного диаметра капилляра 2,4 мм выпускаются капилляры с внутренними *диаметрами* 0,6; 0,8 и 1,2 мм. Точно так же, при наружном диаметре 3 мм существуют капилляры с внутренними *диаметрами* 1,0; 1,5 и 1,8 мм.

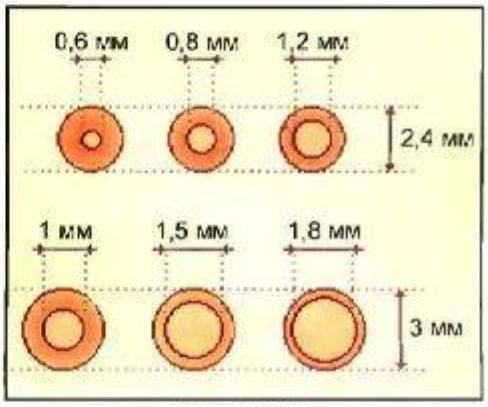


Рис. 51.15.

Поэтому, измерение длины и наружного диаметра никоим образом не может позволить изготовить для замены капилляр, который будет работать точно так же, как первоначально установленный.

Теперь, чтобы изучить последствия установки неподходящего капилляра, рассмотрим в качестве примера небольшой кондиционер *(см. рис. 51.16)*, который работает вполне нормально.

Воздух на входе в испаритель имеет температуру 20°C, манометр НД показывает 5 бар (то есть 6°C для R22), перегрев на всасывающей магистрали 5 K и температура герметичного корпуса вполне нормальная.

Рис. 51.16.

Рис. 51.17.

Если установить слишком длинный капилляр (или той же длины, что и засорившийся, но с меньшим внутренним диаметром), в испаритель начинает поступать гораздо меньше жидкости, чем ранее.

Поэтому перегрев на всасывающей магистрали повышается, давление кипения сильно падает, а герметичный кожух чрезмерно перегревается (*см. рис. 51.17*).

И напротив, если установить слишком короткий капилляр (или той же длины, что и засорившийся, но с большим внутренним диаметром), в испаритель начинает поступать гораздо больше жидкости, чем при нормальной работе (*см. рис. 51.18*).

В результате, перегрев на всасывающей магистрали понижается до опасной величины (что чревато возникновением гидроударов), давление кипения повышается и температура герметичного кожуха становится гораздо ниже нормальной.

Таким образом, мы убедились, что вряд ли имеет смысл самому изготавливать капилляр для замены засорившегося. Гораздо лучше заказать изготовителю точно такой же капилляр, который используется им при производстве данной модели холодильного агрегата.

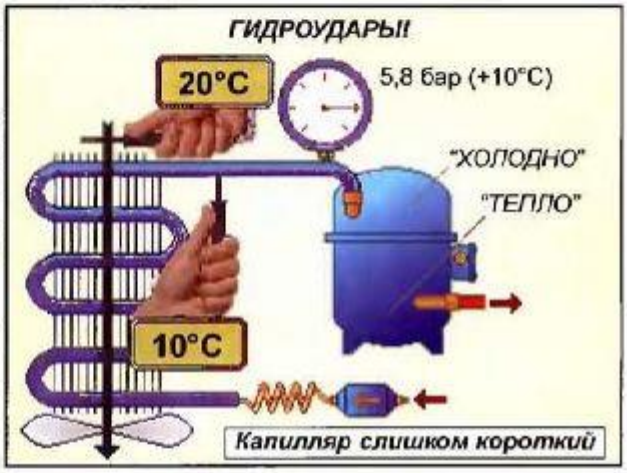


Рис. 51.18.

51.2. УПРАЖНЕНИЕ 2

Рис. 51.19.

Попробуйте найти практический способ, позволяющий в точности скопировать имеющийся у вас эталонный капилляр.

Дополнительно к набору обычных инструментов холодильщика в вашем распоряжении имеется баллон со сжатым азотом марки **R** (предназначенным для использования в холодильной технике, то есть полностью обезвоженным)*, два манометра высокой точности и большой выбор капилляров с различными внутренними диаметрами (*см. рис. 51.19*).

* Азоту марки R соответствует отечественный сухой азот марки "ОСЧ" по ГОСТ 9293 (ISO 2435) с точкой росы не выше -40°C *(прим. ред.)*.

Пункт 51 Капиляр (314) стр 1

Сегодня на нашей лекции мы рассмотри капиллярное расширительное устройство, которое применяется в холодильных установках малой мощности, таких как домашний холодильник, охлаждаемые и морозильные шкафы, прилавки, витрины, а также бытовые кондиционеры, в том числе работающие в режиме теплового насоса. Данное устройство представляет из себя, небольшой отрезок медной трубки малого диаметра. Из за его дешевизны, надежности и долговечности в работе оно применяется многими производителями холодильного оборудования. Несмотря на это оно имеет некоторые условия, требующие при его использовании строгого соблюдения, о чем будет рассказано на этой лекции.

Изучим далее страницу раздел А и Б . Давайте вспомним, что представляет схема установки с эти устройством. Принцип работы и его достоинство по выравниванию давление в контуре при остановках Км.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Контрольные вопросы для выполнения лекции:

Вопрос 1 (314) При нормальной работе холодильного контура верхняя часть кожуха герметичного Км

+ Теплая

- Очень горячая

Вопрос 2 (314) При нормальной работе холодильного контура нижняя часть кожуха герметичного Км

+ Очень горячая

- Теплая

Вопрос 3(314) Для чего используют фильтр-осушитель перед капиллярным расширительным устройством

+ предотвратить неисправность капилляра, его закупорку

+ проявляется неисправность слишком слабый ТРВ

- проявляется неисправность слишком слабый испаритель

Вопрос 4(315) Что происходит в контуре с жидким ХА после остановки Км

+ Кд опорожняется

+ испаритель заполняется

- испаритель опорожняется

- КД заполняется

Пункт 51 Капиляр (316) стр2

Изучим далее страницу раздел В. В этом разделе рассмотрен вопрос о дозированной заправке в данной установке, при использовании капиллярного расширительного устройства. В предыдущем разделе было сказано, что использование
жидкостного ресивера категорически запрещено. Так как это устройство работает совместно с испарителем, то мы увидим совместную их работу.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (316) Одним из преимуществ капиллярного РУ является возможность уменьшения размеров одного элемента какого

+ Двигателя КМ

- Двигателя вентилятора испарителя

Вопрос 2 (316) Что происходит с перегревом, при снижение температуры воздуха на входе в испаритель

+ продолжает падать

- начинает возрастать

Вопрос 3 (317) Чем больше возрастает давление конденсации, тем

+ больше возрастает расход ХА через капилляр

- расход ХА через капилляр будет понижен

Вопрос 4 (318) Какая вторая опасность зависимости давления конденсации от

+ перегрева во всасывающей магистрали

- переохлаждения жидкости в КД
Вопрос 5 (318) Что может произойти при понижении расхода воздуха через испаритель
+ уменьшение перегрева, с опасностью гидроудара КМ
- увеличению перегрева с опасностью нагрева герметичного кожуха КМ
Пункт 51 Капиляр (319) стр3
Изучим далее страницу раздел Г. В этом разделе рассмотрен вопрос о том, как влияет количество заправленного ХА на оптимальные режимы в работе установки.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (319) ПЕРЕГРЕВ МОЖЕТ ОПАСНО ПОНИЖАТЬСЯ, ЕСЛИ
+ Падает температуры в Охлаждаемом помещении
+ Повышается давление конденсации
+ Снижается интенсивность теплообмена на испарителе
- Падает температуры наружного воздуха
Вопрос 2 (319) Что вызывает избыточная заправка ХА контура
+ опасностью разрушения Км
- опасностью повреждения обмоток электродвигателя КМ
Вопрос 3 (319) Что вызывает недостаточная заправка ХА контура
+ опасностью повреждения обмоток электродвигателя КМ
- опасностью разрушения Км
Вопрос 4 (319) Что происходит в контуре при стоянке КМ
+ Опасность переполнения ХА испарителя
- Опасность переполнения ХА конденсатора
Пункт 51 Капиляр (320) стр 4
Изучим далее страницу раздел Д. В этом разделе рассмотрен вопрос о замене капилляра, по причине закупоривания его трубки.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1(320) Внимание не путайте закупорку капилляра с
+ Нехваткой ХА
- Переизбытком ХА
Вопрос 2 (320) Для замены капилляра необходимо замерить его длину и диаметр
+ Внутренний
- Наружный
Вопрос 3 (321) Если установить капилляр с таким же внутренним диаметром, но более длинным, то
+ Упадет НД
- Упадет ВД
Вопрос 4 (322) Если установить капилляр с большим внутренним диаметром, но более короткий, то
+ НД повышается
- НД понижается

Стр 5 Окончание
Лекции №26 является последней в теме изучения сегодняшнего материала по расписанию. НЕ забудьте выполнить СР№7 Регулятор давления конденсации. Смотрите расписание!
Удачи и терпения в выполнении изучаемого материала!
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Лекция № 27 4V4 четырехходовой клапан обращения цикла.
Пункт 52 4V4 (стр.324-332)

52. ЧЕТЫРЕХХОДОВОЙ СОЛЕНОИДНЫЙ КЛАПАН ОБРАЩЕНИЯ ЦИКЛА

Во время нефтяного кризиса 1973-го года резко возрос спрос на установку большого числа тепловых насосов. Большинство тепловых насосов оборудованы четырехходовым соленоидным вентилем обращения цикла, используемым либо для перевода насоса на летний режим (охлаждение), либо для охлаждения наружной батареи в зимнем режиме (подогрев).

Предметом настоящего раздела является изучение работы четырехходового соленоидного клапана обращения цикла (V4V), устанавливаемого на большинстве классических тепловых насосов типа "воздух-воздух", а также систем оттайки с помощью обращения цикла (*см. рис. 60.14*), с целью эффективного управления направлениями движения потоков.

A) Работа V4V

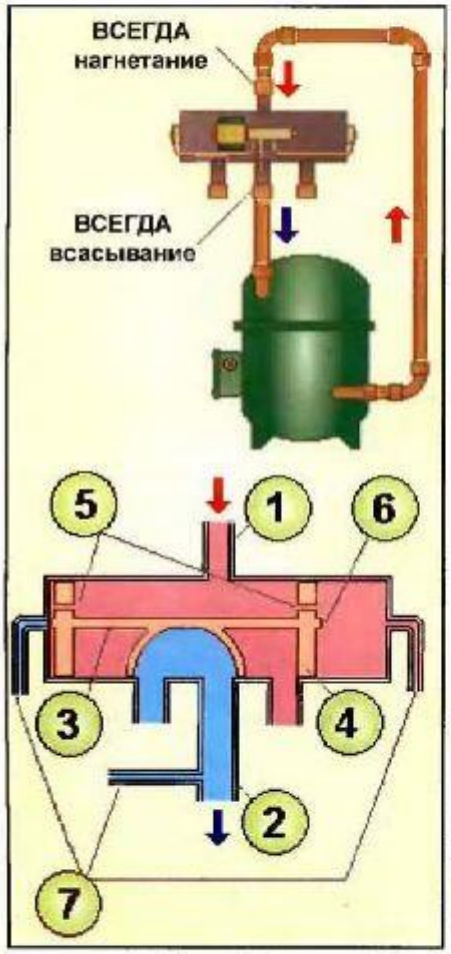


Рис. 52.1.

Изучим схему (*см. рис. 52.1*) одного из таких клапанов, состоящего из большого четырехходового главного клапана и малого трехходового управляющего клапана, смонтированного на корпусе главного клапана. В данный момент нас интересует главный четырехходовой клапан.

Вначале отметим, что из четырех штуцеров главного клапана три находятся рядом друг с другом (причем всасывающая магистраль компрессора всегда соединяется со средним из этих трех штуцеров), а четвертый штуцер находится с другой стороны клапана (к нему подсоединяется нагнетающая магистраль компрессора).

Заметим также, что в некоторых моделях V4V штуцер всасывания может быть смещен относительно центра клапана.

Однако нагнетающая (поз. 1) и всасывающая (поз. 2) магистрали компрессора ВСЕГДА подключаются так, как указано на схеме рис. 52.1.

Внутри главного клапана сообщение между различными каналами обеспечивается с помощью подвижного золотника (**поз. 3**), скользящего вместе с двумя поршнями (**поз. 4**). В каждом поршне просверлено небольшое отверстие (**поз. 5**) и, кроме того, каждый поршень снабжен иглой (**поз. 6**).

Наконец, в корпус главного клапана врезаны 3 капилляра (**поз. 7**) в местах, показанных *на рис. 52.1*, которые соединены с управляющим электроклапаном.

Каждый представленный нами элемент при работе V4V играет свою роль. То есть, если хотя бы один из этих элементов выйдет из строя, он может оказаться причиной очень трудно обнаруживаемой неисправности, если не изучить в совершенстве принцип работы клапана.

Рассмотрим теперь, как работает главный клапан...

Если V4V не смонтирован на установке, при подаче напряжения на электроклапан вы будете ожидать отчетливого щелчка, но *золотник не сдвинется*. Действительно, чтобы золотник внутри главного клапана сдвинулся, абсолютно необходимо обеспечить в нем разность давлений. Почему так, мы сейчас увидим.

Нагнетающая $P_{наг}$ и всасывающая $P_{всас}$ магистрали компрессора всегда подключены к главному клапану так, как показано на схеме (*рис. 52.2*). В данный *момент мы смоделируем работу трехходового управляющего электроклапана с помощью двух ручных вентилей*: одного закрытого **(поз. 5)**, а другого открытого **(поз. 6)**. *В центре главного клапана* $P_{наг}$ развивает усилия, действующие на оба поршня одинаково: одно толкает золотник влево **(поз. 1)**, другое вправо **(поз. 2)**, в результате *чего оба этих усилия взаимно уравновешиваются. Напомним, что в обоих поршнях просверлены маленькие отверстия.*

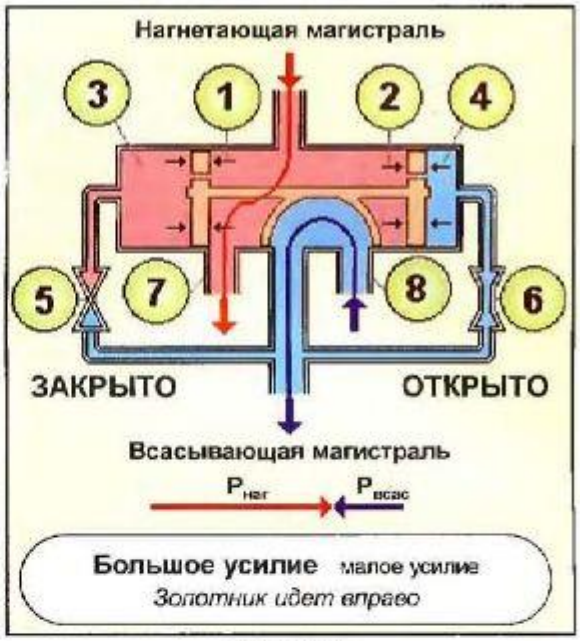


Рис. 52.2.

Следовательно $P_{наг}$ может проходить через отверстие в левом поршне, и в полости **(поз. 3)** позади левого поршня также установится $P_{наг}$, которое толкает золотник вправо. Конечно, одновременно $P_{наг}$ проникает и через отверстие в правом поршне в полость позади него **(поз. 4)**. Однако, поскольку вентиль **6** открыт, а диаметр капилляра, ***соединяющего полость (поз. 4) со всасывающей магистралью гораздо больше диаметра отверстия в поршне***, молекулы газа, прошедшие через отверстие, мгновенно будут всосаны во всасывающую магистраль. Поэтому давление в полости позади правого поршня **(поз. 4)** будет равно давлению $P_{всас}$ во всасывающей магистрали.

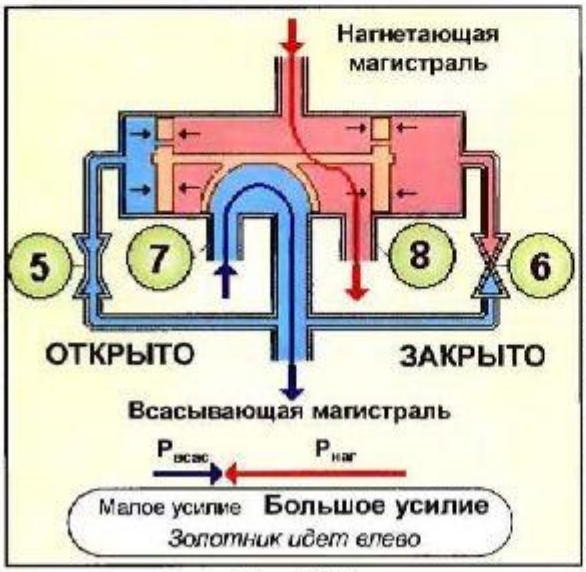


Рис. 52.3.

Таким образом, более мощная сила, обусловленная действием $P_{наг}$, будет направлена слева направо и заставит золотник переместиться вправо, сообщая нагнетающую магистраль с левым штуцером **(поз. 7)**, а всасывающую магистраль с правым штуцером **(поз. 8)**.

Если теперь $P_{наг}$ направить в полость позади правого поршня (закрыть вентиль **6**), а $P_{всас}$ в полость позади левого поршня (открыть вентиль **5**), то преобладающее усилие будет направлено справа налево и золотник переместится влево (*см. рис. 52.3*).

При этом он сообщает нагнетающую магистраль с правым штуцером **(поз. 8)**, а всасывающую магистраль с левым штуцером (поз. **7**), ***то есть в точности наоборот по сравнению с предыдущим вариантом.***

Напомним, что перемещение золотника происходит под действием разности между значениями $P_{наг}$ и $P_{всас}$

Рис. 52.4.

Конечно, использование двух ручных вентилей для обратимости рабочего цикла предусматривать нельзя. Поэтому сейчас мы приступим к изучению трехходового управляющего электроклапана, наиболее подходящего для автоматизации процесса обращения цикла.

Мы видели, что перемещение золотника возможно только в том случае, если существует разность между значениями $P_{наг}$ и $P_{всас}$. Управляющий трехходовой электроклапан предназначен только для того, чтобы стравить давление либо из одной, либо из другой полости подачи поршней главного клапана. *Поэтому управляющий электроклапан будет иметь очень небольшие размеры и остается неизменным для любых диаметров главного клапана.*

Центральный вход этого клапана является общим выходом и соединяется с полостью всасывания (*см. рис. 52.4*).

Если напряжение на обмотку не подано, правый вход закрыт, а левый сообщен с полостью всасывания. И напротив, когда на обмотку подается напряжение, правый вход сообщен с полостью всасывания, а левый закрыт.

Изучим теперь простейший холодильный контур, оборудованный четырехходовым клапаном V4V (*см. рис. 52.5*).

Обмотка электромагнита управляющего электроклапана не запитана и его левый вход сообщает полость главного клапана, позади левого поршня золотника, с магистралью всасывания (напомним, что диаметр отверстия в поршне гораздо меньше диаметра капилляра, соединяющего магистраль всасывания с главным клапаном). Поэтому, в полости главного клапана, слева от левого поршня золотника, устанавливается $P_{всас}$.

Поскольку справа от золотника при этом устанавливается $P_{наг}$, под действием разности давлений золотник резко перемещается внутри главного клапана влево.

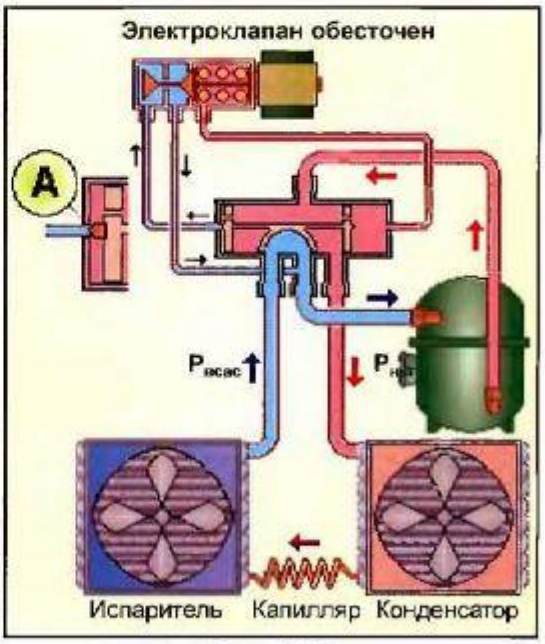


Рис. 52.5.

Достигнув левого упора, игла поршня (**поз. А**) перекрывает отверстие в капилляре, связывающем левую полость с полостью $P_{всас}$, препятствуя тем самым прохождению газа, так как в этом теперь нет необходимости. В самом деле, наличие постоянной утечки между полостями $P_{наг}$ и $P_{всас}$ может оказывать только вредное влияние на работу компрессора (*см. раздел 22.5. "Слишком слабый компрессор. Практические аспекты устранения неисправности"*). Заметим, что давление в левой полости главного клапана при этом вновь достигает значения $P_{наг}$, но, поскольку в правой полости также установилось Рнаг, золотник больше не сможет изменить своего положения.

Теперь запомним как следует расположение конденсатора и испарителя, а также направление движения потока в капиллярном расширительном устройстве.

Перед тем, как продолжить чтение, попробуйте представить, что будет происходить, если на обмотку электромагнитного клапана подать напряжение.

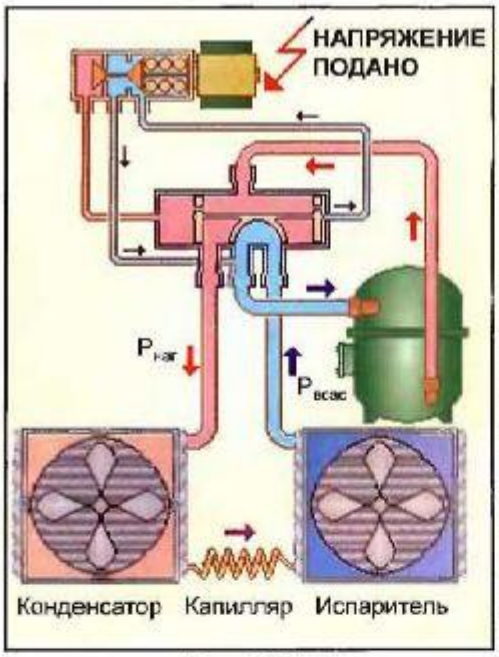


Рис. 52.6.

При подаче электропитания на обмотку электроклапана, правая полость главного клапана сообщается с магистралью всасывания и золотник резко перемещается вправо. Дойдя до упора, игла поршня прерывает отток газа в магистраль всасывания, перекрывая отверстие капилляра, соединяющего правую полость главного клапана с полостью всасывания.

В результате перемещения золотника нагнетающая магистраль теперь направлена к бывшему испарителю, который стал конденсатором. Точно так же, бывший конденсатор стал испарителем, и всасывающая магистраль теперь подсоединена к нему. Заметим, что хладагент в этом случае движется через капилляр в обратном направлении (*см. рис. 52.6*).

Чтобы избежать ошибок в названиях теплообменников, которые по очереди становятся то испарителем, то конденсатором, лучше всего называть их наружной батареей (теплообменник, расположенный вне помещения) и внутренней батареей (теплообменник, расположенный внутри помещения).

Б) Опасность гидроудара

При нормальной работе конденсатор заполнен жидкостью. Однако мы увидели, что в момент обращения цикла конденсатор практически мгновенно становится испарителем. То есть, в этот момент появляется опасность попадания в компрессор большого количества жидкости, даже если ТРВ полностью закрыт.

Во избежание такой опасности необходимо, как правило, на всасывающей магистрали компрессора устанавливать отделитель жидкости (*см. рис. 52.7*).

Отделитель жидкости сконструирован таким образом, чтобы в случае возникновения наплыва жидкости на выходе из главного клапана, главным образом, при обращении цикла, не допустить ее попадания в компрессор. Жидкость остается на дне отделителя, в то время как отбор давления во всасывающую магистраль производится в его верхней точке, что полностью исключает опасность попадания жидкости в компрессор.

Рис. 52.7.

Вместе с тем, мы видели, что масло (а следовательно, и жидкость) должно постоянно возвращаться в компрессор по линии всасывания. Чтобы дать маслу такую возможность, в нижней части всасывающего патрубка предусматривается калиброванное отверстие (иногда капилляр)...

Причиной заклинивания золотника в промежуточном положении могут быть также многочисленные дефекты конструкции главного клапана или вспомогательного электроклапана.

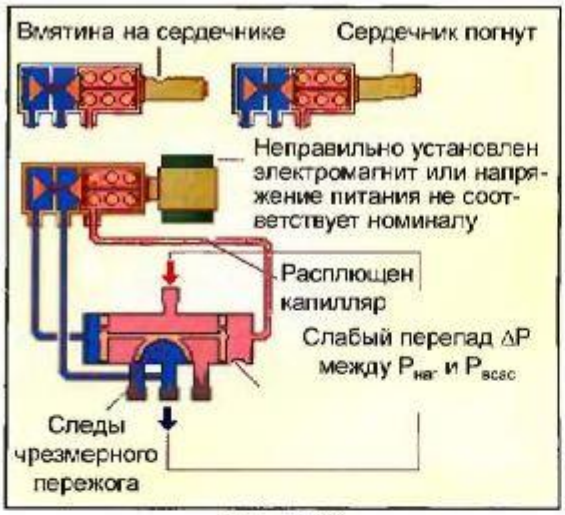


Рис. 52.11.

Например, если корпус главного клапана был поврежден при ударах и получил деформацию в цилиндрической части, такая деформация будет препятствовать свободному перемещению золотника.

Один или несколько капилляров, соединяющих полости главного клапана с низконапорной частью контура, могут засориться или погнуться, что приведет к уменьшению их проходного сечения и не позволит обеспечить достаточно быстрый сброс давления в полостях позади поршней золотника, нарушая тем самым его нормальную работу (напомним еще раз, что диаметр этих капилляров должен быть существенно больше диаметра отверстий, просверленных в каждом из поршней).

Следы чрезмерного пережога на корпусе клапана и плохой внешний вид паяных соединений являются объективным показателем квалификации монтажника, производившего пайку с помощью газовой горелки. Действительно, во время пайки следует обязательно *защищать корпус главного клапана от нагревания*, обертывая его мокрой тряпкой или смоченной асбестовой бумагой, так как поршни и золотник снабжены уплотняющими нейлоновыми (фторопластовыми) кольцами, которые одновременно улучшают скольжение золотника внутри клапана. При пайке, если температура нейлона превысит 100°C, он утрачивает свои способности герметизации и антифрикционные характеристики, прокладка получает непоправимые повреждения, что сильно повышает вероятность заклинивания золотника при первой же попытке переключения клапана.

Напомним, что быстрое перемещение золотника при обращении цикла происходит под действием разности между $P_{наг}$ и $P_{всас}$. Следовательно, перемещение золотника становится невозможным, если эта разность ΔP слишком мала (обычно ее минимально допустимое значение составляет около 1 бар). Таким образом, если управляющий электроклапан задействуется тогда, когда перепад ΔP недостаточен (например, при запуске компрессора), золотник не сможет беспрепятственно перемещаться и появляется опасность его заклинивания в промежуточном положении.

Заедание золотника может также происходить из-за нарушений в работе управляющего электроклапана, например, при недостаточном напряжении питания или неправильном монтаже механизма электромагнита. Заметим, что вмятины на сердечнике электромагнита (вследствие ударов) или его деформация (при разборке или в результате падения) не позволяют обеспечить нормальное скольжение втулки сердечника, что также может привести к заеданию клапана.

Не лишне напомнить, что состояние холодильного контура должно быть абсолютно безупречным. В самом деле, если в обычном холодильном контуре крайне нежелательно присутствие частичек меди, следов припоя или флюса, то для контура с четырехходовым клапаном – ***тем более***. Они могут заклинить его или закупорить отверстия в поршнях и капиллярные каналы клапана V4V. *Поэтому, прежде чем приступить к демонтажу или сборке такого контура, постарайтесь продумать максимум предосторожностей, которые вы должны соблюсти.*

Наконец, подчеркнем, что клапан V4V настоятельно рекомендуется монтировать в горизонтальном положении, чтобы избежать даже незначительного опускания золотника под действием собственного веса, так как это может вызывать постоянные утечки через иглу верхнего поршня, когда золотник будет находиться в верхнем положении. Возможные причины заклинивания золотника представлены на рис. 52.11.

Теперь встает вопрос. *Что делать, если золотник заклинило?*

Перед тем, как требовать от клапана V4V нормальной работы, ремонтник должен вначале обеспечить условия этой работы со стороны контура. Например, недостаток хладагента в контуре, обуславливая падение как $P_{наг}$, так и $P_{всас}$, может повлечь за собой слабый перепад ΔP, недостаточный для свободного и полного переброса золотника.

Если внешний вид V4V (отсутствие вмятин, следов ударов и перегрева) представляется удовлетворительным и есть уверенность в отсутствии неисправностей электрооборудования (очень часто такие неисправности приписывают клапану V4V, тогда как речь идет только о дефектах электрики), ремонтник должен задаться следующим вопросом:

К какому теплообменнику (внутреннему или наружному) должна подходить нагнетающая магистраль компрессора и в каком положении (справа или слева) должен находиться золотник при данном режиме работы установки (нагрев или охлаждение) и данной ее конструкции (нагрев или охлаждение при обесточенном управляющем электроклапане)?

Когда ремонтник уверенно определил требуемое нормальное положение золотника (справа или слева), он может попытаться поставить его на место, слегка, но резко, *постукивая по корпусу* главного клапана с *той стороны, где должен находиться золотник*, киянкой или деревянным молотком (если нет киянки, никогда не применяйте обычный молоток или кувалдочку, предварительно не приложив к клапану деревянную проставку, иначе вы рискуете серьезно повредить корпус клапана, *см. рис. 52.12*).

Рис. 52.12.

В примере на рис. 52.12 удар киянки ***справа*** *заставляет золотник переместиться* ***вправо*** *(к сожалению, разработчики, как правило, не оставляют вокруг главного клапана пространства для нанесения удара!).*

Очень часто при ремонте удается найти причину аномалии в работе V4V путем его ощупывания.

Рис. 52.13.

Действительно, нагнетающий патрубок компрессора должен быть очень горячим (***опасайтесь ожогов***, так как в некоторых случаях его температура может достигать 100°C). Всасывающий же патрубок, как правило, холодный. Следовательно, если золотник сдвинут вправо, штуцер **1** (*см. рис. 52.13*) должен иметь температуру, близкую к температуре нагнетающего патрубка, или, если золотник сдвинут влево, близкую к температуре всасывающего патрубка.

Мы видели, что небольшое количество газов из линии нагнетания (следовательно, очень горячих) проходит в течение короткого отрезка времени, когда происходит переброс золотника, по двум капиллярам, один из которых соединяет полость главного клапана с той стороны, где находится золотник, с одним из входов электроклапана, а другой соединяет выход управляющего электроклапана со всасывающей магистралью компрессора. Дальше прохождение газов прекращается, поскольку игла поршня, дошедшего до упора, перекрывает отверстие капилляра и предотвращает попадание в него газов. Поэтому нормальная температура капилляров (которые можно потрогать кончиками пальцев), также как и температура корпуса управляющего электроклапана, должны быть почти одинаковыми с температурой корпуса главного клапана.

Если ощупывание дает другие результаты, не остается ничего другого, как попытаться разобраться в них.

Рис. 52.14.

Допустим, при очередном техническом обслуживании ремонтник обнаруживает небольшой рост давления всасывания и небольшое падение давления нагнетания. Поскольку левый нижний штуцер горячий, он делает вывод о том, что золотник находится справа. Ощупывая капилляры, он замечает, что правый капилляр, а также капилляр, соединяющий выход электроклапана со всасывающей магистралью, имеют повышенную температуру.

На основании этого он может сделать вывод о том, что между полостями нагнетания и всасывания существует постоянная утечка и, следовательно, игла правого поршня не обеспечивает герметичности (см. рис. 52.14).

Он решает повысить давление нагнетания (например, закрывая картоном часть конденсатора), чтобы увеличить разность давлений и тем самым попробовав прижать золотник к правому упору. Затем он производит переброску золотника влево, чтобы убедиться в нормальной работе клапана V4V, после чего возвращает золотник в начальное положение **(повышая давление нагнетания, если разность давлений недостаточна, и проверяя реакцию V4V на работу управляющего электроклапана).**

Таким образом, на основании указанных экспериментов он может сделать соответствующие выводы (в том случае, если расход утечки продолжает оставаться значительным, нужно будет предусматривать замену главного клапана).

В примере *на рис. 52.15* давление нагнетания очень низкое, а давление всасывания аномально высокое. Поскольку все четыре штуцера клапана V4V довольно горячие, ремонтник делает вывод о том, что золотник заклинило в промежуточном положении.

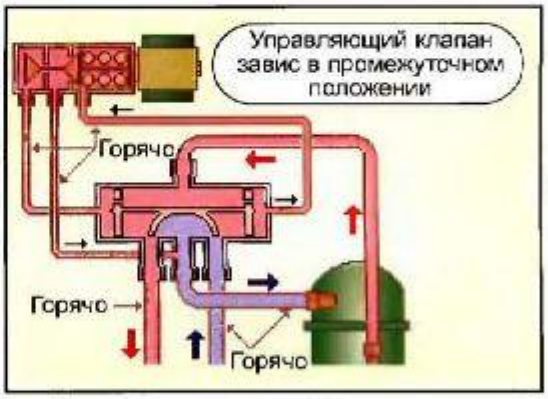


Рис. 52.15.

Ощупывание капилляров показывает ремонтнику, что все 3 капилляра горячие, следовательно причина неисправности кроется в управляющем клапане, в котором одновременно оказались открытыми оба проходных сечения.

В этом случае следует полностью проверить все узлы управляющего клапана (механический монтаж электромагнита, электрические цепи, напряжение питания, потребляемый ток, состояние сердечника электромагнита) и многократно попробовать, включая и выключая клапан, возвратить его в рабочее состояние, удалив возможные посторонние частицы из-под одного или обоих его седел (если дефект не устраняется, нужно будет заменить управляющий клапан).

Что касается катушки электромагнита управляющего клапана (и вообще, катушек любых электромагнитных клапанов), некоторые начинающие ремонтники хотели бы получить рекомендации по поводу того, как определить, работает катушка или нет. В самом деле, для того, чтобы катушка возбуждала магнитное поле, недостаточно подать на нее напряжение, так как внутри катушки может иметь место обрыв провода.

Некоторые монтажники устанавливают жало отвертки на крепежный винт катушки, чтобы оценить силу магнитного поля (однако это не всегда удается), другие снимают катушку и следят за сердечником электромагнита, прислушиваясь к характерному стуку, сопровождающему его перемещение, третьи, сняв катушку, вводят в отверстие для сердечника отвертку, чтобы убедиться в том, что она втягивается под действием силы магнитного поля.

Воспользуемся случаем, чтобы сделать небольшое уточнение...

В качестве примера рассмотрим классическую катушку электромагнитного клапана с номинальным напряжением питания 220 В.

Как правило, разработчиком допускается длительное повышение напряжения по отношению к номиналу не более, чем на 10% (то есть около 240 вольт), без риска чрезмерного перегрева обмотки и гарантируется нормальная работа катушки при длительном падении напряжения не более, чем на 15% (то есть 190 вольт). Эти допустимые пределы отклонения напряжения питания электромагнита легко объяснимы. Если напряжение питания слишком высокое, обмотка сильно нагревается и может сгореть. И напротив, при низком напряжении, магнитное поле оказывается слишком слабым и не позволит обеспечить втягивание сердечника вместе со штоком клапана внутрь катушки (*см. раздел 55. "Различные проблемы электрооборудования"*).

Если предусмотренное для нашей катушки напряжение питания составляет 220 В, а номинальная мощность равна 10 Вт, можно предположить, что она будет потреблять ток I = P / U, то есть I = 10 / 220 = 0,045 Ар (или 45 мА).

На самом деле, катушка будет потреблять ток около 0,08 А (80 мА), так как для переменного тока P = U x **I x cosφ**, а для катушек электромагнитов cosφ, как правило, близок к 0,5.

Если из катушки, находящейся под напряжением, извлечь сердечник, то потребляемый ток возрастет до 0,233 А (**то есть, почти в 3 раза больше, чем номинальное значение**). Поскольку выделяющееся при прохождении тока тепло пропорционально квадрату силы тока, значит катушка будет *нагреваться в 9 раз больше, чем в номинальных условиях*, что сильно увеличивает опасность ее сгорания.

Если в катушку, находящуюся под напряжением, вставить металлическую отвертку, магнитное поле втянет ее вовнутрь и потребляемый ток слегка упадет (в рассматриваемом примере до 0,16 А, то есть в два раза больше номинального значения, *см. рис. 52.16*).

Рис. 52.16.

Запомните, что никогда не следует демонтировать катушку электромагнита, находящуюся под напряжением, так как она может очень быстро сгореть.

Хорошим способом определения целостности обмотки и проверки наличия напряжения питания является использование *токоизмерительных клещей* (трансформаторных клещей), которые раскрывают и придвигают к катушке для обнаружения магнитного поля, создаваемого ею при нормальной работе (см. рис. 52.17).

Рис. 52.17.

Трансформаторные клещи, реагируя по своему назначению на изменение магнитного потока возле катушки, позволяют, в случае ее неисправности, зарегистрировать достаточно высокую величину силы тока на амперметре (*которая, впрочем, абсолютно ничего не означает*), что быстро дает уверенность в исправности электрических цепей электромагнита.

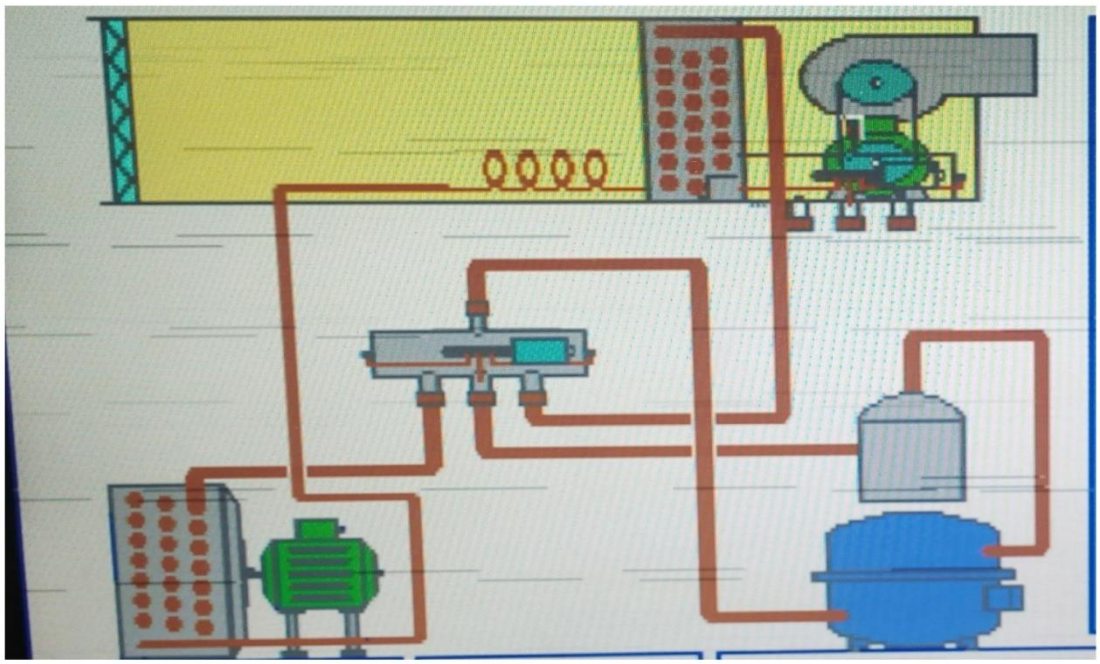
Заметим, что использование открытых трансформаторных токоизмерительных клещей допустимо для любых обмоток, питающихся переменным током (электромагниты, трансформаторы, двигатели...), в момент, когда проверяемая обмотка не находится в непосредственной близости от другого источника магнитного излучения.

Пункт 52 4V4 (324-25) стр 1

В данной лекции мы снова будем рассматривать четырехходовой соленоидный клапан обращения цикла. Мы познакомились с ним в Мдк 02.02 на лабораторной работе по Frigodep ЭТАП 16.

Вспомним понятие теплового насоса. В работе холодильной машины используются два теплообменных аппарата: КД и испаритель, которые выполняют задачу отнятие теплоты из охлаждаемого помещения и передачи ее в окружающую среду. В тепловом насосе отнятие теплоты производится из окружающей среды и передачи ее в подогреваемое помещение. Для перевода из одного режима в другой применяется 4-х ходовой клапан обращения цикла V4V.

Подключение этого клапана осуществляется по следующей схеме



Мы видим, что на всасывающем трубопроводе смонтирован вспомогательный элемент ОЖ.

Подключение клапана V4V производится в следующем порядке:

- к верхнему штуцеру коллектора подключаем нагнетательную сторону КМ;
- центральный штуцер нижнего коллектора подключается на всасывающую линию КМ, перед ОЖ.
- правый нижний штуцер коллектора подключаем к Испарителю;
- левый нижний штуцер коллектора подключаем к КД.

Рассмотрим раздел А учебника где более развернуто знакомимся с этим элементом холодильной машины.

По окончании чтения страницы (стр.1) ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (324) Нагнетательная магистраль Км подключена

+ к верхнему центральному патрубку 4 ходового клапана
- к нижнему центральному патрубку 4 ходового клапана
Вопрос 2 (324) Нижний центральный патрубок 4 ходового клапана всегда
+ соединяется с всасывающей магистралью Км
- соединяется с нагнетательной магистралью Км
Вопрос 3 (325) Если золотник перемещается вправо, то
+ нагнетающая магистраль сообщается с левым нижним штуцером, а всасывающая магистраль с правым
- нагнетающая магистраль сообщается с правым нижним штуцером, а всасывающая магистраль с левым
Вопрос 4 (325) Если золотник перемещается влево, то
+ нагнетающая магистраль сообщается с правым нижним штуцером, а всасывающая магистраль с левым
- нагнетающая магистраль сообщается с левым нижним штуцером, а всасывающая магистраль с правым

Пункт 52 4V4 (326-27) стр 2

Изучим далее страницу продолжим рассмотрения раздела А об новом названии КД и испарителя как наружной батарей и внутренней. В разделе Б изучим использование отделителя жидкости.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (326) С чем соединен центральный (общий) канал управляющего элекетроклапана
+ всасывающая полость
- нагнетающая полость
Вопрос 2 (326) Если напряжение на управляющий элекетроклапан не подано, то
+ правый вход закрыт, а левый соединен с полостью всасывания
- левый вход закрыт, а правый соединен с полостью всасывания
Вопрос 3 (326) Если напряжение на управляющий элекетроклапан подано, то
+левый вход закрыт, а правый соединен с полостью всасывания
- правый вход закрыт, а левый соединен с полостью всасывания
Вопрос 4 (326) Если управляющий элекетроклапан обесточен. то установка работает
+ как холодильная машина
- в режиме теплового насоса
Вопрос 5 (326) Если на управляющий элекетроклапан подано напряжение, то установка работает
+ в режиме теплового насоса
- как холодильная машина
Вопрос 6 (327) Для чего необходимо устанавливать на всасывающей магистрали отделитель жидкости
+ в момент обращения цикла конденсатор мгновенно становится испарителем, тем самым появляется опасность попадания жидкого ХА в Км
- в момент обращения цикла испаритель мгновенно становится конденсатором, тем самым появляется опасность попадания жидкого ХА в Км
Вопрос 7 (327) Через чего, масло возвращается из отделителя жидкости в Км
+ через калиброванное отверстие в нижней части всасывающего патрубка
- через калиброванное отверстие в нижней части нагнетательного патрубка

Пункт 52 4V4 (328-30) стр 3

В разделе В возможные неисправности клапана V4V , как правило связанное с заклиниванием золотника в промежуточном положении.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (328) Что необходимо сделать перед пайкой 4 ходового клапана
+ проверить положение золотника заглянув во внутрь клапана через 3 нижних отверстия
- проверить положение золотника заглянув во внутрь клапана через 1 верхнее отверстие

Вопрос 2 (329) Каким образом можно вернуть положение золотника в положение охлаждения
+ постучав одним концом клапана по деревянному бруску
- постучав одним концом клапана по металлической детали
Вопрос 3 (330) В каком положении необходимо монтировать клапана V4V
+ в горизонтальном
- в наклонном с углом 1:20
Вопрос 4 (330) Какие причины могут вызвать заклинивание золотника в промежуточном положении
+ дефекты конструкции главного клапана или управляющего элекетроклапана
+ состоянием холодильного контура
- дефекты монтажа отделителя жидкости

Пункт 52 4V4 (331-32) стр 4

На этой странице мы продолжим изучение раздела В о возможных неисправностях клапана V4V на примере катушки электромагнитного клапана. В лабораторной работе Frigodep ЭТАП 16 мы с вами уже определяли ток потребляемым соленоидной катушкой. Давайте еще раз изучим.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (331) Если левый нижний штуцер горячий то
+ золотник находится в правом положении
- золотник находится в левом положении
Вопрос 2 (331) Если золотник заклинило в промежуточном положении, то
+ давление нагнетания очень низкое, а всасывания аномально высокое
- давление нагнетания очень высокое, а всасывания аномально низкое
Вопрос 3 (332) Какое изменение напряжение питания допускается разработчиком
+ повышение не более 10%, а падение 15%
- повышение не более 15%, а падение 10%
Вопрос 4 (332) Что необходимо учитывать при расчете мощности катушки электроклапана
+ синусоидальную форму тока
+ падение напряжения
Вопрос 5 (332) Если находящуюся под напряжением катушку электроклапана снять с сердечника, потребляемый ею ток
+ возрастет
- упадет
Вопрос 6 (332) Каким инструментом необходимо провести целостности обмотки клапана
+ Токоизмерительными клещами
- Киянкой
Вопрос 7 (332) В каком случае может сгореть обмотка катушки электроклапана
+ Если напряжение питания слишком высокое
+ Если из катушки электроклапана извлечь сердечник
- Если напряжение питания слишком низкое

Стр 5 Окончание

После выполнения данной лекции №27 сделайте перерыв. После которого продолжите выполнение новой лекции по расписанию.
Удачи и терпения в выполнении изучаемого материала!
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Лекция № 28 Однофазные электродвигатели. Проверка обмоток.
Пункт 53 (стр.338-41)

53.ОДНОФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Однофазными электродвигателями оборудовано большое количество маломощных холодильных агрегатов, используемых в быту (домашние холодильники, морозильники, бытовые кондиционеры, небольшие тепловые насосы...).

Несмотря на очень широкое распространение, однофазные двигатели с вспомогательной обмоткой зачастую недооцениваются по сравнению с трехфазными двигателями.

Целью настоящего раздела является изучение правил подключения однофазных электродвигателей, их ремонта и обслуживания, а также рассмотрение узлов и элементов, необходимых для их работы (конденсаторы, пусковые реле). Конечно, мы не будем изучать, как и почему вращаются такие двигатели, но все особенности их использования в качестве двигателей для компрессоров холодильного оборудования мы постараемся изложить.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

A) Однофазные двигатели с вспомогательной обмоткой

Такие двигатели, установленные в большинстве небольших компрессоров, питаются напряжением 220 В. Они состоят из двух обмоток *(см. рис. 53.1)*.

- Основная обмотка **P**, называемая часто рабочей обмоткой, или по-английски Run (**R**), имеет провод толстого сечения, который в течение всего периода работы двигателя остается под напряжением и пропускает номинальную силу тока двигателя.
- Вспомогательная обмотка **A**, называемая также пусковой обмоткой, или по-английски **S** (Start), имеет провод более тонкого сечения, следовательно, *большее сопротивление*, что позволяет легко отличить ее от основной обмотки.

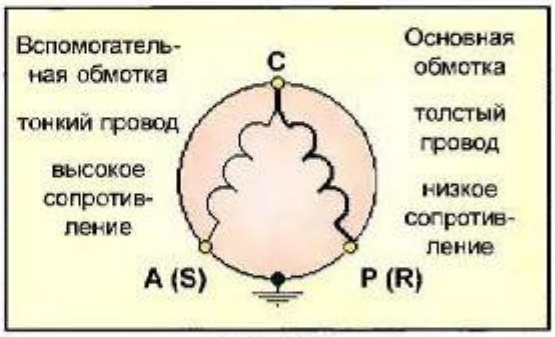


Рис. 53.1.

Вспомогательная или пусковая обмотка, согласно названию, служит для обеспечения запуска двигателя.

Действительно, если попытаться запустить двигатель, подав напряжение *только* на основную обмотку (и не запитать вспомогательную), мотор будет гудеть, но вращаться не начнет. Если в этот момент вручную крутануть вал, мотор запустится и будет вращаться *в том же направлении, в котором его закрутили вручную.* Конечно, такой способ запуска совсем не годится для практики, особенно если мотор спрятан в герметичный кожух.

Пусковая обмотка как раз и служит для того, чтобы запустить двигатель и обеспечить величину пускового момента выше, чем момент сопротивления на валу двигателя.

Далее мы увидим, что последовательно с пусковой обмоткой в цепь вводится, как правило, конденсатор, обеспечивающий необходимый сдвиг по фазе (около 90°) между током в основной и пусковой обмотках. Эта искусственная расфазировка как раз и позволяет запустить двигатель.

Рассмотрим клеммную коробку однофазного двигателя герметичного компрессора, представленную *на рис. 53.2*. На ней легко можно заметить тепловое реле защиты, которое защищает компрессор от возможности случайного перегрева. Три клеммы двигателя обозначены цифрами 1, 2 и 3.

Рис. 53.2.

При отключенных от сети клеммах замерим сопротивление между ними. Допустим, мы получили следующие значения:

$$R_{1,2} \rightarrow 11\ \Omega;$$
$$R_{1,3} \rightarrow 3\ \Omega;$$
$$R_{3,2} \rightarrow 14\ \Omega.$$

Примечание. При измерении следует использовать шкалу с небольшим номиналом (например, 200 Ω), так как максимальные значения сопротивлений обмоток не превышают нескольких десятков Ом.

На основании замеров можно представить себе схему, приведенную *на рис. 53.3*.

Наибольшее сопротивление между точками 3 и 2, следовательно клемма 1 является общей **C**.
Самое низкое сопротивление между клеммами 1 и 3, следовательно между ними находится основная обмотка **P**.
Таким образом, клеммы 1 и 2 соединены со вспомогательной обмоткой (**A**).

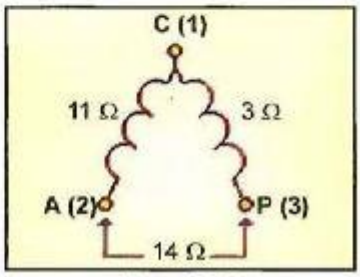


Рис. 53.3.

Внимание! Все замеры должны быть выполнены с большой аккуратностью и точностью, особенно, если модель двигателя вам незнакома или схема соединения обмоток отсутствует.

Случайное перепутывание основной и вспомогательной обмоток, как правило, заканчивается тем, что вскоре после подачи напряжения мотор сгорает!

Не стесняйтесь повторить измерения несколько раз и набросать схему мотора, снабдив ее максимумом пометок, это позволит вам избежать многих ошибок!

ПРИМЕЧАНИЕ

Если двигатель трехфазный, омметр покажет одинаковые значения сопротивлений между всеми тремя клеммами (*см. рис. 53.4*). Таким образом, представляется, что трудно ошибиться, прозванивая этот тип двигателя (*по трехфазным двигателям см. раздел 62*).

Рис. 53.4.

В любом случае, возьмите в привычку читать справочные данные на корпусе двигателя, а также подумайте о том, как заглянуть вовнутрь клеммной коробки, сняв ее крышку, ***поскольку там часто приводится схема соединения обмоток двигателя.***

Проверка двигателя. Одним из наиболее сложных для начинающего ремонтника вопросов является принятие решения о том, что по результатам проверки двигатель следует считать сгоревшим. Напомним основные дефекты электрического характера, наиболее часто встречающиеся в двигателях (неважно, однофазных или трехфазных). Большинство этих дефектов имеют причиной сильный перегрев двигателя, обусловленный чрезмерной величиной потребляемого тока. Повышение силы тока может быть следствием электрических (продолжительное падение напряжения, перенапряжение, плохая настройка предохранительных устройств, плохой электрический контакт, неисправный контактор) или механических (заклинивание из-за нехватки масла) неполадок, а также аномалий в холодильном контуре (слишком большое давление конденсации, присутствие кислот в контуре...).

Рис. 53.5.

Одна из обмоток может быть оборвана *(см. рис. 53.5).* В этом случае омметр при измерении ее сопротивления будет показывать очень большую величину вместо нормального сопротивления. Удостоверьтесь, что ваш омметр исправен и что его зажимы имеют хороший контакт с клеммами обмотки. Не стесняйтесь проверить омметр с помощью хорошего эталона.

Напомним, что обмотка обычного мотора имеет максимальное сопротивление в несколько *десятков* Ом для небольших двигателей и несколько *десятых долей* Ома для огромных двигателей. Если обмотка оборвана, нужно будет либо заменить двигатель (или полностью агрегат), либо перемотать его (в том случае, когда такая возможность имеется, перемотка тем более выгодна, чем больше мощность двигателя).

Между двумя обмотками может существовать короткое замыкание. Чтобы выполнить такую проверку, необходимо убрать соединительные провода (и соединительные перемычки на трехфазном двигателе).

Когда вы проводите отсоединение, никогда не стесняйтесь предварительно разработать детальную схему замеров и сделать максимум пометок, чтобы в дальнейшем спокойно и без ошибок вновь поставить на место соединительные провода и перемычки.

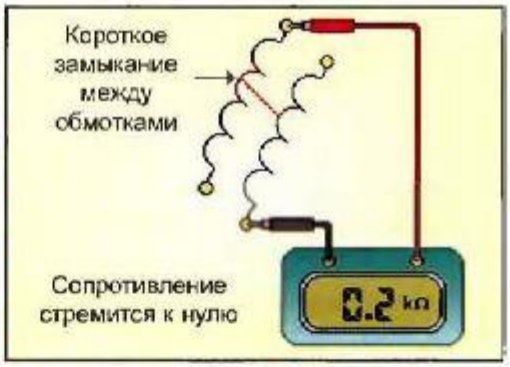


Рис. 53.6.

В примере на рис. 53.6 омметр должен показывать бесконечность. Однако, он показывает ноль (или очень низкое сопротивление), что без сомнения означает возможность короткого замыкания между двумя обмотками.

Рис. 53.7.

Такая проверка менее показательна для однофазного двигателя с вспомогательной обмоткой в случае, если две обмотки невозможно разъединить (когда общая точка C, соединяющая две обмотки, находится внутри двигателя). Действительно (*см. рис. 53.7*), в зависимости от точного места нахождения короткого замыкания, замеры сопротивлений, осуществленные между тремя клеммами (C → A, C → P и P → A), *дают пониженные, но достаточно несвязанные между собой величины*. Например, сопротивление между точками A и P, может не соответствовать сумме сопротивлений C → A + C → P.

Также, как и в случае обрыва обмоток, при коротком замыкании между обмотками необходимо либо заменить, либо перемотать двигатель.

Обмотка может быть замкнута на массу: Сопротивление изоляции нового двигателя (между каждой из обмоток и массой) должно достигать 1000 MΩ. Со временем это сопротивление уменьшается и может упасть до 10...100 MΩ. Как правило, принято считать, что начиная с 1 MΩ (1000 kΩ) нужно предусматривать замену двигателя, а при величине сопротивления изоляции 500 kΩ и ниже, эксплуатация двигателя *не допускается* (напомним: 1 MΩ = 10^3 kΩ = 10^6 Ω).

Рис. 53.8.

Если изоляция нарушена, измерение сопротивления между клеммой обмотки и корпусом мотора дает нулевую величину *(или очень низкое сопротивление) вместо бесконечности* (см. рис. 53.8). Заметим, что такое измерение должно быть выполнено *на каждой клемме* двигателя с помощью наиболее точного омметра. Перед каждым измерением *убедитесь, что ваш омметр в исправном состоянии*, и что его зажимы имеют хороший контакт с клеммой и металлом корпуса двигателя (при необходимости, соскоблите краску на корпусе, чтобы добиться хорошего контакта).

В примере *на рис. 53.8* измерение указывает на то, что обмотка несомненно может быть замкнута на корпус.

Однако контакт обмотки с массой может быть и не полным. Действительно, сопротивление изоляции между обмотками и корпусом может становиться *достаточно низким*, когда двигатель находится под напряжением, чтобы вызывать срабатывание предохранительного автомата, в то же время оставаясь *достаточно высоким*, чтобы в отсутствие напряжения не быть обнаруженным с помощью обычного омметра.

В этом случае необходимо использовать мегомметр (или аналогичный прибор), который позволяет контролировать сопротивление изоляции с использованием постоянного напряжения от 500 В, вместо нескольких вольт для обычного омметра (*см. рис. 53.9*).

Рис. 53.9.

При вращении ручного индуктора мегомметра, если сопротивление изоляции в норме, стрелка прибора должна отклоняться влево (**поз. 1**) и указывать бесконечность (∞). Более слабое отклонение, например, на уровне 10 MΩ (**поз. 2**), указывает на снижение изоляционных характеристик двигателя, которое хотя и недостаточно для того, чтобы *только оно* привело к срабатыванию защитного автомата, но, тем не менее, должно быть отмечено и устранено, поскольку даже незначительные повреждения изоляции, вдобавок к уже существующим, в большинстве случаев рано или поздно приведут к полной остановке агрегата.

Отметим также, что только мегомметр может позволить выполнить качественную проверку изоляции двух обмоток *между собой*, когда их невозможно разъединить (см. выше проблему короткого замыкания между обмотками в однофазном двигателе). В заключение укажем, что проверку подозрительного электродвигателя необходимо проводить очень строго.

В любом случае недостаточно только заменять двигатель, но необходимо также *найти, вдобавок к этому, первопричину неисправности* (механического, электрического или иного характера) с тем, чтобы радикально исключить всякую возможность ее повторения. В холодильных компрессорах, где имеется большая вероятность наличия кислоты в рабочем теле (обнаруживаемой простым анализом масла), после замены сгоревшего мотора необходимо будет предпринять дополнительные меры предосторожности. Не следует пренебрегать и осмотром электроаппаратуры (при необходимости, заменяя контактор и прерыватель, проверяя соединения и предохранители...).

Тема Однофазные электродвигатели изучается в течении 5 лекций с номера 28 по 32. После прохождения темы необходимо будет выполнить СР№6 Однофазные электродвигатели. Вспомним что такое напряжение с одной фазой. Оно соответствует напряжению 220 В, которое получается подключением промышленного напряжения сети 380 В и нулевого провода. Для защиты от попадания человеком под напряжение на корпусе двигателя используют заземляющий провод или шину заземления. В работе однофазного электродвигателя участвуют две обмотки. Одна используется для запуска двигателя, а вторая рабочая. Для пуска пусковой обмотки используется пусковое реле. Оно может работать по току или напряжению. Кроме того пусковое реле работает и как защита от повышенного тока, поэтому оно называется пуско-защитное. Для облегчения запуска электродвигателя применяют электролитические конденсаторы, которые обеспечивают сдвиг по фазе переменного тока, при этом обеспечивается пусковой момент двигателя относительно момента сопротивления на валу. Как правило, электролитические конденсаторы устанавливаются последовательно пусковой обмотке.

В лекции № 28 Однофазные электродвигатели. Проверка обмоток. Рассматривается вопрос о виде, назначения обмоток двигателя и как их проверить (Обрыв обмоток и короткое замыкание, замыкание обмотки на массу).
Пункт 53 раздел А. Виды обмоток

Пункт 53ОэлДв (338) стр 1
Вопрос1 (338) В каких холодильных агрегатах применяются однофазные электродвигатели
+ маломощные холодильные агрегаты
- средней мощности холодильные агрегаты
- большой мощности холодильные агрегаты
Вопрос1 (338) Какое сопротивление имеет рабочая обмотка однофазного электродвигателя
+ низкое сопротивление
- высокое сопротивление
Вопрос2 (338) Какое сопротивление имеет пусковая обмотка однофазного электродвигателя
+ высокое сопротивление
- низкое сопротивление
Вопрос3 (338) Как называется основная обмотка однофазного электродвигателя
+ рабочая
- вспомогательная
Вопрос4 (338) Как называется вспомогательная обмотка однофазного электродвигателя
+ пусковая
- рабочая
Вопрос5 (338) Какова задача пускового реле в работе однофазного электродвигателя
+ запустить двигатель, обеспечив величину пускового момента выше, чем момент сопротивления на валу двигателя
- запустить двигатель, обеспечив величину момента сопротивления на валу двигателя выше, чем величину пускового момента
Вопрос6 (338) Какое напряжение используется в однофазных электродвигателях
+ 220 В
- 380 В
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (339) стр 2
Следующая страница раздела А. Назначение обмоток.
Вопрос1 (339) Какое реле используют для защиты однофазного электродвигателя компрессора от перегрева.
+ тепловое реле защиты
- защитное реле температуры

Вопрос2 (339) Какова величина сопротивления обмоток
+ несколько десятков Ом
- несколько сотен Ом
Вопрос3 (339) К чему может привести перепутывание основной и вспомогательной обмотке
+ после подачи напряжения вскоре мотор сгорает
- после подачи напряжения мотор продолжает работать

Вопрос4 (339) Сколько клемм находится на клеммной коробке для однофазного электродвигателя
+ три
- четыре
- шесть

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (340) стр 3
Следующая страница раздела А. Проверка двигателя. Неисправность обрыв обмоток и короткое замыкание.
Вопрос1 (340) Каким прибором проверяют сопротивление обмотки однофазного электродвигателя
+ омметром
- токовыми клещами
- вольтметром
Вопрос2 (340) Какое сопротивление показывает прибор при обрыве обмотки электродвигателя
+ большую величину сопротивления
+ стремится к бесконечности
- нормальное сопротивление
Вопрос3 (340) Какое сопротивление показывает прибор при коротком замыкании между обмотками электродвигателя
+ стремится к нулю
- стремится к бесконечности
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (341) стр 4
Следующая страница раздела А. Проверка двигателя. Неисправность замыкание обмотки на массу
Вопрос1 (341) Как определить обмотку, замкнутую на массу
+ сопротивление между клеммой обмотки и корпусом мотора имеет очень низкое сопротивление
- сопротивление между клеммой обмотки и корпусом мотора имеет бесконечное сопротивление
Вопрос2 (341) Какое сопротивление имеет изоляция однофазного электродвигателя
+ 1000 мегоОм
- 10…100 мегоОм
- 1 мегоОм
Вопрос3 (341) Какое сопротивление указывает на снижение изоляции обмотки однофазного электродвигателя
+ 10…100 мегоОм
- 1000 мегоОм
Вопрос4 (341) Показание, какой величины сопротивления изоляции запрещает эксплуатацию электродвигателя
+ 1 мегоОм

- 10…100 мегоОм
Вопрос5 (341) Каким прибором надежнее проверить сопротивление изоляции обмотки однофазного электродвигателя
+ мегомметр
- омметром
Вопрос6 (341) На какое напряжение должен использоваться мегомметр для однофазного электродвигателя
+ 500 В
- 1000 В

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Стр 5 Окончание
После выполнения данной лекции №28 сделайте перерыв. После продолжите выполнение новой лекции по расписанию.
Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.
Удачи и терпения в изучении материала!

В лекции № 29 раздел Б Проверка электролитических конденсаторов. Рассматривается вопрос о виде конденсаторов и как их проверить.
Пункт 53 (стр.342-346)

Вдобавок к этому, замена компрессора требует от персонала высокой квалификации и строгого соблюдения правил: слива хладагента, при необходимости промывая после этого контур, возможной установки антикислотного фильтра на всасывающей магистрали, замены фильтра-осушителя, поиска утечек, обезвоживания контура путем вакуумирования, заправки контура хладагентом и полного контроля функционирования... Наконец, **особенно если изначально установка была заправлена хладагентом типа CFC (R12, R502...), может быть будет возможным** и целесообразным воспользоваться заменой компрессора, **чтобы поменять тип хладагента?**

Б) Конденсаторы

Чтобы запустить однофазный двигатель со вспомогательной обмоткой, необходимо обеспечить сдвиг по фазе переменного тока во вспомогательной обмотке по отношению к основной. Для достижения сдвига по фазе и, следовательно, обеспечения требуемого пускового момента (напомним, что пусковой момент двигателя обязательно должен быть больше момента сопротивления на его валу) используют, в основном, конденсаторы, установленные последовательно со вспомогательной обмоткой. Отныне мы должны запомнить, что если емкость конденсатора выбрана неправильно (слишком малая или слишком большая), достигнутая величина фазового сдвига может не обеспечить запуск двигателя (двигатель стопорится).

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

В электрооборудовании холодильных установок мы будем иметь дело с двумя типами конденсаторов:

- ***Рабочие (ходовые) конденсаторы*** (бумажные) небольшой емкости (редко более 30 мкф), и значительных размеров.
- ***Пусковые конденсаторы*** (электролитические), имеющие, наоборот, большую емкость (может превышать 100 мкф) при относительно небольших размерах. Они не должны находиться постоянно под напряжением, иначе такие конденсаторы очень быстро перегреваются и могут взорваться. *Как правило, считается, что время их нахождения под напряжением не должно превышать 5 секунд, а максимально допустимое число запусков составляет не более 20 в час.*

С одной стороны, размеры конденсаторов *зависят от их емкости* (чем больше емкость, тем больше и размеры). Емкость указывается на корпусе конденсатора в микрофарадах (μF, или uF, или MF, или MFD, в зависимости от разработчика) с допуском изготовителя, например: 15μF±10% (емкость может составлять от 13,5 до 16,5 мкФ) или 88-108 MFD (емкость составляет от 88 до 108 мкФ).

Кроме того, размеры конденсатора зависят от *величины напряжения*, указанного на нем (чем выше напряжение, тем больше конденсатор). Полезно напомнить, что указанное разработчиком напряжение является *максимальным напряжением*, которое можно подавать на конденсатор, не опасаясь его разрушения. Так, если на конденсаторе указано 20мкф/360В, это значит, что такой конденсатор свободно можно использовать в сети с напряжением 220 В, но ни в коем случае нельзя подавать на него напряжение 380 В.

53.1. УПРАЖНЕНИЕ

Попробуйте для каждого из 5 конденсаторов, изображенных *на рис. 53.10 в одном и том же масштабе*, определить, какие из них являются рабочими (ходовыми), а какие пусковыми.

Ответ приведен *на рис. 53.11.*

Рис. 53.10.

Рис. 53.11.

Конденсатор №1 самый большой по размерам из всех представленных, имеет довольно низкую емкость в сравнении с его размерами. По-видимому, это рабочий конденсатор.

Конденсаторы №3 и №4, при одинаковых размерах, имеют очень небольшую емкость (заметим, что конденсатор №4, предназначенный для использования в сети с напряжением питания, большим, чем конденсатор №3, имеет более низкую емкость). Следовательно, эти два конденсатора также рабочие.

Конденсатор №2 имеет, в сравнении с его размерами, очень большую емкость, следовательно это пусковой конденсатор. Конденсатор №5 имеет емкость несколько меньше, чем №2, но он предназначен для более высокого напряжения: это также пусковой конденсатор.

Перед тем, как детально изучать правила проверки конденсаторов, не лишне напомнить, что происходит, когда к их выводам подключают омметр (*см. рис. 53.12*).

Поз. 1. Пластины конденсатора полностью разряжены и напряжение U_1 на его выводах равно нулю. Когда вы подключите к выводам омметр, его стрелка точно отклонится к 0, что свидетельствует о прохождении через омметр большого тока I_1.

Поз. 2. Далее можно заметить, что стрелка омметра медленно возвращается влево, что свидетельствует об уменьшении силы тока I_2 по отношению к I_1. Одновременно, напряжение на выводах конденсатора U_2 медленно повышается (конденсатор заряжается).

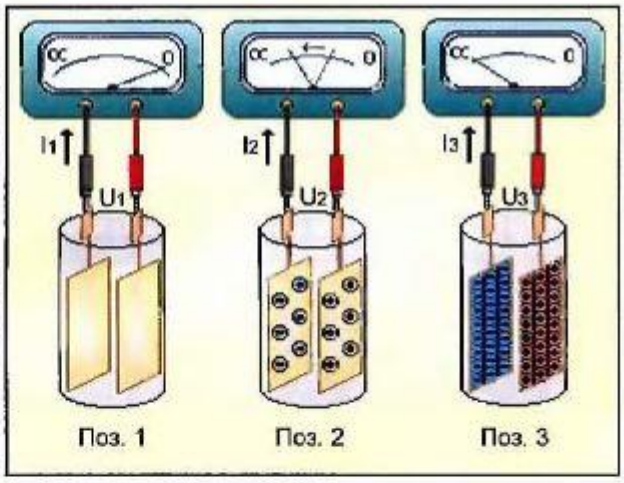


Рис. 53.12.

Поз. 3. Стрелка омметра указывает бесконечность (∞), то есть ток I_3 равен нулю и пластины конденсатора полностью заряжены. Напряжение U_3 на конденсаторе стало равным напряжению источника питания омметра.

Постепенное уменьшение силы тока объясняется тем, что по мере зарядки пластин конденсатора (что приводит к повышению напряжения между пластинами), разница между напряжением на выводах конденсатора и напряжением батареи омметра уменьшается.

Когда эта разница станет нулевой, ток также будет равен нулю (**поз. 3**). *И наоборот, когда эта разница максимальна, ток также максимален* (**поз. 1**).

В нашем примере, когда конденсатор полностью заряжен, напряжение на его выводах равно напряжению элемента питания омметра (несколько вольт), и если вы уберете омметр, конденсатор остается заряженным. Но, когда конденсатор соединен с сетью напряжением 220 В, *это значит, что на его концах может быть напряжение 220 В, даже если питание отключено!*

ВНИМАНИЕ ОПАСНОСТЬ! Если в этот момент коснуться пальцами выводов конденсатора, вы почувствуете такой же электрический удар, как при касании источника тока. Точно также, *подключение омметра к заряженному конденсатору эквивалентно его подключению к источнику тока* (остается только надеяться, что предохранитель омметра сработает быстро и безотказно).

Рис. 53.13.

Следовательно, перед любыми работами с конденсатором, категорически необходимо полностью разрядить его, например, замыкая его концы накоротко с помощью отвертки с изолированной ручкой (внимание, происходящий при этом разряд может быть очень сильным, см. рис. 53.13).

Рис. 53.14.

Некоторые конденсаторы снабжены разрядным сопротивлением (*см. рис. 53.14*). Это сопротивление, соединяющее выводы конденсатора, имеет достаточно большую величину (около 15 kΩ), чтобы не повредить работе конденсатора, но вместе с тем обеспечить его разрядку, когда питание отключено.

Однако, даже если конденсатор снабжен разрядным сопротивлением, *перед каждой операцией с ним замкните накоротко его выводы с помощью отвертки.* Дело в том, что при снятии напряжения конденсатор не разряжается мгновенно и может потребовать для разрядки несколько минут.

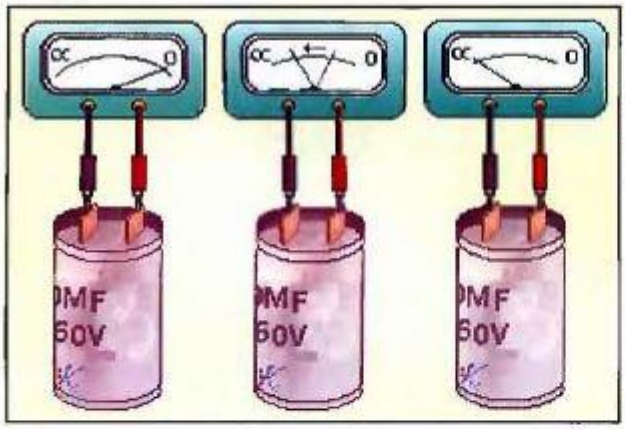


Рис. 53.15.

Перед тем, как приступить к изучению обычных неисправностей в конденсаторах, напомним, что при подключении омметра к выводам исправного конденсатора (предварительно разрядив конденсатор) стрелка быстро указывает на ноль, затем медленно возвращается к бесконечности.

Если теперь поменять местами зажимы омметра (изменить полярность), повторится тоже самое (*см. рис. 53.15*).

При использовании цифровых омметров, наиболее часто встречающихся в настоящее время, это явление менее заметно. Однако в них, на табло, можно четко увидеть медленный рост цифрового значения до +∞. При смене полярности, на табло появится -∞, затем 0, затем +∞. Смена показаний будет происходить тем медленнее, чем меньше выбранный диапазон измерений (обычно используют диапазоны 20 kΩ или 200 kΩ).

Если эти этапы у вас не получаются, потренируйтесь на новых конденсаторах и внимательно наблюдайте за происходящим. При ремонте это позволит вам избежать возможных трудностей.

Рассмотрим теперь, как осуществить измерение фактической емкости конденсатора с помощью несложной схемы, легко реализуемой в условиях монтажной площадки.

ВНИМАНИЕ! Чтобы исключить возможные опасности, необходимо перед сборкой этой схемы проверить конденсатор с помощью омметра.

Внешне исправный конденсатор достаточно подключить к сети переменного тока напряжением 220 В и измерить потребляемый ток (конечно, в этом случае, рабочее напряжение конденсатора должно быть не ниже 220 В).

Схему необходимо защитить либо автоматом защиты, либо плавким предохранителем с рубильником. Измерение *(см. рис. 53.20)* должно быть как можно более коротким (пусковой конденсатор опасно долго держать под напряжением).

При напряжении 220 В действительная емкость конденсатора (в мкФ) примерно в 14 раз больше потребляемого тока (в амперах).

Рис. 53.20.

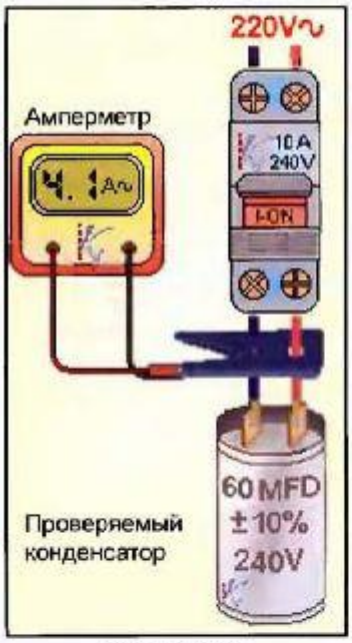


Рис. 53.21.

Например, вы хотите проверить емкость конденсатора (очевидно, это пусковой конденсатор, поэтому время его нахождения под напряжением должно быть очень небольшим, *см. рис. 53.21*). Поскольку на нем указано, что рабочее напряжение равно 240 В, его можно включить в сеть напряжением 220 В.

Если емкость, обозначенная на конденсаторе составляет 60 мкФ ± 10% (то есть от 54 до 66 мкФ), теоретически он должен потреблять ток силой: 60 / 14 = 4,3 А.

Установим автомат или плавкий предохранитель, рассчитанный на такой ток, подключим трансформаторные клещи и установим на амперметре диапазон измерения, например, 10 А. Подадим напряжение на конденсатор, считаем показания амперметра и *тотчас отключим питание*.

ВНИМАНИЕ, ОПАСНОСТЬ! Когда вы измеряете емкость пускового конденсатора, время его нахождения под напряжением не должно превышать 5 секунд (практика показывает, что при небольших затратах на организацию процесса измерения, этого времени вполне достаточно для выполнения замера).

В нашем примере, фактическая емкость составляет около 4,1 х 14 = 57 мкФ, то есть конденсатор исправный, поскольку его емкость должна находиться между 54 и 66 мкФ.

Если замеренный ток составил бы, например, 3 А, фактическая емкость была бы 3 х 14 = 42 мкФ. Эта величина выходит за пределы допуска, следовательно нужно было бы заменить конденсатор.

Пункт 53ОэлДв (342-343) стр 1
Пункт 53раздел Б. Виды конденсаторов
Вопрос1 (342**)** Для чего применяют конденсатор в однофазном электродвигателе
+ обеспечивают сдвиг по фазе переменного тока во вспомогательной обмотке по отношению к основной
- обеспечивают сдвиг по фазе переменного тока в основной обмотке по отношению к вспомогательной
Вопрос2 (342**)** В чем измеряют емкость конденсаторов
+ микрофарадах
- мегафарадах
Вопрос3 (342**)** Какая величина емкости пускового конденсатора
+ небольшой емкости, при значительных размерах
- большой емкости, небольших размерах
Вопрос4 (342**)** Какая величина емкости рабочего конденсатора
+ 100 мкФ
- 30 мкФ
Вопрос5 (342**)** От чего зависит еще размер конденсатора
+ от величины рабочего напряжения
- от величины рабочего сопротивления
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (343-344) стр 2
Следующая страница раздела Б. Подключение омметра.
Вопрос1 (344**)** Что происходит с показаниями омметра при подключении к выводам конденсатора
+ стрелка отклонится к нулю
- стрелка отклонится к бесконечности
Вопрос2 (344**)** Что происходит с показаниями омметра в дальнейшем, когда пластины конденсатора станут полностью заряжены
+ стрелка отклонится к бесконечности
- стрелка отклонится к нулю
Вопрос3 (344**)** Что необходимо сделать перед работой с электролитическим конденсатором
+ полностью его разрядить
- полностью его зарядить
Вопрос4 (344**)** Какие диапазоны омметра желательно выбирать при измерении
+ 20 кОм…200 кОм
- 20 мегаОм…200 мегаОм
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (345) стр 3
Следующая страница раздела Б. Проверка конденсаторов с помощью омметра.
Вопрос1 (345**)** Какие типичные неисправности конденсаторов могут возникать
+ обрыв цепи
+ короткое замыкание между пластинами
+ замыкание на массу
+пониженная емкость
- повышенное сопротивление
Вопрос2 (345**)** Какое сопротивление показывает омметр при обрыве выводов конденсатора
+ стремится к бесконечности
- стремится к нулю
Вопрос3 (345**)** Какое сопротивление показывает омметр когда пластины конденсатора замкнуты накоротко

+ стремится к нулю
- стремится к бесконечности
Вопрос4 (345**)** Какое сопротивление показывает омметр когда пластины конденсатора замкнуты на массу
+ между одним выводом и массой стремится к нулю
- между одним выводом и массой стремится к бесконечности
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Пункт 53ОэлДв (346) стр 4
Следующая страница раздела Б. Проверка конденсаторов. Измерение фактической емкости токовыми клещами.
Вопрос1 (346**)** Какой параметр необходимо измерить в схеме определения фактической емкости конденсатора
+ ток
- напряжение
Вопрос2 (346**)** Действительная емкость конденсатора больше потребляемого тока при напряжении 220 В
+ в 14 раз
- в 4 раза
Вопрос3 (346**)** Какое время включения пускового конденсатора в схеме определения фактической емкости
+ не более 5 секунд
- не более 30 секунд
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Стр 5 Окончание

После выполнения данной лекции №29 сделайте перерыв. После продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Удачи и терпения в изучении материала!

В лекции № 30 Пусковое реле тока. Рассматривается вопрос о виде реле тока и как они работают.

Пункт 53 (стр.347-349)

B) Пусковые реле

Вне зависимости от конструкции, задачей пускового реле является отключение пусковой обмотки, как только двигатель наберет примерно 80% номинального числа оборотов. После этого, двигатель считается запущенным и продолжает вращение только с помощью рабочей обмотки.

Существует два основных типа пусковых реле: реле тока и реле напряжения. Мы упомянем также запуск с помощью термистора CTP.

Вначале изучим пусковое реле тока

Этот тип реле, как правило, применяется в небольших однофазных двигателях, используемых для привода компрессоров, мощность которых не превышает 600 Вт (домашние холодильники, небольшие морозильные камеры...).

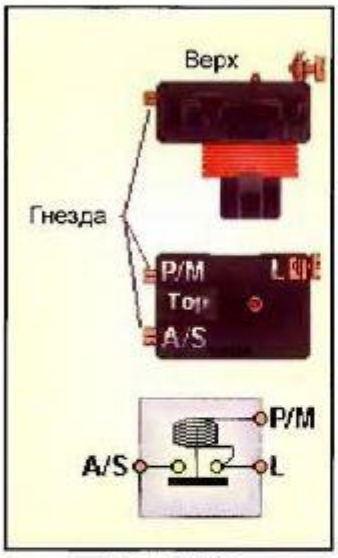


Рис. 53.22.

В большинстве случаев (но не всегда) эти реле подключаются непосредственно к компрессору при помощи двух или трех (в зависимости от моделей) гнезд, в которые входят штеккеры обмоток электродвигателя, предотвращая возможные ошибки при подключении реле к вспомогательной и основной обмоткам (*см. рис. 53.22*). На верхней крышке реле, как правило, нанесены следующие обозначения:

P / M → Рабочая (Main) → Основная обмотка
A / S → Пусковая (Start) → Вспомогательная обмотка
L Линия (Line) → Фаза питающей сети

Если реле перевернуть верхней крышкой вниз, можно отчетливо услышать стук подвижных контактов, которые скользят свободно.

Поэтому, при установке такого реле необходимо строго выдерживать его пространственную ориентацию, чтобы надпись "Верх" (Top) находилась сверху, так как если реле перевернуто, его нормально разомкнутый контакт будет постоянно замкнут.

При проверке омметром сопротивления между контактами пускового реле тока (в случае его правильного расположения) между гнездами A/S и P/M, а также между гнездами L и A/S, должен иметь место разрыв цепи (сопротивление равно ∞), поскольку при снятом питании контакты реле разомкнуты.

Между гнездами P/M и L сопротивление близко к 0, соответствуя сопротивлению катушки реле, которая мотается проводом толстого сечения и предназначена для пропускания пускового тока.

Можно также проверить сопротивление реле в перевернутом состоянии. В таком случае, между гнездами A/S и L вместо бесконечности должно быть сопротивление, близкое к нулю.

При монтаже реле тока в перевернутом положении (*см. рис. 53.23*) его контакты будут оставаться постоянно замкнутыми, что не позволит отключать пусковую обмотку. В результате возникает опасность быстрого сгорания электродвигателя.

Рис. 53.23.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Изучим теперь работу пускового реле тока в схеме, приведенной *на рис. 53.24* в отсутствие напряжения.

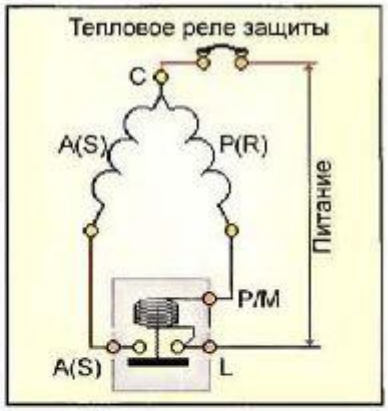


Рис. 53.24.

Как только на схему будет подано напряжение, ток пойдет через тепловое реле защиты, основную обмотку и катушку реле. Поскольку контакты A/S и L разомкнуты, пусковая обмотка обесточена и двигатель не запускается – это вызывает резкое возрастание потребляемого тока.

Повышение пускового тока (примерно пятикратное, по отношению к номиналу) обеспечивает такое падение напряжения на катушке реле (между точками L и P/M), которое становится достаточным, чтобы сердечник втянулся в катушку, контакты A/S и L замкнулись и пусковая обмотка оказалась под напряжением.

Благодаря импульсу, полученному от пусковой обмотки, двигатель запускается и по мере того, как число его оборотов растет, потребляемый ток падает. Одновременно с этим падает напряжение на катушке реле (между L и P/M). Когда мотор наберет примерно 80% от номинального числа оборотов, напряжение между точками L и P/M станет недостаточным для удержания сердечника внутри катушки, контакт между A/S и L разомкнется и полностью отключит пусковую обмотку.

Однако, при такой схеме пусковой момент на валу двигателя очень незначительный, поскольку в ней отсутствует пусковой конденсатор, обеспечивающий достаточную величину сдвига по фазе между током в основной и пусковой обмотках (напомним, что главным назначением конденсатора является увеличение пускового момента). Поэтому данная схема используется только в небольших двигателях с незначительным моментом сопротивления на валу.

Если речь идет о небольших холодильных компрессорах, в которых в качестве расширительного устройства *обязательно используются капиллярные трубки*, обеспечивающие выравнивание давления в конденсаторе и давления в испарителе при остановках, то в этом случае запуск двигателя происходит при минимально возможном моменте сопротивления на валу (*см. раздел 51. "Капиллярные расширительные устройства"*).

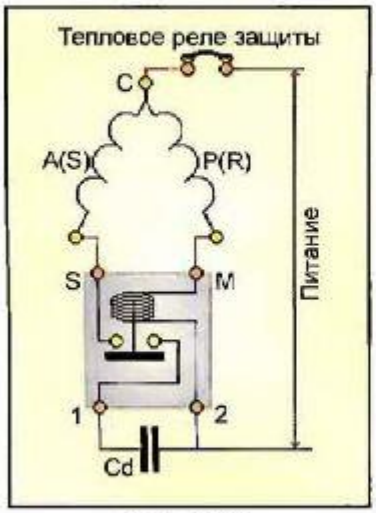


Рис. 53.25.

При необходимости повышения пускового момента последовательно с пусковой обмоткой необходимо устанавливать пусковой конденсатор (Cd). Поэтому часто реле тока выпускаются с четырьмя гнездами, как например, в модели, представленной *на рис. 53.25*.

Реле такого типа поставляются с шунтирующей перемычкой между гнездами 1 и 2. При необходимости установки пускового конденсатора шунт удаляется.

Отметим, что при прозвонке такого реле омметром между гнездами M и 2 сопротивление будет близким к нулю и равным сопротивлению обмотки реле. Между гнездами 1 и S сопротивление равно бесконечности (при нормальном положении реле) и нулю (при реле, перевернутом крышкой вниз).

ВНИМАНИЕ! При замене неисправного реле тока новое реле всегда должно быть с тем же индексом, что и неисправное.

Действительно, существуют десятки различных модификаций реле тока, каждая из которых имеет свои характеристики (сила тока замыкания и размыкания, максимально допустимая сила тока...). *Если вновь устанавливаемое реле имеет отличные от заменяемого реле характеристики, то либо его контакты никогда не будут замыкаться, либо будут оставаться постоянно замкнутыми.*

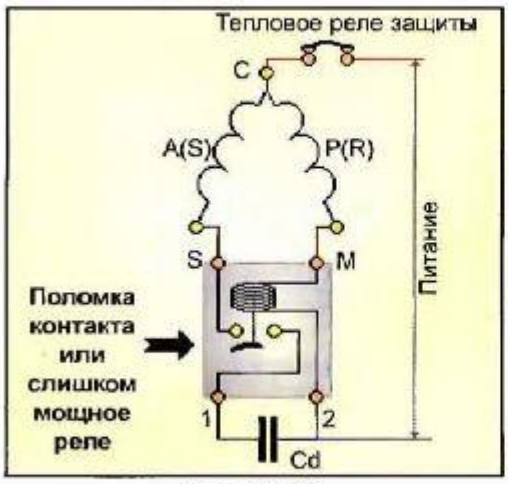


Рис. 53.26.

Если контакты никогда не замыкаются, например, из-за того, что пусковое реле тока слишком мощное (рассчитано на замыкание при пусковом токе 12 А, в то время как на самом деле пусковой ток не превышает 8 А), *вспомогательная обмотка не может быть запитана и мотор не запускается.* Он гудит и отключается тепловым реле защиты.

Заметим, что эти же признаки сопровождают такую неисправность, как поломка контактов реле (*см. рис. 53.26*).

В крайнем случае, проверить эту гипотезу можно замкнув накоротко на несколько секунд контакты 1 и S, например. Если мотор запускается, это будет доказательством неисправности реле.

Если контакт остается постоянно замкнутым, например, из-за низкой мощности пускового реле тока (оно должно размыкаться при падении тока до 4 А, а двигатель на номинальном режиме потребляет 6 А), *пусковая обмотка окажется все время под напряжением.* Заметим, что то же самое произойдет, если вследствие чрезмерной силы тока, контакты реле "приварятся" или если реле установлено верхом вниз*, из-за чего контакты будут оставаться постоянно замкнутыми.

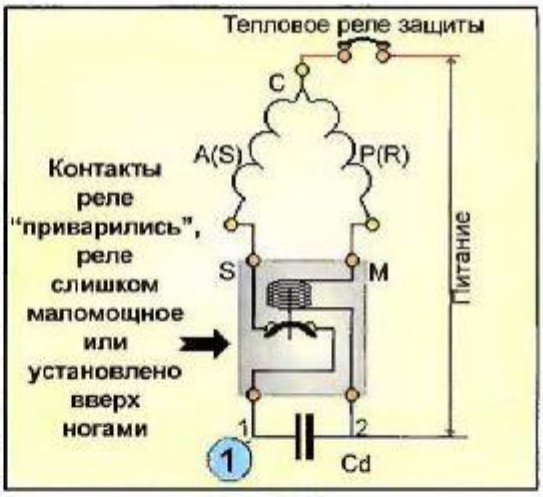


Рис. 53.27.

Компрессор будет тогда потреблять огромный ток и, *в лучшем случае*, отключится тепловым реле защиты (в худшем случае он – сгорит). Если при этом в схеме присутствует пусковой конденсатор, он также будет все время под напряжением и при каждой попытке запуска будет сильно перегреваться, что в конечном счете приведет к его разрушению.

Нормальную работу пускового реле тока можно легко проверить с помощью трансформаторных клещей, установленных в линии конденсатора и пусковой обмотки (**поз. 1** *на рис. 53.27*). *Если реле работает нормально, то в момент запуска ток будет максимальным, а когда контакт разомкнется, амперметр покажет отсутствие тока.*

Наконец, чтобы завершить рассмотрение пускового реле тока, нужно остановиться на одной неисправности, которая может возникать при *чрезмерном росте давления конденсации.* Действительно, любое повышение давления конденсации, чем бы оно ни обусловливалось (например, загрязнен конденсатор), неизбежно приводит к росту потребляемого двигателем тока (*см. раздел 10. "Влияние величины давления конденсации на силу тока, потребляемого электромотором компрессора"*). Этот рост иногда может оказаться достаточным, чтобы привести к срабатыванию реле и замыканию контактов, в то время как двигатель вращается. Последствия такого явления вы можете себе представить!

* Установка пускового реле в горизонтальной плоскости, как правило, дает такой же результат и также является неверной *(прим. ред.)*.

Пункт 53ОэлДв (347) стр 1
Пункт 53 раздел В. На этой странице рассмотрена конструкция реле тока.
Вопрос1 (347) Какова задача пускового реле в работе однофазного электродвигателя
+ отключение пусковой обмотки, как только двигатель наберет 80% номинального числа оборотов.
- включение пусковой обмотки, как только двигатель наберет 80% номинального числа оборотов
Вопрос2 (347) Какие существуют основные типы пусковых реле
+ реле тока
+ реле напряжения
- реле пуска в зимнее время
Вопрос3 (347) Какова мощность однофазных электродвигателей применяемых с пусковым реле тока
+ не превышает 600 Вт
- превышает 600 Вт
Вопрос4 (347) Что необходимо строго учитывать при монтаже пусковое реле тока
+ пространственную ориентацию, чтобы надпись верх находилась сверху
- пространственную ориентацию, чтобы надпись вниз находилась снизу
Вопрос5 (347) Какое сечение провода имеет катушка реле
+ толстого сечения, для пропускания пускового тока
- тонкого сечения, для пропускания пускового тока
о окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (348) стр 2
Следующая страница раздела В. Рассмотрен вопрос о том, как работает это реле тока.
Вопрос1 (348) Какова величина повышения пускового тока обеспечивает втягивание сердечника катушки реле тока
+ пятикратное по отношению к номиналу
- восьмикратное по отношению к номиналу
Вопрос2 (348) В цепь, какой обмотки однофазного электродвигателя включена катушка пускового реле тока
+ рабочей
- пусковой
Вопрос3 (348) В какой момент размыкаются контакты катушки пускового реле тока
+ когда напряжение станет недостаточным для удержания сердечника
- когда напряжение станет достаточным для удержания сердечника

Вопрос4 (348) Каким образом включают пусковой конденсатор в схеме пускового реле тока
+ последовательно с пусковой обмоткой
- последовательно с рабочей обмоткой

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (349) стр 3
Следующая страница раздела В. Рассмотрен вопрос о работоспособности реле тока.
Вопрос1 (349) Что приводит к тому, что контакты реле тока никогда не замыкаются
+ пусковое реле слишком мощное
+ поломкой контактов реле
- пусковое реле слишком слабое
Вопрос3 (349) Что приводит к тому, что контакт остается постоянно замкнутым
+ пусковое реле слишком слабое
+ контакты реле «приварятся»

+ реле установлено верхом вниз
- пусковое реле слишком мощное
Вопрос2 (349**)** Какая неисправность в работе холодильного контура может привести к срабатыванию катушки пускового реле тока
+ повышенное давление конденсации
- повышенное давление кипения

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Стр 4 Окончание

После выполнения данной лекции №30 сделайте перерыв. После продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Удачи и терпения в изучении материала!

В лекции № 31 Пусковое реле напряжения. Рассматривается вопрос о виде реле напряжения и как они работают.
Пункт 53 (стр.350-352)

Изучим теперь пусковое реле напряжения

Когда мощность двигателя растет (становясь выше, чем 600 Вт), возрастает и сила потребляемого тока, и использование пускового реле тока становится невозможным из-за того, что увеличивается потребный диаметр катушки реле. Пусковое реле напряжения тоже имеет катушку и контакты, но *в отличие от реле тока*, катушка реле напряжения имеет очень *высокое сопротивление* (наматывается тонким проводом с большим числом витков), а его контакты *нормально замкнуты*. Поэтому, вероятность перепутать эти два устройства очень незначительна.

Рис. 53.28.

На рис. 53.28 представлен внешний вид наиболее распространенного пускового реле напряжения, представляющего собой герметичную коробку черного цвета. Если прозвонить клеммы реле с помощью омметра, можно обнаружить, что между клеммами 1 и 2 сопротивление равно 0, а между 1-5 и 2-5 *оно одинаково* и составляет, например 8500 Ом (заметим, что клеммы 4 не включаются в схему и используются только для удобства соединения и разводки проводов на корпусе реле).

Контакты реле наверняка находятся между клеммами 1 и 2, поскольку сопротивление между ними равно нулю, *однако к какой из этих клемм подключен один из выводов катушки* определить нельзя, так как результат при измерениях будет одинаковым (см. *схему на рис. 53.29*).

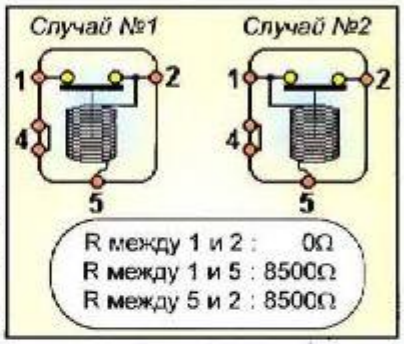


Рис. 53.29.

Если у вас есть схема реле, проблем с определением общей точки не будет. В противном случае вам потребуется выполнить дополнительно маленький опыт, то есть подать питание вначале на клеммы 1 и 5, а затем 2 и 5 (измеренное между ними сопротивление составило 8500 Ом, следовательно, один из концов катушки подключен либо к клемме 1, либо к клемме 2).

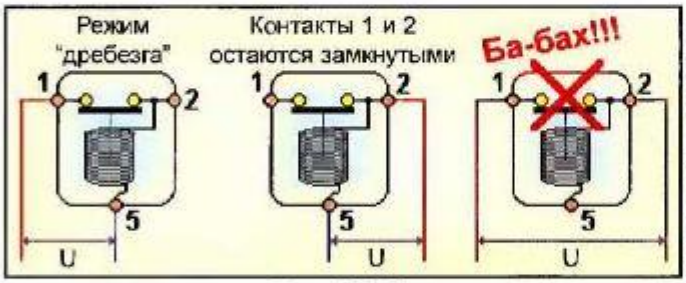


Рис. 53.30.

Допустим, что при подаче напряжения на клеммы 1-5, реле будет работать в режиме "дребезга" (как зуммер) и вы отчетливо различите постоянное замыкание и размыкание его контакта (представьте последствия такого режима для двигателя). Это будет признаком того, что клемма 2 является общей и один из концов катушки подключен именно к ней. В случае неуверенности вы можете проверить себя, подав питание на клеммы 5 и 2 (контакты 1 и 2 разомкнутся и будут оставаться разомкнутыми).

ВНИМАНИЕ! Если вы подадите напряжение на клеммы 1 и 2 (клеммы нормально замкнутых контактов), то получите короткое замыкание, что может быть очень опасным (см. рис. 53.30)!

Чтобы выполнить такую проверку, вы должны использовать напряжение 220 В, если реле предназначено для оснащения двигателя на 220 В (настоятельно рекомендуем использовать в цепи главкий предохранитель, чтобы защитить схему от возможных ошибок при подключении). Однако может случиться так, что контакты реле не будут размыкаться ни при подаче питания на клеммы 1 и 5, ни при его подаче на клеммы 2 и 5, хотя катушка будет исправной (при прозвонке омметром сопротивление 1-5 и 2-5 одинаково высокое). Это может быть обусловлено самим принципом, заложенным в основу работы схемы с реле напряжения (сразу после данного абзаца мы его рассмотрим), который требует для срабатывания реле повышенного напряжения. Чтобы продолжить проверку, вы можете увеличить напряжение до 380 В (реле при этом ничего не угрожает, так как оно способно выдержать напряжение до 400 В).

Изучим теперь работу реле напряжения в схеме, представленной *на рис. 53.31* и находящейся пока без питания.

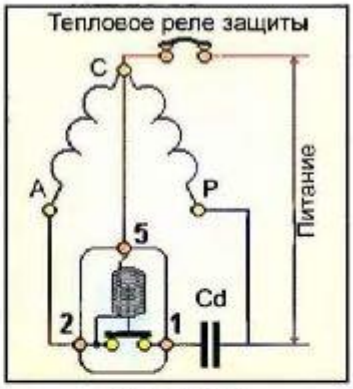


Рис. 53.31.

Как только на схему подается питание, ток проходит через тепловое реле защиты и основную обмотку (C→P). Одновременно он проходит через пусковую обмотку (C→A), нормально замкнутые контакты 2-1 и пусковой конденсатор (Cd). Все условия для запуска соблюдены и двигатель начинает вращение.

По мере того, как двигатель набирает обороты, в пусковой обмотке наводится дополнительное напряжение, которое добавляется к напряжению питания.

В конце запуска наведенное напряжение становится максимальным и напряжение на концах пусковой обмотки может достигать 400 В (при напряжении питания 220 В). Катушка реле напряжения сконструирована таким образом, чтобы разомкнуть контакты точно в тот момент, когда напряжение на ней превысит напряжение питания на величину, определенную разработчиком двигателя. Когда контакты 1-2 разомкнутся, катушка реле остается запитанной напряжением, наведенным в пусковой обмотке (эта обмотка, намотанная на основную обмотку, представляет собой как бы вторичную обмотку трансформатора).

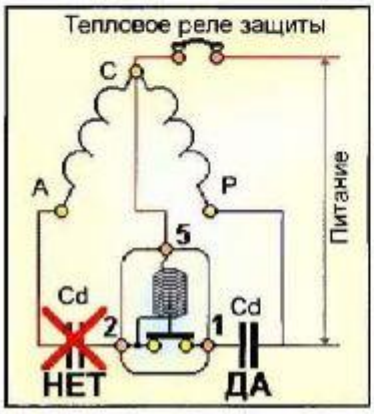


Рис. 53.32.

Во время запуска очень важно, чтобы напряжение на клеммах реле в точности соответствовало напряжению на концах пусковой обмотки. Поэтому пусковой конденсатор всегда должен включаться в схему между точками 1 и P, а не между A и 2 (*см. рис. 53.32*). *Отметим, что при размыкании контактов 1-2 пусковой конденсатор полностью исключается из схемы.*

Существует множество различных моделей реле напряжения, отличающихся своими характеристиками (напряжением замыкания и размыкания контактов...).

Поэтому, при необходимости замены неисправного реле напряжения, для этого нужно использовать реле той же самой модели.

Если реле для замены не вполне соответствует двигателю – это значит, что либо его контакты при запуске не будут замкнуты, либо будут замкнуты постоянно.

Когда при запуске контакты реле оказываются разомкнутыми, например из-за того, что реле слишком маломощное (оно срабатывает при 130 В, то есть сразу после подачи напряжения и пусковая обмотка запитана только как вторичная обмотка), двигатель не сможет запуститься, будет гудеть и отключится тепловым реле защиты (*см. рис. 53.33*).

Рис. 53.33.

Отметим, что такие же признаки будут иметь место в случае поломки контакта. В крайнем случае, всегда можно проверить эту гипотезу, замкнув на мгновение накоротко контакты 1 и 2. Если двигатель запустится, значит контакт отсутствует.

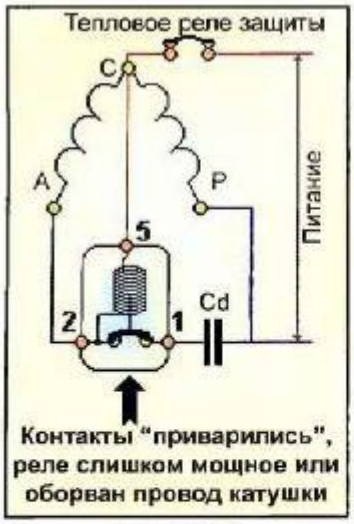


Рис. 53.34.

Когда контакт остается постоянно замкнутым, например, из-за того, что реле напряжения слишком мощное (оно срабатывает при подаче напряжения 390 В, в то время как напряжение на концах пусковой обмотки не превышает 270 В), *пусковая обмотка будет постоянно запитана.*

Заметим, что такая же проблема может возникнуть, если "приварились" контакты реле вследствие чрезмерного тока или если оборван провод в катушке реле (*см. рис. 53.34*).

При этом компрессор потребляет огромный ток и *в лучшем случае* он будет отключен тепловым реле защиты (в худшем случае он сгорит). При наличии пускового конденсатора, последний, постоянно оставаясь под напряжением, при каждой попытке запуска будет сильно перегреваться и очень быстро разрушится.

Нормальную работу пускового реле напряжения легко проконтролировать с помощью трансформаторных клещей и амперметра, установив клещи в цепь пусковой обмотки и конденсатора (*на рис. 53.34* можно зажать в клещи провод, подходящий к клеммам 1 или 2 реле). *Если реле работает, в момент запуска ток достигает максимума, а как только контакт разомкнется, он упадет до нуля.*

Заметим, что измеряя напряжение между клеммами 5 и 2 при вращающемся двигателе, вы сможете узнать величину наведенного в пусковой обмотке напряжения (даже если двигатель рассчитан на 220 В, при измерении используйте шкалу на 600 или 1000 В).

Может, наконец, случиться так, что катушка реле напряжения окажется замкнутой накоротко (*см. рис. 53.35*). В этом случае через катушку протекает очень большой ток и ее обмотка, выполненная, как правило, из очень тонкого провода, представляет собой плавкий предохранитель и расплавляется.

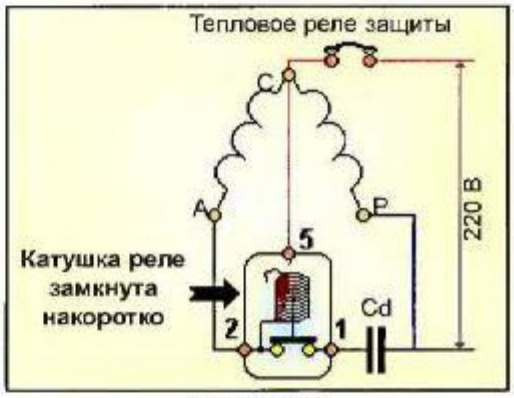


Рис. 53.35.

Появляются признаки того, что контакты 1 и 2 постоянно замкнуты и прибывший на место ремонтник обнаруживает, что катушка перегорела.

Напомним, что в случае перегрузки двигателя (например, из-за роста давления конденсации, что приводит к увеличению потребляемого тока), пусковое реле тока может сработать и вновь подать напряжение питания на пусковую обмотку. С реле напряжения этого произойти не может, так как его работа зависит только от скорости вращения двигателя, а не от величины потребляемого тока.

Перед тем, как приступить к изучению запуска с помощью термистора (СТР), скажем несколько слов о запуске с помощью центробежного выключателя (*см. рис. 53.36*), которым еще оснащены некоторые однофазные двигатели и некоторые модели тепловых насосов. Замкнутый при остановленном двигателе контакт размыкается, как только число оборотов достигает примерно 80% от номинала.

Неисправности центробежного выключателя имеют, как правило, механическую основу (заклинивание, плохой контакт) и их рассмотрение выходит за рамки настоящего руководства.

Рис. 53.36.

Пункт 53ОэлДв (350) стр 1
Пункт 53 раздел В. На этой странице рассмотрена конструкция реле напряжения.
Вопрос1 (350**)** Какие причины приводят к использованию применение реле тока
+ сила тока возрастает настолько, что диаметр катушки реле становится слишком большим
- сила тока уменьшается настолько, что диаметр катушки реле становится слишком небольшим
Вопрос2 (350**)** Какое сопротивление имеет катушка реле напряжения
+ высокое сопротивление (наматывается тонким проводом)
- низкое сопротивление (наматывается толстым проводом)
Вопрос3 (350**)** В каком состоянии находятся контакты реле напряжения без напряжения
+ замкнуты
- разомкнуты
Вопрос4 (350**)** Куда подключена обмотка катушка реле напряжения
+ в общую точку соединения рабочей и пусковой обмотки двигателя
- в цепь рабочей обмотки двигателя
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Пункт 53ОэлДв (351) стр 2

Следующая страница раздела В. Рассмотрен вопрос о том, как работает это реле напряжения.
Вопрос1 (351**)** За счет чего происходит запуск двигателя
+ питание подается на основную и пусковую обмотку, благодаря замкнутым контактам реле
- питание подается на основную обмотку, замыкая контакты реле пусковой обмотки
Вопрос2 (351**)** В какой момент размыкаются контакты катушки пускового реле напряжения
+ в тот момент, когда напряжение на ней превысит напряжение питания и становится максимальным
- в тот момент, когда напряжение на ней снизит напряжение питания и станет минимальным
Вопрос3 (351**)** За счет чего катушка пускового реле напряжения остается запитанной при разомкнутых контактах катушки
+ напряжением, наведенным в пусковой обмотке
- напряжением, наведенным в рабочей обмотке
Вопрос4 (351**)** Почему пусковой конденсатор подключают к контактам рабочей обмотки
+ напряжение на клеммах реле в точности должно соответствовать напряжению на концах пусковой обмотки
- напряжение на клеммах реле не должно соответствовать напряжению на концах пусковой обмотки

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Пункт 53ОэлДв (352) стр 3
Следующая страница раздела В. Рассмотрен вопрос о работоспособности реле напряжения.
Вопрос1 (352**)** Контакты реле напряжения оказываются разомкнутыми
+ пусковое реле слишком маломощное
+ поломкой контактов реле
- пусковое реле слишком мощное
Вопрос3 (352) Что приводит к тому, что контакт остается постоянно замкнутым
+ пусковое реле слишком мощное
+ контакты реле «приварятся»
- пусковое реле слишком слабое
Вопрос2 (352**)** Повышенное давление конденсации в работе холодильного контура может ли привести к срабатыванию катушки пускового реле напряжения
+ нет
- да

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Стр 4 Окончание

После выполнения данной лекции №31 сделайте перерыв. После которого продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Удачи и терпения в изучении материала!

Лекция № 32 Однофазные электродвигатели. Пуск термистором. Обобщение схем.

Пункт 53 (стр.353-355)

Запуск при помощи термистора (СТР)

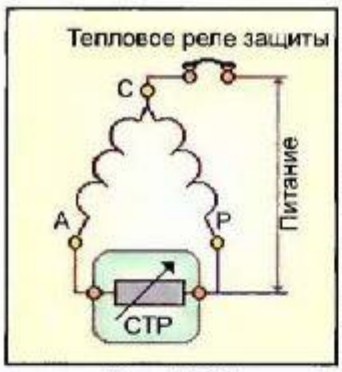


Рис. 53.37.

Термистор, или терморезистор (СТР* – сокращение, в переводе означает положительный температурный коэффициент, то есть повышение сопротивления при росте температуры) включается в цепь так, как показано *на рис. 53.37*.

При неподвижном роторе мотора СТР холодный (имеет окружающую температуру) и его сопротивление очень низкое (несколько Ом). Как только на двигатель подается напряжение, запитывается основная обмотка. Одновременно ток проходит через низкое сопротивление СТР и пусковую обмотку, в результате чего двигатель запускается. Однако ток, текущий через пусковую обмотку, проходя через СТР, нагревает его, что обусловливает резкое повышение его температуры, а следовательно и сопротивления. По истечении одной-двух секунд температура СТР становится более 100°С, а его сопротивление легко превышает 1000 Ом.

Резкое повышение сопротивления СТР снижает ток в пусковой обмотке до нескольких миллиампер, что эквивалентно отключению этой обмотки так, как это сделало бы обычное пусковое реле. Слабый ток, не оказывая никакого влияния на состояние пусковой обмотки, продолжает проходить через СТР, оставаясь вполне достаточным, чтобы поддерживать его температуру на нужном уровне.

Такой способ запуска используется некоторыми разработчиками, если момент сопротивления при запуске очень малый, например, в установках с капиллярными расширительными устройствами (где при остановке неизбежно выравнивание давлений).

Однако, когда компрессор остановился, *длительность остановки должна быть достаточно большой*, чтобы не только обеспечить выравнивание давлений, но и, главным образом, *охладить СТР* (по расчетам для этого нужно как минимум 5 минут).

Всякая попытка запуска двигателя при горячем СТР (имеющим, следовательно, очень высокое сопротивление) не позволит пусковой обмотке запустить двигатель. За такую попытку можно поплатиться значительным возрастанием тока и срабатыванием теплового реле защиты.

Рис. 53.38.

Терморезисторы представляют собой керамические диски (*см. рис. 53.38*) или стержни и основным видом неисправностей этого типа пусковых устройств является их растрескивание и разрушение внутренних контактов, наиболее часто обусловленное попытками запуска при горячих СТР, что неизбежно влечет за собой чрезмерное повышение пускового тока (*см. рис. 53.39*).

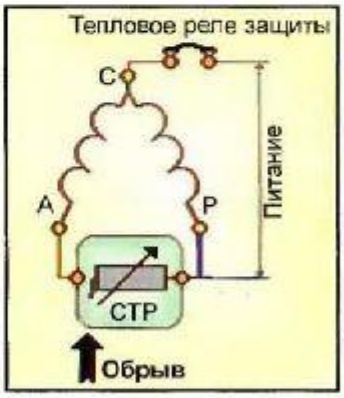


Рис. 53.39.

При неисправности СТР его нужно заменить точно такой же моделью.

ПРИМЕЧАНИЕ. Мы часто указывали на важность соблюдения идентичности моделей при замене неисправных элементов электрооборудования (тепловые реле защиты, пусковые реле...) на новые, либо на те, которые рекомендуются для замены разработчиком. Мы советуем также при замене компрессора менять и комплект пусковых устройств (реле + конденсатор(ы)).

* Иногда встречается термин PTC, который означает то же самое, что и СТР *(прим. ред.)*.

Г) Обобщение наиболее часто встречающихся схем пусковых устройств

В документации различных разработчиков встречается множество схем с несколькими экзотическими названиями, которые мы сейчас разъясним. Воспользовавшись этим случаем, мы пополним наши знания и увидим роль рабочих конденсаторов.

Для лучшего понимания дальнейшего материала напомним, что в отличие от пусковых конденсаторов, рабочие конденсаторы рассчитаны на постоянное нахождение под напряжением и что конденсатор включается в схему последовательно с пусковой обмоткой, позволяя повысить крутящий момент на валу двигателя.

1) Схема PSC (Permanent Split Capacitor) – схема с постоянно подключенным конденсатором является самой простой, поскольку в ней отсутствует пусковое реле.

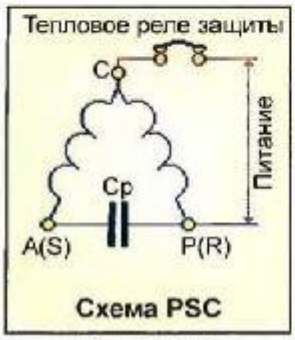


Рис. 53.40.

Конденсатор, постоянно находясь под напряжением (*см. рис. 53.40*), должен быть рабочим конденсатором. Поскольку с ростом емкости такой тип конденсаторов быстро увеличивается в размерах, их емкость ограничивается небольшими значениями (редко более 30 мкФ).

Следовательно, схема PSC используется, как правило, в небольших двигателях с незначительным моментом сопротивления на валу (малые холодильные компрессоры для капиллярных расширительных устройств, обеспечивающих выравнивание давлений при остановках, вентиляторные двигатели небольших кондиционеров).

При подаче напряжения на схему, постоянно подключенный конденсатор (Ср) дает толчок, позволяя запустить двигатель. Когда двигатель запущен, пусковая обмотка остается под напряжением вместе с последовательно включенным конденсатором, что ограничивает силу тока и позволяет повысить крутящий момент при работе двигателя.

2) Схема CTP, изученная ранее, называется также PTC (Positive Temperature Coefficient) и используется в качестве относительно простого пускового устройства.

Она может быть усовершенствована добавлением постоянно подключенного конденсатора, как показано пунктиром *на рис. 53.41*.

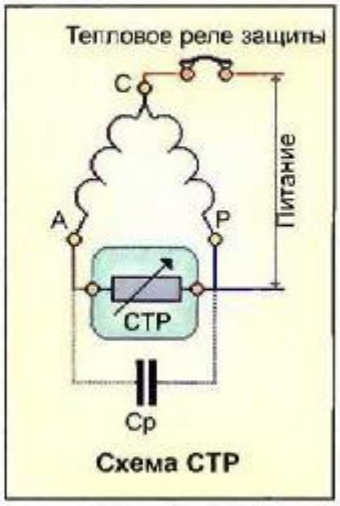


Рис. 53.41.

При подаче напряжения на схему (после остановки длительностью не менее 5 минут), сопротивление термистора CTP очень низкое и конденсатор Ср, будучи замкнутым накоротко, не влияет на процесс запуска (следовательно, момент сопротивления на валу должен быть незначительным, что требует выравнивания давлений при остановке).

В конце запуска сопротивление CTP резко возрастает, но вспомогательная обмотка остается подключенной к сети через конденсатор Ср, который позволяет повысить крутящий момент при работе двигателя (например, при росте давления конденсации).

Поскольку конденсатор все время находится под напряжением, пусковые конденсаторы в схемах этого типа использовать нельзя.

3) Схема RSIR (Resistance Start Induction Run) использует пусковое реле без конденсатора (*см. рис. 53.42*).

Используемое в схеме пусковое реле может быть реле тока (наиболее частый случай) или реле напряжения. Результат один и тот же.

Поскольку конденсатор в схеме отсутствует, пусковой момент достаточно слабый и данная схема используется, в основном, в небольших домашних холодильниках с капиллярным расширительным устройством, обеспечивающим выравнивание давлений при остановках.

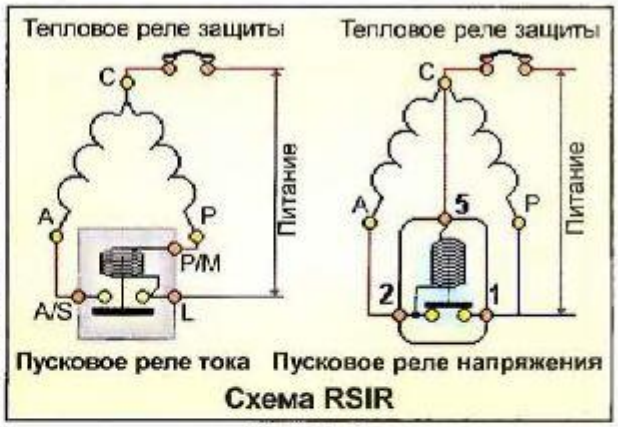


Рис. 53.42.

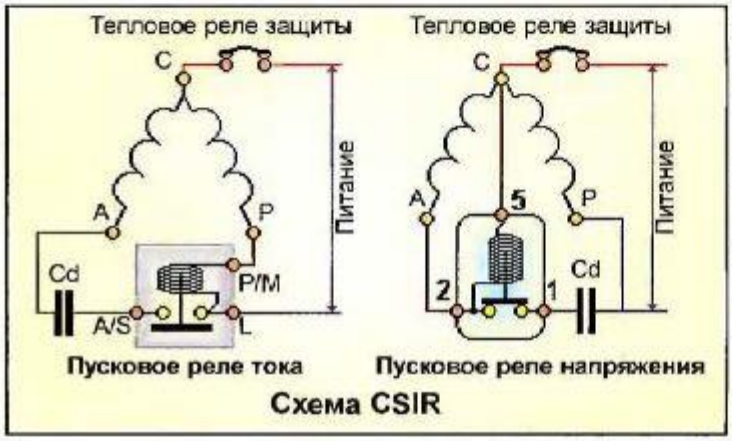


Рис. 53.43.

4) Схема CSIR (Capacitor Start Induction Run) аналогична схеме RSIR, в которую добавлен пусковой конденсатор (*см. рис. 53.43*).

Данная схема используется в случаях, когда есть опасность возрастания момента сопротивления при запуске. Повышение пускового момента на валу двигателя обеспечивается при помощи пускового конденсатора.

Схема может быть использована в холодильных контурах с термостатическим ТРВ.

5) Схема CSR (Capacitor Start and Run) аналогична схеме CSIR, в которую добавлен рабочий конденсатор (Cm), как показано *на рис. 53.44*.

Такая схема позволяет обеспечить сразу и повышенный пусковой момент и повышенный крутящий момент при работе двигателя.

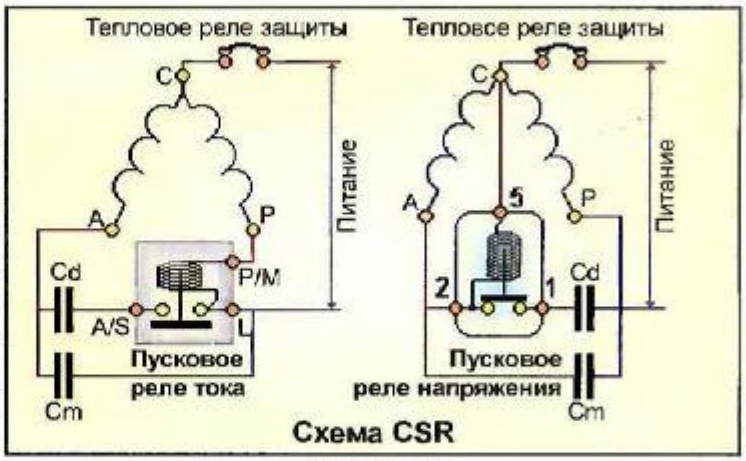


Рис. 53.44.

При запуске, установленные параллельно Cd и Cm, емкости которых складываются, помогают запустить двигатель, а когда запуск заканчивается и двигатель выходит на номинальный режим, конденсатор Cd исключается, и пусковая обмотка остается запитанной через конденсатор Cm.

В этой лекции мы продолжим изучение видов реле. Рассмотрим запуск при помощи термистора. Затем в разделе Г обобщим наиболее встречающие схемы пуска. Эта лекция является последней по теме Однофазные электродвигатели. Как было сказано в начале изучения темы, после прохождения всей темы необходимо будет выполнить СР№6 Однофазные электродвигатели. Зайди в раздел МДК02.03 Самостоятельные работы найди ее и выполни задание.

Пункт 53ОэлДв (353) стр 1

Пункт 53 раздел В. На этой странице рассмотрен запуск при помощи термистора.

Вопрос1 (353**)** Что из себя, представляет термистор и его принцип работы

+ это терморезистор, у которого повышается сопротивление при росте температуры

- это терморезистор, у которого понижается сопротивление при росте температуры

Вопрос2 (353**)** Какое сопротивление имеет термистор при неподвижном роторе мотора

+ несколько Ом

- превышает 1000 Ом

Вопрос3 (353**)** Какое сопротивлением имеет термистор при запуске двигателя Км

+ превышает 1000 Ом

- несколько Ом

Вопрос4 (353**)** Что происходит в пусковой обмотке при повышении сопротивления СТР

+ ток снижается до нескольких миллиампер

- ток снижается до нескольких ампер.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (354) стр 2

Пункт 53 раздел Г. На этой странице рассмотрена схема запуска с постоянно включенным конденсатором PSC и схему рассмотренную ранее СТР (запуск термистором)

Вопрос1 (354**)** Какой конденсатор используется в схеме с постоянно включенным конденсатором PSC

+ рабочий

- пусковой

Вопрос2 (354**)** Что обеспечивает постоянно включенный рабочий конденсатор схемы PSC

+ дает толчок, позволяя запустить двигатель

- просто запуск двигателя

Вопрос3 (354**)** Что обеспечивает рабочий конденсатор в схеме СТР

+ повысить крутящий момент при росте давления конденсации

- понизить крутящий момент при росте давления конденсации

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Пункт 53ОэлДв (355) стр 3

Пункт 53 раздел Г. На этой странице рассмотрена схема запуска без конденсатора RSIR и схему запуска CSIR с пусковым конденсатором.

Вопрос1 (355**)** С каким используется расширительным устройством и каков пусковой момент в схеме RSIR (резисторный запуск)

+ с капиллярным расширительным устройством

- термостатическим ТРВ

Вопрос2 (355**)** С каким используется расширительным устройством и каков пусковой момент в схеме CSIR (конденсаторный запуск)

+ термостатическим ТРВ

- с капиллярным расширительным устройством

Вопрос3 (355**)** Каков пусковой момент в схеме RSIR (резисторный запуск)

+ пусковой момент достаточно слабый

- повышенный пусковой момент

Вопрос4 (355**)** Каков пусковой момент в схеме CSIR (конденсаторный запуск)

+ повышенный пусковой момент
- пусковой момент достаточно слабый

Вопрос5 (355**)** В чем особенность работы электродвигателя в схеме CRS (конденсаторный запуск и работы)
+ обеспечить повышенный пусковой момент и повышенный момент при работе двигателя, особенно в зимнем режиме
- обеспечить повышенный пусковой момент и повышенный момент при работе двигателя, в летнем режиме

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Стр 4 Окончание
Данная лекция №32 является последней в изучении темы Однофазные электродвигатели. Как было описано на первой странице лекции после прохождения всей темы необходимо будет выполнить СР№6 Однофазные электродвигатели. Зайди в раздел МДК02.03 Самостоятельные работы найди ее и выполни задание.

Затем сделайте перерыв. После продолжите выполнение новой лекции по расписанию.

Необходимо пройти лекцию до конца, чтоб она считалась выполненной. Дается две попытки для изучения и ответов на вопросы.

Удачи и терпения в изучении материала!

Лекция № 33 Ремонт цепей правления с помощью вольтметра.
Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан 2007 года выпуска п.54 (стр.358-366)

54. РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
54.1. ВВЕДЕНИЕ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Большинство неисправностей холодильных установок вызывают отключение системы управления электрическими предохранительными устройствами и установка (или ее часть) перестает работать. Попав в такую ситуацию, очень многие ремонтники-дилетанты лихорадочно нажимают на кнопки запуска агрегатов, перенастраивают регулирующие и предохранительные устройства, пытаются вручную запустить установку, рискуя вызвать серьезную аварию.

Однако, структурный анализ позволяет избежать огромных потерь времени на поиски неисправности и ***отремонтировать установку сразу***, не приводя к другим поломкам. В самом деле, для того, чтобы ***очень быстро определить***, какой электрический узел (предохранительный или какой-либо другой) отключил установку, достаточно знать *несколько основных очень простых правил*. Вместо того, чтобы спрашивать себя "что могло отключить установку" и искать неисправности наугад, ремонтник, очень быстро определив место дефекта, сможет задаться основным вопросом: "почему сработало данное предохранительное устройство и как сделать, чтобы этого не происходило в дальнейшем?" Он найдет время осуществить полный контроль установки и сможет предотвратить повторение неисправностей. ***Такая манера поведения будет на пользу всем, кто бы они ни были: ремонтник, потребитель или предприниматель.***

При ремонте электрооборудования цепей управления возможны два варианта:

- либо произошло *отключение* установки от сети предохранительными устройствами или какими-либо средствами системы автоматики, и тогда электрический шкаф или щит с электрооборудованием не может оставаться под напряжением, что в максимальной степени способствует поиску неисправностей и диагноз может быть установлен очень быстро (ремонт с использованием вольтметра);
- либо произошло *короткое замыкание или пробой* на массу, в результате чего установка или ее часть отключилась от сети. В этом случае ремонтник не может подать напряжение на щит и должен будет использовать омметр. Этот последний способ всегда более длительный и сложный, поскольку требует, чтобы, *по крайней мере, два вывода узла*, который нужно проверить, были отсоединены.

А) Ремонт цепей управления с помощью вольтметра

Когда какой-либо прибор (например, контактор С в схеме *на рис. 54.1*) не срабатывает, это может быть из-за того, что не замкнут контакт 1-2 средства автоматики V, или плохой контакт в рубильнике 2-3, или остается разомкнутым контакт задающего термостата 3-4, или сработало реле НД 4-5, высокого давления 5-6, термореле 7...

А может быть обрыв в катушке контактора С? Или оборван один из проводов? И еще, и еще, и еще...

Видно, что возможных причин огромное количество. Однако, очень быстро определить точное место нахождения дефекта почти также просто, как в детской игре.

Достаточно иметь вольтметр и немного навыка.

Чуть дальше мы вернемся к рассмотрению схемы *на рис. 54.1*. А сейчас, чтобы лучше понять используемый способ, рассмотрим простой пример схемы, запитанной напряжением 24 В и состоящей из плавкого предохранителя, рубильника и электролампы (*см. рис. 54.2*).

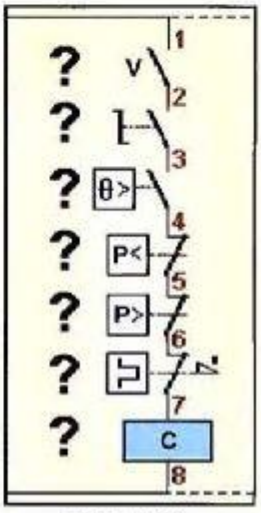


Рис. 54.1.

Если при исправных элементах цепи и зажженной лампе замерить напряжение между точками **1** и **2** схемы, то вольтметр покажет 24 В.

Однако, вольтметр измеряет ***разность*** *потенциалов.* **Условимся, что потенциал точки 1 равен 24, а точки 2 – 0 В** (разность между этими потенциалами и составит 24 – 0 = 24 В).

Договоримся также, ***что все точки цепи, связанные между собой проводом или замкнутым контактом, имеют один и тот же потенциал.*** Тогда потенциал точки **3** такой же, как точки **2**, то есть 0 В.

Точно также, потенциал точек **4** и **5** равен 24 В.

Рис. 54.2.

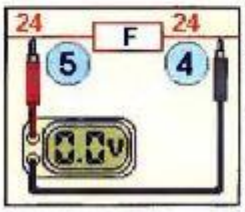


Рис. 54.3.

Вольтметр, помещенный между точками **5** и **3**, будет показывать разность потенциалов между этими двумя точками, то есть 24 – 0 = 24 В. Точно также вольтметр, помещенный на клеммах замкнутого рубильника, покажет 24 – 24 = 0 В.

Следуя этому же правилу, между точками **5** и **4** вольтметр покажет 24 – 24 = 0 В (*см. рис. 54.3*).

Между точками **5** и **1** будет 24 – 24 = 0 В *(см. рис. 54.4)*.

Между точками **4** и **3** будет 24 – 0 = 24 В.

Между точками **1** и **3** будет 24 – 0 = 24 В и так далее...

Как видите, предсказать показание вольтметра очень просто, какими бы ни были точки замера.

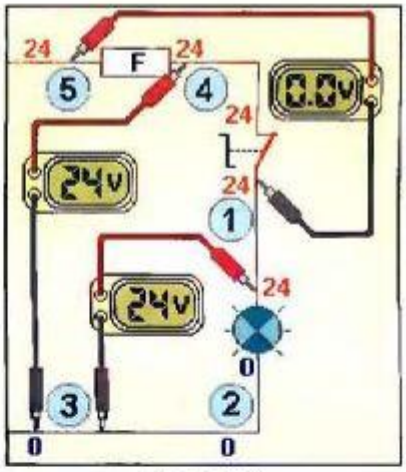


Рис. 54.4.

Рис. 54.5.

Таким образом, когда потребитель (сигнальная лампочка, контактор, реле) *исправен*, все точки, расположенные ***сверху*** от него имеют тот же потенциал, что и напряжение питания (220 В, 24 В...).

С другой стороны, точки расположенные ***ниже*** потребителя, находятся при нулевом потенциале.

Когда потребитель не работает, поиск дефекта с помощью вольтметра будет основываться как раз на этом принципе (см. рис. 54.5).

Рассмотрим теперь первый шаг по поиску неисправности, если лампа погасла, хотя рубильник включен. Один из зажимов вольтметра поместим в точку 7 (*см. рис. 54.6*), потенциал которой равен 0 В и которая будет служит базовой точкой. При каждом замере в нашем примере вольтметр может показывать либо 0 В, либо 24 В.

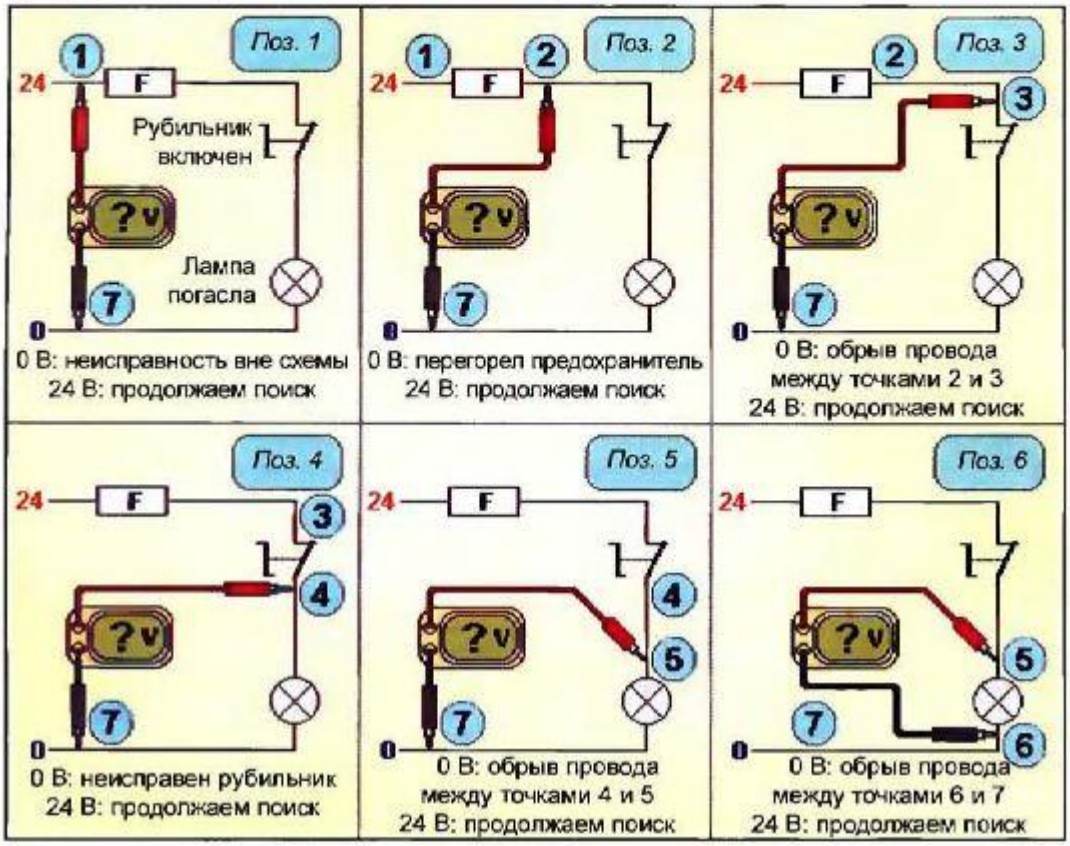


Рис. 54.6.

Поз. 1. Помещаем вольтметр между точками **1** и **7** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит напряжение на схему не подано. Тогда нужно будет искать неисправность за пределами схемы.
- Если показания равны 24 В, значит напряжение подано и *неисправность находится в схеме*. Можно утверждать, что потенциал точки **1** равен 24 В, а потенциал точки **2** равен 0 В. Измерения нужно продолжить.

Поз. 2. Поместим вольтметр между точками **7** и **2** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **1**, не поступает в точку **2**. Можно утверждать, что в предохранителе имеется обрыв.
- Если потенциал равен 24 В, можно утверждать, что предохранитель исправен, и продолжить измерения.

Поз. 3. Поместим вольтметр между точками **7** и **3** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **2**, не поступает в точку **3**. Можно утверждать, что провод, соединяющий эти две точки, оборван.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что провод исправен, и продолжить измерения.

Поз. 4. Поместим вольтметр между точками **7** и **4** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **3**, не поступает в точку **4**. Можно утверждать, что контакт в рубильнике отсутствует.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что контакт рубильника замкнут, и продолжить измерения.

Рассмотрим теперь первый шаг по поиску неисправности, если лампа погасла, хотя рубильник включен. Один из зажимов вольтметра поместим в точку 7 (*см. рис. 54.6*), потенциал которой равен 0 В и которая будет служит базовой точкой. При каждом замере в нашем примере вольтметр может показывать либо 0 В, либо 24 В.

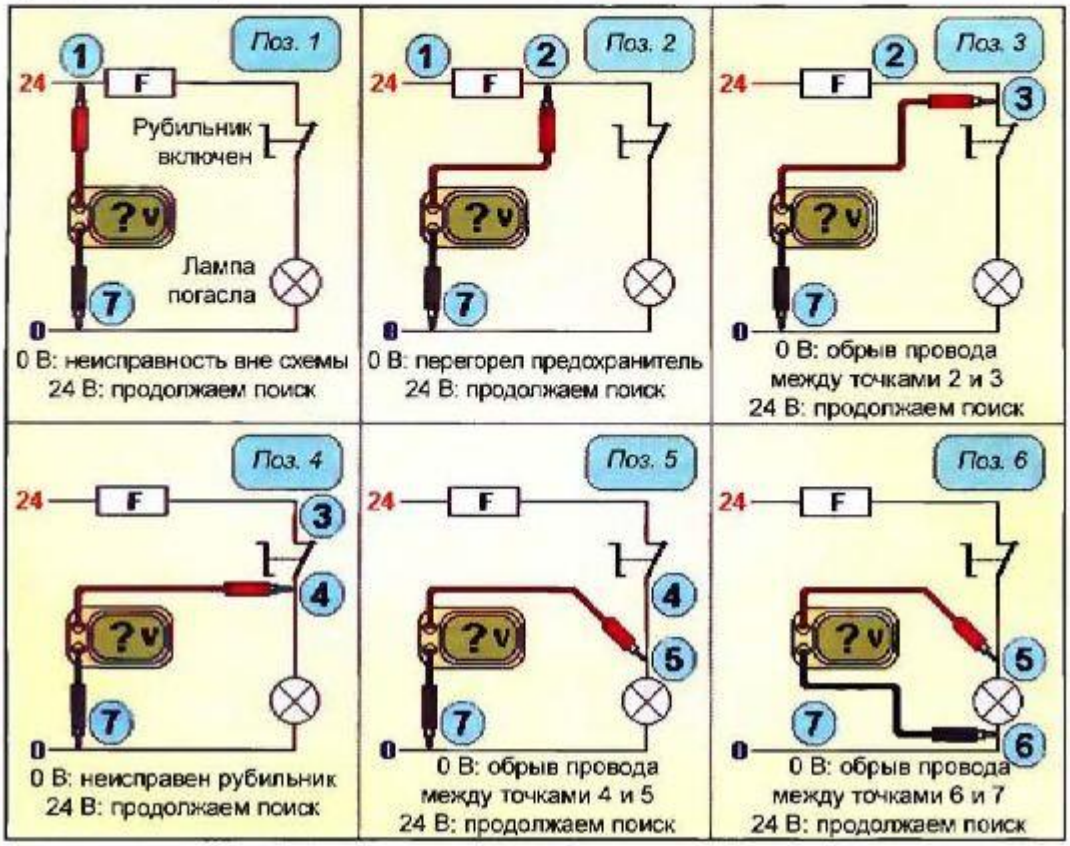


Рис. 54.6.

Поз. 1. Помещаем вольтметр между точками **1** и **7** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит напряжение на схему не подано. Тогда нужно будет искать неисправность за пределами схемы.
- Если показания равны 24 В, значит напряжение подано и *неисправность находится в схеме*. Можно утверждать, что потенциал точки **1** равен 24 В, а потенциал точки **2** равен 0 В. Измерения нужно продолжить.

Поз. 2. Поместим вольтметр между точками **7** и **2** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **1**, не поступает в точку **2**. Можно утверждать, что в предохранителе имеется обрыв.
- Если потенциал равен 24 В, можно утверждать, что предохранитель исправен, и продолжить измерения.

Поз. 3. Поместим вольтметр между точками **7** и **3** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **2**, не поступает в точку **3**. Можно утверждать, что провод, соединяющий эти две точки, оборван.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что провод исправен, и продолжить измерения.

Поз. 4. Поместим вольтметр между точками **7** и **4** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **3**, не поступает в точку **4**. Можно утверждать, что контакт в рубильнике отсутствует.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что контакт рубильника замкнут, и продолжить измерения.

Поз. 5. Поместим вольтметр между точками **7** и **5** (показания должны соответствовать 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **4**, не поступает в точку **5**. Можно утверждать, что провод, соединяющий эти две точки, оборван.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что провод исправен, и продолжить измерения.

Поз. 6. Поместим вольтметр между точками **5** и **6** (показания должны составлять 24 В).

- Если показания равны 0 В, значит потенциал 0 В, имеющийся в точке **7**, не поступает в точку **6**. Можно утверждать, что провод, соединяющий эти две точки, оборван.
- Если показания равны 24 В, можно утверждать, что провод между точками **7** и **6** исправен. Поскольку при этом напряжение 24 В к потребителю доходит, а он не работает, можно утверждать, что причина неисправности находится в самом потребителе.

Как можно заключить, этот метод сразу позволяет найти место дефекта, каким бы он ни был, и тогда остается только исправить его.

Однако этот метод можно улучшить, снизив количество измерений.

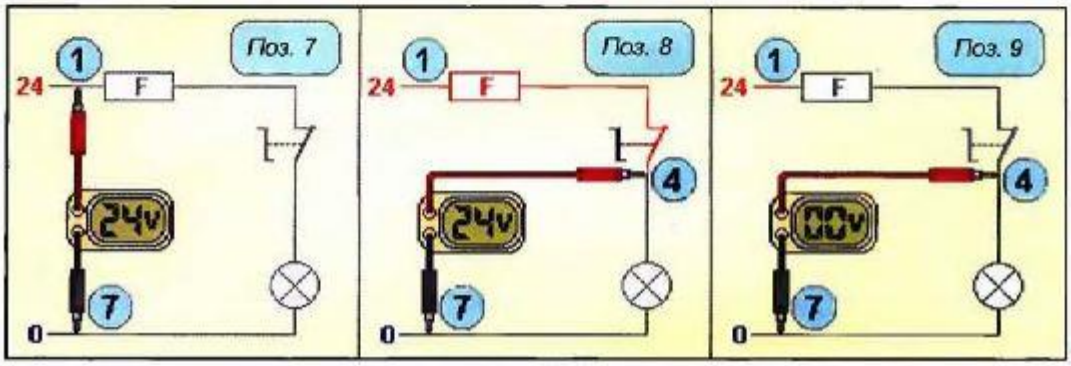


Рис. 54.7.

Поместим вольтметр между точками **1** и **7** (*см.* **поз. 7** *на рис. 54.7*). Как и раньше, если он показывает 0 В, значит напряжение на схему не поступает и нужно будет искать неисправность вне схемы. Если он показывает 24 В, напряжение подано и неисправность находится в схеме.

Выполним замер в ***середине*** *схемы,* например, в точке **4**. В зависимости от показаний вольтметра могут быть два противоположных варианта:

- Если показания равны 24 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **1**, поступает в точку **4**. *Следовательно, можно утверждать, что предохранитель и рубильник, а также соединяющие их провода исправны* и дефект **обязательно** находится в нижней части схемы **(поз. 8)**, либо в лампочке, либо в подводящих проводах.

- Если вольтметр показывает 0 В, значит потенциал 24 В, имеющийся в точке **1** не поступает в точку **4** и дефект **обязательно** находится в верхней части схемы (*либо в предохранителе, либо в рубильнике, либо в связывающих их проводах*).

Этот метод, заключающийся в прозвонке цепи посередине, позволяет с помощью единственного измерения поставить вне подозрений половину цепи и выделить зону, в которой находится дефект.

Такой метод целесообразен для управляющих цепей, состоящих из многочисленных контактов различной аппаратуры...

Вновь рассмотрим схему, ранее изображенную *на рис. 54.1*. Неисправность проявляется в том, что не срабатывает контактор. Начинаем прозванивать контур (*см. рис. 54.8*).

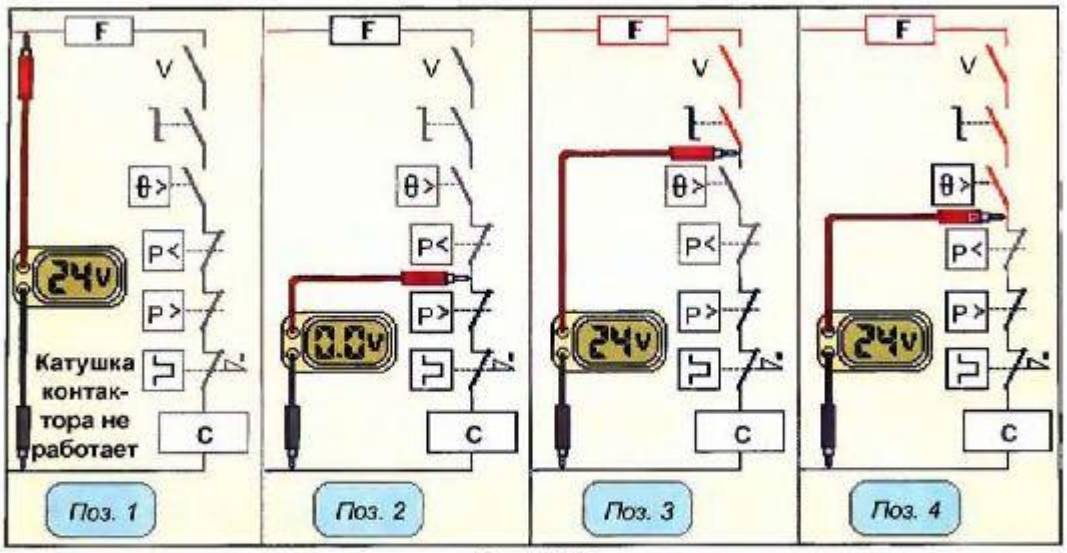


Рис. 54.8.

Поз. 1. При замере напряжения питания, вольтметр показывает 24 В. Следовательно, можно утверждать, что неисправность находится внутри схемы. Под подозрением находится вся схема.

Поз. 2. Сохраняя нижнюю точку в качестве базовой, с потенциалом 0 В, выберем для замера какую-либо точку посередине схемы (например, клемму на выходе реле НД). Вольтметр показывает 0 В, то есть потенциал 24 В не поступает на эту клемму, значит обрыв находится *выше* выбранной точки (контакт V, или рубильник, или задающий термостат, или реле НД, или один из соединительных проводов). Вся верхняя часть схемы остается под подозрением.

Поз. 3. Оставляя в качестве базовой ту же нижнюю точку с потенциалом 0 В, выберем теперь для замера точку на выходе из рубильника. Вольтметр показывает, что на клемме выхода из рубильника потенциал 24 В присутствует, что ставит вне подозрений контакт V и рубильник. Остаются только два подозрительных элемента схемы (задающий термостат и реле НД), а также соединяющие их провода.

Поз. 4. Выполнив замер на клемме входа в прессостат НД, видим, что потенциал 24 В на ней присутствует.

Итак, 24 В присутствуют на входе реле НД, но отсутствуют на выходе из него (см. рис. 54.9). Следовательно, можно с уверенностью утверждать, что обрыв находится в контактной группе реле НД.

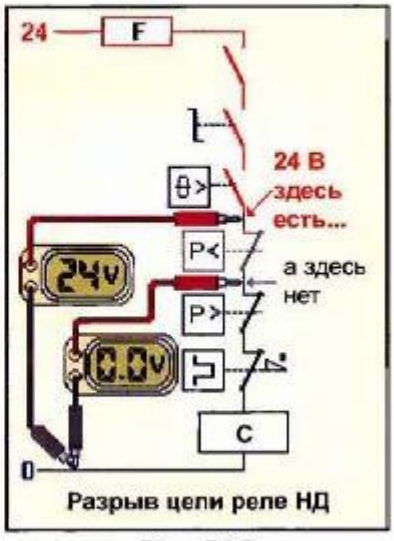


Рис. 54.9.

Теперь ремонтник должен определить, по какой причине цепь в реле НД разорвана. Может быть давление в контуре ниже, чем точка срабатывания реле НД (если да, то почему упало давление), как настроено реле НД, как оно установлено и подключено к цепи...

54.2. УПРАЖНЕНИЕ. Использование вольтметра

Что покажет вольтметр при измерении напряжения на клеммах контактной группы реле НД в нашем примере?

Ответ

Что покажет вольтметр на клеммах разомкнутого контакта реле НД?

Мы знаем, что в точке **1** присутствует потенциал 24 В, о чем говорит измерение между этой точкой и нулевым проводом (см. схему на рис. 54.10). Однако у нас нет никакой уверенности относительно потенциала точки **2** и сейчас мы увидим, что могут иметь место два случая:

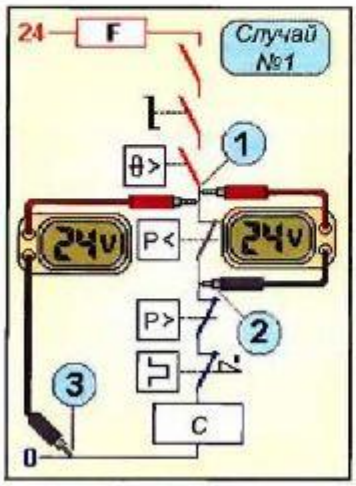


Рис. 54.10.

Случай № 1. *Вольтметр показывает разность потенциалов* 24 В.

Так как потенциал точки **1** равен 24 В, это позволяет нам утверждать, что потенциал точки **2** действительно 0 В и, следовательно, между точками **2** и **3** *существует непрерывность цепи.*

Таким образом, мы можем утверждать, что контакт реле ВД замкнут, также как и контакт термореле. Более того, мы теперь наверняка знаем, что все соединения (кабели, провода...) между точками **2** и **3** также исправны.

Кроме того, из результатов измерения мы можем заключить, что катушка контактора С находится в исправном состоянии, поскольку нулевой потенциал свободно проходит через нее (она представляет из себя ни что иное, как длинный медный провод).

В результате, данные измерения, без риска ошибиться, позволяют утверждать, что все точки схемы, расположенные выше точки 1, имеют потенциал 24 В, а все точки, лежащие ниже точки 2, имеют нулевой потенциал. Мы можем также быть уверенными в том, что контактор С заработает при замыкании контакта реле НД.

Случай № 2: *Вольтметр показывает разность потенциалов* 0 В (*см. рис. 54.11*).

Так как потенциал точки 1 равен 24 В, это позволяет нам утверждать, что потенциал точки **2** не равен 0 В (иначе вольтметр показывал бы 24 – 0 = 24 В).

Поскольку потенциал точки **2** не равен 0 В, то есть потенциалу точки **3**, это обязательно говорит о *наличии* по крайней мере, еще одного обрыва между этими двумя точками (допустим, например, что разомкнут контакт термореле).

Потенциал 0 В, имеющийся в точке **3**, без проблем проходит через медный провод катушки контактора и в точке **4** он также равен 0 В. С другой стороны, если контакт термореле разомкнут, то в точке **5** *нулевой потенциал отсутствует*, поскольку он не может пройти через контакт термореле!

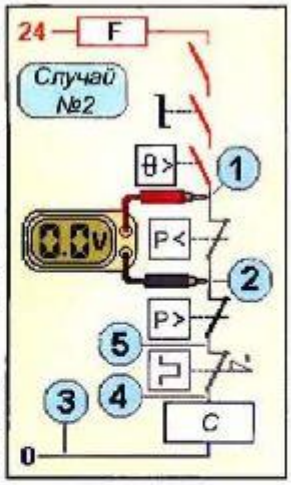


Рис. 54.11.

Итак, между точками **2** и **5** нет никакого потенциала (ни 0 В, ни 24 В), потому что на концах отрезка 2-5 имеются разрывы цепи.

Закрепить один из зажимов вольтметра в точке **2**, это все равно, что оставить его на столе в помещении или бросить на открытом воздухе!

Поэтому вольтметр, у которого к электрической цепи подключен только один зажим, всегда будет показывать 0 В (*см. рис. 54.12*).

Таким образом, можно утверждать, что на любой электрической клемме могут быть реализованы 3 возможных значения потенциала:

- Потенциал напряжения питания (как правило, 24 или 220 В) который мы будем называть "фазой".
- Нулевой потенциал, который мы называем "нейтралью" (нулевым проводом).
- Отсутствие потенциала, которое мы назовем "ничто".

Рис. 54.12.

Если вольтметр показывает какое-то напряжение (например, 24 В), то независимо от того, в каких точках управляющей цепи производится измерение, мы сможем утверждать, что измеряем напряжение между фазой и нейтралью (24 – 0 = 24 В).

И напротив, если вольтметр показывает 0 В, мы абсолютно ничего не сможем утверждать. Действительно, вольтметр может измерять напряжение:

- Между двумя одинаковыми фазами (24 – 24 = 0 В)
- Между двумя нулевыми проводами (0 - 0 = 0 В)
- Между фазой и ничем (24 – «ничто» = 0 В)
- Между ничем и ничем (0 – 0 = 0 В).

Вот почему, когда мы будем искать неисправность с помощью вольтметра, мы всегда должны размещать его так, чтобы он показывал напряжение, так как только в этом случае мы будем уверены в наличии фазы и нуля. Дальше поиск неисправности сведется к нахождению разрыва в цепи (то есть момента, когда показания изменятся от 24 В до 0 В), который может быть как на фазе, так и на нулевом проводе.

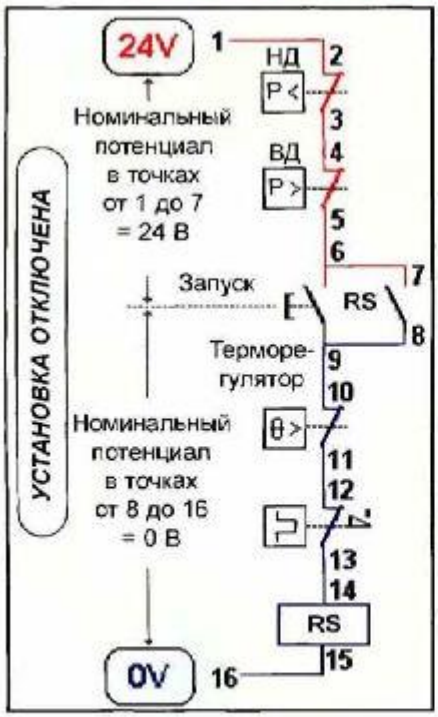


Рис. 54.13.

Чтобы уточнить эти условия, возьмем другой пример. Рассмотрим теперь схему *на рис. 54.13.* представляющую предохранительную цепь с реле ВД и НД, терморегулятором и термореле.

При выключенной схеме катушка **RS (14-15)** не запитана. *В отсутствие неисправностей нормальный потенциал* в точках 1-7 равен 24 В, а в точках 8-16 равен 0 В.

Если в этот момент нажать кнопку "запуск" **(6-9)**, фаза поступит в точку 14, катушка **RS** получит питание и перейдет на режим самоудержания контактами **RS (7-8)**. Поэтому катушка останется под напряжением, когда вы отпустите кнопку "запуск".

Потенциал точек от 8 до 14, при выключенной схеме равный 0 В, станет равным 24 В. Тогда точки от 1 до 14 будет иметь потенциал 24 В, а точки 15 и 16 останутся с нулевым потенциалом.

Рассмотрим теперь, как действовать при поиске неисправности, если после нажатия на кнопку "запуск" катушка RS не срабатывает (*вы имеете полное право поразмышлять, прежде чем читать дальше*).

Для того, чтобы отыскать неисправность, мешающую работе катушки RS, мы выполним все необходимые измерения *без нажатия на кнопку пускателя*. Мы советуем также зафиксировать базовую точку измерения (на фазе или нулевом проводе) с помощью зажима типа "крокодил". Так мы сможем работать с максимальным удобством, оставляя одну руку постоянно свободной.

1) Поиск неисправности на фазе (например, обрыв в цепи реле ВД 4-5).

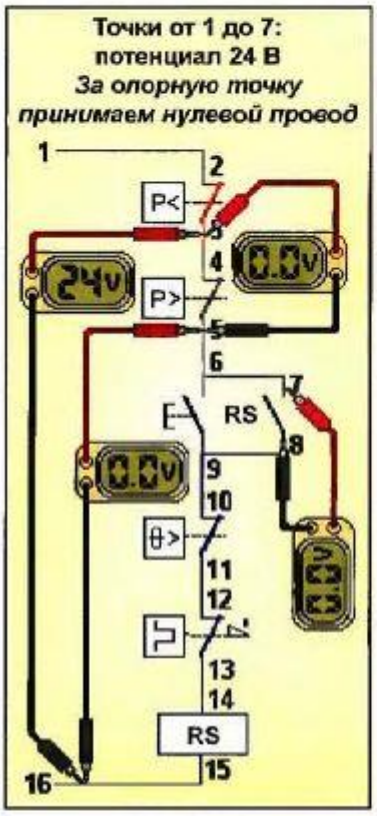


Рис. 54.14.

Поскольку нормальный потенциал в точках от 1 до 7 соответствует потенциалу фазы (здесь это 24 В), *возьмем в качестве базовой точки точку на нулевом проводе*, например, точку 16, в которой зафиксируем один из проводов вольтметра.

Чтобы уменьшить число замеров, используем способ замеров посередине, с которым мы познакомились выше (*см. рис. 54.14*).

Второй провод вольтметра подключим, например, к точке 4 (нормальный потенциал 24 В). Если вольтметр покажет 24 В, это позволит нам утверждать, *что выше точки 4 все нормально* (питание 24 В приходит на схему, реле НД замкнуто и вся проводка исправна).

Теперь коснемся вторым проводом вольтметра, например, точки 5, на выходе из реле ВД, где показание вольтметра будут равны 0. Мы сможем заключить, что фаза, имеющаяся в точке 4, не проходит через контакты реле ВД, следовательно контакты разомкнуты.

Остается только найти причину того, что они разомкнуты.

Примечание: Поскольку кнопка "запуск" отжата и катушка RS не работает, вольтметр, помещенный между точкой 4 (потенциал 24 В) и точкой 5 (потенциал "ничто") будет показывать 0 В.

С другой стороны, если при нажатой кнопке "запуск", вольтметр, помещенный между точками 4 и 5 покажет 24 В, это будет признаком того, что потенциал точки 5 равен 0 В. Следовательно, никаких других разрывов по линии 16-9-6-5 нет (катушка RS исправна, термореле и терморегулятор замкнуты, контакты кнопки работают нормально и все провода, соединяющие эту аппаратуру, исправны).

Конечно, вольтметр, помещенный между точкой 7 (потенциал "ничто") и точкой 8 (или другой точкой цепи) будет всегда показывать 0 В.

2) Поиск неисправности в нулевом проводе (например, при разрыве контакта 12-13).

Если 24 В нормально доходят до точек 6 и 7, а нажим на кнопку пускателя не приводит к срабатыванию катушки RS, неисправность действительно находится между точками 8 и 16.

Чтобы проверить эти точки, *нормальный потенциал которых равен 0 В, возьмем в качестве опорной какую-либо точку на фазе (например, точку 1)*, на которой закрепим один из проводов вольтметра (*см. рис. 54.15*).

Поскольку нормальный потенциал в точках от 8 до 16 составляет 0 В, *возьмем в качестве базовой точки точку на фазовом проводе*, например, точку 1, в которой зафиксируем один из проводов вольтметра.

Для контроля опорной точки вторым проводом вольтметра коснемся точки 16, вольтметр должен показать 24 В (эта проверка позволяет быстро убедиться в том, что в точке 1 действительно присутствует фаза и что питание на схему подано).

Далее, чтобы уменьшить число замеров, измерение начнем "от середины".

Коснемся вторым проводом, например, точки 12. Поскольку нормальный потенциал этой точки равен 0 В, вольтметр должен был бы показать 24 В. Однако он показывает 0 В, а это значит, что нулевой потенциал не попадает в точку 12, следовательно вниз от точки 12 *имеется разрыв цепи* (или разомкнуто термореле, или оборван провод катушки RS, или имеется обрыв в проводах, соединяющих эту аппаратуру).

Тогда второй провод подключаем к выходу термореле (точка 13). Вольтметр показывает 24 В и мы можем утверждать, что потенциал 0 В действительно имеется в точке 13 (следовательно, между точками 13 и 16 никаких разрывов нет).

Поскольку имеющийся в точке 13 потенциал 0 В не проходит в точку 12, мы можем утверждать, что контакт термореле разомкнут.

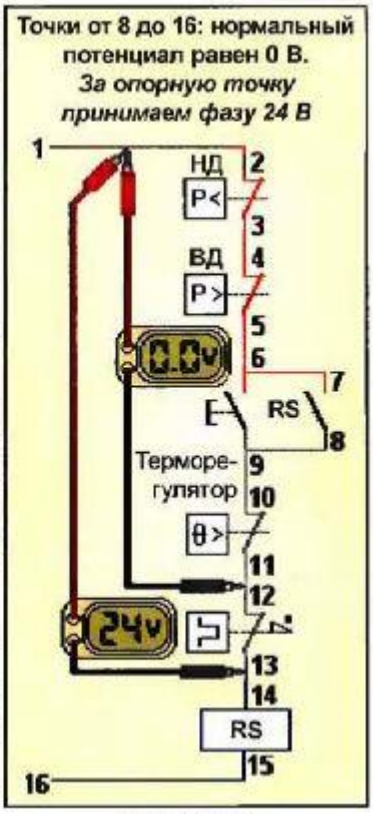


Рис. 54.15.

ЗАПОМНИТЕ! Для прозвонки контактов линии, нормальным потенциалом, которой является фаза, в качестве опорной точки необходимо брать нулевой провод. И напротив, для прозвонки контактов нулевой линии в качестве опорной точки необходимо брать фазу.

54.3. НЕИСПРАВНОСТИ КАТУШКИ ПУСКАТЕЛЯ

Упражнение №1

Прибыв для ремонта схемы, представленной *на рис. 54.15*, вы находите, что катушка RS не работает. При нажатии на кнопку S "запуск" она срабатывает, но тотчас же отключается, как только Вы отпускаете кнопку.

Попытайтесь найти *все гипотезы*, способные объяснить эту неисправность, и способ их проверки с помощью вольтметра.

Упражнение №2

При первом включении схемы (*рис. 54.15*) катушка RS после нажатия на кнопку пускателя не срабатывает. При отпущенной кнопке между контактами 1 и 9 и контактами 16 и 6 имеется напряжение 24 В. При нажатой кнопке между контактами 1 и 9 имеется 0 В, между контактами 16 и 6 имеется 24 В.

Что же могло произойти?

Поскольку нормальный потенциал в точках от 8 до 16 составляет 0 В, *возьмем в качестве базовой точки точку на фазовом проводе*, например, точку 1, в которой зафиксируем один из проводов вольтметра.

Для контроля опорной точки вторым проводом вольтметра коснемся точки 16, вольтметр должен показать 24 В (эта проверка позволяет быстро убедиться в том, что в точке 1 действительно присутствует фаза и что питание на схему подано).

Далее, чтобы уменьшить число замеров, измерение начнем "от середины".

Коснемся вторым проводом, например, точки 12. Поскольку нормальный потенциал этой точки равен 0 В, вольтметр должен был бы показать 24 В. Однако он показывает 0 В, а это значит, что нулевой потенциал не попадает в точку 12, следовательно вниз от точки 12 *имеется разрыв цепи* (или разомкнуто термореле, или оборван провод катушки RS, или имеется обрыв в проводах, соединяющих эту аппаратуру).

Тогда второй провод подключаем к выходу термореле (точка 13). Вольтметр показывает 24 В и мы можем утверждать, что потенциал 0 В действительно имеется в точке 13 (следовательно, между точками 13 и 16 никаких разрывов нет).

Поскольку имеющийся в точке 13 потенциал 0 В не проходит в точку 12, мы можем утверждать, что контакт термореле разомкнут.

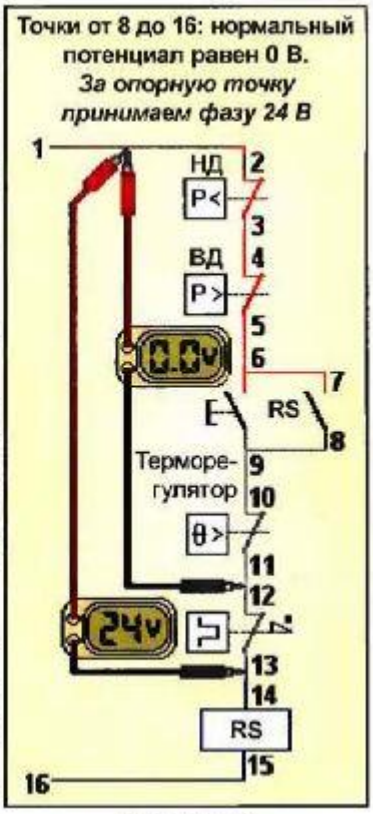


Рис. 54.15.

ЗАПОМНИТЕ! Для прозвонки контактов линии, нормальным потенциалом, которой является фаза, в качестве опорной точки необходимо брать нулевой провод. И напротив, для прозвонки контактов нулевой линии в качестве опорной точки необходимо брать фазу.

54.3. НЕИСПРАВНОСТИ КАТУШКИ ПУСКАТЕЛЯ

Упражнение №1

Прибыв для ремонта схемы, представленной *на рис. 54.15*, вы находите, что катушка RS не работает. При нажатии на кнопку S "запуск" она срабатывает, но тотчас же отключается, как только Вы отпускаете кнопку.

Попытайтесь найти *все гипотезы*, способные объяснить эту неисправность, и способ их проверки с помощью вольтметра.

Упражнение №2

При первом включении схемы (*рис. 54.15*) катушка RS после нажатия на кнопку пускателя не срабатывает. При отпущенной кнопке между контактами 1 и 9 и контактами 16 и 6 имеется напряжение 24 В. При нажатой кнопке между контактами 1 и 9 имеется 0 В, между контактами 16 и 6 имеется 24 В.

Что же могло произойти?

Пункт 54 раздел А. (358-59) стр 1

Как правило студент очень сложно воспринимает эту тему. Но Вы умницы все знаете. Так что легко справитесь с поставленной задачей.

Введение в тему.

Данная неисправность холодильных установок обусловлена отключение системы управления электрическими предохранительными устройствами. Для избежания ошибок в ремонте используем структурный анализ, который позволит сократить время ремонта. Итак в работе электрооборудования возможны только два варианта:

Отключение установки произошло по причине срабатывания предохранительного устройства

Отключение установки произошло по причине короткого замыкания в цепи или пробой на массу.

В первом варианте щит управления может оставаться под напряжением, и поиск неисправности будем находить с помощью вольтметра.

Второй случай требует отключения от цепи , и поиск неисправности будем находить с помощью омметра.

В этой лекции рассмотрим первый случай.

Перед этим вспомним лекцию №18 и 19 в которых мы изучали цепи управления Км.

Повторим:

Вспомните что такое магнитный пускатель. Это устройство для запуска статора электродвигателя. Он имеет магнитную катушку с контактами управления и силовые контакты для замыкания обмоток электродвигателя. Так вот на схеме Козы указаны только сама катушка и контакты управления.

Внешними устройствами служат приборы защиты или управления КМ (прессостаты и термостаты). Они так же имеют управляющие контакты.

Контакты могут быть нормально замкнутые (без напряжения в цепи) и нормально разомкнутые (без напряжения в цепи). При подаче напряжения они меняют свое значение, т.е размыкаются или замыкаются.

В схему входят катушка магнитного пускателя обозначается буквой "С" номером пускателя 1, 2 и т,д, вписанной в прямоугольник. Питание катушки происходит от напряжения 24 В. Значит необходимо два провода питания (24 В и ноль). На схеме они обозначены горизонтальными двумя линиями (в верхней части рисунка и нижней).

Между этими линиями расположены элементы управления этой катушкой "С". В эти элементы входят внешние устройства автоматики и приборы защиты, задающий термостат, т.е. расположенные отдельно от магнитного пускателя. Они располагаются в верхней части схемы управления.

Для каждого элемента имеется своя цепь находящаяся под напряжением (линия горизонтальная нижняя (ноль) и линия горизонтальная верхняя (24 В) на схеме). Вольтметр включают в цепь параллельно цепи питания. Вспомним, что Вольтметр измеряет разность потенциалов. Значит, измерив, напряжение между двумя точками можно судить об исправности элемента цепи. Если все точки цепи, расположены выше элемента цепи имеют потенциал равный напряжению питания, значит все исправно, а при расположение элемента ниже имеют нулевой потенциал. В качестве базового элемента используем нулевую точку. И так если потенциал равен 24 В, то цепь расположенная выше исправна, а ниже имеет неисправность. И наоборот при потенциале 0 В дефект находится в верхней части.

Все это рассмотрено в разделе А. Прочитай внимательно страницу раздела А

Мы рассмотрим в качестве примера учебную схему, состоящую из плавкого предохранителя F, рубильника и сигнальной лампы. Научимся, как работать с вольтметром.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (358) В каком случае происходит проверка цепи управления с помощью вольтметра.

+ в случае срабатывания предохранительного устройства установки

- в случае короткого замыкания цепи

Вопрос 2 (358) При проверке при помощи вольтметра цепь управления находится под

напряжением
+ остается под напряжением
- напряжение снято
Вопрос 3 (359) Что измеряет вольтметр
+ разность потенциалов между двумя точками
- мощность цепи
Вопрос 4 (359) Все точки цепи, связанные между собой имеют
+ один и тот же потенциал
- нулевой потенциал
Вопрос 5 (359) Все точки цепи, расположенные выше элемента цепи (если он исправен) имеют потенциал,
+ равный напряжению питания
- нулевой
Вопрос 6 (359) Все точки цепи, расположенные ниже элемента цепи (если он исправен) имеют потенциал,
+ нулевой
- равный напряжению

Пункт 54 раздел А. (360-61) стр 2
Следующая страница научит нас как работать с вольтметром, при неисправностях этих элементов цепи. Разберем случай лампа погасла а рубильник включен.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (360) Если лампа погасла, а вольтметр подключен между точками нулевого потенциала и выходом из предохранителя (потенциал равен 0 В) то
+ предохранитель сгорел
- предохранитель цел
Вопрос 2 (360) Если лампа погасла, а вольтметр подключен между точками нулевого потенциала и выходом из рубильника (потенциал равен 24 В) то
+ рубильник исправен
- рубильник неисправен
Вопрос 3 (361) Какой метод определения дефекта уменьшит качество измерений
+ измерение через средину схемы
- измерение последовательно каждого элемента цепи
Вопрос 4 (361) Что обеспечивает метод измерение через средину схемы
+ выделит зону, в которой находится дефект
+ выделит зону, в которой находится исправные элементы цепи
- ничего не дает

Пункт 54 раздел А. (362) стр 3
Следующая страница рассматривает случай проверки схемы предохранительных устройств, при не срабатывании контактора «С».
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (362) Если контактор «С» не работает цепи предохранительных устройств, **т**о при подключении вольтметра между нулевым потенциалом и средней точкой он показывает 0 В значит
+ дефект находится выше выбранной точки
- дефект находится ниже выбранной точки
Вопрос 2 (362) Если контактор «С» не работает цепи предохранительных устройств, **т**о при подключении вольтметра между нулевым потенциалом и выходом рубильника он показывает 24 В значит
+ рубильник исправен
- рубильник не исправен
Вопрос 3 (362) Если контактор «С» не работает цепи предохранительных устройств, **т**о при

подключении вольтметра между нулевым потенциалом и входом прессостата НД он показывает 24 В значит
+ ничего нельзя утверждать
- исправен
Вопрос 4 (362) Если контактор «С» не работает цепи предохранительных устройств, то при подключении вольтметра между нулевым потенциалом и выходом прессостата НД он показывает 0 В значит
+ не исправен
- исправен
Пункт 54 раздел А. (363-64обр) стр 4
Следующая страница рассматривает случай неисправности контактной группы пресосстата НД.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (363) Что означает показание вольтметра разности потенциалов 24 В на клеммах контактной группы прессостата НД
+ катушка контактора «С» в рабочем состоянии
+ контакты прессостата НД находятся в разомкнутом состоянии
- катушка контактора «С» в не рабочем состоянии
Вопрос 2 (363) Что означает показание вольтметра разности потенциалов 0 В на клеммах контактной группы прессостата НД
+ контакты термореле находятся в разомкнутом состоянии
+ ничего не можем утверждать
- катушка контактора «С» в не рабочем состоянии
Вопрос 3 (364) Если вольтметр показывает напряжение 24 В, то можно утверждать, что мы меряем
+ напряжение между фазой и нейтралью
- мощность между фазой и нейтралью
Вопрос 4 (364) При поиске неисправности мы должны размещать вольтметр так, чтобы
+ он показывал напряжение питания
- он показывал отсутствие потенциала

Пункт 54 раздел А. (364обр-386обр) стр 5
Следующая страница рассматривает случай поиска неисправности на фазе и в нулевом проводе в случае не срабатывания катушки предохранительного реле RS с элементами цепи контактами прессостами НД и ВД, а так же контактами термореле.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (364) стр5 Потенциал между фазным проводом и элементами цепи предохранительного реле RS до копки запуска при разомкнутой кнопки составляет
+ 0 В
- 24 В
Вопрос 2 (364) стр5 Потенциал между фазным проводом и элементами цепи предохранительного реле RS до копки запуска при нажатии на кнопку составляет
+ 24 В
- 0 В
Вопрос 3 (364) стр5 Потенциал между нулевым проводом и катушкой предохранительного реле RS при нажатии кнопки запуска составляет
+ 0 В
- 24 В
Вопрос 4 (365) При поиске неисправности на фазе за опорную точку принимаем
+ нулевой провод
- фазный провод
Вопрос 5 (366) При поиске неисправности на нейтрале за опорную точку принимаем
+ фазный провод

- нулевой провод

Окончание 6

Вопрос изучения проверки плавких предохранителей с помощью вольтметра изучим на следующей лекции №34. Согласно расписанию уроков.

Лекция № 34 Ремонт цепей управления с помощью омметра.

Пункт 54 раздел Б (стр.369-375).

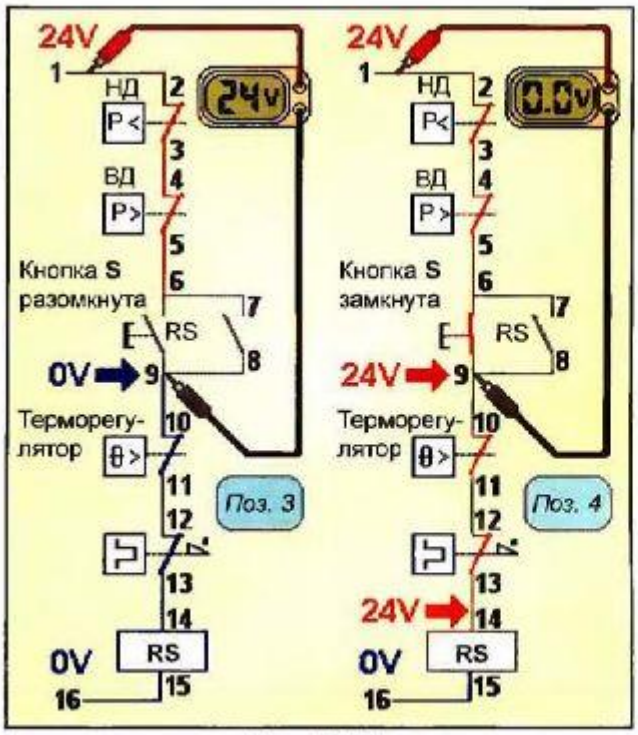


Рис. 54.20.

Кнопка S разомкнута, в точке 1 присутствует 24 В, а в точке 9 имеем 0 В (*см.* **поз. 3** *на рис. 54.20*).

После нажатия на кнопку S, напряжение между точками 1 и 9 меняется с 24 В на 0 В (*см.* **поз. 4** *на рис. 54.20*). Следовательно, это признак того, что контакты кнопки замкнулись, пропустив фазу из точки 6 в точку 9 (24 – 24 = 0 В).

Таким образом, наше первое предположение о неисправности контактов кнопки не подтверждается.

Порассуждаем немного: поскольку фаза легко проходит в точку 9 при нажатии кнопки S, значит она проходит и в точку 14, так как цепь 9-14 исправна.

Это легко проверить, поместив вольтметр между точками 14 и 15, после чего мы увидим, что вольтметр показывает 24 В на клеммах катушки, но реле RS не срабатывает (*см. рис. 54.21*).

Мы могли бы подумать, что в обмотке реле имеется обрыв, однако мы *с уверенностью знаем*, что это невозможно, поскольку обмотка пропускает нулевой потенциал (*см.* **поз. 3** *на рис. 54.20*).

Рис. 54.21.

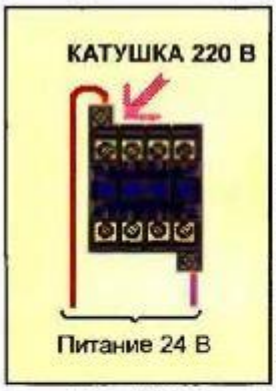


Рис. 54.22.

Итак, обрыва в катушке нет, но реле, запитанное напряжением 24 В, не срабатывает. Значит, либо катушка не оказывает воздействия на сердечник реле по причине механического повреждения (но в этом случае, при подаче напряжения можно было бы отчетливо слышать гудение или вибрации), либо реле не срабатывает потому, что *напряжения питания недостаточно*.

В нашем случае, *поскольку речь идет о первом включении схемы*, скорее всего, электромонтер, по ошибке, поставил реле, рассчитанное на напряжение 220 В (или 380 В), в цепь с напряжением питания 24 В (см. рис. 54.22), которое является слишком слабым и не обеспечивает срабатывание реле (заметим, что, как правило, номинальное напряжение катушки указывается снаружи на корпусе реле).

3) Рассмотрим теперь, как проверить с помощью вольтметра плавкие предохранители.

Иногда случается, что плавкий предохранитель перегорает вследствие резкого возрастания тока, как правило, обусловленного коротким замыканием. После этого вся аппаратура, установленная после предохранителя (реле, контакторы, сигнальные лампы...) перестает работать. Столкнувшись с такой проблемой, многие нерешительные ремонтники разбирают патроны с плавким предохранителем и прозванивают их омметром.

Посмотрим, как можно очень быстро проверить предохранители, ничего не разбирая, с помощью простого вольтметра...

Пусть надо проверить 2 предохранителя, установленных на нулевом проводе (FN) и на фазе (FL) так, как показано на схеме (*рис. 54.23*). Питание подходит по нулевому проводу (1) и фазе (2). Выход на щит с электрооборудованием производится с точек 3 и 4.

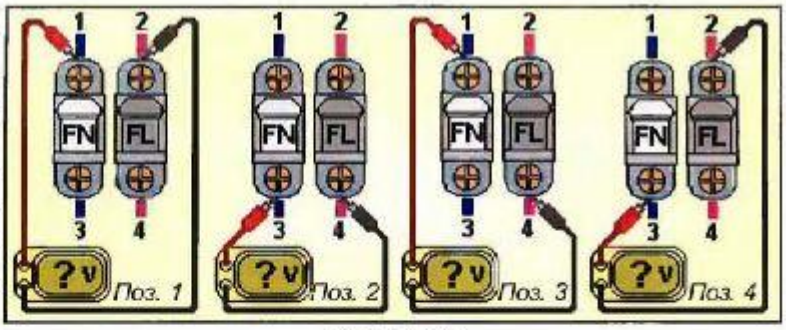


Рис. 54.23.

Поз. 1. Установим вольтметр вверху между точек 1 и 2. Если он показывает 0, значит неисправность находится за пределами схемы и нужно проверить трансформатор. Если напряжение 24 В, значит все нормально и измерения продолжаются.

Поз. 2. Поместим вольтметр между точками 3 и 4 на выходе из предохранителей. Если он показывает 24 В, оба предохранителя целы и неисправность находится в схеме. При 0 В один или оба предохранителя перегорели и измерения продолжаются.

Поз. 3. Установим вольтметр между точками 1 (на входе нуля) и 4 (на выходе фазы). Если он показывает 0, значит фазовый предохранитель FL не пропускает фазу от точки 2 к точке 4: следовательно, можно утверждать, что он перегорел. Если показания вольтметра равны 24 В, значит предохранитель нормально пропускает ток от точки 2 к точке 4, то есть он обязательно исправен.

Поз. 4. Поместим вольтметр между точками 2 (вход фазы) и 3 (выход нуля). Если показания равны 0 В, предохранитель FN не проводит ток от точки 1 к точке 3, следовательно, можно утверждать, что он сгорел. Если вольтметр показывает 24 В, предохранитель нормально проводит ток между точками 1 и 3: можно утверждать, что он исправен.

54.4. УПРАЖНЕНИЯ. Прочие неисправности

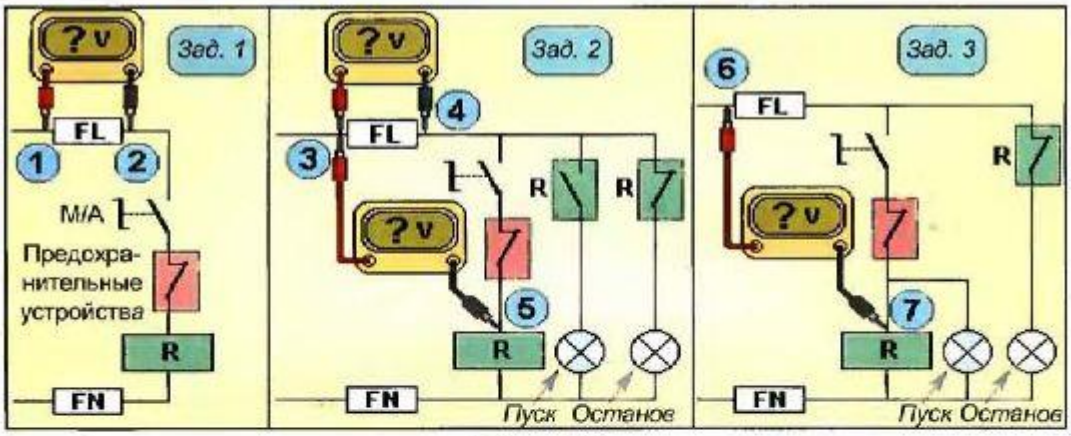


Рис. 54.24.

Зад. 1. Предохранитель FL перегорел. *Все другие элементы исправны.* Что покажет вольтметр между точками 1 и 2, если рубильник M/A (пуск/останов) выключен? А если включен?

Зад. 2. Предохранитель FL перегорел. *Все другие элементы исправны.* Что покажет вольтметр между точками 3 и 4, когда рубильник M/A выключен? *Если вдобавок к этому, в обмотке катушки R имеется обрыв,* что покажет вольтметр между точками 3 и 5 (рубильник M/A выключен и включен)?

Зад. 3. Обмотка катушки R оборвана. *Все другие элементы исправны.* Что покажет вольтметр между точками 6 и 7 при выключенном рубильнике? А при включенном?

Как обычно, ниже приводятся ответы, однако не спешите прочитать их, подумайте...

Решение

Рис. 54.25.

Задача 1. Вновь рассмотрим схему (*см. рис. 54.25*). Предохранитель FL перегорел, но все остальные элементы исправны. То есть потенциал 24 В (например) заблокирован в точке 1 и ни в коем случае не может пройти через предохранитель FL.

Поскольку, за исключением предохранителя, все нормально, нулевой потенциал без проблем проходит FN, обмотку R и предохранительные устройства. То есть потенциал 0 В постоянно находится под рубильником M/A.

Если рубильник M/A выключен, потенциал 0 В не может пройти через него, и потенциал точки 2 суть "ничто". Следовательно, вольтметр покажет 24 – «ничто» = 0 В.

Если рубильник M/A включен, потенциал 0 В поступает в точку 2 и тогда вольтметр покажет 24 – 0 = 24 В.

Во всех случаях, когда на концах предохранителя появляется напряжение, это означает, что предохранитель сгорел. Однако, если напряжение на концах предохранителя отсутствует, это вовсе не обязательно означает, что предохранитель исправен.

Задача 2. Рассмотрим теперь схему *на рис. 54.26.* Предохранитель FL сгорел. Значит 24 В присутствует в точке 3 и не может пройти в точку 4.

Обмотка реле R не запитана, реле сработать не может и его нормально замкнутый контакт R, включенный в схему последовательно с сигнальной лампой "Останов" (см. поз. 5), обязательно замкнут. Но лампа – ни что иное, как обычное сопротивление, поэтому потенциал 0 В постоянно присутствует в точке 4 и вольтметр покажет 24 В независимо от положения рубильника M/A.

Если обмотка R оборвана и рубильник M/A выключен, потенциал точки 6 суть "ничто" и вольтметр покажет 0 В. С другой стороны, если рубильник включен, потенциал 0 В, имеющийся в точке 4, может пройти в точку 6 и в этот момент вольтметр покажет 24 В.

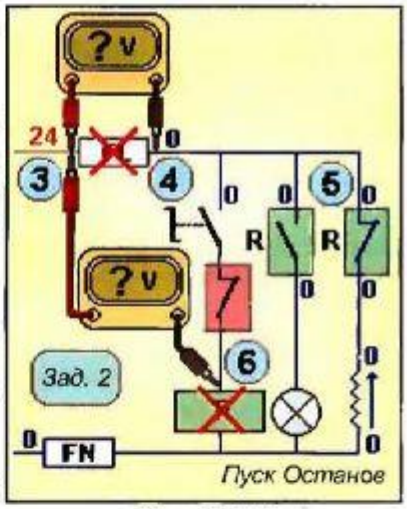


Рис. 54.26.

Задача 3. Рассмотрим схему *на рис. 54.27.* Обмотка реле R оборвана и рубильник включен, нормально замкнутый контакт реле R замкнут и сигнальная лампа остановки горит. Потенциал 0 В без проблем проходит через сопротивление сигнальной лампы пуска и находится в точках 7 и 8.

Рис. 54.27.

Поэтому вольтметр показывает 24 В, *хотя катушка реле оборвана.* Заметим, что если нормально разомкнутый контакт реле R установлен последовательно с сигнальной лампой пуска (в точке 8), нулевой потенциал не сможет пройти в точку 7 и тогда вольтметр будет показывать 0 В.

Если включить рубильник, потенциал 24 В приходит в точки 7 и 8 и сигнальная лампа пуска загорится, хотя реле не сработает. Поэтому, одновременно будут гореть и сигнальная лампа пуска и сигнальная лампа останова. Конечно, вольтметр при этом будет показывать 0 В, потому что потенциалы точек 6 и 7 будут равны 24 В.

Если вы смогли решить эти несколько упражнений не читая подсказок и при этом не попались в коварно расставленные автором ловушки, значит вы все поняли, и в будущем у вас не возникнет никаких проблем при использовании простого вольтметра для обнаружения громадного большинства электрических поломок.

Б) Ремонт с использованием омметра

Этот способ должен быть использован только тогда, когда электрический шкаф (шкаф с электрооборудованием) невозможно оставлять под напряжением (как правило, это относится к случаям замыкания на массу или короткого замыкания в одном из потребителей), так как при этом требуется полное отключение установки от сети.

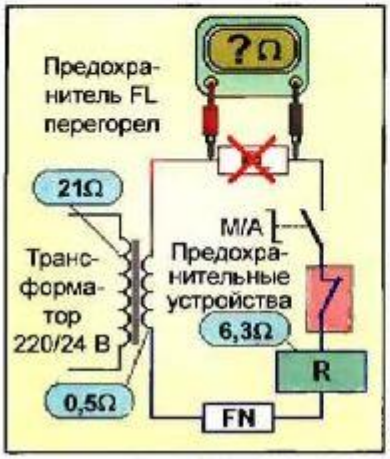


Рис. 54.28.

Чтобы проиллюстрировать проблемы, возникающие при поиске неисправностей с помощью омметра, рассмотрим небольшую схему на рис. 54.28, запитанную через трансформатор 220/24 В. Первичная обмотка трансформатора имеет сопротивление 21 Ом, вторичная – 0,5 Ом и катушка реле R имеет сопротивление 6,3 Ом.

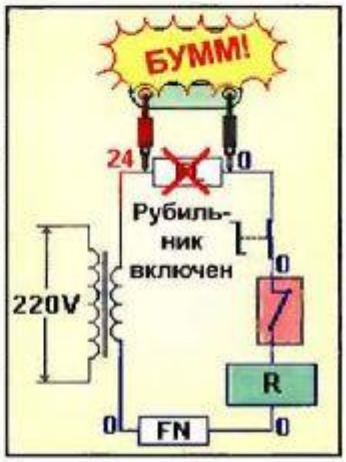


Рис. 54.29.

Перед тем, как подключить омметр, познакомимся на схеме (*рис. 54.29*) с первой опасностью такого способа поиска неисправностей. В самом деле, если схема находится под напряжением, мы видим, что при включенном рубильнике на концах предохранителя имеется напряжение 24 В.

Поэтому, как только мы подключим к предохранителю омметр, он немедленно "задымится" (представьте повреждение в цепи с напряжением 220 или 380 В!). Опасность ошибок так велика, что всегда нужно отключать шкаф от сети.

ПЕРЕД ПОДКЛЮЧЕНИЕМ ОММЕТРА К КОНТУРУ, НЕОБХОДИМО ОБЯЗАТЕЛЬНО УБЕДИТЬСЯ В ТОМ, ЧТО НАПРЯЖЕНИЕ В КОНТУРЕ ОТСУТСТВУЕТ.

54.5 УПРАЖНЕНИЯ. Использование омметра

Упражнение 1. На схеме (*рис. 54.28*) перегорел предохранитель FL. Что покажет подключенный к его концам омметр, когда рубильник выключен и когда включен?

Упражнение 2. На схеме (*рис. 54.30*) сопротивление *холодной* лампочки 18 Ом. Если предохранитель FL тоже перегорел, что покажет подключенный к его концам омметр, когда рубильник выключен и когда включен?

Ответы см. ниже...

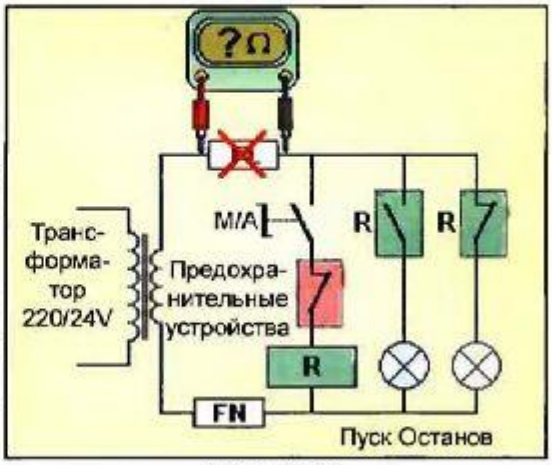


Рис. 54.30.

Решение упражнений

Упражнение 1. Еще раз напомним, что перед подключением омметра *схема должна быть обязательно обесточена.* То есть в этот момент вся установка или ее часть должна быть остановлена (*см. рис. 54.31*).

Рис. 54.31.

Если остановка небольшого агрегата (малая холодильная камера, небольшой кондиционер...) не доставляет больших неудобств, то для больших установок (промышленный холод, кондиционирование производственных и публичных зданий...) это, как правило, не так.

При выключенном рубильнике (*см. рис. 54.32*) электроны, испускаемые элементом питания омметра, не могут циркулировать по схеме. Поэтому омметр покажет сопротивление, равное бесконечности. Перегорание предохранителя можно обнаружить.

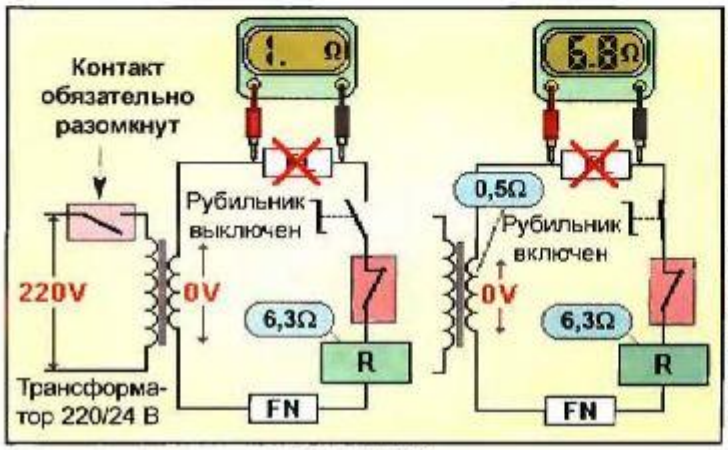


Рис. 54.32.

При включенном рубильнике, сопротивление вторичной обмотки (0,5 Ом) и соединенной с ней последовательно обмотки реле (6,3 Ом), дадут показания омметра, равные полному сопротивлению, то есть 6,3 + 0,5 = 6,8 Ом. Сопротивление первичной обмотки на показания омметра не влияет.

Упражнение 2. *При выключенном рубильнике* (см. схему на рис. 54.33) сопротивление катушки реле R исключается из цепи. Сопротивление вторичной обмотки трансформатора (0,5 Ом) и сигнальной лампочки останова (18 Ом) включены в цепь последовательно. Омметр покажет полное сопртивление, то есть 0,5 + 18 = 18,5 Ом.

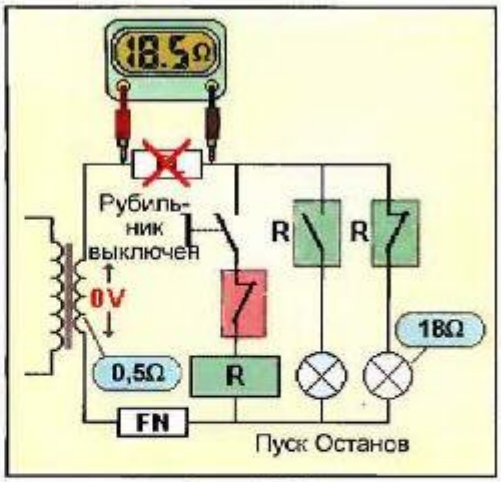


Рис. 54.33.

Перед тем, как посмотреть, что произойдет при включенном рубильнике, напомним, что при параллельном соединении двух сопротивлений R1 и R2 полное сопротивление (Rt), получаемое в результате такого соединения, будет равно произведению R1 на R2 деленному на сумму R1 + R2 (*см. рис. 54.34*).

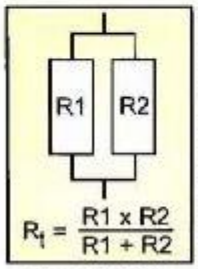


Рис. 54.34.

Отметим, что полное сопротивление Rt соединенных параллельно нескольких сопротивлений всегда меньше самого малого из всех этих сопротивлений (10 Ом, соединенных параллельно с 15 Ом, дадут полное сопротивление Rt = 150 / 25 = 6 Ом). Заметим также, что полное сопротивление двух параллельно соединенных одинаковых сопротивлений равно половине одного из этих сопротивлений (10 Ом, соединенные параллельно с 10 Ом дадут полное сопротивление Rt = 100 / 20 = 5 Ом).

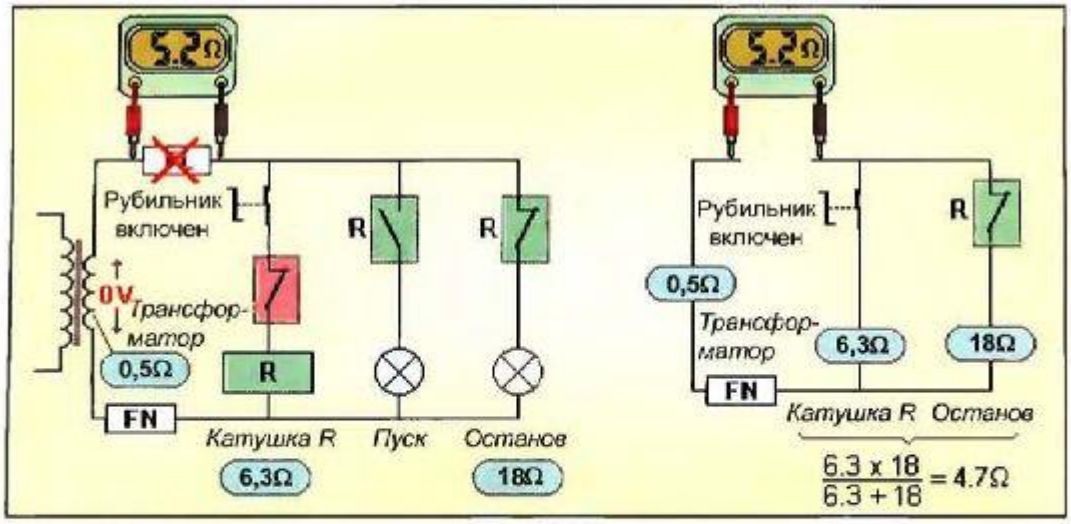


Рис. 54.35.

При включенном рубильнике, катушка R соединена параллельно с сигнальной лампочкой останова (см. рис. 54.35). Тогда полное сопротивление этих потребителей будет равно 4,7 Ом. Поскольку сопротивление 4,7 Ом включено в цепь последовательно с вторичной обмоткой трансформатора, полное сопротивление схемы равно 4,7 + 0,5 = 5,2 Ом. Следовательно, эту величину и покажет омметр.

Итак, чем больше будет в схеме параллельно соединенных элементов, тем меньше будет сопротивление, показываемое омметром (это иногда приводит к ошибочному заключению о том, что контакт замкнут, так как измеряемое сопротивление оказывается очень низким).

Поэтому, перед подключением омметра к какому-либо элементу, обязательно нужно отключить от этого элемента, как минимум, один провод. ***Это единственный способ избежать ошибок*** (*см. рис. 54.36*).

Рис. 54.36.

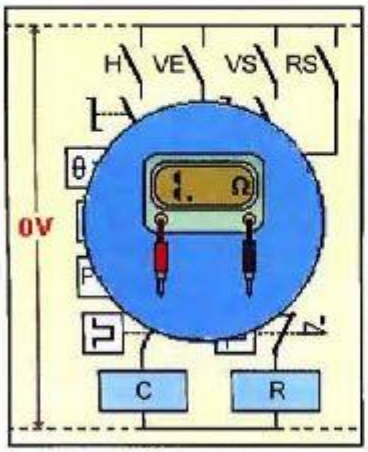


Рис. 54.37.

Конечно, нужно также всегда отключать питание, и для прозвонки какого-либо потребителя одну из его клемм оставлять свободной.

Таким образом, чтобы прозванивать цепь контактов омметром, необходимо каждый раз отключать одну из двух клемм очередного контакта, а потом вновь подключать к ней провода, что всегда является гораздо более длительной и нудной процедурой по сравнению с проверкой цепи с помощью вольтметра (*см. рис. 54.37*)!

Рис. 54.38.

Напомним также, что при проверке конденсаторов (*см. рис. 54.38*), перед тем, как дотрагиваться до их выводов и подключать к ним измерительную аппаратуру, их необходимо разрядить.

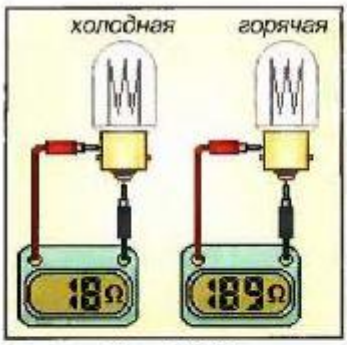


Рис. 54.39.

Наконец, отметим следующее. При формулировке упражнений мы говорили о сопротивлении *холодной* лампы. Это упоминание заслуживает небольшого пояснения. Действительно, волосок лампы накаливания имеет температуру свыше 2000°С, когда лампа горит. Однако, с ростом температуры, сопротивление волоска повышается.

Так, для обычной лампы накаливания ее сопротивление в нагретом состоянии примерно в 10 раз больше сопротивления холодной лампы (см. рис. 54.39). Поэтому, в нашем примере, лампа, имеющая в *холодном* состоянии сопротивление, например 18 Ом, будучи *нагретой,* повышает свое сопротивление до 190 Ом.

Отметим также, что при подаче напряжения на холодную лампу, сопротивление которой в 10 раз меньше горячей, потребляемый ею ток становится в 10 раз больше (к счастью, продолжительность действия такого броска тока крайне короткая).

Поиск электрических неисправностей должен проводиться преимущественно с помощью вольтметра с тем, чтобы ускорить процесс выявления незамкнутых контактов или обрыва проводов в потребителях. Очень практичным при этом является метод поиска дефектов "от середины".

Если ремонтник не имеет в своем распоряжении схемы электрооборудования (или если в схеме полно ошибок), метод вольтметра все равно остается лучшим решением. Действительно, достаточно немного здравого смысла и экспериментов, чтобы, несмотря ни на что, достичь желаемого результата. Поиск неисправностей при этом просто будет немного дольше.

Использование омметра должно быть задействовано только в исключительных случаях, когда установку нельзя оставлять под напряжением. Это будут случаи, когда подача напряжения на установку приводит к срабатыванию дифференциального автомата тока утечки (один из элементов замкнуло на массу), перегоранию плавкого предохранителя или срабатыванию автомата защиты (короткое замыкание в одном из элементов цепи).

Омметр потребуется также, если вы захотите проверить обмотку электродвигателя или конденсатор, или отыскать нужные клеммы в аппаратуре с большим количеством выводов (например, пусковое реле или многоступенчатый термостат).

Вам не остается ничего другого, как использовать для ремонта вольтметр, чтобы на практике убедиться в справедливости наших рекомендаций. Если вначале вы будете немного нерешительны, не падайте духом и будьте настойчивы: вы очень быстро восстановите потерянное время!

Отметим, что профессиональный монтер подключает вход любого потребителя либо сверху, либо слева (подключение производится в том же порядке, в котором мы читаем книгу, то есть слева направо и сверху вниз, см. схему *на рис. 54.40*).

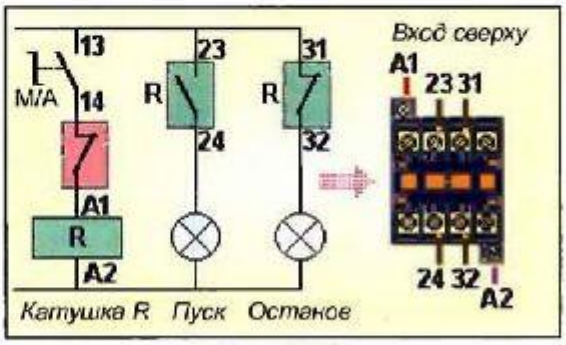


Рис. 54.40.

Пункт 54 раздел Б. (370-371) стр 1 доб 369обр

На первой странице мы проложим изучение вопроса ремонт цепей управления с помощью вольтметра. Вопрос проверки плавких предохранителей.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (369) Что вызывает перегорание плавкого предохранителя

+ резкое возрастания тока

+ короткое замыкание

- слабое возрастания тока

Вопрос 2 (370) Что указывает, если вольтметр показывает 24 В между нулевым проводом предохранителя FN и фазным предохранителем FL на их выходе

+ оба предохранителя целы

- один или оба предохранителя перегорели

Вопрос 3 (370) Что указывает, если вольтметр показывает 0 В между входом нулевого предохранителя FN и фазным предохранителем FL на выходе

+ фазный предохранитель перегорел

- фазный предохранитель цел

Вопрос 4 (370) Что указывает, если вольтметр показывает 24 В между выходом нулевого предохранителя FN и фазным предохранителем FL на входе

+ нулевой предохранитель цел

- фазный предохранитель перегорел

Пункт 54 раздел Б. (372-373) стр 2

В этой лекции рассмотрим случай: Отключение установки, произошло по причине короткого замыкания в цепи или пробой на массу.

Это случай требует отключения от цепи, и поиск неисправности будем находить с помощью омметра.

Для проверки с помощью данного способа необходимо знать какое сопротивление может иметь каждый элемент цепи. Вспомним, что при последовательном включение элементов сопротивления складывают, а при параллельном равно произведению двух элементов деленное на сумму этих элементов. Чем больше будет в цепи параллельно соединенных элементов, тем меньше будет сопротивление. Не забудем что при проверке конденсатора, его предварительно необходимо разрядить. А сопротивление нагретых элементов всегда выше холодных.

Все это рассмотрено в разделе Б . В качестве упражнений для решения неисправностей рассмотрено как перегорание предохранителя и проверка сигнальной лампы.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (372) В каком случае происходит проверка цепи управления с помощью омметра

+ в случае короткого замыкания цепи

+ в случае короткого пробоя на массу цепи

- в случае срабатывания предохранительного устройства установки

Вопрос 2 (372) При проверке при помощи омметра цепь управления находится под напряжением

+ напряжение снято

- остается под напряжением

Вопрос 3 (373) Какое будет показание омметра при проверке перегоревшего предохранителя, если он вынут из цепи

+ бесконечности

- нулю

Вопрос 4 (373) Полное сопротивление двух параллельно включенных сопротивлений равно

+ их произведению, деленному на их сумму

- их сумме, деленному на их произведение

Вопрос 5 (373) Полное сопротивление соединенных нескольких сопротивлений всегда

+ меньше самого малого

- больше самого малого

Пункт 54 раздел Б. (374-375) стр 3

На этой странице мы проложим изучение вопроса ремонт цепей управления с помощью омметра. Дается обобщение всех неисправностей связанных с проверкой цепей управления. По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (374) Чем будет больше в схеме параллельных соединенных элементов, тем

+ меньше будет сопротивление показываемое омметром

- больше будет сопротивление показываемое омметром

Вопрос 2 (374) Что увеличивает время проверки неисправностей с помощью омметра

+ отключение одной из двух клемм очередного контакта, а потом вновь подключать к ней провода

- отключать питание

Вопрос 3 (375) Что происходит с сопротивлением лампы накаливания, если она будет нагретой

+ оно увеличится

- оно уменьшится

Вопрос 4 (375) Входа любого потребителя осуществляется

+ подключением сверху

+ подключение слева

- подключением снизу

Окончание 4

Эта страница является окончанием лекции №34. И так мы рассмотрели тему касающуюся неисправности холодильных установок вызванных отключение системы управления электрическими предохранительными устройствами.

Для избежания ошибок в ремонте использовали структурный анализ, который позволил сократить время ремонта.

Мы узнали, что в работе электрооборудования возможны только два варианта:

Отключение установки произошло по причине срабатывания предохранительного устройства

Отключение установки произошло по причине короткого замыкания в цепи или пробой на массу.

В первом варианте щит управления может оставаться под напряжением, и поиск неисправности находиться с помощью вольтметра. Второй случай требует отключения от цепи, и поиск неисправности находиться с помощью омметра

Более практичным признан способ поиск неисправностей с помощью вольтметра.

Использование омметра считается резервным для исключительных случаев.

Только практический опыт даст вам навыки в поиске этих неисправностей. В нашем учебном процессе поиск неисправностей с помощью вольтметра запрещен по технике безопасности. Но и теоретический материал позволит Вам изучить эту тему.

Следующая лекция№35 будет посвящена силовым цепям электрооборудования. Смотри расписание уроков.

Лекция№35 Силовые цепи электрооборудования. Падение напряжения сети.

Пункт 55 раздел 1,2 (376-379)

55. РАЗЛИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

1) Какие последствия может вызвать повышенное напряжение в сети!

Все производители электроаппаратуры приводят допустимый диапазон изменения напряжения питания, в пределах которого их аппаратура работает нормально. Например, если прибор может работать при напряжении 220 В ± 10%, это означает, что *минимальное* напряжение его питания составляет 220 – 22 = 198 В, а *максимальное* 220 + 22 = 242 В. Понятно, что если напряжение питания ниже 198 В или выше 242 В, разработчик не может гарантировать нормальную работу своего прибора.

Проблему повышенного напряжения достаточно легко понять, потому что во всех случаях, каким бы ни был тип потребителя, перенапряжение всегда приводит к росту потребляемого тока. Если перенапряжение значительное, или продолжительное по времени, защита потребителя от перегрева является задачей тепловых и электромагнитных предохранительных устройств. Если перенапряжение слабое, короткое или редко возникающее, потребителю, как правило, ничто не угрожает.

С другой стороны, если перенапряжение очень значительное (например, при грозовом разряде оно может превышать многие миллионы Вольт), всплеск силы тока может быть таким, что потребитель сгорит, прежде чем на этот всплеск среагируют предохранительные устройства.

Рис. 55.1.

Если на лампочку напряжением 24 В / 3 Вт подать 24 В (*см. рис. 55.1*), она горит, потребляя мощность 3 Вт. Однако, если на нее подать напряжение 240 В (то есть в 10 раз больше), она мгновенно перегорает. Это происходит потому, что потребляемая мощность пропорциональна квадрату напряжения ($P = U^2 / R$). Таким образом, подключая лампочку к источнику питания с напряжением, в 10 раз большим номинального, мы заставляем ее поглощать мощность, возросшую в 100 раз (то есть 300 Вт, что соответствует небольшому электронагревателю).

2) Какие последствия может вызвать падение напряжения в сети!

В случае падения напряжения, проблема определения последствий гораздо более сложная, поскольку последствия зависят от типа потребителя электроэнергии. В общем, можно выделить две основные категории потребителей: *типа сопротивления и типа двигателя.*

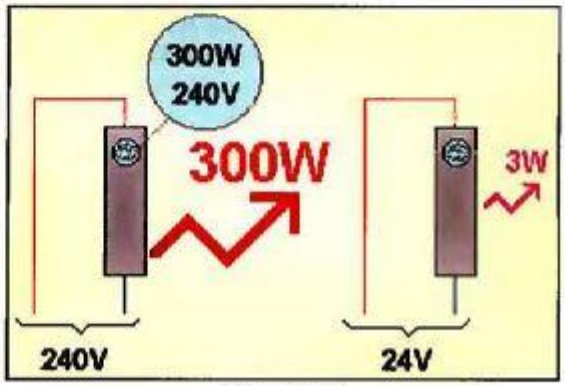


Рис. 55.2.

Для потребителя типа сопротивления, падение напряжения всегда приводит к эквивалентному снижению потребляемого тока (напомним закон Ома: $I = U / R$).

Так, при низком напряжении, сопротивление потребляет более слабый ток, что не влечет за собой абсолютно никакой опасности его повреждения. Например (*см. рис. 55.2*), сопротивление, потребляющее 300 Вт при 240 В, будет потреблять только 3 Вт, если оно находится под напряжением 24 В! Конечно, это может быть очень плохо, если речь идет, например, об электронагревателе картера компрессора!

Для потребителя типа двигателя необходимо различать двигатели, приводящие в действие устройства с большим моментом сопротивления (*см. рис. 55.3*), например, поршневые холодильные компрессоры, и приводные двигатели механизмов с низким моментом сопротивления (например, осевой вентилятор, для вращения которого достаточно легкого дуновения ветра).

Центробежные вентиляторы находятся между этими двумя категориями, однако большинство из них имеет такие характеристики, с которыми трудно выдержать заметное падение напряжения питания. Поэтому их, как правило, относят к категории агрегатов с большим моментом сопротивления.

Рис. 55.3.

Рис. 55.4.

Прежде всего вспомним, что момент на валу двигателя, то есть его способность приводить в движение какой-либо агрегат, зависит от квадрата напряжения питания.

Так, если двигатель предназначен для работы при напряжении 220 В, то в случае падения напряжения до 110 В (то есть в 2 раза меньше), его крутящий момент на валу упадет в 4 раза (*см. рис. 55.4*).

Если во время падения напряжения *момент сопротивления приводимого агрегата очень велик* (например, у компрессора), двигатель останавливается. При этом он начинает потреблять ток, равный величине пускового тока, и это происходит в течение всего периода вынужденной остановки. В результате, двигатель опасно перегревается и остается только надеятся, что встроенная защита или тепловое реле защиты очень быстро отключат питание.

С другой стороны, *если момент сопротивления приводимого устройства низкий* (например, у небольшого осевого вентилятора), снижение напряжения питания обусловливает уменьшение скорости вращения, потому что мотор при этом имеет меньшую располагаемую мощность.

Как раз именно это свойство используется в большинстве многоскоростных двигателей, вращающих вентиляторы в индивидуальных кондиционерах (*см. рис. 55.5*).

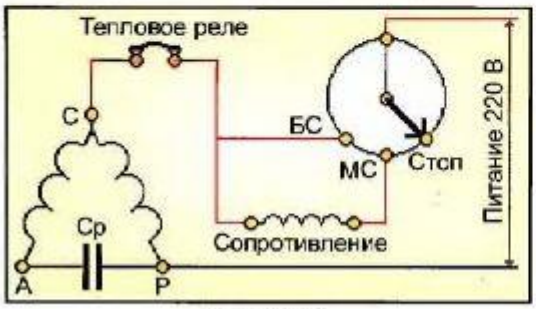


Рис. 55.5.

В положении БС (большая скорость) сопротивление замкнуто накоротко и к мотору подается 220 В. Он вращается с номинальной скоростью.

В положении МС (малая скорость) сопротивление включено последовательно с обмоткой двигателя, что обусловливает заметное падение напряжения на двигателе. Крутящий момент на валу падает, и вентилятор вращается с пониженной скоростью.

При этом падает и потребляемый ток. Это свойство широко используется при изготовлении электронных регуляторов скорости на основе тиристоров, специально предназначенных для регулирования давления конденсации путем изменения скорости вращения осевых вентиляторов, устанавливаемых в конденсаторах с воздушным охлаждением (см. рис. 55.6).

Эти регуляторы, называемые иногда вентилями тока или преобразователями, работают, как и большинство регуляторов-ограничителей, по принципу "срезания" части амплитуды переменного тока.

Поз. 1. Высокое давление конденсации, регулятор скорости полностью пропускает полупериоды сети. Напряжение на клеммах двигателя (соответствующее заштрихованной области) равно напряжению в сети и двигатель вращается с максимальной скоростью, потребляя номинальный ток.

Поз. 2. Давление конденсации падает, в действие вступает регулятор, срезая часть каждого полупериода, поступающего на вход двигателя (в каждом полупериоде он на короткое мгновение отключает питание). Среднее напряжение на клеммах двигателя падает (см. заштрихованную область) и скорость, также как и потребляемый ток, падают.

Поз. 3. Если среднее напряжение становится настолько слабым, что крутящий момент двигателя оказывается меньше, чем момент сопротивления вентилятора, мотор останавливается и начинает греться. Поэтому регуляторы скорости, как правило, настраиваются на предельно допустимое значение минимальной скорости.

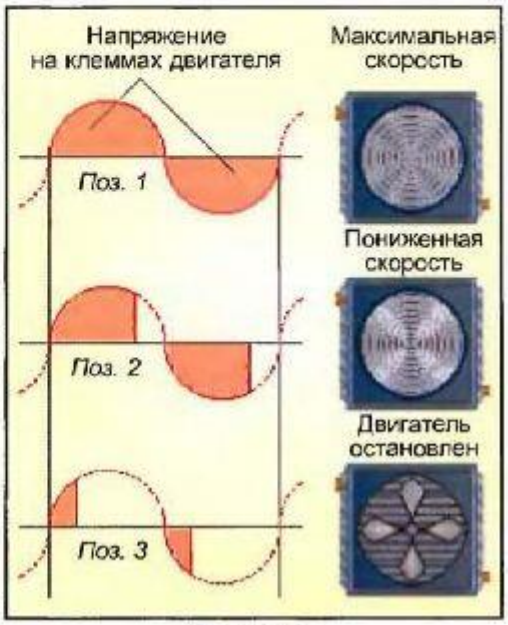


Рис. 55.6.

Примечание. Метод "срезания" части амплитуды переменного тока может использоваться только тогда, когда однофазные двигатели предназначены для привода агрегатов с низким моментом сопротивления. Если речь идет о трехфазных двигателях (для привода машин с большим моментом сопротивления), то нужно использовать многоскоростные двигатели *(см. раздел 65)* или частотные преобразователи, гораздо более дорогостоящие и громоздкие, либо двигатели постоянного тока (эти два типа оборудования используются с приборами типа "Инвертор").

Падение напряжения может происходить и в сети внешней энергосистемы: мы хорошо знаем последствия кратковременного отключения напряжения или падения напряжения, которые приводят к снижению яркости освещения. Мы знаем также, что необходимо соблюдать правила подбора сечения питающих проводов, чтобы ограничить падение напряжения на них до приемлемой величины. Однако, иногда падение напряжения может иметь и другие причины, не относящиеся напрямую к потерям напряжения в подводящих проводах.

Рис. 55.7.

Например, катушка электромагнита реле 24 В (вполне обычная), позволяющая управлять небольшим контактором, представленным на рис. 55.7, в момент срабатывания электромагнита потребляет ток 3 А, а в режиме удержания потребляемый ток составляет 0,3 А (то есть в 10 раз меньше).

То есть электромагнит при включении потребляет ток, равный десятикратному току режима удержания. Хотя продолжительность включения очень короткая (около 20 мс), это иногда может оказывать заметное влияние в больших командных цепях, имеющих много контакторов или реле. Действительно, рассмотрим схему на рис. 55.8.

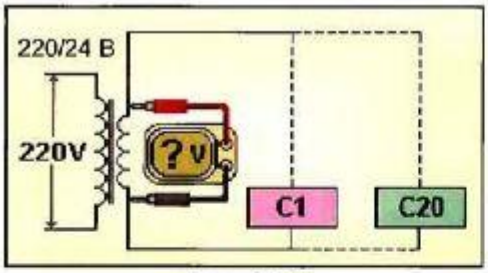


Рис. 55.8.

В ней установлено 20 контакторов, от C1 до C20 (поскольку размеры страницы ограничены, контакторы с C2 по C19 на схеме не показаны).

После выключения тока все 20 контакторов находятся в ждущем режиме. Как только ток включится, они *одновременно* сработают.

Поскольку каждый контактор потребляет при срабатывании 3 А, через вторичную обмотку трансформатора пойдет ток, равный 3 x 20 = 60А!

Если вторичная обмотка имеет сопротивление 0,3 Ом, *то падение напряжения* на ней в момент срабатывания контакторов составит 0,3 x 60 = 18 В. Тогда напряжение питания контакторов составит всего 6 В (*см. рис. 55.9*), и они могут не сработать.

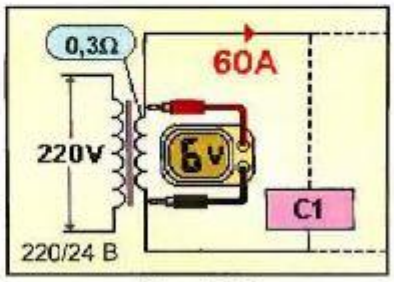


Рис. 55.9.

При этом, и трансформатор, и проводка будут *сильно перегреваться*, а контакторы начнут гудеть, но не смогут перебросится в режим удержания, что будет продолжаться до тех пор, пока не сгорит предохранитель или не сработает автомат защиты.

Если вторичная обмотка трансформатора имеет сопротивление 0,2 Ом, в момент включения питания контакторов падение напряжения на ней составит 0,2 x 60 = 12 В. Контакторы при этом будут запитаны только 12 В вместо 24 В, и утверждать, что они сработают, нет никаких оснований. Если же они не сработают, ток в цепи останется аномально высоким, также как и в предыдущем примере.

Проблема сопротивления вторичной обмотки объясняет, почему напряжение холостого хода на выходе трансформатора более значительное, чем напряжение под нагрузкой. Чем больше потребляемый ток, тем ниже выходное напряжение.

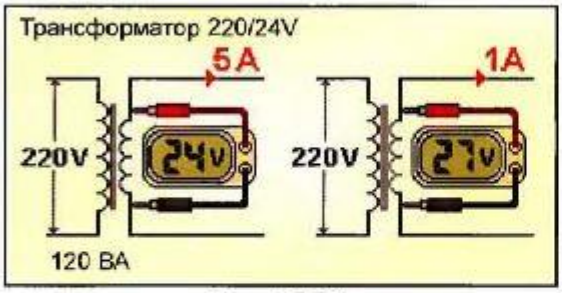


Рис. 55.10.

В примере *на рис. 55.10* трансформатор 220/24 В имеет мощность 120 ВА и запитан напряжением 220 В.

Когда трансформатор выдает ток 5 А, замер выходного напряжения дает нам величину 24 В (24 x 5 = 120 ВА).

Однако, когда потребляемый ток падает до 1 А, выходное напряжение повышается, достигая, например, 27 В. Это напряжение, вызвано влиянием сопротивления провода вторичной обмотки.

Если ток падает, выходное напряжение растет. И наоборот, если потребляемый ток больше 5 А, выходное напряжение становится ниже 24 В и трансформатор начинает перегреваться (напомним, что нагрев зависит от квадрата тока).

Итак, слишком маломощный трансформатор может вызвать серьезные проблемы: *поэтому нельзя пренебрегать подбором мощности трансформаторов!*

Пункт 55 раздел 1 (376) стр 1

Данная лекция посвящена такому вопросу, какие проблемы возникают в работе различных приборов электрооборудования при изменении напряжения в сети питания. В качестве приборов электрооборудования мы рассмотрим электродвигатели, нагревательные элементы, лампы накаливания и промежуточные реле.

Первая страница изучает проблему повышенному напряжению в сети питания и что происходит с различными приборами электрооборудования. Затем переходим к проблеме пониженного напряжению в сети питания. Рассматриваем вопрос, что происходит с приборами электрооборудования типа потребителя сопротивления.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (376) Если прибор может работать, при напряжении 220В $^{+}_{-}$ 10% это значит напряжение

+ минимальное 198 В , а максимальное242 В

- минимальное 189 В , а максимальное 224 В

Вопрос 2 (376) К чему приводит повышенное перенапряжение

+ к росту потребляемого тока

- к снижению потребляемого тока

Вопрос 3 (376) Чем обеспечивается защита от повышенного перенапряжения

+ тепловых и электромагнитных предохранителей

- реле температуры

Вопрос 4 (376) Чем угрожает пониженное перенапряжение

+ ничем

- выходу из строя прибора

Вопрос 5 (376с) Для потребителя типа сопротивления падение напряжение приводит

+ эквивалентному снижению потребляемого тока

- эквивалентному снижению потребляемой мощности

Вопрос 6 (376с) На каком элементе силовой цепи ХУ не желательно иметь падение напряжение потребителя типа сопротивление

+ электронагреватель картера

- электронагреватель испарителя

Пункт 55 раздел 2. (377) стр 2

Эта страница посвящена проблеме пониженного напряжению в сети питания. Рассматриваем вопрос, что происходит с приборами электрооборудования типа потребителя двигатель. Дополнительно изучен вопрос работы многоскоростных двигателей.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (377) какие типы двигателей имеют большой момент сопротивления

+ для компрессоров

+ для центробежных вентиляторов

- для осевых вентиляторов

Вопрос 2 (377) какие типы двигателей имеют низким моментом сопротивления

+ для осевых вентиляторов

- для центробежных вентиляторов

Вопрос 3 (377) К чему может привести падение напряжения у двигателей имеющих большой момент сопротивления

+ к перегреву двигателя

- к уменьшению скорости вращения

Вопрос 4 (377) К чему может привести падение напряжения у двигателей имеющих низким моментом сопротивления

+ к уменьшению скорости вращения

- к перегреву двигателя

Вопрос 5 (377) Если сопротивление включено последовательно обмотки многоскоростного двигателя, то он имеет

+ малую скорость
- большую скорость
Вопрос 6 (377) Если сопротивление замкнуто накоротко к обмотке многоскоростного двигателя, то он имеет
+ большую скорость
- малую скорость
Пункт 55 раздел 2. (378) стр 3 обр
Эта страница посвящена проблеме пониженного напряжению в сети питания. Рассматриваем вопрос, что происходит с приборами электрооборудования типа потребителя двигатель. Дополнительно изучен вопрос работы электронных регуляторов скорости на основе тиристоров. (мы уже говорили об этих элементах в однофазных двигателях). Более детально мы рассмотрим этот вопрос на 4 курсе по МДК01.03.
Вопрос 1 (378) Что используют для регулирования давления конденсации для двигателей КД
+ электронные регуляторы скорости на основе тиристоров
+ электронных контролеров
Вопрос 2 (378) Какой принцип работы этих регуляторы скорости
+ срезание части амплитуды переменного тока
- срезание части амплитуды постоянного тока
Вопрос 3 (378) При высоком давлении конденсации регулятор скорости
+ полностью пропускает полупериоды сети
- срезает часть каждого полупериода
Вопрос 4 (378) Какое ограничение при настройке регулятора скорости
+ предельное минимальное значения скорости
- скорость уменьшается вплоть до остановки двигателя

Пункт 55 раздел 2. (378обр-79) стр 4
Эта страница посвящена проблеме пониженного напряжению в сети питания. Рассматриваем вопрос, что происходит с приборами электрооборудования типа потребителя реле на 24 В. На известно, что реле имеет катушку электромагнита, которая управляет контакторами (количество 20). Питание катушки электромагнита осуществляется от трансформатора и срабатывании электромагнита потребляет ток 3 А, а в режиме удержания всего 0,3А. Далее вы увидите что происходит при падении напряжения с работой реле (контакты начнут дребезжать или вовсе не замкнутся). Важным значением в работе реле является правильный подбор мощности трансформатора.
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (379) Какое значение потребляемого тока катушки в момент срабатывания электромагнита
+ 3 А
- 0,3 А
Вопрос 2 (379) Какое значение потребляемого тока катушки в момент удержания электромагнита
+ 0,3 А
- 3 А
Вопрос 3 (379) Когда контакторы катушки начнут гудеть
+ при падении напряжения питания контакторов до значения, при котором они не сработают
- при перегорании питающего трансформатора
Вопрос 4 (379) В чем проблема сопротивления вторичной обмотки трансформатора
+ напряжение холостого хода на выходе из трансформатора более значительное, чем напряжение под нагрузкой
- напряжение холостого хода на выходе из трансформатора менее значительно, при напряжении под нагрузкой
Вопрос 5 (379) что происходит с трансформатором при большом падении выходного напряжения

+ начинает перегреваться
- начинает гудеть
Вопрос 6 (379) Почему нельзя пренебрегать подбором мощности трансформатора
+ маломощный быстро перегревается, так как нагрев зависит от квадрата тока
- маломощный быстро перегревается, так как нагрев зависит от его сопротивления

Окончание 5

Эта страница является окончанием лекции №35. Она была посвящена проблемам, которые возникают в работе различных приборов электрооборудования при изменении напряжения в сети питания. В качестве приборов электрооборудования мы рассмотрим электродвигатели, нагревательные элементы, лампы накаливания и промежуточные реле.
Следящая лекция№36 является продолжение темы работы электрооборудования и посвящена приборам защиты от перегрузки и короткого замыкания. Для ее выполнения смотри расписание занятий.

Лекция№36 Силовые цепи электрооборудования. Приборы защиты.

Пункт 55 раздел 3,4 (стр.380- 383).

3) Как настраивать тепловое реле!

Рис. 55.11.

Реле тепловой защиты предназначено, главным образом, для защиты двигателя от **незначительной по величине, но продолжительной перегрузки** по току. Напомним, что двигатель нагревается пропорционально квадрату потребляемого тока ($P = R \times I^2$). Таким образом, если потребляемый ток возрастает в 2 раза (*см. рис. 55.11*), нагрев двигателя увеличивается в 4 раза.

Конечно, идеальным вариантом тепловой защиты был бы такой вариант, при котором двигатель очень быстро отключался бы от сети при превышении заданного значения силы тока. Однако, в этом случае возможно срабатывание реле тепловой защиты на пусковом режиме, когда сила тока, в некоторые моменты, может в 8 раз превосходить номинальное значение. Поэтому, используемая конструкция (на основе трех биметаллических пластин) позволяет запустить двигатель без нежелательных отключений. Это достигается за счет установки в тепловое реле нагревательного элемента, который выбирается с учетом времени, необходимого для отключения двигателя в зависимости от тока, проходящего через нагревательный элемент.

Кривая *на рис. 55.12* построена для наиболее благоприятного случая, когда биметаллические пластины нагревательного элемента уже горячие (если эти пластины холодные, время отключения возрастает). Для теплового реле, настроенного на 10 А, при токе 10 А отключения не происходит вообще, что представляется вполне нормальным. Если ток растет до 15 А, тепловое реле отключит двигатель примерно через 80 с. При токе 40 А, отключение произойдет через 6 с, а при токе 60 А – через 3 с.

Рис. 55.12.

Рассмотрим теперь кривую *на рис. 55.13.* построенную для реле, настроенного на те же 10 А, но для случая, когда тепловое реле должно защищать трехфазный двигатель в случае обрыва одной из фаз (двигатель работает только с двумя обмотками).

Рис. 55.13.

Если оставшиеся две обмотки потребляют 10 А, тепловое реле отключит двигатель примерно через 240 с (4 минуты). Если ток вырастет до 15 А, отключение произойдет примерно через 40 с. При токе в 20 А, тепловому реле для отключения двигателя потребуется 18 с, для 60 А – 3 секунды.

Как видим, настроенное на 10 А тепловое реле, в случае аномалий, отключает защищаемый двигатель через достаточно длительный отрезок времени.

Поэтому, тепловое реле никогда не следует настраивать на величину тока, превышающую номинальное значение (указанное на пластинке, прикрепленной к корпусу двигателя).

Часто случается, что двигатель потребляет ток *ниже*, чем указано на его корпусе. Это объясняется тем, что сила тока, указанная на корпусе, соответствует току, потребляемому при номинальном значении развиваемой двигателем мощности. Например, компрессор, оснащенный конденсатором с воздушным охлаждением, зимой потребляет ток ниже (давление конденсации меньше), чем летом (давление конденсации больше). В этом случае, реле тепловой защиты должно быть настроено на максимальное значение потребляемой силы тока, ***не превышающее, однако, силы тока, указанной на корпусе*** (иначе для чего нужна табличка с характеристиками двигателя?).

Рис. 55.14.

В двигателе, представленном *на рис. 55.14*, перегрев обусловлен неисправностью охлаждающего вентилятора (лопасти погнуты или проскальзывают по валу). При этом, тепловое реле не может реагировать на аномальное повышение температуры двигателя или его обмоток.

То же самое произойдет, если оребренный корпус двигателя чрезмерно загрязнится: охлаждение обмоток ухудшится и двигатель начнет сильно перегреваться. *В этом случае реле тепловой защиты также не сможет ничего сделать, поскольку потребляемый ток не возрастает.* Только встроенная тепловая защита (предусмотренная разработчиком) способна обнаружить опасное повышение температуры и вовремя выключить двигатель.

С другой стороны, повышение потребляемой двигателем силы тока может быть вызвано механическими неисправностями (например, заклинивание подшипника в двигателе или приводимом агрегате). Это повышение силы тока (которое будет происходить довольно медленно, с той же скоростью, что и увеличение силы трения в подшипнике), рано или поздно, вызовет отключение двигателя тепловым реле или встроенной тепловой защитой, если она существует (в этом случае двигатель оснащен двойной системой тепловой безопасности, что может быть тем более полезным, поскольку двигатель является важнейшим элементом установки).

Чтобы дополнить наши сведения о тепловых реле, напомним, что они выполняют свои функции для каждой из обмоток в отдельности. Это означает, что если 3 биметаллических пластинки нагреваются по-разному (например, если в одной из обмоток имеется обрыв, две других нагреваются), реле отключает двигатель (*см.* кривую *на рис. 55.13*).

Функция дифференциального межфазного реле, которую при этом выполняет тепловое реле, дает неоспоримые преимущества в случае использования трехфазного двигателя (*см.* **поз. 1** *на рис. 55.15*), однако требует специальной схемы подключения в случае использования однофазного двигателя.

В самом деле, если подключить реле так, как показано *на* **поз. 2** *рис. 55.15*, правая пластина не будет нагреваться и через несколько минут после начала работы реле выключит двигатель.

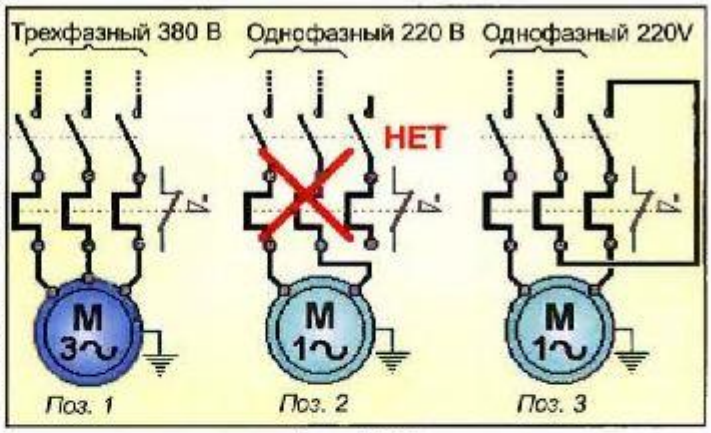


Рис. 55.15.

То есть реле необходимо подключать таким образом, чтобы все три биметаллические пластины пропускали одинаковый ток (*см.* **поз. 3** *на рис. 55.15*).

Наконец, напомним, что тепловое реле оказывается совершенно бесполезным для защиты от перегрева электронагревателей, поскольку этот тип потребителя рассчитан на постоянную силу тока ($I = U / R$). Если в электронагревателе произошло короткое замыкание, гораздо более эффективным средством его защиты является простой плавкий предохранитель, который к тому же, значительно дешевле.

4) Для чего нужны плавкие предохранители серий gl и aM?

Мы видели, что тепловое реле служит для защиты двигателя от продолжительного, но небольшого превышения номинальной силы тока. Однако, в случае короткого замыкания потребителя, тепловое реле будет слишком инерционным и громадный ток, проходящий в цепи при коротком замыкании, может привести к значительным повреждениям (расплавлению проводов и кабелей, пожару). Поэтому, для защиты установки от короткого замыкания, используются плавкие предохранители.

Рассмотрим рабочую кривую промышленного плавкого предохранителя серии **gl**, рассчитанного на номинальный ток **10A** (*см. рис. 55.16*).

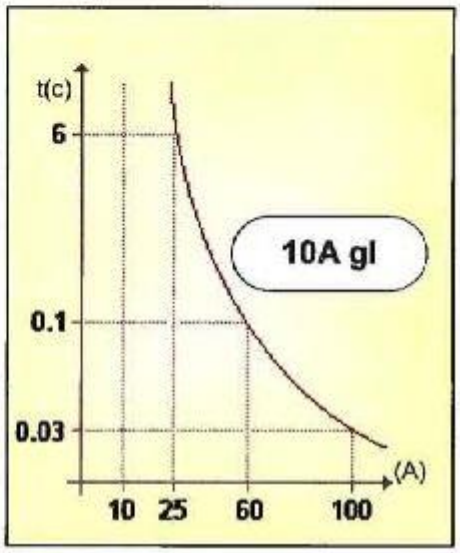


Рис. 55.16.

При токе 10 А, проходящем через этот предохранитель, последний никогда не расплавится (что *априори* представляется нормальным). Если ток достигает 25 А, предохранитель расплавится через 6 секунд, а при токе 60 А – через 0,1 секунды.

Такой предохранитель нельзя использовать для защиты короткого замыкания двигателя с номинальным током 10 А. В самом деле, если пусковой ток достигнет значения 60 А, а продолжительность пускового периода превысит 0,1 секунды (что случается очень часто), предохранитель расплавится при первой же попытке запуска двигателя.

Следовательно, эта серия предохранителей (**gI**) может использоваться для защиты от короткого замыкания таких потребителей, у которых пусковой ток либо вовсе не отличается от номинального (например, электронагреватели), либо продолжительность пускового периода чрезвычайно короткая (например, лампы накаливания, подобные тем, которые приведены *на рис. 54.39*).

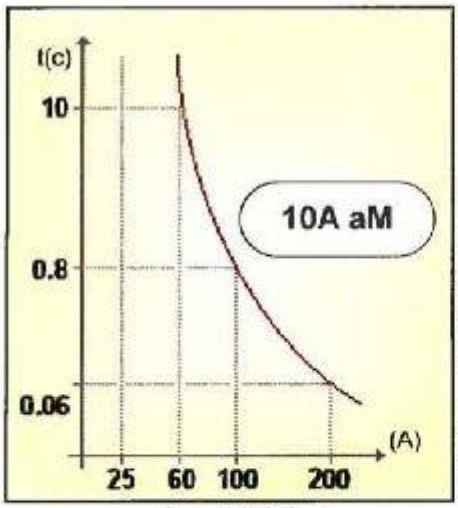


Рис. 55.17.

Рассмотрим теперь кривую плавкого предохранителя серии aM (совместимого с двигателем), также рассчитанного на номинальный ток 10 А (*см. рис. 55.17*).

Видно, что предохранитель этой серии способен бесконечно долго выдерживать ток 25 А без отключения потребителя. При прохождении через него тока в 60 А, он выдерживает до расплавления 10 секунд (вместо 0,1 с для серии **gI**), что вполне достаточно для запуска двигателя. С другой стороны, при возникновении короткого замыкания, он очень быстро отключит сеть от потребителя, ограничивая ток короткого замыкания вполне допустимой величиной.

Следовательно, эта серия предохранителей (aM) предназначена для защиты от короткого замыкания потребителей, имеющих продолжительный период действия пускового тока (например, электродвигатели) или характеризующихся очень высоким значением пускового тока с коротким временем действия (*например, первичная обмотка трансформатора, что менее распространено*).

Подбор плавких предохранителей (и электромагнитных автоматов защиты, которые все шире приходят им на смену) является достаточно сложной и, зачастую, не вполне изученной задачей, хотя они и могут оказаться причиной многих аномалий в работе установки. *Поэтому, автор призывает вас к изучению многочисленной технической документации различных разработчиков этих устройств, если вы желаете пополнить свои знания в данной области.**

* В настоящее время широко используются регулируемые автоматы защиты двигателей, которые совмещают в себе функции теплового реле и предохранителей типа aM, что позволяет, при правильном подборе и настройке автомата, надежно защитить двигатель. Поэтому, все вышеуказанное о тепловых реле и предохранителях типа aM, можно отнести и к регулируемым автоматам защиты двигателей. Тем не менее, при выборе автомата, мы рекомендуем строго следовать рекомендациям производителя.

Вместо предохранителей типа gI в настоящее время широко используются нерегулируемые автоматы защиты. (*прим. ред.*)

Пункт 55 раздел 3 (380) стр 1

Эта страница посвящена такому прибору защиты электродвигателя от перегрузки как тепловому реле. Рассмотрен вопрос работы и настройки теплового реле.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (380) Для чего предназначено реле тепловой защиты

+ для защиты двигателя от незначительной по величине, но продолжительной перегрузке по току

- для защиты двигателя от значительной по величине, но не продолжительной перегрузке по току

Вопрос 2 (380) Если потребляемый ток двигателя увеличился в три раза, то нагрев

+ увеличился в девять раз

- увеличился в шесть раз

Вопрос 3 (380) В какой момент работы двигателя могло бы сработать реле тепловой защиты

+ при пуске

- при останове

Вопрос 4 (380) Для чего используют биметаллические пластины в тепловом реле защиты

+ для запуска двигателя без нежелательных отключений

- для отключения двигателя при нежелательных моментах

Вопрос 5 (380) Назначение нагревательного элемента в тепловом реле защиты

+ для отключения двигателя в зависимости от тока, проходящего через него с учетом времени нагрева

- для отключения двигателя в зависимости от тока, проходящего через него без учета времени нагрева

Вопрос 6 (380) Теплового реле нельзя настраивать на значение величины тока

+ превышающее номинальное значение

- превышающее максимальное значение

Пункт 55 раздел 3 (381) стр 2

Эта страница посвящена такому прибору защиты электродвигателя от перегрузки как тепловому реле. Рассмотрен вопрос возможным неисправностям в работе теплового реле.

По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу

Вопрос 1 (381) Отчего зависит настройка тока реле тепловой защиты Км работающего с КД воздушного охлаждения

+ от давления конденсации

- от давления кипения

Вопрос 2 (381) На что не реагирует срабатывание тепловому реле для двигателя Км

+ повышение температуры корпуса двигателя

- повышение температуры обмоток

Вопрос 3 (381) Что вызовет срабатывания теплового реле двигателя Км

+ механические неисправности

+ повышение температуры обмоток

- повышенное давление Кд

Вопрос 4 (381) Чем дополнительно оснащают двигателя Км для защиты от перегрева корпуса двигателя

+ встроенной тепловой защитой

- оребренным корпусом

Вопрос 5 (381) Как нагреваются биметаллические пластики теплового реле для трехфазного двигателя

+ для каждой из обмоток в отдельности

- для всех обмоток

Вопрос 6 (381) Можно ли использовать тепловое реле для однофазного двигателя

+ можно, но использую специальную схему подключениия

- нельзя

Пункт 55 раздел 4 (382) стр 3
Эта страница посвящена такому прибору защиты от короткого замыкания, такому как плавкие предохранители. Рассмотрен вопрос работы плавких предохранителей серии gl (для нагревательных элементов или ламп накаливания)
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (382) Защищает ли тепловое реле от короткого замыкания
+ Нельзя, так оно инерционное
- Можно, так как срабатывает по току
Вопрос 2 (382) Что используют для защиты от токов короткого замыкания
+ плавкий предохранитель
- предохранительное реле
Вопрос 3 (382) Для защиты каких приборов используют плавкие предохранители серии gl
+ электронагреватели
+ лампы накаливания
- электродвигатели
Вопрос 4 (382) Почему нельзя использовать плавкие предохранители серии gl для защиты двигателя
+ так как пусковой ток расплавит предохранитель
- так как пусковой ток не достигает заданного значения

Пункт 55 раздел 4 (383) стр 4
Эта страница посвящена такому прибору защиты от короткого замыкания, такому как плавкие предохранители. Рассмотрен вопрос работы плавких предохранителей серии aM (для электродвигателей)
По окончании чтения страницы ответить на вопросы для перехода на следующую страницу
Вопрос 1 (383) Почему можно использовать плавкие предохранители серии aM для защиты двигателя
+ так как пусковой ток достигает заданного значения, но время срабатывания увеличено
- так как пусковой ток не достигает заданного значения
Вопрос 2 (383) Сработает ли плавкий предохранитель серии aM при возникновении короткого замыкания мгновенно
+ да, так как время отключения очень мало при высоких токах короткого замыкания
- нет, так как время отключения очень велико при высоких токах короткого замыкания
Вопрос 3 (383) Что пришло на смену плавким предохранителям
+ электромагнитные автоматы защиты
- электромагнитные клапана
Вопрос 4 (383) Что используют в настоящее время вместо плавких предохранителей серии gl
+ нерегулируемые автоматы защиты
- регулируемые автоматы защиты

Окончание 5
Эта страница является окончанием лекции №36. Она была посвящена проблемам работы электрооборудования при возникновении перегрузок и короткого замыкания.
Данная лекция завершает изучение темы работы и ремонту электрооборудования, а так же происходящим проблемам при этом.
Выполнение следующей лекции смотри расписание уроков.

Лекция №37 Методы слива Ха из контура.
Лекция проводится на основе учебник Котзаоглниан п.57 (стр.390-397)

57. ПРОБЛЕМЫ СЛИВА И ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛАДАГЕНТА

Проблемы, связанные с выбросом хладагентов в атмосферу, уже давно очень широко обсуждаются в средствах массовой информации. Крайне неблагоприятное воздействие хладагентов типа CFC (и в меньшей мере типа HCFC) на озоновый слой и на повышение парникового эффекта в настоящее время хорошо известно.

После подписания известного Монреальского протокола, *нравится нам это или нет*, международные инстанции начали осуществлять политику, предусматривающую окончательное ***запрещение эксплуатации хладагентов категории*** **CFC** (R11, R12, R500, R502...) к 2000-му году, ***с полной остановкой их производства после*** **31.12.94 года** (за исключением развивающихся стран). Их использование во многих странах жестко регламентировано даже в рамках технического обслуживания действующих установок.*

Производство хладагентов категории **HCFC** (R22, R123...) должно снижаться, начиная с 01.01.96 г. с тем, чтобы *окончательно прекратиться* в начале XXI-го века. Полная остановка их производства, предусмотренная вначале к 2030-му году, под давлением некоторых стран, возможно, произойдет к 2015 году.**

Начиная с 1 января 2004 года в странах ЕЭС запрещено использовать R22 в новых установках.

Во вновь разрабатываемых и создаваемых установках в настоящее время *становится необходимым* использование хладагентов категории **HFC** (R134a, R404A, R407C, R410A...), которые считаются экологически чистыми, следовательно данное обстоятельство должно учитываться уже на стадии проектирования.***

В существующих установках, уже использующих хладагенты категории CFC, сложности со снабжением этими хладагентами, высокие цены на них, должны обусловить их замену переходными хладагентами категории HCFC (FX10, FX56, DP40, HP80, HP81...) всякий раз, когда будет предоставляться такая возможность, помня однако, что эти хладагенты являются смесями на основе R22, то есть хладагента категории HCFC (ГХФУ), призванного в обозримое время исчезнуть.

Параллельно с этими ограничениями, государственные органы власти начинают вполне профессионально интересоваться предприятиями, имеющими холодильные установки, в которые заправляется больше 2 кг хладагента (а в некоторых странах, даже более 1 кг). Можно предположить, что **вне зависимости от количества хладагента, содержащегося в установке,** законодательные ограничения будут ужесточаться для такой категории холодильных установок как автомобильные кондиционеры.

Например, предприятия Франции (закон от 07.12.92 г.) должны предоставить полный комплект сведений об уровне профессиональной подготовки монтажников и эксплуатационников, а также документацию на установку, чтобы быть зарегистрированными в ближайшей префектуре после заключения национальной комиссии по CFC Французской Ассоциации Холода (AFF). Они должны также соблюдать новые правила эксплуатации установок (технические и организационные) при том, что законодательство вполне может еще более ужесточиться.

---

* В России производство хладагентов категории CFC (ХФУ) прекращено с 20 декабря 2000 г. (Постановление Правительства РФ от 19.12.2000 г. № 1000) (*прим. ред.*).

** В России это должно произойти к 01.01.2030 г. (Постановление Правительства РФ от 27.08.2005 г. № 539) (*прим. ред.*).

*** Эти хладагенты являются озонобезопасными, но не экологически чистыми (*прим. ред.*)

Вместе с тем, независимо от экологических и административных ограничений, предстоящий дефицит CFC (в ближайшее время) и HCFC (в обозримом будущем) должен заставить специалистов осознать грядущие проблемы.

Отсюда становится понятной важность проблемы повторного использования хладагентов, в особенности категории CFC, с целью возможности, по крайней мере в первое время, продолжать эксплуатацию существующих установок с минимальными издержками. Действительно, поскольку повторное использование хладагентов разрешено Монреальским протоколом, это может позволить частично подстраховаться, в основном от предполагаемого дефицита CFC.

Предметом настоящего раздела является *краткий обзор* технических принципов и основ операций по сливу, очистке и повторному применению традиционных хладагентов, используемых в кондиционерах и холодильном торговом оборудовании.

А) Баллоны для слива хладагентов

Эти баллоны, окрашенные в стандартный зеленый цвет (под фтор), поступают в распоряжение потребителей от поставщиков хладагентов. ***Они поставляются отвакуумированными и в дальнейшем мы увидим, что это будет очень полезно для нас.***

Рис. 57.1.

<u>На поз. 1</u> *(рис. 57.1)* изображен баллон для хладагента в состоянии поставки. Большинство баллонов снабжены двумя вентилями. Жидкостной вентиль **"Ж"** внутри баллона соединяется с сифонной трубкой, доходящей до днища баллона. Газовый вентиль **"Г"** связан с трубкой, доходящей до максимального уровня заполнения баллона (80%).

<u>На поз. 2 и 3</u> показаны допустимый и недопустимый уровни заполнения баллона соответственно. ***Баллоны никогда нельзя заполнять больше, чем на 80% их объема, а также хладагентами, марка которых не указана на их наружной поверхности.*** В самом деле, *давление в переполненном баллоне (или баллоне, заправленном непредусмотренным хладагентом) может достигать таких величин, что появится огромный риск очень тяжелой аварии (при 20°C давление насыщенных паров R12 составляет 4,7 бара, R502 – 10 бар, а R23 – более 40 бар).*

<u>Поз. 4.</u> Поэтому любая операция по сливу хладагента в баллон требует предварительного знания (или оценки) массы хладагента, содержащегося в установке, с целью подбора одного или нескольких баллонов для слива, приспособленных для данного хладагента и имеющих достаточный объем. Использование весов (*см.* **поз. 4** *на рис. 57.1*) необходимо, чтобы максимальная масса хладагента в баллоне не превышала допустимого значения, в зависимости от его объема. Например, для обычных CFC, сливной баллон полезным объемом 12 литров, может содержать максимум 12,5 кг хладагента (баллон на 27 литров вмещает 24 кг, на 88 литров – 86 кг).

В частности, во время процедуры слива хладагента из установки, никогда не покидайте рабочее место (даже на мгновение, говоря себе: "я сейчас вернусь"), если нет абсолютной уверенности в том, что используемый сливной баллон сможет принять весь оставшийся хладагент с заполнением, не превышающим 80% его полезного объема.

Б) Слив хладагента под действием силы тяжести

Для использования этого метода необходимо, чтобы установка имела свой *сливной вентиль* (**поз. 3** *на рис. 57.2*) *в нижней части* жидкостного ресивера. Вентиль выхода жидкости (**поз. 1**) должен быть закрыт, *а компрессор установки должен работать.* Вентиль (**поз. 2**) должен позволять отключение жидкостного ресивера и допускать возможность соединения газового вентиля сливного баллона (Г) с газовой полостью жидкостного ресивера.

Наконец, необходимо, чтобы сливной баллон (соответствующей вместимости) мог бы быть размещен под жидкостным ресивером.

Принимая во внимание конструкцию большинства установок, вы поймете, что этот метод может быть использован достаточно редко!

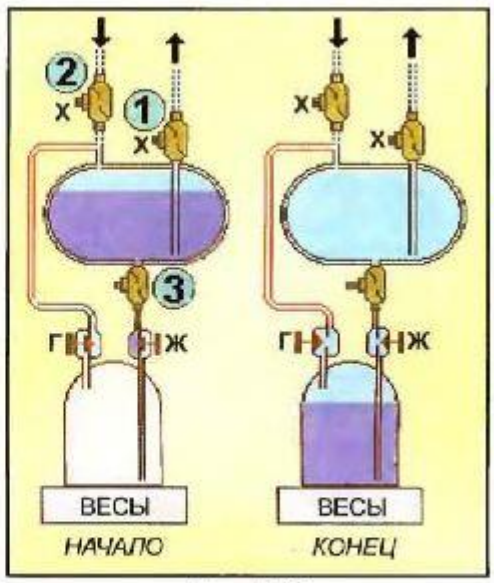


Рис. 57.2.

Когда осуществлены все условия и установка при помощи чистых шлангов подключена к баллону, перед началом слива необходимо снять показания весов, прежде чем жидкость из ресивера через вентиль **поз. 3** и жидкостной вентиль (Ж) начнет поступать в баллон.

Поскольку баллон отвакуумирован, никогда не трогайте вентиль (Г)! *В самом деле, в ресивере жидкость находится под давлением, а баллон отвакуумирован, поэтому разность давлений позволит обеспечить громадный расход сливаемой жидкости.* По мере заполнения баллона, разность давлений между ресивером и баллоном будет уменьшаться и расход сливаемой жидкости также начнет падать. Наблюдая за показаниями весов, можно заметить: если вначале процесса слива масса жидкости в баллоне растет быстро, то, по мере выравнивания давлений, ее рост замедляется, хотя в ресивере еще остается жидкость!

Только когда расход сливаемой жидкости прекратится или станет слишком слабым, можно будет открыть вентиль (Г) баллона, что обеспечит завершение слива жидкости под действием силы тяжести, то есть самотеком. *(Внимание! Баллон обязательно должен находиться под резервуаром).*

ВНИМАНИЕ! Постоянно наблюдайте за показаниями весов с тем, чтобы никогда не превысить максимально допустимое заполнение баллона.

Когда вся жидкость перельется в баллон, показания весов будут оставаться неизменными. Тогда внутри установки останется только газ (около 10% массы полной начальной заправки), и нужно будет заканчивать опорожнение установки с использованием агрегата перекачки, что мы будем рассматривать ниже.

Описанный метод, основанный на принципе сообщающихся сосудов, имеет преимущества, которые заключаются в том, что для его реализации требуется очень мало дополнительного оборудования, а слив происходит достаточно быстро. Следовательно, этот метод особенно привлекателен в случаях, когда количество сливаемого хладагента значительно. К сожалению, очень немногие установки имеют конструкцию, позволяющую использовать данный метод.

B) Слив жидкого хладагента с помощью жидкостного насоса

Когда установка оборудована вентилями, необходимыми для применения метода самотека (который мы только что рассмотрели), но нет возможности разместить баллон *под ресивером*, можно рассмотреть использование жидкостного насоса (*см. рис. 57.3*).

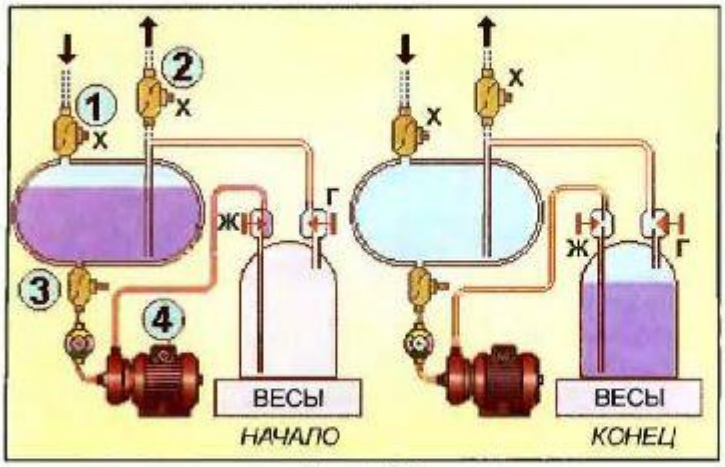


Рис. 57.3.

Как и в предыдущем случае, для накопления жидкости в ресивере необходимо, чтобы работал компрессор, а вентиль выхода жидкости (1) был закрыт. Далее ресивер отключают вентилем (2) и соединяют его газовую полость с вентилем (Г) баллона. Всасывающий патрубок насоса (4) подключают к сливному вентилю (3).

Внимание! ***Поршневые насосы при работе выталкивают перекачиваемую среду (следовательно, они достаточно шумные). Их конструкция одинаково позволяет им всасывать как жидкость, так и газ. Однако центробежные насосы предназначены только для всасывания жидкости, они не могут слишком долго всасывать пары без риска очень серьезных повреждений*** *(см. раздел 77. "Кавитация насосов").*

Поэтому, центробежный насос должен быть установлен *как можно ниже под ресивером, и соединен с ним как можно более коротким шлангом максимально возможного диаметра.* Эти предосторожности позволят избежать, по мере возможности, кипения жидкости, вызванного падением давления на входе в насос (*см. раздел 18 "Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали"*).

Этот метод позволяет очень быстро перекачать хладагент (с расходом до десятка килограмм в минуту) и, следовательно, является наиболее привлекательным для установок с очень большим количеством хладагента. **Поскольку перекачка происходит очень быстро, баллон также быстро заполняется. Поэтому, еще более внимательно следите за показаниями весов, чтобы не превысить максимально допустимое заполнение баллона!**

Когда вся жидкость будет перекачана в баллон, показания весов перестанут расти и нужно будет очень быстро остановить центробежный насос во избежание его повреждения (смотровое стекло на входе в насос может служить превосходным индикатором состояния всасываемого потока).

Тогда в установке останется только газ (около 10% от полной массы начальной заправки) и опорожнение установки надо будет заканчивать с использованием станции регенерации (установки для сбора хладагента).

Г) Слив жидкого хладагента за счет разности температур

Этот метод требует, чтобы вентиль выхода жидкости из жидкостного ресивера был оснащен патрубком отбора давления (*см.* **поз. 1** *на рис. 57.4*), позволяющим накапливать хладагент в ресивере, в то время, как выходной патрубок этого вентиля соединен со сливным баллоном (этот момент, в дальнейшем, мы поясним).

Нужно также, чтобы баллон был ***более холодным,*** чем ресивер. Для этого потребуется лед и какая-нибудь емкость (например, большое ведро, как показано *на рис. 57.4*), либо помещение баллона в действующую холодильную камеру.

Внимание! Низкие температуры приводят к тому, что стенки баллона становятся более хрупкими, поэтому его нельзя охлаждать ниже -20°С.

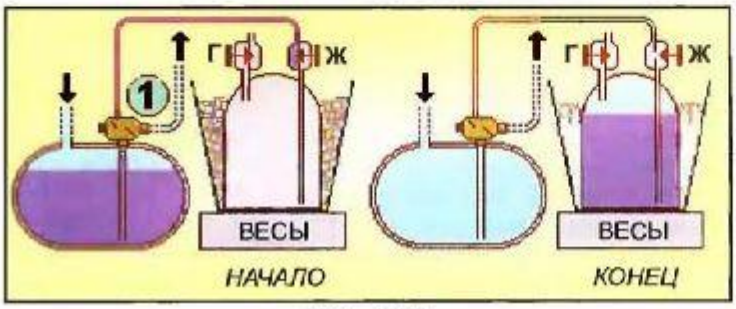


Рис. 57.4.

После того, как ресивер соединен с баллоном гибким шлангом (*по возможности максимального диаметра и наиболее короткими*), до начала перекачки жидкости через вентиль (**поз. 1**) и жидкостной вентиль "Ж" баллона, необходимо зафиксировать показания весов.

После этого, открыть вентиль "Ж", в результате чего жидкость, благодаря вакууму, имеющемуся в баллоне, начнет перетекать в него из ресивера с большим расходом. ***Поэтому, как и в предшествующем методе, в сливном баллоне необходимо наличие вакуума!***

Далее, жидкость продолжает перетекать в сливной баллон, благодаря разности температур между баллоном и ресивером. При этом, чем больше эта разность, тем быстрее происходит перекачка жидкости (чтобы поддерживать баллон достаточно холодным, необходимо постоянно добавлять лед в ведро). ***Чтобы не допустить переполнения баллона, следует внимательно наблюдать за показаниями весов!***

Когда вся жидкость перельется в баллон, показания весов будут оставаться неизменными. В установке останется только газ (около 10% от полной массы начальной заправки) и опорожнение нужно будет заканчивать с помощью станции регенерации.

Этот метод, использующий принцип холодной стенки Ватта (эффект, изучавшийся нами в разделе 28 "Проблема перетекания жидкого хладагента"), характеризуется тем, что требует сравнительно немного дополнительного оборудования и обеспечивает достаточно быструю перекачку, как и все методы слива хладагента в жидкой фазе. Более того, он может быть использован для гораздо большего числа установок, чем метод самотека, рассмотренный выше.

Однако, требования к конструкции выходного вентиля ресивера (**поз. 1**), которые обусловливают возможность использования данного метода, нуждаются в некоторых пояснениях.

Д) Проблемы выходного вентиля жидкостного ресивера

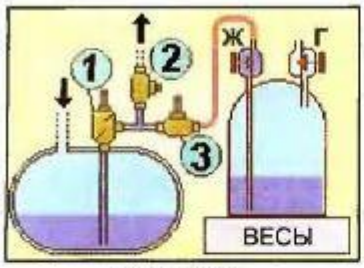


Рис. 57.5.

Если вентиль выхода жидкости из ресивера (поз. 1 *на рис. 57.5*) **не имеет патрубка отбора давления,** то для обеспечения слива хладагента схему установки требуется доработать, добавив в нее два дополнительных вентиля согласно *рис. 57.5.*

Далее подготовка к сливу происходит следующим образом. При открытом вентиле (**поз. 1**) и закрытом вентиле (**поз. 2**) запускается компрессор и жидкий хладагент скапливается в ресивере. При этом вентиль (**поз. 3**), подключенный к сливному баллону, соединен непосредственно с сифонной трубкой ресивера, что позволяет слить хладагент из ресивера в баллон.

Будем надеяться, что в настоящее время разработчики, наконец, будут оснащать установку всем необходимым, чтобы обеспечить слив хладагента.

С другой стороны, даже если выходной вентиль снабжен патрубком отбора давления, могут иметь место два варианта:

1) Выходной вентиль установлен горизонтально (см. рис. 57.6)

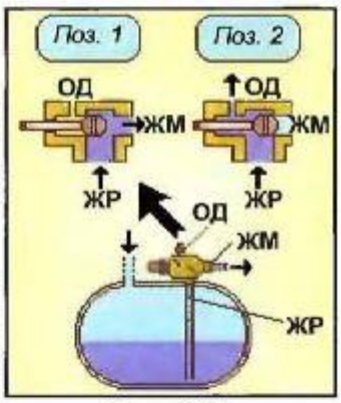


Рис. 57.6.

Поз. 1. Шток вентиля находится в крайнем заднем положении, перекрывая магистраль отбора давления (**ОД**) и позволяя в этот момент соединить ресивер со сливным баллоном. Одновременно, жидкостной ресивер (**ЖР**) свободно сообщается с жидкостной магистралью (**ЖМ**).

Поз. 2. Шток вентиля до упора введен вперед, перекрывая жидкостную магистраль (**ЖМ**). В этом положении появляется возможность с помощью компрессора собрать весь хладагент, находящийся в установке, в жидкостном ресивере. Одновременно сифонная трубка жидкостного ресивера (**ЖР**) соединена с патрубком отбора давления (**ОД**), что позволяет перекачивать хладагент из ресивера в сливной баллон.

2) Выходной вентиль установлен вертикально (см. рис. 57.7)

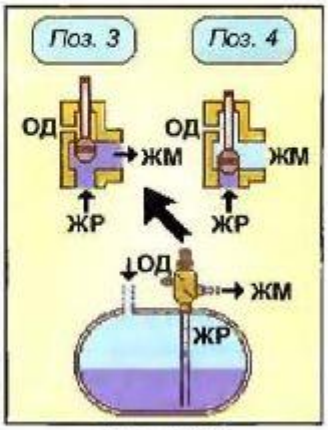


Рис. 57.7.

Поз. 3. Шток вентиля до упора выведен назад, перекрывая магистраль отбора давления (**ОД**) и тем самым позволяя соединить вентиль со сливным баллоном. Одновременно, жидкостной ресивер (**ЖР**) свободно сообщен с жидкостной магистралью (**ЖМ**). Отметим, что данная ситуация в точности повторяет представленную на поз. 1 (*рис. 57.6*).

Поз. 4. Шток вентиля до упора введен вперед, перекрывая выход из жидкостного ресивера (**ЖР**). В этом положении также появляется возможность с помощью компрессора собрать весь хладагент, находящийся в установке, в жидкостном ресивере.

В этом случае жидкостная магистраль, испаритель и всасывающая магистраль будут содержать только пары хладагента при невысоком давлении (чтобы добиться такого результата, необходимо шунтировать реле НД или настроить его на выключение компрессора при давлении, слегка превышающем атмосферное). Однако, этот вариант отличается от предшествующего тем, что магистраль отбора давления (**ОД**) теперь соединена с жидкостной магистралью (**ЖМ**), в которой находится только немного газа, вместо того, чтобы сообщаться с жидкостным ресивером (**ЖР**), в котором находится весь хладагент в жидкой фазе.

Слив жидкости из ресивера становится при этом невозможным, как если бы выходной вентиль не имел патрубка отбора давления *(решение для этого случая приведено выше в начале пункта Д).* **Таким образом, прежде чем приступить к процедуре слива, будьте очень осмотрительны и изучите различные возможные варианты (если они существуют) перед тем, как окончательно определить выбранный вами способ опорожнения установки.**

Е) Слив жидкого хладагента с использованием компрессора установки

Такой способ требует, чтобы компрессор установки был в работоспособном состоянии, имелась возможность подключения к всасывающей магистрали, а выходной вентиль жидкостного ресивера был оборудован патрубком отбора давления (в противном случае схема установки должна быть доработана и оснащена двумя дополнительными вентилями, как показано *на рис. 57.5*).

При перечисленных условиях появляется возможность собрать весь хладагент в жидкостном ресивере и подключить к установке сливной баллон так, как показано *на рис. 57.8.* Конечно, при этом следует использовать как можно более короткие шланги с максимально возможным диаметром.

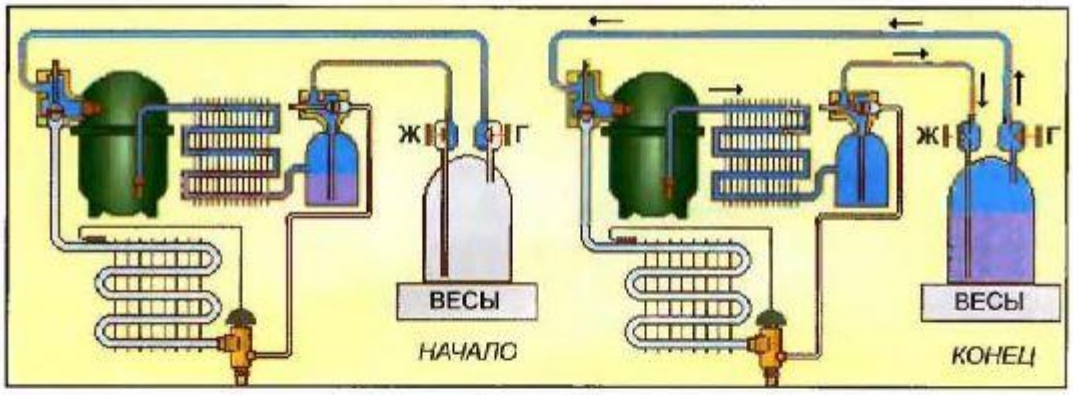


Рис. 57.8.

После продувки шлангов и фиксации показаний весов можно будет открыть вентиль **"Ж"**. Благодаря вакууму, имеющемуся в сливном баллоне, в него пойдет большой расход жидкости. Поэтому, как всегда, в баллоне необходимо сохранять вакуум! Когда расход замедлится, нужно запустить компрессор, который будет всасывать находящиеся в сливном баллоне пары и нагнетать их в жидкостный ресивер, повышая в нем давление (если давление конденсации слишком мало, может оказаться интересным такое решение, как ухудшение теплообмена конденсатора с окружающей средой).

Данный способ позволяет *одновременно понижать давление в баллоне и повышать его в ресивере.* Более того, всасывание паров, находящихся в баллоне над свободной поверхностью жидкости, позволяет охлаждать сливной баллон (*см. раздел 56. "Различные проблемы холодильного контура"*). Такая разность давлений и температур позволяет очень быстро осуществить перекачку жидкости. **Внимательно наблюдайте за показаниями весов с тем, чтобы ни в коем случае не превысить максимально допустимый уровень жидкости в баллоне!**

Когда вся жидкость будет перелита в баллон, показания весов перестанут расти. Тогда в установке останутся только пары хладагента (около 10% массы полной начальной заправки) и ее опорожнение нужно будет заканчивать с использованием станции регенерации.

Эта лекция посвящена использованию хладагентов в холодильных установках и климатическом оборудовании. Для лучшего понимания темы смотри лекции по МДК 02.01 Холодильное оборудование вопросы хладагенты и влияние их на окружающую среду и типы используемых хладагентов. Напоминаю, что хладагенты имеющие название фреон основаны на углеводородах, в которых дополнительно присутствует атом фтора и хлора. Вспомните таблицу Менделеева обозначение данных атомов. Дополнительно же сообщаю, что категории хладагентов CFC называют (хлорфторуглерод) по русский ХФУ, HCFC называют (гидрохлорфторуглерод) по русский ГФХУ, HFC называют (гидрофторуглерод) по русский ГФУ.

Контрольные вопросы для выполнения лекции:

Страница 1(390-391).

Вопрос 1 (390) Хладагенты типа CFC и HCFC влияют на экологию планеты воздействуя на
+озоновый слой
+повышение парникового эффекта
-понижение парникового эффекта

Вопрос 2 (390) Какое международное соглашение окончательно запретило применение хлорсодержащих хладагентов
+ Монреальский протокол
- Монреальский сговор

Вопрос 3 (390) С кого года прекратилось использование хлорсодержащих хладагентов
+ 2000 год
- 1994 год

Вопрос 4 (390) С какого года производство HCFC хладагентов полностью запрещено в Европе
+ 2015 год
- 2030 год

Вопрос 5 (390) С какого года производство HCFC хладагентов будет полностью запрещено в России
- 2015 год
+ 2030 год

Вопрос 6 (390) Какой хладагент относится к категории HCFC
+ R22
- R12
- R134a

Вопрос 7 (390) Какой хладагент относится к категории CFC
- R22
+ R12
- R134a

Вопрос 8 (390) Какой хладагент относится к категории HFC
- R22
- R12
+ R134a

Вопрос 9 (391)Какие хладагенты считают традиционными
+ CFC
+ HCFC
- HFC

Вопрос 10 (391) Категория хладагента CFC имеет в своем составе
- атом водорода
+ атом хлора
+ атом фтора
+ атом углерода

Вопрос11 (391) Категория хладагента HCFC имеет в своем составе
+ атом водорода

+ атом хлора
+ атом фтора
+ атом углерода
- атом брома

Страница 2 (391)
В данном разделе изучаются конструкция баллонов для слива хладагента и как его применять.
Вопрос 1 (390) Какого цвета имеет баллон категории ХФУ
+ зеленый
- желтый
Вопрос 2 (391) Сколько запорных вентилей имеет баллон для слива хладагента
+ Два
- Один
Вопрос 3 (391) С чем связан жидкостной вентиль на баллоне для слива хладагента
+ с сифонной трубкой
- с короткой трубкой
Вопрос 4 (391) С чем связан газовый вентиль на баллоне для слива хладагента
- с сифонной трубкой
+ с короткой трубкой
Вопрос 5 (391) Вентиль «Г»на баллоне для слива хладагента
- соединен с нижним уровнем баллона
+ соединен с верхним уровнем баллона
Вопрос 6 (391) Вентиль «Ж»на баллоне для слива хладагента
+ соединен с нижним уровнем баллона
- соединен с верхним уровнем баллона
Вопрос 7 (391) Каким максимальным объемом можно заполнять баллоны для слива хладагента
- 100 %
+ 80 %
Вопрос 8 (391) Обычный CFC баллон для слива хладагента содержит
- 13 литров хладагента
+ 12 литров хладагента
+ 12,5 кг хладагента
Вопрос 9 (391) С помощью чего контролируют заполнение баллона
+ с помощью весов
- с помощью мерного цилиндра
Вопрос 10 (391) В каком состоянии предпочтительней производить слив хладагента
- газовом
+ жидкостном
Вопрос11 (391) Какой процент от заправки холодильной установки можно слить только в газовой фазе
+ 10%
- 90%
Вопрос12 (391) За счет чего можно ускорить слив хладагента
+ за счет применения коротких шлангов
- за счет уменьшения диаметров шлангов

Страница 3 раздел Б (393)
Рассмотрен случай слива жидкого хладагента из жидкостного ресивера установки в баллон для слива за счет воздействия сил тяжести (или самотеком). Для этого надо установить баллон ниже ресивера, если есть возможность размещения баллона.
Вопрос 1 (393) Что необходимо иметь для слива жидкого хладагента под действием сил

тяжести
+ иметь в нижней части жидкостного ресивера сливной вентиль
- иметь в нижней части жидкостного ресивера регулирующий вентиль
Вопрос 2 (393) Размещение баллон для слива хладагента этим методом необходимо
+ под жидкостным ресивером
- над жидкостным ресивером
Вопрос 3 (393) Что должен обеспечивать газовый вентиль жидкостного ресивера
+ его отключения
+ допускать возможность подключать вентиль «Г» баллона слива
- установку весов
Вопрос 4 (393) Что необходимо выполнить перед началом слива
- открыть вентиль слива
+снять показание весов
Вопрос 5 (393) Почему не рекомендуется трогать вентиль (Г)! баллона слива перед началом слива
- он пустой
+ он отвакуумирован
Вопрос 6 (393) Что позволит слить громадное количество жидкого хладагента этим методом
+ разность давлений в жидкостном ресивере и баллоне слива
- разность объемов в жидкостном ресивере и баллоне слива
Вопрос 7 (393) На чем основан изученный метод слива
+ на принципе сообщающихся сосудов
- на принципе сообщающихся резервуаров

Страница 4 раздел В (394)
Рассмотрен случай слива жидкого хладагента из жидкостного ресивера установки в баллон для слива методом самотека, но нет возможности установки баллон ниже ресивера. Для этого используют жидкостной насос.
Вопрос 1 (394) Когда возможно использование слива с помощью жидкостного насоса
+ используя метод самотеком, при невозможности размещения баллона под ресивером
- при невозможности размещения баллона под ресивером
Вопрос 2 (394) Какой тип насоса используется для этого метода
+ центробежный
- поршневой
Вопрос 3 (394) Куда устанавливают насос для этого метода
+ к нижнему вентилю слива
- к вентилю Ж баллоне слива
Вопрос 4 (394) Какой диаметр имеет шланг слива
+ максимально возможный
- менее короткий
Вопрос 5 (394) Зачем необходимо следить во время перекачки
+ за показаниями весов
+ за заполнением баллона
- за вентилем слива
Вопрос 6 (394) Какое время слива занимает этот метод
+ очень быстро
- довольно быстро
Вопрос 7 (394) Что необходимо сделать, когда показания весов перестанут расти
+ быстро остановить насос
- закрыть вентиль слива
Вопрос 8 (394) Что останется установке после остановки жидкостного насоса
+ газ в размере 10 % от первоначальной массы хладагента
- газ в размере 20 % от первоначальной массы хладагента

Страница 5 раздел Г (395)

Рассмотрен случай слива жидкого хладагента из жидкостного ресивера установки в баллон для слива используя разность температур этих сосудов. Мы помним закон Шарля при котором давление прямо пропорционально его температуре при постоянном объеме. В этом случае при изменение температуры изменяется и давление. Необходимо чтобы баллон был холоднее ресивера.

Вопрос 1 (395) В каком состоянии находятся сосуды

+ баллон более холодный чем ресивер

- ресивер более холодный баллон

Вопрос 2 (395) Чем охлаждают баллон

+ с помощью льда

+ помещение баллона в действующую холодильную камеру

- помещение баллона в действующую холодильную установку

Вопрос 3 (395) Ниже какой температуры не желательно охлаждать баллон

+ -20^0C

- -10^0C

Вопрос 4 (395) После соединения ресивера с баллоном гибким шлангом до начала перекачки необходимо

+ зафиксировать показания весов

- зафиксировать показания температур

Вопрос 5 (395) Каким гибким шлангом необходимо соединить ресивер с баллоном

+ максимального диаметра и наиболее коротким

- максимального диаметра и наименее коротким

Вопрос 6 (395) Почему жидкость перетекает в баллон при открытии вентиля «Ж»

+ благодаря вакууму баллона

- благодаря вакууму ресивера

Вопрос 7 (395) Дальнейшее перетекание жидкости в баллон происходит за

+ счет разности температур

- счет разности масс

Вопрос 8 (395) Какой принцип используется в этом методе

+ принцип холодной стеки Ватта

- принцип холодной стеки Вольта

Страница 6 раздел Д (396-397)

В этом разделе рассмотрена конструкция и возможное расположение жидкостного вентиля на ресивере.

Вопрос 1 (396) Если вентиль выхода жидкости из ресивера не имеет патрубок отбора давления, то

+ требуется доработать схему, добавив два дополнительных вентиля

- требуется доработать схему, добавив один дополнительный вентиль

Вопрос 2 (396) Что необходимо сначала сделать в ресивере для подготовки слива

+ скопить жидкий хладагент в нем

- откачать парообразный хладагент из него

Вопрос 3 (397) Для горизонтального вентиля шток в крайнем заднем положении

+ патрубок ОД закрыт

+ патрубок ЖР и ЖМ сообщаются

- патрубок ОД и ЖР сообщаются

Вопрос 4 (397) Для горизонтального вентиля шток до упора введен вперед

+ патрубок ОД и ЖР сообщаются

+ патрубок ЖМ закрыт

- патрубок ОД закрыт

- патрубок ЖР и ЖМ сообщаются

Вопрос 5 (397) Что можно сделать при закрытом патрубке ЖМ горизонтального вентиля

+ собрать весь хладагент в ресивер

- откачать парообразный хладагент из ресивера

Вопрос 6 (397) Для вертикального вентиля шток до упора выведен назад

+ патрубок ОД закрыт, а патрубок ЖР и ЖМ сообщаются

- патрубок ЖР закрыт, а патрубок ОД и ЖР сообщаются

Вопрос 7 (397) Для вертикального вентиля шток до упора введен вперед

+ патрубок ЖР закрыт, а патрубок ОД и ЖР сообщаются

- патрубок ОД закрыт, а патрубок ЖР и ЖМ сообщаются

Вопрос 8 (397) Что можно сделать при закрытом патрубке ЖР вертикального вентиля

+ собрать весь хладагент в ресивер

- откачать парообразный хладагент из ресивера

Страница 7 раздел окончание

После выполнения данной лекции №37 необходимо выполнить следующую лекцию №38, которая является продолжением темы "методы слива жидкого хладагента из холодильной установки".

Смотри расписание уроков.

Удачи!

Лекция №38 Регенерация ХА из контура.

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан п.57 (стр. 397-403).

В этом случае жидкостная магистраль, испаритель и всасывающая магистраль будут содержать только пары хладагента при невысоком давлении (чтобы добиться такого результата, необходимо шунтировать реле НД или настроить его на выключение компрессора при давлении, слегка превышающем атмосферное). Однако, этот вариант отличается от предшествующего тем, что магистраль отбора давления (**ОД**) теперь соединена с жидкостной магистралью (**ЖМ**), в которой находится только немного газа, вместо того, чтобы сообщаться с жидкостным ресивером (**ЖР**), в котором находится весь хладагент в жидкой фазе.

Слив жидкости из ресивера становится при этом невозможным, как если бы выходной вентиль не имел патрубка отбора давления *(решение для этого случая приведено выше в начале пункта Д).* **Таким образом, прежде чем приступить к процедуре слива, будьте очень осмотрительны и изучите различные возможные варианты (если они существуют) перед тем, как окончательно определить выбранный вами способ опорожнения установки.**

Е) Слив жидкого хладагента с использованием компрессора установки

Такой способ требует, чтобы компрессор установки был в работоспособном состоянии, имелась возможность подключения к всасывающей магистрали, а выходной вентиль жидкостного ресивера был оборудован патрубком отбора давления (в противном случае схема установки должна быть доработана и оснащена двумя дополнительными вентилями, как показано *на рис. 57.5*).

При перечисленных условиях появляется возможность собрать весь хладагент в жидкостном ресивере и подключить к установке сливной баллон так, как показано *на рис. 57.8.* Конечно, при этом следует использовать как можно более короткие шланги с максимально возможным диаметром.

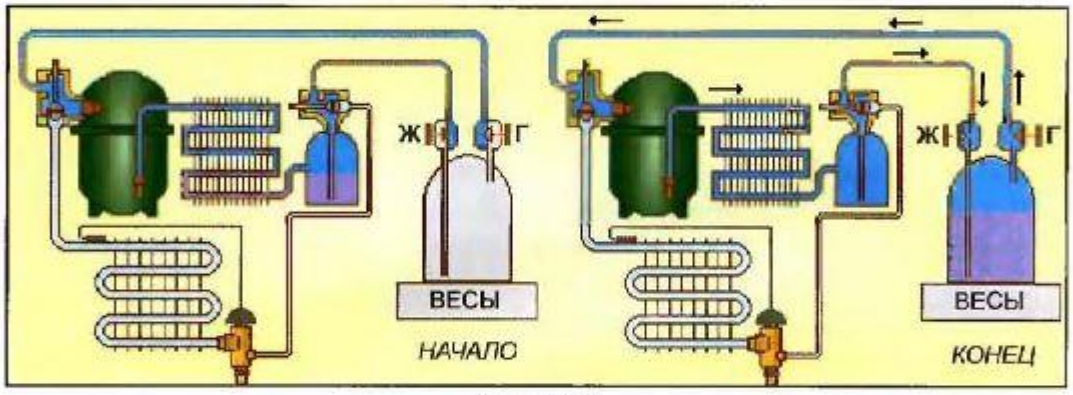


Рис. 57.8.

После продувки шлангов и фиксации показаний весов можно будет открыть вентиль **"Ж"**. Благодаря вакууму, имеющемуся в сливном баллоне, в него пойдет большой расход жидкости. Поэтому, как всегда, в баллоне необходимо сохранять вакуум! Когда расход замедлится, нужно запустить компрессор, который будет всасывать находящиеся в сливном баллоне пары и нагнетать их в жидкостный ресивер, повышая в нем давление (если давление конденсации слишком мало, может оказаться интересным такое решение, как ухудшение теплообмена конденсатора с окружающей средой).

Данный способ позволяет *одновременно понижать давление в баллоне и повышать его в ресивере.* Более того, всасывание паров, находящихся в баллоне над свободной поверхностью жидкости, позволяет охлаждать сливной баллон (*см. раздел 56. "Различные проблемы холодильного контура"*). Такая разность давлений и температур позволяет очень быстро осуществить перекачку жидкости. **Внимательно наблюдайте за показаниями весов с тем, чтобы ни в коем случае не превысить максимально допустимый уровень жидкости в баллоне!**

Когда вся жидкость будет перелита в баллон, показания весов перестанут расти. Тогда в установке останутся только пары хладагента (около 10% массы полной начальной заправки) и ее опорожнение нужно будет заканчивать с использованием станции регенерации.

Ж) Слив жидкого хладагента с использованием внешнего компрессора

Предыдущий способ, использующий собственный компрессор установки, имеет свои ограничения. В самом деле, расход всасываемого газа, проходящего по шлангу (даже если речь идет о большом шланге с диаметром 1/2"), оказывается явно недостаточным, когда мы имеем дело с огромным компрессором (представим себе, что его всасывающий патрубок имеет диаметр 2"5/8!). В этом случае, предохранительное реле НД очень быстро выключит компрессор (или давление всасывания очень быстро упадет практически до нуля, если реле шунтировано). Нам известны последствия слишком частых запусков компрессора (*см. раздел 30 "Проблема повышенной частоты включения компрессора"*). В этом случае, вместо того, чтобы использовать собственный компрессор установки, можно будет использовать небольшой внешний компрессор, например, компрессор станции регенерации (установки для сбора хладагента).

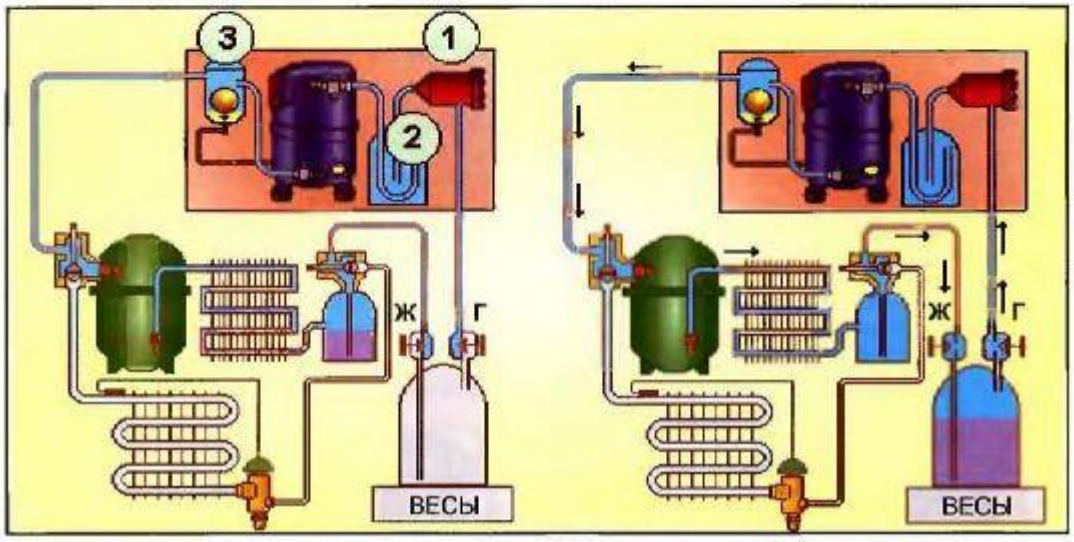


Рис. 57.9.

Для максимально возможной защиты компрессора перекачивающего агрегата на входе в него устанавливают, как правило, антикислотный фильтр (*см.* **поз. 1** *на рис. 57.9*) и отделитель жидкости (**поз. 2**), а на выходе – отделитель масла (**поз. 3**). Поскольку этот метод предполагает *всасывание паров* хладагента из сливного баллона и нагнетание хладагента в контур, нужно, *чтобы конденсатор станции регенерации не работал*. Для этого станция регенерации либо оснащается набором вентилей, обеспечивающих перепуск хладагента минуя конденсатор, либо отключается система охлаждения конденсатора, либо конденсатор закрывается листами картона. Тогда можно будет перегнать весь хладагент из контура в ресивер и подключить к нему сливной баллон в соответствии со схемой, приведенной *на рис. 57.9*. Как обычно, для этого используются наиболее короткие шланги максимально возможного диаметра. После продувки шлангов и фиксации показаний весов можно открыть вентиль (Ж). Благодаря вакууму, имеющемуся в баллоне, в него пойдет большой расход жидкости. Поэтому, как всегда, нужно принять меры к сохранности вакуума в сливном баллоне.

Когда расход замедлится, нужно будет запустить станцию регенерации, которая начнет всасывать *пары* хладагента из баллона и нагнетать их в установку. **ВНИМАНИЕ! Во избежание возможности серьезной поломки, никогда не допускайте, чтобы на вход станции регенерации попадала жидкость!** (Для контроля состояния всасываемого потока на всасывающей магистрали станции регенерации можно установить смотровое стекло большого диаметра).

Этот способ позволяет *одновременно понижать давление в сливном баллоне и повышать его в ресивере*. Кроме того, всасывание паров, находящихся над свободной поверхностью жидкости в сливном баллоне, позволяет охлаждать последний (*см. раздел 56 "Различные проблемы холодильного контура"*). Такая разница давлений и температур позволяет очень быстро перекачать жидкий хладагент. **Как обычно, внимательно наблюдайте за показаниями весов, чтобы ни в коем случае не превысить максимально допустимый уровень заполнения баллона!**

Когда вся жидкость будет перелита в баллон, а показания весов перестанут расти, тогда в установке останутся только пары хладагента (примерно 10% от полной массы начальной заправки) и опорожнение установки нужно будет заканчивать с использованием станции регенерации по схеме, изложенной ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ. Этот способ может быть еще более простым, если ресивер установки, вдобавок ко всему, позволяет обеспечить доступ к паровой фазе, находящейся в нем, например, с помощью вентиля удаления неконденсирующихся примесей (*см.* **поз. 1** *на рис. 57.10*). При наличии такого вентиля после перекачки всего жидкого хладагента в ресивер можно действовать так, как показано *на рис. 57.10*, с теми же предосторожностями, что и ранее. Заметим, что *поршневые жидкостные насосы* позволяют всасывать газ так же, как и компрессор. Поэтому насосы такого типа тоже могут быть использованы применительно к данному способу (однако никогда не используйте для этого способа центробежные насосы).

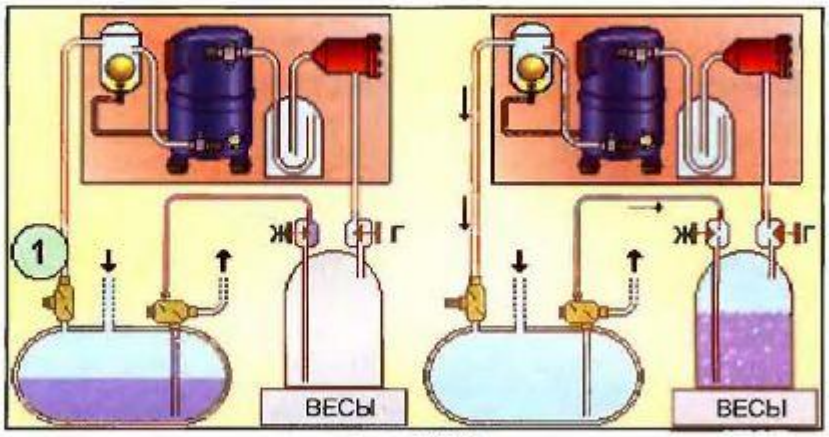


Рис. 57.10.

Во всех способах слива жидкого хладагента, которые мы только что рассмотрели, установка смотрового стекла соответствующих размеров (3/8" лучше, чем 1/4" и 1/2" – чем 3/8") на шланге, связанном с вентилем (Ж), позволяет облегчить наблюдение за развитием событий.

3) Частичное удаление паров хладагента: использование станции регенерации для завершения слива жидкого хладагента из установки

Когда слив жидкого хладагента из установки окончен, в ней, в виде паров, остается примерно 10% полной массы начальной заправки. Завершить работу по удалению этих паров позволяет обычная станция регенерации. Для этого станцию регенерации соединяют со сливным балоном так, как показано *на рис. 57.11*, не забывая об установке манометров. Как обычно, при этом используют самые короткие, по возможности, шланги с максимально допустимым диаметром, особенно при подключении к запорным вентилям компрессора...

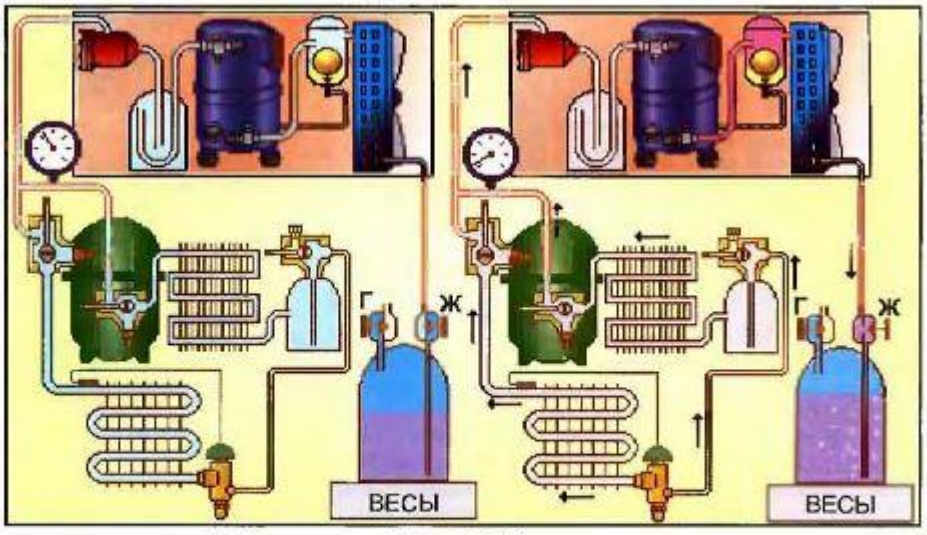


Рис. 57.11.

После продувки шлангов и фиксации показаний весов запускают перекачивающий агрегат. Всасываемые из установки пары будут нагнетаться в конденсатор станции регенерации, а затем направляться в сливной баллон в жидком состоянии. **Не забывайте следить за показаниями весов, чтобы ни в коем случае не превысить максимально допустимый уровень заполнения баллона!**
Манометр позволяет оценить остаточное давление паров в контуре опорожняемой установки с тем, чтобы принять решение об окончании процедуры опорожнения (этот момент мы будем обсуждать в пункте К настоящего раздела).

И) Опорожнение установки за счет удаления всего хладагента в паровой фазе с использованием станции регенерации

Если доступ к жидкому хладагенту, находящемуся в установке, обеспечить никак нельзя, остается возможность ее опорожнения за счет удаления хладагента в газовой фазе. Этот метод, безусловно, является очень длительным и, следовательно, должен использоваться только для небольших установок, содержащих незначительное количество хладагента.
Он также создает большие нагрузки на станцию регенерации. В самом деле, весь хладагент, находящийся в установке, должен пройти через агрегат, при этом хладагент может иметь повышенную агрессивность из-за находящихся в нем кислот (если контур загрязнен), иметь следы масла, не совместимого с компрессором перекачивающего агрегата (проблемы смазки), а условия работы этого компрессора очень неблагоприятные (высокая степень сжатия, низкий расход всасываемого газа, следовательно, плохое охлаждение двигателя...).
Указанные обстоятельства требуют частого обслуживания перекачивающего агрегата, особенно смены противокислотного фильтра и замены масла комплессора *(Во избежание больших неприятностей вы должны будете тщательно следовать рекомендациям разработчика станции регенерации)!*

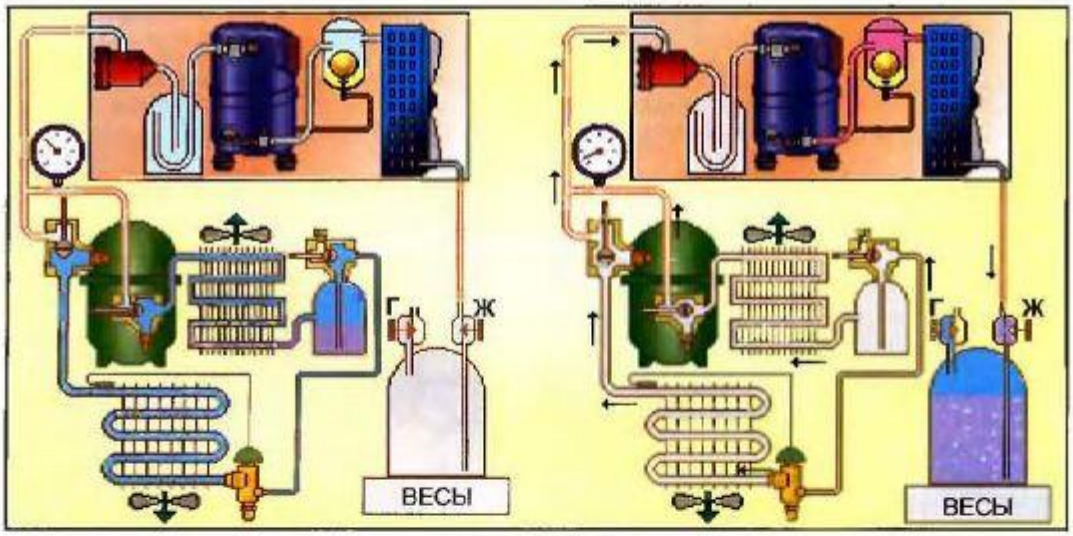


Рис. 57.12.

Для осуществления данного способа, станцию регенерации соединяют со сливным баллоном согласно схеме *на рис. 57.12,* не забывая при этом об установке манометра. Как обычно, используют по возможности самые короткие шланги самых больших диаметров, особенно для подключения к запорным вентилям компрессора.
Если доступ внутрь установки отсутствует и вы задумаете сделать его сами (например, с помощью специального быстромонтируемого вентиля, обеспечивающего прокалывание какой-либо магистрали), напоминаем, что компрессор станции регенерации никогда не должен всасывать жидкость. Действительно, отделитель жидкости, установленный на входе в компрессор станции регенерации, предназначен только для защиты от *незначительных гидравлических ударов,* и ни в коем случае не может защитить от непрерывного потока большого количества жидкости.

ВНИМАНИЕ! Никогда не соединяйте всасывающую магистраль станции регенерации с зоной холодильной установки, в которой может находиться жидкость!

Существует и еще одна проблема. Так как в установке хладагент находится как в жидком, так и в газообразном состоянии, а перекачивающий агрегат может всасывать только пары, нужно быть уверенным в том, что жидкий хладагент сможет выкипать с достаточной скоростью парообразования.

Однако жидкость при кипении требует тепла (*см. раздел 56 "Различные проблемы холодильного контура"*).

Поэтому все зоны установки, содержащие жидкость, по мере перекачки и уменьшения давления в контуре, будут сильно охлаждаться (см. рис. 57.13). Так, при давлении в контуре 0 бар изб. жидкий R22 будет иметь температуру -40°C, R12 охладится до -30°C, а температура R502 упадет до -45°C!

Рис. 57.13.

Для того, чтобы создать как можно лучшие условия для перекачки, следует передать жидкости как можно больше тепла. Если вся жидкость до начала перекачки находится в ресивере, его нужно будет подогреть. С другой стороны, если жидкость находится в испарителе и конденсаторе, для подвода к ней тепла достаточно будет включить вентиляторы, и тем самым ускорить процедуру опрожнения установки.

При использовании этого метода не обязательно весь хладагент собирать в ресивере. Напротив, необходимо задействовать вентиляторы испарителя и конденсатора.

После продувки шлангов, фиксации показаний весов и включения вентиляторов, небольшую порцию паров можно будет отсосать благодаря вакууму, имеющемуся в баллоне (что гораздо менее выгодно, чем всасывать жидкость), а затем запустить станцию регенерации. Всасываемые пары нагнетаются в конденсатор станции регенерации и потом переливаются в сливной баллон в жидком состоянии. **Как всегда, внимательно отслеживайте показания весов, чтобы ни в коем случае не превысить максимально допустимый уровень заполнения баллона!** Манометр позволяет оценивать остаточное давление паров хладагента в опорожняемой установке с целью определения момента окончания процедуры опорожнения (мы будем обсуждать этот момент в пункте Л настоящего раздела).

К) Извлечение паровой фазы: опасность для установок, оснащенных теплообменниками, содержащими воду

Рис. 57.14.

Мы видели, что при извлечении хладагента в газовой фазе из контура холодильной установки все части установки, в которых еще находится жидкость, будут очень сильно охлаждаться за счет кипения этой жидкости. Для установок, оборудованных конденсаторами или испарителями с водяным охлаждением, *последствия такого падения температуры кипящей жидкости могут быть особенно катастрофическими.*

В самом деле, опасность замерзания воды в трубках теплообменника очень велика, а если вода в трубках замерзнет, они немедленно разрушатся и холодильный контур будет контактировать с водяным контуром (см. рис. 57.14)!

Следовательно, в таких установках, в процессе извлечения хладагента из них, обязательно требуется поддерживать циркуляцию воды во всех теплообменниках.

Эта необходимая предосторожность дает двойную выгоду. Во-первых, она исключает опасность замерзания воды в трубках, а, во вторых, способствует кипению хладагента (циркулирующая вода будет охлаждаться как в конденсаторе, так и в испарителе), и таким образом, уменьшит продолжительность опорожнения. **Если поддерживать циркуляцию воды невозможно, нужно будет обязательно слить ее из соответствующих теплообменников.**

Л) Различные проблемы

При каком давлении нужно останавливать станцию регенерации? Правилами предусматривается, что остаточное давление в конце опорожнения не должно превышать 0,6 бар абс. (-0,4 бар по манометру), если объем контура менее 200 литров, и 0,3 бар абс. (-0,7 бар изб.) – в остальных случаях. Бывает, что достичь этих величин оказывается очень трудно. В самом деле, чем больше падает давление в контуре, тем меньше паров всасывает компрессор станции регенерации, и тем больше возрастает степень сжатия: ясно, что это приводит к огромному перегреву компрессора. Если компрессор слишком долго работает в таких условиях, он, как правило, отключается предохранительным термореле (в противном случае он сгорает).

С целью бережного отношения к станциям регенерации попытаемся не включать их на слишком длительный срок. Когда установка содержит мало хладагента, ее опорожнение в газовой фазе может это позволить. Однако, **если заправка превышает несколько килограмм, идеальным решением всегда будет слив максимального количества хладагента в жидком состоянии** (следовательно, без необходимости его кипения) с последующим завершением процедуры опорожнения при помощи перекачивающего агрегата, *который тогда будет всасывать только пары.*

Такая процедура всегда будет гораздо более быстрой. *Тем не менее, будем внимательны, так как производительность станции регенерации должна быть адаптирована к объему установки.* В самом деле, для установки, у которой (даже после слива жидкого хладагента) в газовой фазе его остается, например, 20 кг, мы не должны упускать из вида, что станция регенерации, имеющая производительность 1 кг/час, должна будет работать 20 часов, в то время как станция регенерации с производительностью 80 кг/час будет работать только четверть часа.

Примечание. При всех способах слива хладагента в жидкой фазе, его накопление в ресивере предпочтительнее обеспечивать с использованием собственного компрессора холодильной установки. Конечно, если компрессор не может работать, допустимо оставить в некоторых частях контура какое-то количество жидкого хладагента. Тем не менее, *нужно быть уверенным в том, что в ресивере также имеется жидкий хладагент.* В этом случае, если возможен доступ к ресиверу, следует использовать один из способов опорожнения установки, вначале сливая хладагент в жидкой фазе, а затем удаляя газовую фазу с использованием станции регенерации. *Тогда вам нужно будет выпаривать только жидкость, находящуюся в застойных зонах, вместо того, чтобы выпаривать всю жидкость, заправленную в контур. Тем самым, вы сбережете ресурс станции регенерации и, конечно, получите выигрыш во времени.*

Можно ли использовать станцию регенерации для любого хладагента? *Станции регенерации рассчитаны на удаление из контура вполне определенных типов хладагентов и не могут быть использованы для перекачки любого из них.* Например, агрегат, предназначенный для перекачки хладагентов типа R12, R22, R500 и R502 нельзя будет использовать для перекачки хладагента типа R134a (и наоборот), если с самого начала это не было предусмотрено его разработчиком. В частности, это обусловлено несовместимостью между собой масел, используемых для каждого из этих хладагентов (ознакомьтесь с инструкцией разработчика станции регенерации).

Если разработчик допускает использование станции регенерации для перекачки разных хладагентов (например, R12 и R22), следует быть особенно внимательным к массе хладагента, которая может оставаться в агрегате по окончании перекачки (этим количеством нельзя пренебрегать, поскольку оно может превышать 2 кг). При переходе от одного хладагента к другому, ***вы должны обязательно удалить из станции регенерации остатки прежнего хладагента***, иначе появляется опасность смешивания хладагентов.

Чтобы понять, в чем тут дело, представим, что вначале станция регенерации использовалась для опорожнения холодильной установки, работающей на R12 (*см. рис. 57.15*).

Рис. 57.15.

Допустим, что по окончании процедуры опорожнения во внутренних полостях станции регенерации осталось 1 кг R12. Далее, ***с помощью этой же станции регенерации, без ее опорожнения,*** приступили к откачке хладагента R22 из другой холодильной установки.

Рис 57.16.

Если при этом из нее извлечено 11 кг R22, допуская для простоты, что в перекачивающем агрегате осталось то же количество R22 (то есть 1 кг), то в сливном баллоне окажется 10 кг R22 + 1 кг R12 (то есть непригодная к повторному использованию смесь, которую поставщик должен будет уничтожить, *см. рис. 57.16*).

Отметим, что если извлечено только 5 кг R22, то в сливном баллоне окажется смесь из 4 кг R22 + 1 кг R12. Заметим также, что если в первом контуре R12 был загрязнен кислотами, то баллон теперь будет содержать смесь R12 и R22, также загрязненную кислотами. Вообразите себе последствия, если вы решите повторно использовать этот хладагент для заправки другой установки.

Извлечем из этого следующий урок. Во-первых, после каждой операции необходимо опорожнять станцию регенерации, в точности следуя предписаниям изготовителя. И во-вторых, опасно сливать хладагент из одной холодильной установки для его последующей заправки в другую.

Будем также осторожны, используя шланги с самозапирающимися соединениями, которые позволяют избегать, при их демонтаже, выброса содержимого шлангов в атмосферу. Эти шланги должны быть четко промаркированы, во избежание смешивания хладагентов. Кроме того, самозапирающиеся соединения приводят к потерям давления в шлангах, что может весьма заметно повысить продолжительность операций слива.

Как подготовить хладагент к повторному использованию? В настоящее время в продаже имеются устройства, позволяющие подготовить хладагент к повторному использованию перед заправкой в установку, которые иногда объединены с перекачивающим агрегатом. Одно из таких устройств, используемое для большинства обычных хладагентов, представлено *на рис. 57.17.*

Рис. 57.17.

Насос обеспечивает циркуляцию загрязненного хладагента через антикислотный фильтр-осушитель и индикаторное смотровое стекло, позволяющее контролировать отсутствие влаги в хладагенте. Это устройство может удалить только влагу и кислоты. Оно ни в коем случае не обеспечивает получение абсолютно чистого хладагента, если в нем имеются примеси другого хладагента или значительные следы масла.

Оборудованием, необходимым для полной очистки хладагентов и подготовки их к повторному использованию, располагают только поставщики хладагентов.

Эта лекция является продолжением предыдущей Лекции №37 темы методы слива жидкого хладагента из холодильной установки.
Рассмотрен случай слива жидкого хладагента из жидкостного ресивера установки в баллон для слива используя. Раздел Е.

Страница1 (397)

Вопрос 1 (397) Что требует этот метод слива
+ компрессор установки должен быть в рабочем состоянии
- компрессор установки может быть не в рабочем состоянии
Вопрос 2 (397) Какая необходима возможность подключения в этом методе
+ к всасывающей магистрали
+ чтоб, вентиль ресивера имел патрубок отбора давления
- к нагнетательной магистрали
Вопрос 3 (397) Какая появляется возможность при перечисленных выше условиях
+ собрать весь жидкий ХА в ресивер и подключить сливной баллон
- собрать весь жидкий ХА в сливной баллон
Вопрос 4 (397) Что не должно работать у станции регенерации
+ КД
- ресивер
Вопрос 5 (397) Что произойдет при запуске КМ
+ понижение давления в сливном баллоне
+ повышение давление в ресивере
- повышение давление в КД
Вопрос 6 (397) За счет чего охлаждается сливной баллон
+ испарения паров над свободной поверхностью жидкости
- испарения жидкости

Страница 2 Раздел Ж. (398-399)

Данный способ слива отличается от предыдущего наличием внешнего КМ.
Вопрос 1 (399) В чем недостаток использование собственного КМ установки
+ давление всасывания быстро упадет
+ прессостат НД быстро отключит КМ
- прессостат ВД быстро отключит КМ
Вопрос 2 (399) Что необходимо установит на входе КМ для максимальной защиты перекачивающего агрегата
+ антикислотный фильтр
+ ОЖ
- МО
Вопрос 3 (399) Что необходимо установит на выходе КМ для максимальной защиты перекачивающего агрегата
- антикислотный фильтр
- ОЖ
+ МО
Вопрос 4 (399) Что не должно работать у станции регенерации
+ КД
- ресивер
Вопрос 5 (399) Каким образом отключают КД станции регенерации
+ переключением вентилей
+ отключают вентилятор КД
+ просто закрыть поверхность КД листом картона
- загрязнением поверхности КД
Вопрос 6 (399) Что можно установит на всасывающей магистрали станции регенерации
+ смотровое стекло большого диаметра
- смотровое стекло малого диаметра
Вопрос 7 (399) Что используют в станции регенерации вместо КМ

+ поршневой жидкостной насос
- центробежный насос

Страница 3 Раздел И. (400)

В этом разделе рассмотрен случай использования станции регенерации при остатке в системе небольшого количества пара около 10%, когда слив жидкого ХА закончен.

Вопрос 1 (400) Что необходимо установит в контуре при данном методе
+ манометры
- термометры

Вопрос 2 (400) К чему подключают вентиль «Ж» сливного баллона в этой схеме включения
+ к выходу КД
- к входу КД

Вопрос 3 (400) К чему подключают вентиль «Г» сливного баллона в этой схеме включения
- к вентилю ресивера
+ не к чему, он закрыт

Вопрос 4 (400) Какая еще есть проблема при использовании данного метода
+ возможность жидкому ХА испаряться с достаточной скоростью парообразования
- возможность парам ХА конденсироваться с достаточной скоростью

Вопрос 5 (400) Для чего необходимы манометры
+ для принятия решения об окончания процедуры
+ для контроля остаточного давления паров в контуре
- для наблюдения за оптимальными режимами установки

Страница 4 Раздел К продолжение. (401)

В этом разделе идет случай опорожнения контура установки при не возможности слива ХА в жидкой фазе. Для этого используют более длительный метод, удаление всего ХА только в паровой фазе, используя станцию регенерации.

Вопрос 1 (401) Для каких установок используется данный метод
+ небольших , имеющих небольшое количество ХА
- больших , имеющих большое количество ХА

Вопрос 2 (401) Какие сервисные работы часто приходится выполнять для станции регенерации
+ смена противокислотного фильтра
+ замена масла КМ
- чистка поверхности КД

Вопрос 3 (401) Что никогда нельзя соединять с всасывающей магистралью станции регенерации
- зону установки, в которой может находиться, горячий пар
+ зону установки, в которой может находиться, жидки ХА

Вопрос 4 (401) Какая еще есть проблема при использовании данного метода
+ возможность жидкому ХА испаряться с достаточной скоростью парообразования
- возможность парам ХА конденсироваться с достаточной скоростью

Вопрос 5 (401) Нужно ли собирать весь хладагент в ресивере для данного метода
+ необязательно
- необходимо

Вопрос 6 (401) Что необходимо сделать с ресивером для данного метода
+ подогреть
- охладить

Вопрос 7 (401) Требуется ли включение вентиляторов испарителя и КД
+ обязательно
- необязательно

Страница 5 Раздел Л продолжение. (402-403)

Данный раздел рассматривает вопросы, как проводить работы при сливе хладагента и проблемы, которые могут возникнуть.

Вопрос 1 (402) При каком остаточном давлении останавливают станцию регенерации

(объем менее 200 л)
+ 0,6 бар абсолютного давления
+ - 0,4 бара по манометру
- 0,4 бара по манометру
Вопрос 2 (402) При каком остаточном давлении останавливают станцию регенерации (объем более 200 л)
+ 0,3 бар абсолютного давления
+ - 0,7 бара по манометру
- -0,7 бара по манометру
Вопрос 3 (402) Что может произойти со станцией регенерации при длительной ее работе
- отключается предохранительным термореле
+ отключается предохранительным пресостатом
Вопрос 4 (402) При каком весе ХА в контуре не желательно работать станцией регенерации
+ превышает несколько кГ
- превышает несколько десятков кГ
Вопрос 5 (402) По какому критерию выбирается производительность станции регенерации
+ по объему контура
- по объему испарителя
Вопрос 6 (402) Что еще дополнительно учитывается при выборе производительности станции регенерации
+ временя ее работы
- время работы холодильной установки
Вопрос 7 (403) Что необходимо учитывать при использовании станции регенерации для любых фреонов
+ совместимость масла
- время ее работы
Вопрос 8 (403) Что необходимо сделать после использование станции регенерации различных фреонов
+ удалить остатки прежнего ХА
- удалить остатки масла
Вопрос 9 (403) Чем может быть загрязнен скачанный из контура
+ кислотами
- щелочью
Страница 6 Окончание
Данная лекция №38 является последней в теме «Проблемы слива и повторного использования хладагента».
Следующая Лекция №39 Проблемы, вызванные применением новых хладагентов заканчивает теоретические занятия по МДК 02.03.
Сделайте небольшой перерыв и продолжите выполнять необходимые задания согласно расписанию занятий.

Лекция №39 Проблемы, вызванные применением новых хладагентов

Лекция проводится на основе учебник Котзаогланиан п.58 (стр.404-405)

58. ПРОБЛЕМЫ, ВЫЗВАННЫЕ ПОЯВЛЕНИЕМ НОВЫХ ХЛАДАГЕНТОВ

Рис. 58.1.

До подписания Монреальского протокола, в сентябре 1987 г., большинство холодильщиков были людьми, не знавшими печали. Годами они довольно неплохо использовали имеющиеся в их распоряжении хладагенты и вполне успешно осваивали их. В холодильном торговом оборудовании, наиболее часто, это были R12 и R502, в кондиционерах – R22 (*см. рис. 58.1*). И вот в Монреале нам сказали, что R12 и R502 (также, как и R11, R113, R114, R115, R500) являются хлорфторуглеродами (категория **CFC**), которые разрушают озоновый слой, и что такие хладагенты должны исчезнуть через 10 лет (*см. рис. 58.2*)! Однако, срок наступления этого события представлялся достаточно отдаленным и хладагенты категории CFC продолжали успешно использоваться большинством холодильщиков, тем более, что достойных вариантов их замены не существовало, за исключением разработки новых установок на R22, когда это было возможным.

В июле 1990 г., в Лондоне, к перечисленным хладагентам, объявленным экологически вредными, добавили R13 и R503. Более того, к 2040 г. было предусмотрено изъятие из обращения другой категории хладагентов – гидрохлорфторуглеродов (**HCFC**). На этот раз под прицелом был, в основном, R22, поскольку он начал получать распространение в холодильном торговом оборудовании. Не считая аммиака (почти не используемого при малых мощностях), не оставалось, ничего другого, как надеяться на появление новых экологически чистых хладагентов.

Рис. 58.2.

После многочисленных изменений первоначального протокола, его положения в настоящее время уточнены, поскольку, начиная с 1 января 1995 г., производство CFC должно быть прекращено (к повторному использованию могут быть допущены только слитые из установок и регенерированные CFC). HCFC пока что получают *отсрочку* до 2015 года, с замораживанием потребления на уровне 1996 года, и графиком снижения производства начиная с 2004 года. Использование хладагентов категории HCFC в новых установках, для стран ЕЭС, запрещено с 01.01.2004 года. В течение всего этого времени химики не бездействовали и в результате их работы на рынке появилось множество новых соединений, либо предназначенных для вновь разрабатываемых установок, либо позволяющих эксплуатировать существующие установки.

Рис. 58.3.

Для вновь разрабатываемых установок предлагается использовать хладагенты категории фторуглеводородов (HFC), имеющих ничтожное воздействие на окружающую среду. Среди этих хладагентов, рассматриваемых как окончательные, сегодня наиболее известны R134a, R404A, R407C и R410A.

Для существующих установок, работающих на CFC, когда снабжение хладагентами с целью их текущего обслуживания окажется невозможным, могут быть использованы переходные хладагенты, позволяющие, в основном, не спеша переоборудовать эти установки с минимальными доработками (FX56, DP40, FX10, HP80...). Эти *промежуточные* хладагенты являются смесями хладагентов категорий HFC и HCFC, следовательно они попадают под ограничения, установленные для R22, и также в перспективе должны будут исчезнуть. Таким образом, их нужно использовать только для того, чтобы продлить эксплуатацию существующих установок с минимальными издержками.

Верные стилю и духу настоящего руководства, мы будем избегать глубокой теории при изложении (максимально упрощенном) практических проблем (иногда очень сложных), связанных с использованием новых хладагентов. Зная природу этих проблем, читатель в дальнейшем найдет средства для их преодоления.

A) Общие проблемы, возникающие при использовании HFC в новых установках

В отличие от CFC (R12, R502...), новые хладагенты HFC не содержат хлора. Они имеют нулевой потенциал разрушения озона и весьма незначительное влияние на парниковый эффект (приводящий к перегреву земной атмосферы)*. Они рассматриваются как окончательные и должны будут использоваться во вновь разрабатываемых установках. На сегодня речь идет, главным образом, о следующих областях использования:

R134a должен окончательно заменить R12 в области высоких и средних температур (особенно в автомобильных кондиционерах).

R404A должен окончательно заменить R502 в области средних и низких температур. Чтобы упростить вам жизнь, заметим, что этот хладагент называют также FX70 (производитель Atofina) или HP62 (производитель Du Pont de Nemours)!

R407C и **R410A** становятся лидерами в области центральных кондиционеров.

Использование хладагентов HFC порождает отдельные проблемы при сборке установок и их обслуживании. Заметим, что большинство из этих проблем уже существовали с другими хладагентами, но самой природой HFC они усилились.

- МАСЛА. Проблема масел является основной, поскольку при малейшей ошибке *компрессор может разрушиться*. Используемые до настоящего времени с хладагентами CFC (R12, R502...) и HCFC (R22...) масла, ***совершенно несовместимы*** с хладагентами HFC. Поэтому, компрессоры, предназначенные для работы с новыми хладагентами HFC, заправляются специальным маслом, называемым "эфирное масло", в отношении которого необходимо знать следующее.

  Эфирные масла чрезвычайно гигроскопичны. Например, они очень быстро насыщаются влагой, как только вы откроете канистру на воздухе. Поэтому, количество воды, которое попадает в контур одновременно с маслом, может оказаться очень большим.

* Утверждение о том, что хладагенты категории HFC оказывают незначительное влияние на парниковый эффект, строго говоря, не соответствует действительности. Эти хладагенты в тысячи раз более активны, чем углекислый газ *(прим. ред.)*.

Поскольку смесь эфир + HFC + вода может образовывать ***крайне агрессивную и опасную фтороводородную кислоту***, Вы должны соблюдать максимальные предосторожности по части обезвоживания при всех работах, связанных с вскрытием контура. Особенно внимательно следите за собственной безопасностью (глаза, руки...), работая с загрязненным маслом.

Поэтому канистру с эфирным маслом нельзя оставлять открытой на воздухе более 15 минут (предельное время) и масло, содержащееся в ней, следует полностью использовать (не берите канистру на 25 л, если компрессору требуется 1 л!). Предосторожности по обезвоживанию при разборке и сборке установки должны отвечать всем правилам и соблюдаться с величайшей строгостью. В частности, новый компрессор, заправленный эфирным маслом, поставляется полностью обезвоженным. Во время сборки установки его внутренние полости должны оставаться совершенно изолированными от окружающей среды, чтобы избежать загрязнения масла влагой, которая содержится в окружающем воздухе.

Когда сборка закончена и герметичность контура проверена, рекомендуется отвакуумировать его, оставляя внутренние полости компрессора изолированными от контура. Для этого необходимо один штуцер отбора давления расположить на вентиле выхода жидкости из ресивера (конденсатора), а другой – на всасывающем трубопроводе (или установить их). Только когда установка будет герметична и обезвожена, можно будет открыть вентили компрессора и осуществить окончательное вакуумирование.

Операции по вакуумированию должны производиться особенно тщательно, а используемые фильтры-осушители должны иметь максимально возможную производительность (предпочтительно, с антикислотной функцией), чтобы снизить до минимума опасность выхода из строя компрессора.

Эфирные масла не допускают смешивания. Заметим, что некоторые эфирные масла содержат антиокислительные и (или) противоизносные добавки, которые улучшают характеристики масел. Однако природа этих добавок у различных производителей неодинакова, что может привести к несовместимости масел между собой. Кроме того, при смешивании масел результирующая вязкость смеси становится непрогнозируемой, что может нанести ущерб процессу смазки компрессора.

Таким образом, следует избегать смешивания двух различных эфирных масел, опасность чего появляется, главным образом, при доливке масла, даже если эта опасность незначительна и вы используете два смазочных масла, применение которых порознь соответствует инструкциям разработчика.

Однако главная проблема заключается в том, что эфирные масла очень быстро перестают смешиваться с HFC в присутствии масел другого семейства. Потеря смешиваемости происходит особенно быстро и, следовательно, опасно, если эфирное масло загрязнено минеральным маслом (повсеместно используемым с R12), и в меньшей степени, когда речь идет об алкилбензольном масле (или его смеси с минеральным), иногда используемом с R22 и R502 (при низких температурах кипения).

Следует иметь ввиду, что если смешиваемость масла и хладагента ухудшается, то масло, которое нормально циркулирует в установке, теряет возможность возвращения в картер и разрушение компрессора гарантировано!

В зависимости от условий работы (прямой цикл расширения, затопленный испаритель, высокая или низкая температура кипения, испаритель над компрессором или под ним, большая протяженность трубопроводов...), ***максимально допустимое содержание минерального масла в эфирном не должно превышать 1 %*** (в настоящее время в продаже имеются многочисленные комплекты для быстрой оценки состава масляных смесей). Поэтому ремонтник, вскрывающий контур, который заполнен HFC, должен быть особенно внимателен.

В частности, комплекты манометров, используемые для контроля давления хладагентов, должны быть различными для категорий CFC и HFC с тем, чтобы избежать случайного смешивания эфирного и минерального масел, которые могут оставаться в соединениях (см. рис. 58.4).

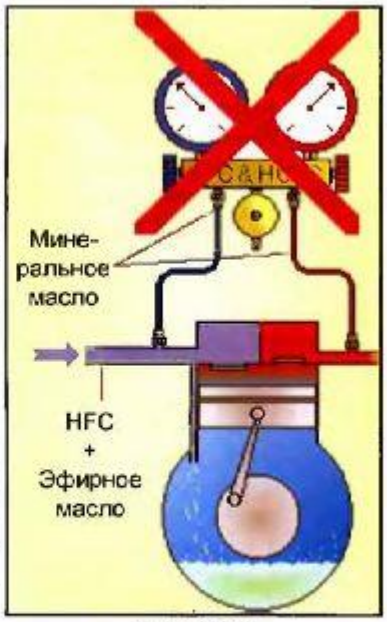


Рис. 58.4.

Эфирное масло является более плохим растворителем, но обладает лучшими очищающими свойствами, чем старые масла. Это означает, что мелкие частицы, которые ранее присутствовали в контуре в растворенном виде, теперь не будут растворяться. С другой стороны, различные загрязнения стенок (нагар, окалина), будут интенсивнее смываться и масло будет загрязняться и чернеть гораздо быстрее, чем раньше, если внутренняя поверхность стенок контура не была предварительно доведена до безупречного состояния.

Поэтому качество сборочных работ, особенно при монтаже установки, должно быть безупречным, а сами работы должны проводиться только в среде нейтрального газа (сухой азот) во избежание образования окислов. Используемые фильтры должны быть как можно тоньше (чтобы улавливать загрязнения), причем настоятельно рекомендуется установка фильтра на всасывающей магистрали.

МАТЕРИАЛЫ. *Используемый компрессор должен быть предназначен для работы на HFC* (главным образом, когда речь идет о компрессоре с встроенным двигателем). Более того, отдельные узлы также должны быть специально разработаны для использования совместно с HFC. Рассмотрим, для чего это необходимо:

По возможности, следует избегать резьбовых соединений, *так как молекулы HFC имеют гораздо меньшие размеры, чем молекулы традиционных хладагентов.* В результате, установка, герметичная при работе на CFC (R12, R502...), вполне может оказаться "дырявой" для HFC. По этой причине, сальниковые компрессоры не рекомендуются для работы с HFC.

По этой же причине, предпочтительнее использовать паяные соединения, причем пайку желательно выполнять припоем с повышенным содержанием серебра, так как такие соединения гораздо менее пористые. ***Если вы все-таки используете резьбовые ниппельные соединения, развальцовка трубок должна выполняться особенно тщательно, а развальцованные концы должны быть в превосходном состоянии (см. рис. 58.5).*** *Точно также, гибкие шланги или трубки, когда они используются, должны быть специально разработаны для HFC (повышенной герметичности, химически совместимые).*

Рис. 58.5.

ТРВ должен быть предназначен для конкретного типа HFC (например, если используемый хладагент R134a, ТРВ должен быть предназначен именно для R134a). Другие принципы подбора, монтажа и настройки ТРВ такие же, как для обычных хладагентов.

Фильтр-осушитель должен быть специальной модели HFC с гораздо более мелкими ячейками, чтобы подходить по размеру к новым молекулам. Заметим, что из-за повышенной гигроскопичности эфирных масел, эти фильтры-осушители зачастую имеют повышенную (примерно на 20% по отношению к обычным хладагентам) поглощающую способность и, желательно, чтобы они выполняли еще функцию антикислотных фильтров (напоминаем, что смесь эфир + HFC + вода, к сожалению, имеет склонность образовывать фторводородную кислоту, еще более разрушительную, чем соляная кислота!).

Смотровое стекло должно быть предназначено для работы в качестве индикатора влажности специально для HFC, *то есть быть гораздо более чувствительным.* Индикатор этого нового типа смотровых стекол меняет цвет в присутствии гораздо меньшего содержания влаги, что позволяет обнаружить отклонения гораздо раньше (и, следовательно, быстрее принять меры). *Если индикатор поменял окраску, нужно проверить кислотность масла, при необходимости, заменить масло и обязательно поменять фильтр-осушитель на антикислотную модель.*

Теплообменники (испарители, конденсаторы...), используемые с обычными хладагентами, как правило, совместимы с HFC. Поправочный коэффициент мощности (даваемый изготовителем) применяется при их подборе в зависимости от используемого хладагента.

Различные узлы (регулирующие вентили, ручные вентили, электромагнитные клапаны, маслоотделители...) одинаковы, но подбирать их нужно с учетом поправочного коэффициента, зависящего от типа хладагента (тем не менее, нужно быть внимательным, так как изготовленные из некоторых, ранее применявшихся материалов уплотнительные прокладки, могут оказаться менее надежными при работе в среде HFC). Жидкостные ресиверы для HFC обычно одинаковы с ресиверами, используемыми для других хладагентов.

Поскольку R410A имеет очень высокие значения рабочих давлений, его применение требует использования специальной арматуры (см. раздел 102.3).

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА

Конструкция холодильных контуров должна отвечать понятию замкнутости. Дополнительно к полной герметичности при работе, последующие операции по их техническому обслуживанию необходимо осуществлять с минимальной потерей хладагента. ***В конструкции установки обязательно должна предусматриваться возможность полного извлечения из нее хладагента*** *(см. раздел 57 "Проблемы слива и повторного использования хладагентов").*

Расположение трубопроводов и реализуемые в них минимальные скорости потока хладагента должны обеспечивать нормальную циркуляцию масла (*см. раздел 37 "Проблема возврата масла"*).

В настоящее время для подбора трубопроводов под новые хладагенты имеются расчетные номограммы.

Проблемы перетекания существовали и для обычных хладагентов *(см. раздел 28. "Проблемы перетекания жидкого хладагента").* Поскольку хладагенты категории HFC имеют склонность к еще более сильному перетеканию, при их применении рекомендуется обязательно обеспечивать электроподогрев картера во время остановок и останавливать компрессор с предварительным вакуумированием *(см. раздел 29. "Остановка холодильных компрессоров").* Если компрессор оснащен масляным насосом, рекомендуется устанавливать реле контроля давления масла.

Поиск утечек нельзя осуществлять с помощью галогенной лампы, так как HFC не содержат хлора *(см. раздел 15. "Поиск утечек хладагента").*

Инструмент должен быть приспособлен к новым хладагентам (которые не допускают присутствия минеральных масел и хлора). В частности, необходимо иметь в наличии набор манометров со шлангами, предназначенными *исключительно* для использования в установках, заправленных HFC.

Вследствие высокой гигроскопичности эфирных масел, операции вакуумирования необходимо выполнять особенно тщательно. Поэтому, рекомендуется использовать двухступенчатые вакуумные насосы. Напоминаем, что продолжительность вакуумирования может быть сокращена вдвое только за счет использования коротких шлангов диаметром 3/8" (вместо длинных шлангов 1/4").

Эфирные масла более чувствительны к загрязнениям, чем обычные масла. Поскольку срок службы компрессора напрямую зависит от качества его смазки, анализ масла является эффективным средством оценки состояния установки (также, как анализ крови свидетельствует о состоянии здоровья человека). Раннее обнаружение отклонений позволит своевременно предпринять необходимые меры, прежде чем станет слишком поздно.

Для этого достаточно прямо в месте нахождения установки просто проконтролировать смотровое стекло-индикатор влажности (специально предназначенное для HFC), оценить цвет и запах масла и провести профилактическую проверку его кислотности (внимание: некоторые эфирные масла с большим количеством присадок могут при проверке менять окраску даже в отсутствии кислот).

Для ответственных установок, или в случае сомнений, может потребоваться полный лабораторный анализ (*например*, с помощью детектора pH системы DEHON). Такой анализ, проводимый регулярно, позволяет отслеживать изменения основных характеристик масла (вязкость, кислотность, содержание воды, очень точно определять содержание металлических частиц, диэлектрическую прочность...) во времени и, следовательно, очень быстро обнаруживать малейшие отклонения, делая соответствующие выводы о последствиях.

Промывку загрязненного контура, например, вследствие сгорания компрессора, нельзя делать с использованием CFC R11. Сейчас начинают появляться новые жидкости для промывки, которые не загрязняют контур, обеспечивают качественную промывку, но также имеют недостатки. В ожидании столь же эффективного, но менее дорогостоящего решения, в настоящее время для промывки контура часто рекомендуется относительно дорогой способ промывки эфирным маслом (или эфиром).

Требуется очень точное определение марки масла и хладагента, используемых в установке.

Даже неполное перечисление огромного количества хладагентов и их названий (FX10, R11, R12, R13, R13B1, AZ20, R22, R23, R32, MP39, DP40, FX40, AZ50, FX56, FX57, KLEA60, KLEA61, HP62, KLEA66, MP66, R69L, FX70, HP80, HP81, R113, R114, R115, R123, R124, R125, R134a, R141b, R142b, R143a, R152a, R218, FX220, R245a, R290, R402A, R403A, R403B, R404A, R407A, R407B, R407C, R409B, R410A, R410B, R500, R502, R503, R507, R600a, R717, AC9000...) уже утомляет, тогда как мы, *к сожалению, не преувеличиваем!*

Рис. 58.6.

- **<u>ОСОБЕННОСТИ ХЛАДАГЕНТОВ HFC.</u>** В настоящее время для R134a, R404A, R407C, R410A и т. д. имеется полный набор оборудования

R134a является индивидуальным веществом (в отличие от R404A, R407C и R410A, которые представляют собой смесь индивидуальных веществ). Это означает, что заправку R134a можно производить как в жидкой фазе, так и в газовой (чего нельзя делать со смесями).

R134a предназначен для полной и окончательной замены R12. Его использование должно ограничиваться применением при температурах кипения выше -15...-20°C, так как при более низких температурах характеристики R134a заметно уступают характеристикаам R12. Несмотря на трудный старт (всегда нелегко менять свои привычки), R134a уже широко используется многими разработчиками и должен распространиться все больше и больше (по мере снижения его цены), особенно в крупносерийных и моноблочных агрегатах.

Заметим, что масса R134a, заправляемого в контур, как правило, на 10...20% ниже массы R12, из-за разницы удельной масы этих веществ.

R404A представляет собой смесь трех соединений категории HFC (44% R125 + 52% R143a + 4% R134a) и предназначен для замены R502 в большинстве областей использования при средних и низких температурах с почти одинаковыми условиями функционирования.

В отличие от R502, который является так называемой азеотропной смесью (то есть при изменении агрегатного состояния ведет себя как индивидуальное вещество), R404A является псевдоазеотропной смесью. Это означает, что при постоянном давлении температура, при которой происходит изменение агрегатного состояния (кипения в испарителе и конденсации в конденсаторе) может изменяться в узком диапазоне.

Этот температурный гистерезис (глайд), называемый интервалом возгонки, "сдвигом", или температурой скольжения, объясняется тем, что вначале к кипению стремится более летучий компонент (например, в смеси эфира и воды, эфир испаряется раньше, чем вода). Более интенсивное выкипание самого летучего компонента изменяет характеристики остающейся смеси (она обогащается менее летучими компонентами), при этом, одновременно, меняется соотношение между температурой и давлением насыщенного пара.

R404A имеет гистерезис менее 1 К, что может считаться пренебрежимо малой величиной (откуда и происходит его название псевдоазеотропной смеси). ***Однако, явление гистерезиса требует, чтобы заправка установки всегда производилась жидким R404A, а не газом, даже при дозаправке.***

Действительно, заправка газом будет способствовать введению в контур самого летучего компонента, в ущерб остальным, что может заметно изменить характеристики установки.

Заметим, что наличие утечек из областей, где хладагент представляет собой гомогенную среду (переохлажденная жидкость или перегретый пар), не меняет состава смеси. Если утечка происходит из области, где хладагент находится в состоянии насыщенных паров (смесь жидкости и пара), скорость утечки каждого из компонентов почти одинакова для случая, когда мы имеем дело с азеотропной или псевдоазеотропной смесью. Для R404A эксперименты показали, что утечка такого рода относительно незаметно меняет состав остающейся смеси (к счастью!).

Отметим, что в одних и тех же условиях функционирования R502 и R404A имеют практически одинаковую удельную массу. Следовательно, расход через ТРВ будет одинаковым и заправка тоже. Наконец, при использовании R404A, рекомендуется устанавливать ТРВ с внешним уравниванием давления.

Поставщики хладагентов, как правило, с удовольствием сообщат вам все дополнительные сведения в зависимости от ваших потребностей (номограммы, диаграммы состояния, результаты сравнительных исследований, советы и рекомендации...). Так что не стесняйтесь пользоваться их консультациями.

Б) Проблемы, возникающие в существующих установках с исчезновением хладагентов CFC

Число установок, которые в настоящее время работают на хладагентах категории CFC (R12, R502...), довольно внушительно. Техническое обслуживание этих установок *в скором времени обязательно потребует дозаправки.* При этом, вам либо удастся раздобыть хладагент CFC (заплатив за него большие деньги), либо не удастся. И тогда нужно будет предусмотреть возможность замены CFC другим хладагентом.

Как мы только что увидели, использование хладагентов категории HFC (R134a, R404A, R407C, R410A...) *во вновь создаваемых установках* само по себе требует соблюдения многочисленных предосторожностей и порождает некоторые проблемы. То есть, замена CFC на HFC *в существующей установке* является очень сложной и дорогостоящей операцией, и предусматривать ее было бы нецелесообразно. В самом деле, ***нужно будет обязательно удалить из контура следы минерального масла*** *(для чего потребуется одна или несколько очень тщательных промывок контура),* установить комплектующие, предназначенные для работы на HFC (ТРВ, фильтр-осушитель, смотровое стекло...), а иногда даже поменять компрессор.

Чтобы обойти эти сложности, в настоящее время разработано множество так называемых переходных хладагентов. Каждый из них имеет свои особенности и предназначен для замены существующих CFC. Однако напоминаем, что все переходные хладагенты являются смесями на основе хладагента категории HCFC R22. То есть их продолжительность жизни такая же, как и у R22 (снижение производства, начиная с 2000-го года, и полное прекращение производства к 2015-му году*).

Следовательно, их использование должно быть ограничено существующими установками, работающими на CFC, *с целью максимального продления срока их службы* с минимальными затратами до тех пор, пока их общее состояние (или объем работ, необходимых для их поддержания в рабочем состоянии) будут оправдывать затраты на покупку и монтаж новой установки, работающей на хладагентах категории HFC.

- **Использование смесей HCFC.** *Для продления жизни существующих установок, использующих CFC, мыслится полностью отказаться от CFC и заменить их смесями HCFC, обеспечивающими с максимально возможной точностью те же выходные и внутренние параметры установок, что и CFC, и, следовательно, требующими минимального объема доработок установок.*

Преимущества смесей HCFC. *Дополнительно к минимальным потребностям в доработке существующих установок, основное преимущество смесей HCFC заключается в том, что они совместимы с маслами, традиционно используемыми с CFC.* Это свойство чрезвычайно упрощает процедуру замены, потому что часто можно использовать одно и то же масло. В крайнем случае, нужно будет слить старое масло и заменить его тем же количеством алкилбензольного масла или смесью минерального и алкилбензольного масел, рекомендуемыми производителем компрессора, при этом никакой промывки контура не потребуется.

Недостатки смесей HCFC. Эти смеси имеют температурный гистерезис (температуру скольжения) при изменении агрегатного состояния (известное понятие интервала возгонки, применительно к R404A, раскрыто нами выше). Однако, для HCFC, этот гистерезис вовсе не является пренебрежимо малым, поскольку, для некоторых переходных смесей, заменяющих R12, он может превышать 8 K (для смесей, заменяющих R502, он, как правило, менее 2 K).

Поэтому, заправка или дозаправка установок хладагентами HCFC должна обязательно проводится только в жидкой фазе (см. рис. 58.7).

Рис. 58.7.

При работе с такими смесями холодильщик не сможет определять температуру хладагента в испарителе или конденсаторе по показаниям манометра (как он мог это делать при работе с R12, R22 и R502) по причине неоднозначности соотношения "давление-температура" из-за известного температурного гистерезиса.

* В России производство хладагентов категории CFC (ХФУ) прекращено с 20 декабря 2000 г. (Постановление Правительства РФ от 19.12.2000 г. № 1000) (*прим. ред.*).

Следовательно, нужно иметь в распоряжении таблицы производителя (или специальную линейку с номограммами, что более удобно для монтажной площадки), дающие различные зависимости между давлением и температутой для используемой смеси.

Однако при данном давлении, из-за температурного гистерезиса, таблицы (или линейка) дают две разных температуры: точку росы $\theta_р$ и температуру вскипания $\theta_в$.

Точка росы указывает температуру паров в конце кипения или в начале конденсации (100% паров без всякого перегрева). И наоборот, точка вскипания представляет собой температуру жидкости в начале кипения или в конце конденсации (100% жидкости без всякого переохлаждения).

Чтобы не сбивать ремонтника с толку этой немного специфичной терминологией, сравним работу установки на R12 (гитерезис равен 0 К) с работой на смеси HCFC, которую мы будем называть "X" и гистерезис которой равен, например, 7 К (для максимального упрощения, будем считать потери давления в испарителе равными нулю). Данные по R12 и смеси HCFC "X" приведены *в табл. 58.1.*

Табл. 58.1.

	R12	СМЕСЬ HCFC "X"	
$P_{абс}$	$\theta_{кипения}$	$\theta_{росы\,(пары)}$	$\theta_{вскипания\,(жидкость)}$
2,5 бар	- 6°C	- 4°C	- 11°C
11 бар	45°C	50°C	43°C

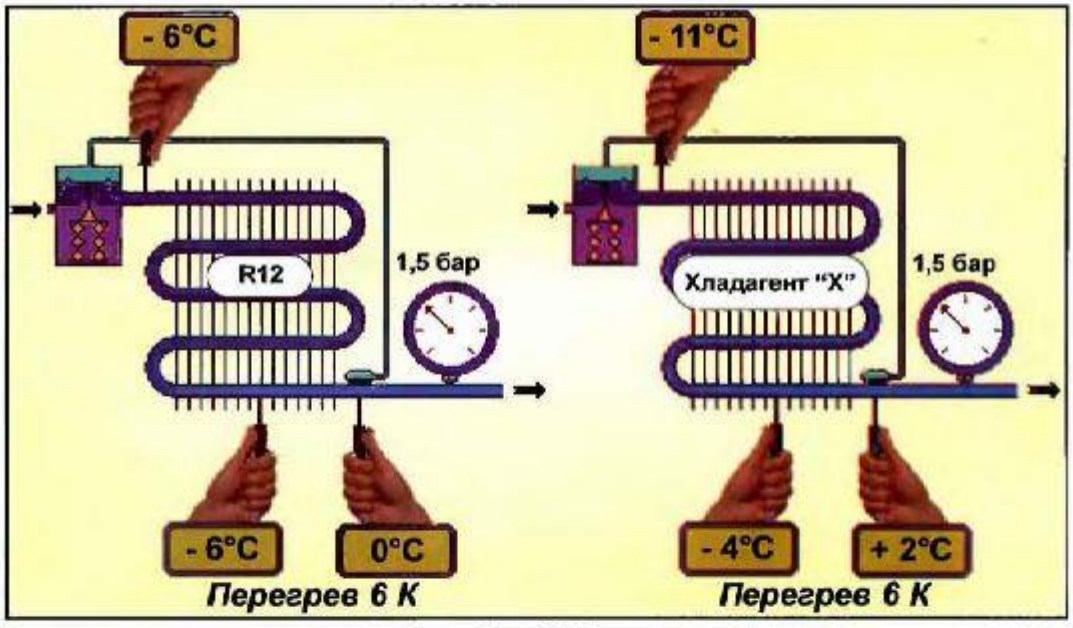


Рис. 58.8.

При давлении на выходе из испарителя (манометр НД) 1,5 бар (т.е. 2,5 бар абс.), температура кипения R12 равна -6°C. Это означает, что парожидкостная смесь в испарителе, в течение всего процесса кипения жидкости, остается при температуре -6°C.

Однако, в случае смеси HCFC "X" при том же давлении на выходе из испарителя, на входе в него (в начале испарителя) жидкость имеет температуру около -11°C ($\theta_{вскипания}$), постепенно повышаясь, *по мере выкипания и продвижения в испарителе,* чтобы в конце него достичь температуры -4°C ($\theta_{росы}$), когда выкипит последняя капля жидкости.

После этого, в обоих случаях, температура паров на выходе из испарителя повышается в результате одного и того же перегрева (здесь 6 К), достигаемого в месте крепления термобаллона ТРВ.

Запомните, что в случае хладагента с большим гистерезисом, перегрев паров нужно оценивать по отношению к точке росы (пар), а переохлаждение жидкости – по отношению к точке вскипания (жидкость).

При работе с хладагентом "X", неопытный ремонтник может посчитать, что перегрев повышен, так как составляет 2 – (-11) = 13 К вместо 6 К, или переохлаждение повышено, так как составляет 50 – 38 = 12 К вместо 5 К и на основе необычных данных строить предположения о неисправностях.

Однако, он может также посчитать, что перегрев завышен, в то время как компрессор "глотает" жидкость, или что переохлаждение нормальное, тогда как оно равно нулю. Так что будьте особенно внимательны при работе с этими жидкостями и рассчитывайте на приобретение опыта их эксплуатации!

ПРИМЕЧАНИЕ. На практике, на выходе из ТРВ уже имеется парожидкостная смесь (порядка 80% жидкости + 20% пара для большинства установок). Это означает, что реально температура вскипания достигается *внутри* ТРВ. Следовательно, температура на входе в испаритель выше, чем температура вскипания, что приводит к снижению действительного гистерезиса (*см. рис. 58.11*).

Рис. 58.11.

Более того, потери давления в испарителе снижают давление хладагента на выходе из испарителя, а следовательно, уменьшается и его температура (действительная точка росы ниже, чем теоретическая), что также приводит к уменьшению действительного гистерезиса. Такое двойное уменьшение приводит к тому, что хладагенты с небольшим гистерезисом можно считать квазиазеотропными (например, переходные смеси для замены R502). Однако, переходные смеси для замены R12 обладают гораздо более значительным гистерезисом (до 8 К), пренебрегать которым невозможно.

B) Процедура переоборудования установок под смеси HCFC

Прежде, чем предусматривать переоборудование установки, необходимо предварительно очень серьезно изучить финансовые и технические возможности такого переоборудования. Например, в каком состоянии находится установка? Сколько времени она эксплуатируется? Нормально ли она работает? Какие хладагенты могут быть использованы с установленным компрессором? Какой переходный хладагент HCFC выбрать? Какова величина заправки CFC в установку? Какой предстоит объем работ? Какие дополнительные затраты потребуются для переоборудования установки непосредственно под R22 или под хладагенты HFC (R134a, R404A, R407C...)?

Когда решение о переоборудовании установки принято и выбран переходный хладагент HCFC, необходимо будет следовать процедуре, предписанной изготовителем компрессора (из-за проблем смазки, которые сами по себе могут перевесить все остальные проблемы) и производителем нового хладагента (который в совершенстве знает свою продукцию).

Для сведения, мы приводим наиболее общую последовательность действий при переоборудовании установки (она может претерпевать изменения в зависимости от типа первоначально заправленного хладагента CFC и выбранного для замены хладагента HCFC).

1) Нужно составить перечень значений рабочих параметров установки при работе на существующем хладагенте CFC (как минимум: давление, температуры, перегрев, переохлаждение температурные напоры испарителя и конденсатора, потребляемый ток). В случае обнаружения отклонений, их причину необходимо обязательно устранить до начала переоборудования, поскольку чудес, как правило, не бывает, и при переходе на новый хладагент они не исчезнут.

Данная лекция №39 « Проблемы, вызванные применением новых хладагентов» заканчивает теоретические занятия по МДК 02.03.
Она рассматривает вопросы касающихся видов хладагентов и используемые масла для них.
Часть вопросов в этой лекции мы уже рассматривали в предыдущих лекциях, поэтому будет не сложно выполнить данный материал.
Эта страница практически повторяет тему страницы №1 в лекции №37. Давайте вновь вспомним для лучшего запоминания.

Страница 1 пункт 58. (404-405)

Вопрос 1 (404) Какие хладагенты относятся к HFC
+R134a
+ R404a
- R22
Вопрос 2 (404) Какие хладагенты относятся к HCFC
- R134a
- R404a
+R22
Вопрос 3 (404) Какие хладагенты относятся к CFC
- R22
+ R12
+ R502
Вопрос 4 (405) Что не содержат новые хладагенты HFC
+ хлор
- фтор
Вопрос 5 (405) Какой потенциал разрушения озона имеют новые хладагенты HFC
+ нулевой
- незначительный
Вопрос 6 (405) Какое влияние на парниковый эффект имеют новые хладагенты HFC
- нулевое
+ незначительное
Вопрос 7 (405) Где применяют хладагент R134a
+ область высоких и средних температур
- область средних и низких температур
Вопрос 8 (405) Где применяют хладагент R404a
- область высоких и средних температур
+ область средних и низких температур
Вопрос 9 (405) Совместимы ли масла хладагентов HFC и CFC
+ не совместимы
- совместимы
Вопрос 10 (405) Какие масла используют для хладагентов HFC
- алкилбензолное
+ эфирное
Вопрос 11 (405) Какая главная проблема эфирных масел
+ гигроскопичные
- гидроскопичные

Страница 2 пункт 58. (406)

Изучает проблемы применение эфирных масел при работе с холодильным КМ.
Вопрос 1 (406) Что образуется при смешивании хладагента, масла и воды
+ фторводородная кислота
- соляная кислота
Вопрос 2 (406) В каком виде поставляется новый КМ с эфирным маслом
+ полностью обезвоженный
- полностью заправленный ХА

Вопрос 3 (406) Откуда может попасть влага в эфирное масло
+ из окружающего воздуха
- из окружающей среды
Вопрос 4 (406) Что необходимо сделать после сборки холодильного контура
+ отвакуумировать систему
- опресовать систему
Вопрос 5 (406) Можно ли смешивать различные эфирные масла
+ нежелательно
- возможно
Вопрос 6 (406) В чем главная проблема эфирных масел
- перестают смешиваться с хладагентом в присутствии масел другого семейства
+ перестают смешиваться с хладагентом в присутствии влаги
Вопрос 7 (406) Какие масла используют для хладагентов R12
+ минеральные
- алкилбензолное
Вопрос 8 (406) Какие масла используют для хладагентов R22
- минеральные
+ алкилбензолное
Вопрос 9 (406) К чему приводит ухудшение смешиваемости масла и хладагента
+ разрушение КМ
- разрушение КД
Страница 3 пункт 58. (407-408)
Продолжается изучение проблемы применение эфирных масел при работе с холодильным контуром.
Вопрос 1 (407) Какое допускается содержание минерального масла в эфирном
+ не более 1%
- не менее 1%
Вопрос 2 (407) Каким растворителем является эфирное масло
+ плохим
- хорошим
Вопрос 3 (407) Каким свойствами обладает эфирное масло
+ очищающими
- загрязняющими
Вопрос 4 (407) Что происходит с эфирным маслом при образовании нагара в КМ
+ быстро чернеет
- быстро краснеет
Вопрос 5 (407) В какой среде должна проводиться пайка трубопроводов
+ в нейтр
ьной среде
- в кислой среде
Вопрос 6 (407) Какой фильтр рекомендуется устанавливать на всасывающем трубопроводе
- антикислотный
+ осушитель
Вопрос 7 (408) Какие типы КМ не применяют для HFC
+ открытые
- бессальниковые
Вопрос 8 (408) Какие соединения трубопроводов предпочтительнее
+ паянные
- резьбовые
Вопрос 9 (408) Что должен иметь фильтр-осушитель
+ более мелкий фильтр
+ желательно выполнять антикислотную функцию
- более крупный фильтр

Страница 4 пункт 58. (409-410)
Изучается вопрос правил использования новых хладагентов и их особенности
Вопрос 1 (406) Что образуется при смешивании хладагента, масла и воды
+ фторводородная кислота
- соляная кислота
Вопрос 2 (406) В каком виде поставляется новый КМ с эфирным маслом
+ полностью обезвоженный
- полностью заправленный ХА
Вопрос 3 (406) Откуда может попасть влага в эфирное масло
+ из окружающего воздуха
- из окружающей среды
Вопрос 4 (406) Что необходимо сделать после сборки холодильного контура
+ отвакуумировать систему
- опресовать систему
Вопрос 5 (406) Можно ли смешивать различные эфирные масла
+ нежелательно
- возможно
Вопрос 6 (406) В чем главная проблема эфирных масел
- перестают смешиваться с хладагентом в присутствии масел другого семейства
+ перестают смешиваться с хладагентом в присутствии влаги
Вопрос 7 (406) Какие масла используют для хладагентов R12
+ минеральные
- алкилбензолное
Вопрос 8 (406) Какие масла используют для хладагентов R22
- минеральные
+ алкилбензолное
Вопрос 9 (406) К чему приводит ухудшение смешиваемости масла и хладагента
+ разрушение КМ
- разрушение КД
Страница 4 пункт 58. (409-410)
Продолжается изучение проблемы применение эфирных масел при работе с холодильным контуром.
Вопрос 1 (409) Какие рекомендованы вакуумные насосы
+ двухступенчатые
- одноступенчатые
Вопрос 2 (409) Что рекомендуется, проводит для установок, работающих на эфирном масле
+ профилактическую проверку кислотности
- профилактическую проверку загрязненности
Вопрос 3 (410) Каким веществом является хладагент R134a
+ индивидуальным
- смесевым
Вопрос 4 (410) Каким веществом является хладагент R404a
- индивидуальным
+ смесевым
Вопрос 5 (410) В каком виде можно заправлять хладагент R134a
+ жидкой фазе
+ газовой фазе
- переходной фазе
Вопрос 6 (410) В каком виде можно заправлять хладагент R404a
- газовой фазе
+ жидкой фазе
Вопрос 7 (410) Какие температуры кипения рекомендуется для хладагента R134a
+ выше -15…-20 ^{0}C

- ниже -15…-20 ^{0}C
Вопрос 8 (410) Масса заправляемого хладагента R134a на 10..20%, чем R12
+ ниже
- выше
Вопрос 9 (410) Что представляет из себя хладагент R404a
+ трехкомпонентную смесь
- двухкомпонентную смесь
Страница 5 пункт 58. (411-412)
Рассмотрен вопрос что представляют собой псевдоазеотропные и квазиазеотропные смеси и образование в них температурного гистерезиса.
Вопрос 1 (411) Чем является хладагент R404a
+ псевдоазеотропной смесью
- азеотропной смесью
Вопрос 2 (411) Что представляет из себя псевдоазеотропная смесь
+ при постоянном давлении, температура кипения в испарителе и конденсации в КД, изменяется в очень узком диапазоне
- при постоянном давлении, температура кипения в испарителе и конденсации в КД, изменяется в широком диапазоне
Вопрос 3 (411) Что представляет из себя азеотропная смесь
+ ведет себя как индивидуальное вещество
- ведет себя как жидкое вещество
Вопрос 4 (411) Что означает температурный гистерезис
- температурным изменением
+ интервал возгонки
+ сдвигом
+ температурой скольжения
Вопрос 5 (411) Чем объясняется температура скольжения
+ вначале кипит более летучий компонент смеси
- в конце кипит более летучий компонент смеси
Вопрос 6 (411) Какой температурный гистерезис имеет хладагент R404a
- 0,1^{0}C
+ 1^{0}C
Вопрос 7 (412) Какие хладагенты используются для замены CFC
+ переходные
- промежуточные
Вопрос 8 (412) Чем являются переходные хладагенты
+ смесями на основе R22
- смесями на основе 12
Вопрос 9 (412) В Чем преимущество переходных хладагентов
+ совместимы с CFC
- совместимы с HCFC
Вопрос 10 (412) В Чем недостаток переходных хладагентов
+ имеют высокий гистерезис
- имеют низкий гистерезис
Вопрос 11 (412) Можно ли определить температуры кипения по показаниям манометра с переходными смесями
+ невозможно по причине неоднозначности соотношения температура-давление
- возможно по причине однозначности соотношения температура-давление

Страница 6 пункт 58. (413-415)
Рассмотрена работа установки с температурным гистерезисом.
Вопрос 1 (413) Что указывает точка росы
+ температуру в конце испарения или в начале конденсации

- температура жидкости в начале испарения или в конце конденсации
Вопрос 2 (413) Что указывает точка вскипания
+ температура жидкости в начале испарения или в конце конденсации
- температуру в конце испарения или в начале конденсации
Вопрос 3 (415) Для хладагента с большим гистерезисом перегрев оцениваем по
+ точке росы(пар)
- точке вскипания (жидкость)
Вопрос 4 (415) Для хладагента с большим гистерезисом переохлаждение оцениваем по
+ точке вскипания (жидкость)
- точке росы(пар)
Вопрос 5 (415) Вследствие чего в работе ТРВ происходит снижение гистерезиса
+ температура вскипания достигается внутри ТРВ
- температура вскипания достигается на входе ТРВ
Вопрос 6 (415) Вследствие чего действительная точка росы, ниже теоретической
- потерь давления на входе в испаритель
+ потерь давления на выходе из испарителя
Вопрос 7 (415) Почему хладагенты с небольшим гистерезисом считаются квазиазеотропные
+ вследствие двойного уменьшения гистерезиса
- вследствие тройного уменьшения гистерезиса
Страница 7 Окончание
И так мы с вами закончили лекцию №39 « Проблемы, вызванные применением новых хладагентов»
Данная тема заканчивает теоретические занятия по МДК 02.03.
Поздравляю!
Далее мы переходим к практическим занятиям и подготовке к экзамену по МДК 02.03
Просмотрите свои долги по всем самостоятельным работам по данному модулю и другим!
Отработайте свой долг через мудл. Мы с вами успешно прошли теоретический материал.
Оценки по лекциям выложу в задолженностях.
Как вы видите я вам дал возможность изучения лекций с повторами по вопросам и прохождения лекции.
Но есть студенты, которые не прошли некоторые лекции или не согласны с оценкой. Пишите в сообщения и я предоставлю новую возможность пройти лекцию.
Студенты не прошедшие лекции и имеющие ответы менее 50 % , а так же не выполнившие СР будут не допущены на экзамен !!!
Студенты получившие по всем лекциям не менее 93% и имеющие оценки за всеСР (не менее хорошо) будут иметь бонус на экзамене. (отвечают только на один вопрос билета по своему выбору) !

Заключение.

Курс лекций по МДК 02.03 Организация ремонта холодильного оборудования представляет собой целостное органичное изложение теоретического материала по организации ремонта, поиску неисправностей в работе холодильного оборудования.
В курсе лекций нашли отражение основные теоретические направления, что дает возможность получить необходимые знания о содержании и сущности ремонта холодильного оборудования, поисков неисправностей при эксплуатации, проведение необходимого технического ремонта и обслуживания холодильной установки.
В сборнике отражены основные представления о холодильном контуре, его основных элементов и узлов. Указана их конструкция и принцип работы, заданы оптимальные режимы работы для создания необходимой температуры продукта, обеспечивающий длительный и безопасный режим хранения .
Кроме того в курсе изложена сущность работы холодильной машины, определение параметров работы холодильного контура, назначение различных хладагентов и их взаимосвязь и взаимодействие с холодильными маслами. Указаны моменты по гидравлике трубопроводов холодильной машины, элементов автоматики и электрических цепей управления и силовых работы электродвигателей.
Данный курс нацеливает студентов на необходимость изучения и осмысления теоретических основ работы холодильной машины, их роли и значимости для овладения практическими умениями при техническом обслуживании и ремонте холодильного оборудования.

Литература:

1. Трухачев В.И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования АПК, Лань 2020 г.

2.Цой А.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования Профи Полиграф 2018

3.Полевой А.А. Монтаж холодильных установок С-ПБ Политехника, 2019

4.Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания – М.: АКАДЕМА, 2017

5. Юдина А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж. Учебник для СПО, 2018

6. Котзаогланиан Пособие для ремонтника ЗАО ОСТРОВ, 2017

7. Пособие для холодильщиков практиков ЗАО ОСТРОВ, 2017

8.Учебные компьютерные программы Frigodep и Frigodiag - М.: Остров, 2017

9. Руководство для монтажников,Danfoss,2017

10. Журнал холодильная техника 2015-2019

11. Интернет-ресурсы:

- Сайт Danfoss.ru
- Сайт WSR.ru

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

Практикум по МДК 02.03 система MOODLE

Наименование дисциплины

МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования»

Для обучающихся группы механического отделения группы **3-12**

Кострома, 2020

Аннотация

Практикум по МДК 02.03 система MOODLE разработан на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Практикум предназначен для обучающихся по специальностям среднего профессионального образования (СПО) укрупненной группы
15.00.00 Машиностроение 3 курса очной формы обучения: по специальности 15.02. 05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».
В соответствии с учебным планом МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» изучается в рамках ПМ02 «Техническая эксплуатация холодильного оборудования организаций торговли и общественного питания». Предназначен для выполнения практических занятий по дисциплине, а также может быть использовании для решения задачи в составе билета на экзаменационной сессии.

Содержание

Введение……..367
Лабораторная работа №1
«Проведение работ в порядке текущего ремонта холодильной
установки»……368
Лабораторная работа № 2
«Работы по проведению при ТО и ТР в холодильной установки» …….375
Лабораторная работа № 3
«Технология ремонта бытового холодильника БХП» …….382
Лабораторная работа № 4
«Изучение конструкции и исследование основных параметров качества пускозащитных реле
бытовых холодильников»……..386
Лабораторная работа № 5
«Поиск неисправностей в электроприборах.
Предохранительной цепи катушки пускателя»…….. 400
Лабораторная работа № 6
«Поиск неисправностей в электроприборах. Катушка предохранительного реле»……404
Лабораторная работа №7
«Признаки нормальной работы ХУ с воздухоохладителем и
конденсатором воздушного охлаждения»……410
Лабораторная работа №8
«Поиск неисправности при ремонте холодильной установки»…….413
Лабораторная работа №9
«Поиск неисправности при ремонте холодильной установки,
вызванные пониженным давлением испарения…….416
Лабораторная работа №10
«Поиск неисправности при ремонте холодильной установки,
вызванные повышенным давлением конденсации……421
Лабораторная работа №11
«Расчет и подбор ТРВ фирмы ALCO»…….427
Лабораторная работа №12
«Расчет диаметров трубопроводов»…….432
Заключение……..436

Введение

Практикум по МДК 02.03 система MOODLE разработан на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Практикум предназначен для обучающихся по специальностям среднего профессионального образования (СПО) укрупненной группы
15.00.00 Машиностроение 3 курса очной формы обучения: по специальности 15.02. 05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Представленный методический материал разработан по МДК 02.03. «Организация монтажа и техничесмкого обслуживания холодильного оборудования» в системе Moodle.

В ходе изучения данного курса Практикум по МДК 02.03 система MOODLE студент должен **уметь:**

- оперировать различными методами информации по ремонту и технического обслуживания холодильного оборудования;
- распознавать и описывать неисправности в работе холодильной установки;
- оценивать достоверность информации по различным источникам для холодильного оборудования;
- создавать информационные объекты по изучаемой теме ремонта холодильного оборудования;
- просматривать, создавать, редактировать и сохранять записи в отчетах по практическим работам;
- проводить расчеты в различных программных комплексах;
- оформлять полученные расчеты и составлять по им презентации.
- Практикум содержит практические занятия, содержательно лекционному материалу. Основной целью курса является изучение практического руководства по ремонту холодильного оборудования с конденсаторами воздушного охлаждения. Практические занятия предназначены для закрепления теоретического материала, получения новой информации в результате выполнения заданий, формирования навыков поисков неисправностей в работе ремонта холодильного оборудования, повышения профессиональной компетенции.

Каждая практическая работа по курсу содержит: сформулированную тему занятия, цель работы, задания, инструкцию для обучающихся, список литературы, а так же критерии выполнения работ. Курс практических занятий рассчитан на 72 часа. Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен.
Практические работы выполняются студентами индивидуально на персональных компьютерах. К практическим работам студенты приступают по расписанию учебных занятий.

Лабораторная работа № 1 «Проведение работ в порядке текущего ремонта холодильной установки»

«Работа по испытанию и заправке ХУ»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить порядок проведения испытаний и заправки хладагентом холодильной установки после монтажа или ремонта.

1. Испытания холодильной системы на прочность.

Необходимость испытаний холодильной системы на прочность определяется организацией-разработчиком холодильного оборудования, при этом возможны испытания как отдельных элементов, так и всей холодильной установки.

Ниже приведена последовательность действий при испытании на прочность установки в целом.

Отличие испытания всей установки от испытаний отдельных элементов приведены ниже.

Давление для проведения испытаний на прочность указывается в технической документации (обычно принимают значение 1,25 рабочего давления) конкретной холодильной установки и зависит от области её применения и типа хладагента.

При испытаниях холодильной установки на прочность используется следующее оборудование:

-Манометры (2 шт.) класса точности не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой с
максимальным значением, равным 4/3 измеряемого давления;

-баллоны с азотом;

-редуктор с предохранительным клапаном, предназначенный для работы с азотом.

Испытания холодильного контура на прочность проводятся путем заполнения магистралей сухим
(точка росы не выше -40 °С) азотом под давлением.

Испытания необходимо проводить в следующей последовательности:

Установить один манометр после запорного вентиля у источника давления, а второй— в самой удаленной точке системы.

В холодильном контуре открыть запорные вентили и при необходимости электромагнитные клапаны—так, чтобы каждый участок контура имел возможность подачи и сброса азота.

Отключить от контура все приборы КИПиА, а также другие элементы, не рассчитанные на давление испытания.

Поднять давление в контуре до величины давления испытания. Подъем давления следует осуществлять со скоростью не выше 1 бар в минуту. При достижении давления, равного 0,3 и 0,6 давления испытания, а также при давлении испытания, необходимо прекратить повышение давления и провести промежуточный осмотр и проверку наружной поверхности контура.

Под давлением испытания система должна находиться не менее 10 мин, после чего давление следует постепенно снизить до расчетного (обычно до рабочего давления), также указанного в документации. Затем следует
осмотреть наружную поверхность сосудов, аппаратов, трубопроводов, арматуры с проверкой герметичности швов и разъемных соединений мыльным раствором.

Результаты признаются удовлетворительными, если во время испытаний не произошло разрывов, видимых деформаций, падения давления по показаниям манометра.

При обнаружении утечек, деформаций, разрывов необходимо сбросить давление из контура, выполнить работы по устранению неисправностей и повторить предыдущие операции.

Испытания отдельных элементов холодильного контура проводятся в последовательности, указанной выше, но с учетом следующих мероприятий:

испытываемый элемент холодильного контура (сосуд, аппарат, трубопровод) должен быть отсоединен от других элементов с использованием металлических заглушек с прокладками, имеющими хвостовики, выступающие за пределы фланцев не менее, чем на 20 мм. Толщина заглушки указывается в документации.
Места расположения заглушек на время проведения испытания должны быть отмечены предупредительными знаками, и пребывание около них людей не допускается.
использование запорной арматуры для отключения испытуемого сосуда (аппарата), трубопровода не допускается.
Контрольные вопросы по пункту 1:
1.Кто принимает решение о проведении испытаний на прочность?
2.Кто назначает давление для проведения испытаний на прочность?
3.В какой последовательности проводятся испытания на прочность?
4.Какие особенности существуют при испытании отдельного элемента холодильного контура?
5. Чем проводят испытания на прочность?
6. Когда испытания считаются удовлетворительными?
7. Какое обычно принимают давление испытания на прочность?
8. Сколько времени должна находиться установка под давлением испытания?
9. Что делают после положенного времени испытания?

2. Проверка (испытание) холодильного контура на плотность

Проверка холодильного контура на плотность (опрессовка) проводится в обязательном порядке для обнаружения мест возможных утечек хладагента, а также после завершения ремонтных работ, связанных с разгерметизацией холодильного контура.
Испытания на плотность проводятся раздельно по сторонам высокого и низкого давления. При равенстве давлений испытания для стороны высокого и низкого давления, например, для установок с воздухоохладителями, допускается проводить испытание на плотность всей системы.
Давление для проведения испытаний на плотность назначается организацией-разработчиком и указывается в технической документации. Оно зависит от области применения установки и типахладагента.
При испытаниях холодильной установки на плотность используется следующее оборудование:
-Манометры (2 шт.) класса точности не ниже 1,5 с диаметром корпуса не менее 160 мм и шкалой с
максимальным давлением, равным 4/3 измеряемого давления;
-баллоны с азотом;
-редуктор с предохранительным клапаном, предназначенный для работы с азотом.
Испытания холодильного контура на плотность проводятся путем заполнения магистралей сухим
(точка росы не выше минус 40 °С) азотом под давлением.
При равенстве давлений испытания для стороны высокого и низкого давлений, последовательность испытаний такова:
Установить один манометр был установлен после запорного вентиля у источника давления, а второй—в самой удаленной точке системы.
В холодильном контуре открыть запорные вентили и, при необходимости, электромагнитные клапаны так, чтобы каждый участок контура имел возможность подачи и сброса азота.
Поднять давление в контуре до величины давления испытания (обычно рабочего давления). Подъем следует осуществлять со скоростью не выше 1 бар в минуту.
При достижении давления, равного 0,3 и 0,6 давления испытания, необходимо прекратить повышение давления и провести промежуточный осмотр и
проверку наружной поверхности контура.
Не производить никаких манипуляций с установкой в течение не менее 3 часов для

выравнивания
температур внутренней и наружной среды. Зафиксировать давление в контуре и температуру окружающей среды.
Выдержать установку под давлением не менее 12 часов. По прошествии данного времени проверить давление в контуре. Изменений давления, кроме вызванных колебаниями температуры окружающей среды, быть не должно. Эти изменения определяются следующей зависимостью: P1/P2=T1/T2,
где P1, P2 – абсолютные значения давления газа в контуре, бар, T1, T2 – термодинамическая температура газа в контуре, К.
Если во время испытаний не произошло разрывов, видимых деформаций, падения давления по показаниям манометра, их результаты признаются удовлетворительными,.
При обнаружении утечек, деформаций, разрывов необходимо сбросить давление из контура, выполнить работы по устранению неисправностей и повторить предыдущие операции.
Контрольные вопросы по пункту 2:
1. В каких случаях проводят испытания на плотность?
2. Кто назначает величину давления для проведения испытаний?
3. Какова последовательность действий при проведении испытаний на плотность?
4. Сколько времени необходимо выдержать установку под давлением испытания?
5. Как определяют падение давления при испытании?

3. **Испытание на вакуум (вакуумирование холодильного контура)**

Вакуумирование холодильного контура проводится для удаления воздуха из агрегатов и трубопроводов и осушения холодильного контура после завершения ремонтных работ, а также
после проведения испытаний на прочность и/или плотность.
Вакуумирование проводится до восстановления теплоизоляции, нарушенной при проведении ремонтных работ.
Использовать для вакуумирования компрессор холодильной установки категорически запрещено.
Подавать напряжение на компрессор и проверять целостность его цепей в процессе выполнения работ по вакуумированию запрещено.
Исходное состояние холодильной установки перед вакуумированием зависит от вида выполненного ремонта и характеризуется изолированностью участка холодильного контура, на котором выполнялись ремонтные работы, от остальной схемы холодильной установки. В этой связи выбор сервисных штуцеров для подключения вакуумного оборудования, используемого в процессе вакуумирования, производится оператором в зависимости от участка, который требуется вакуумировать.
Для проведения вакуумирования применяют следующее оборудование:
-манометрический коллектор*;
-комплект гибких шлангов*;
-вакуумный насос;
-вакуумметр.
Оборудование, помеченное *, должно быть предназначено для работы с применяемыми в установке хладагентом и маслом и иметь соответствующую маркировку.
Порядок действий при ваккумировании:
Произвести сборку схемы вакуумирования с таким расчетом, чтобы расстояние между вакуумным насосом и холодильной установкой было как можно меньшим, а диаметр соединительных шлангов как можно большим.

Подключить манометрический коллектор к контуру и убедиться в отсутствии избыточного давления. При наличии избыточного давления, понизить его до атмосферного и проконтролировать его рост.

Подключить вакуумный насос к сервисным штуцерам вакуумируемого участка холодильного контура.
Подключить вакуумметр в наиболее отдаленной от места установки вакуумного насоса точке.
Открыть вентиль перед вакуумным насосом и, при необходимости, электромагнитные

клапаны так, чтобы каждый участок подлежащего вакуумированию контура имел возможность подключения вакуумного насоса.
Включить насос и отвакуумировать холодильный контур до остаточного давления
Остаточное давление следует принять 1 кПа (8 мм рт.ст.).
Вакуумирование рекомендуется проводить при нормальных температурных условиях в помещениях (20°С), в крайнем случае, при температуре в помещениях с холодильным оборудованием не ниже 5°С.
При низких температурах (ниже 2°С) рекомендуется проводить обогрев помещения, в которых размещен вакуумируемый участок контура.
При протяженных трассах трубопроводов рекомендуется разбить подлежащий вакуумированию участок на несколько подучастков (с помощью запорных вентилей) и проводить вакуумирование по подучасткам.
Запрещается подогревать участки холодильного контура открытым пламенем.
После достижения величины остаточного давления, следует продолжить вакуумирование в течении 18 часов. После этого следует закрыть вентиль и выключить вакуумный насос.
Если при низких температурах не удается достичь необходимой величины остаточного давления, то процесс вакуумирования следует чередовать с процессом наддува сухим азотом (отсоединяя насос) до абсолютного давления 2…3 бар.
При проведении испытаний холодильная установка должна находиться под вакуумом в течении 18 часов, при этом изменение давление в контуре должно фиксироваться не реже, чем через 1 час.
Допускается повышение давления до 50% за первые 6 ч. В остальное время давление должно оставаться постоянным.
Если по окончании вакуумирования заправка установки хладагентом не планируется, то установку необходимо заполнить сухим азотом до абсолютного давления 2…3 бар.
Если в первые 3 часа выдержки под вакуумом давление резко повышается до уровня давления насыщенных паров воды, соответствующего температуре окружающей среды в помещении, а затем стабилизируется, то, значит, система герметична, но не достаточно осушена. Необходимо продолжить вакуумирование.
Если за 18 часов рост давления превысил 500 Па (5 мбар), давление не стабилизируется на уровне давления насыщенных паров воды при температуре окружающей среды и продолжает расти, то установка негерметична. Следует произвести поиск и устранить причину негерметичности контура. После этого повторить работы по вакуумированию.

Ниже приведена таблица зависимости давления насыщенных паров воды от температуры окружающей среды.

T,°C	0	4	8	12	16	20	24	28	32
P, Па	610	812	1072	1401	1817	2337	2982	3778	4753

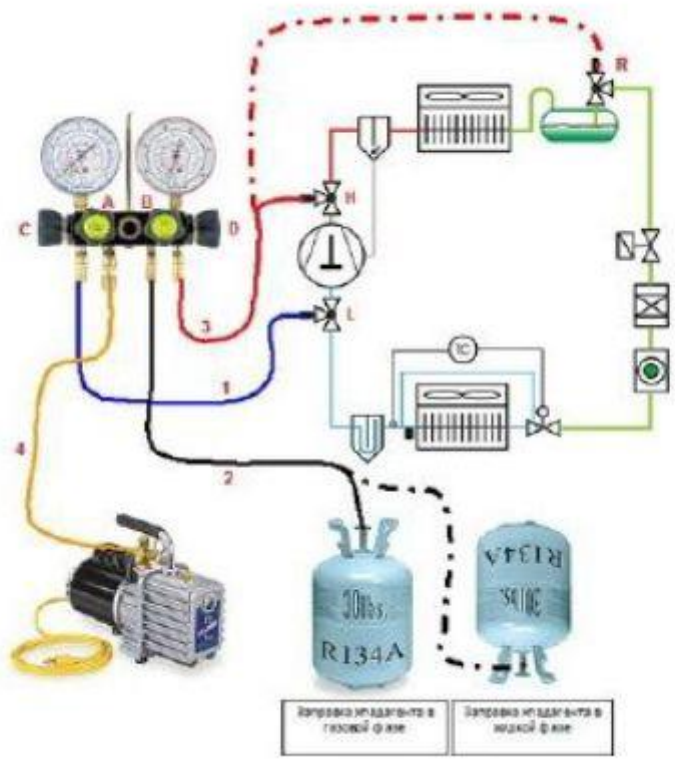
Контрольные вопросы по пункту 3:
1.В каких случаях проводят вакуумирование холодильного контура?
2.Какова последовательность действий при вакуумировнии?
3.Какова величина остаточного давления при вакуумировании?
4.Какова допустимая величина остаточного давления после завершения испытаний?
5.В каких случаях оно превышает необходимую величину?

4. Заправка хладагентом

В зависимости от установки, заправку холодильным агентом производят из цистерн или баллонов.
Для этого в системе предусматриваются заправочный коллектор, специальный вентиль или ниппель.
Заправку производят в линейный ресивер, жидкостный ресивер или в конденсатор

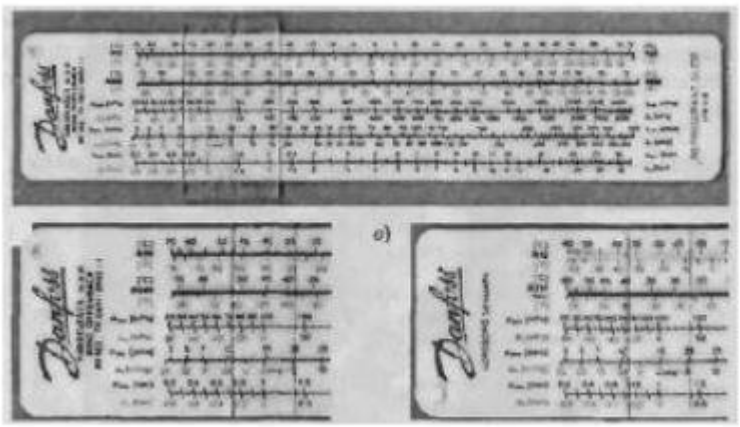
Моноблоки, витрины, прилавки, шкафы обычно заправляются маслом и холодильным агентом на заводе. Для проверки заправки, следует присоединить к ниппелю манометр и, учитывая температуру окружающего воздуха, проверить давление в системе. Установка находится при температуре окружающего воздуха, поэтому холодильный агент внутри находится при температуре окружающего воздуха. Температурная шкала соответствующего хладагента на манометре должна показать
температуру окружающего воздуха. Если значения температуры, отличаются, то машина либо не заправлена, либо заправлена инертным газом.
Перед заправкой необходимо проверить, все ли манометры и приборы автоматизации на месте, сняты ли заглушки на сторонах нагнетания и всасывания компрессора. Смесевые неазеатропные и псевдоазеатропные холодильные агенты (R404A) заправлять можно только в жидкой фазе,
баллон подключают к жидкостному ресиверу и установку заправляют жидким холодильным агентом.
Холодильные агенты, являющ иеся моновоеществами (R134A, R22), и азеатропные смеси (R507) можно заправлять в жидкой и газовой фазах.
При этом баллон присоединяют к всасывающей линии работающей холодильной установки, и компрессор отсасывает из баллона пары агента в систему.
Запрещается для ускорения заправки греть баллон газовой горелкой или ставить баллон в горячую воду. Холодильные установки заправляют по массе, для чего используют весы или,
что менее предпочтительно, зарядные цилиндры. В документации по оборудованию должна быть указана масса заправки.
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 заправочный коллектор и заправочные весы.
При заправке большого количества хладагента массу заправки контролируют приблизительно.
Например, если необходимо заправить 500 кг хладагента, то общую массу заправки делят на массу хладагента в баллоне и получают необходимое количество баллонов.
При этом считается, что если заправлены все баллоны, то масса заправки составляет требуемую величину.

Перед заправкой хладагента необходимо поместить баллон на весы для контроля массы заправки хладагента
Примерная схема заправки выглядит следующим образом:



Заправка хладагента (жидкого и газообразного) в систему, находящуюся под вакуумом	
A,B,C,D	Закрыты
1,2,4	Подключить согласно изображению
3	Подключить к H или R
L, H или R	Открыть (в среднем положении), L для заправки в газообразной фазе, R для заправки в жидкой фазе
B	Открыт (вентиль баллона открыт)
D	Открыт для заправки в жидкой фазе
C	Открыт для заправки в газообразной фазе
	Запустить компрессор системы
	Прекратить заправку
B, C, D	Закрыты (вентиль баллона закрыт)
	Проверить давление в системе
H, R	Открытое положение
D, C	Открыты
	Выравнивание давлениия
L	Открытое положение
D, C	Закрыты

При заправке хладагентом удобно пользоваться линейкой для перевода значений давления в температуру насыщения хладагента



Контрольные вопросы по пункту 4:
Как производится заправка холодильной системы хладагентом?
Какие хладагент можно заправлять только в жидкой фазе?
Что более предпочтительно использовать для заправки хладагентом?
Куда подключают заправочный баллон?

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить проведение каждого из мероприятий по данной лабораторной работе
2. Ответить на все вопросы по каждой теме.
3. Защитить работу у преподавателя.

6. Содержание отчета

Отчет необходимо оформить в тетради
Отчет должен содержать:
1) цель работы;
2) Записать используемое оборудование и последовательность выполнения каждой операции по испытаниям холодильной установки
3) Зарисовать схему заправки хладагентом и положение вентилей.
4) Записать ответы на вопросы.

Литература:

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

Лабораторная работа № 2 «Работы по проведению при ТО и ТР в ХУ»

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»
группа 3-12
Тема: «РЕГЛАМЕНТ по ремонту и техническому обслуживанию холодильного оборудования»
Цель работы: Ознакомить с перечнем и порядком работы проводимой при сервисном обслуживании холодильного оборудования
Задание: Изучить проводимые работы в порядке профилактического осмотра, технического обслуживания и ремонта,
планово-предупредительного ремонта, вышедшего из строя холодильного оборудования.

1. Профилактический осмотр оборудования:
1.1. Проверка герметичности трубопроводов, сварных, разъемных соединений и других устройств холодильного контура.
1.2. Проверка состояния и правильности настройки приборов автоматики.
1.3. Проверка состояния электротехнической пускозащитной аппаратуры (визуально).
1.4. Проверка электротехнических соединений в щитах автоматики.
1.5. Проверка внешних электрических соединений.
1.6. Проверка работы электрических нагревателей воздухоохладителей.
1.7. Проверка работы нагревателей трубопроводов для отвода талой воды.
1.8. Проверка состояния трубопроводов для отвода талой воды.
1.9. Проверка работы компрессоров и вентиляторов на отсутствие посторонних шумов и вибраций.
1.10. Проверка состояния теплообменной поверхности конденсатора.
1.11. Проверка состояния теплообменных поверхностей воздухоохладителей.
1.12. Проверка температурного режима путем измерения температуры в центре охлаждаемого
объема и сверкой с показаниями термостатов управления.

2. Техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования (необходимость проведения отдельных работ, определяется при выполнении пункта 1 настоящего Регламента).
2.1. Работа по устранению нарушений герметичности трубопроводов холодильной установки.
2.2. Работа по проведению чистки от загрязнений конденсаторов, воздухоохладителей, щитов автоматики, компрессоров. Регламент по ремонту и ТО холодильного оборудования
2.3. Работа по регулировке приборов автоматики.
2.4. Работа по устранению нарушений герметичности конденсаторов, маслоотделителей, ресиверов, маслоохладителей, отделителей жидкости и теплообменников и пр. элементов фреонового контура (без демонтажа оборудования, если это возможно).

3. Планово-предупредительный ремонт.
3.1. Работа по замене масла в компрессорах в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей.
3.2. Работа по замене фильтров, фильтрующих вставок антикислотного фильтра-осушителя и механического фильтра на всасывании, масляных фильтров.

4. Замена вышедшего из строя оборудования. (без выполнения дополнительных монтажных работ, т.е. в случае замены оборудования на оригинальное, без дополнительных транспортных
расходов по доставке данного оборудования и без расходов на подъёмно-транспортное оборудование необходимое для выполнения ниже перечисленных работ):
4.1. Работы по замене сальников и масляных фильтров компрессоров (встроенных).
4.2. Работа по замене вышедших из строя приборов автоматики.

4.3. Работа по замене, вышедшей из строя пускозащитной аппаратуры.
4.4. Работа по замене вентиляторов конденсаторов и воздухоохладителей.
4.5. Работы по замене компрессоров.

5. Порядок проведения технического обслуживания.
После прибытия на объект механик обязан:
5.1. Отметить в журнале дату и время прибытия на объект.
5.2. Выполнить профилактический осмотр оборудования.
5.3. Выполнить техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования.
5.4. Перечень работ по техническому обслуживанию холодильного оборудования и периодичность их выполнения. Регламент по ремонту и ТО холодильного оборудования
5.5. Отметить в Акте выявленные неисправности.
5.6. В тех случаях, когда это является возможным, немедленно устранить выявленные неисправности.
5.7. При невозможности выполнения пункта 5.6. Приложением к Сервисному Договору, в тех случаях,
когда это является возможным, принять меры для временного восстановления работоспособности оборудования до замены вышедших из строя деталей, узлов и механизмов.
5.8. Предоставить уполномоченному представителю Заказчика Акт с указанием перечня запчастей, комплектующих изделий и материалов, необходимых для устранения неисправностей.
5.9. Отметить в Акте выполненные работы и время окончания работы.

6. Аварийный вызов.
После прибытия на объект механик обязан:
6.1. Отметить в Акте время прибытия на объект.
6.2. Произвести диагностику оборудования и определить, какие запчасти, комплектующие изделия и материалы необходимы для устранения неисправности.
6.3. Отметить в Акте выявленные неисправности.
6.4. Информировать уполномоченного представителя Заказчика о выявленных неисправностях,
способах и их устранения и времени необходимом для восстановления работоспособности оборудования.
6.5. Получив подтверждение на проведение работ от уполномоченного представителя Заказчика, произвести ремонт оборудования или принять меры, если возможно, для временного
восстановления работоспособности оборудования до замены вышедших из строя комплектующих изделий.
6.6. Предоставить уполномоченному представителю Заказчика перечень запчастей, комплектующих изделий и материалов, необходимых для устранения неисправностей.
6.7. Отметить в Акте выполненные работы и время окончания работы.
6.8. Заполнить Акт и подписать его у уполномоченного представителя Заказчика.

Сервисное обслуживание холодильного оборудования подразумевает диагностику, устранение неисправностей по заявке Заказчика, а также профилактический осмотр оборудования.

Вид работ	1р/месяц	1р/квартал	1р/полгода	1р/год	по необходимости
ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ (камеры, шкафы, прилавки, витрины, льдогенераторы, агрегаты и станции центрального холодоснабжения, агрегаты, станции центрального холодоснабжения, и т.п.)					
Проверка оборудования внешним осмотром на соответствие правилам техники безопасности: • осмотр внутренних поверхностей охлаждаемого объема; • проверка надежности крепления и отсутствия механических повреждений защитного заземления (зануления); • осмотр электроаппаратуры, приборов автоматики и затяжка электроконтактных соединений; • проверка исправности осветительных приборов; • проверка состояния дверных ручек, замков, поддонов, сливных устройств, резиновых уплотнений дверей охлаждаемых объектов; • проверка работоспособности оборудования и его составных частей; • проверка герметичности холодильной установки; • проверка работы автоматической и полуавтоматической систем оттайки; • проверка натяжения ремней и затяжки крепления холодильного агрегата и электродвигателя; • проверка водорегулирующего вентиля ВРВ и соленоидного вентиля СВМ; • проверка автоматического режима работы холодильной установки и температуры в охлаждаемом объеме.	■				■
• регулировка РД, ТРВ, термостата в зависимости от требуемого режима работы; • регулировка плавности перемещения и плотности прилегания дверок и шторок оборудования; • замена ламп дневного света в прилавках, замена шторок в охлаждаемом оборудовании, регулировка зазора между вентилятором и диффузором; • дозарядка агентом и маслом системы; • установка технологического фильтра для осушки системы холодильной установки; • ручная очистка конденсатора.					■
Дополнительно в обязательном порядке проверка состояния конденсатора, очистка его аппаратом высокого давления не реже двух раз в год. Замена картриджей фильтров после работ по замене компрессора или через каждые 3000 часов наработки.					■
Работы, обязательные для всех видов оборудования: • проверка оборудования внешним осмотром на соответствие правилам техники безопасности: ▪ проверка надежности крепления и отсутствия механических повреждений защитного заземления (зануления); ▪ осмотр электроаппаратуры, приборов автоматики и затяжка электроконтактных соединений; ▪ проверка исправности кожухов, ручек, ограждений; проверка состояния резиновых и других уплотнений; ▪ проверка работы оборудования в рабочем режиме в соответствии с заводскими инструкциями.	■				■
Работы, выполняемые по мере необходимости: • регулировка тепловой защиты; • зачистка электроконтактных соединений; • замена вышедших из строя сигнальных ламп; • проведение дополнительного инструктажа работников торговли и общественного питания при нарушении ими правил эксплуатации оборудования.					■
Проверка работоспособности запорной арматуры и регулирующих элементов холодильного контура, при необходимости замена	■				■
Визуальный осмотр холодильного оборудования (посторонние шумы, вибрация, обмерзание компрессоров, ослабление крепления компрессоров, трубопроводов, и пр. элементов и приборов на раме холодильной машины)	■				
Осмотр на предмет наличия следов утечек хладагента и масла	■				
Проверка уровней фреона и масла	■				
Внешний вид масла, проверка подачи масла в компрессора (визуально)	■				
Проверка на предмет загрязнения фильтров (по наличию перепада давления до и после фильтра, без разборки фильтра)	■				
Температура паров/давление по линии всасывания (охлаждение компрессора, перегрев/влажный ход)	■				
Давление фреона до и после фильтров (степень загрязнение фильтров)	■				
Температура жидкости (соответствие давления и температуры хладагента, наличие воздуха в системе)	■				
Проверка ТЭНов подогрева картеров компрессоров	■				
Проверка ТЭНов подогрева отделителей жидкости	■				
Температура фреона после экономайзера (перегрев, отсутствие жидкости после экономайзера)	■				
Проверка ТЭНов подогрева маслоотделителя		■			
Чистка холодильной машины		■			■
Протяжка крепления компрессоров, трубопроводов, и пр. элементов и приборов на раме холодильного агрегата			■		
Замер рабочих токов компрессоров		■			■
Замер сопротивления изоляции обмоток компрессоров				■	■

Проверка контактов (затяжка соединений, чистка изолирующей прокладки и контактов) компрессоров			■		■
Замена вставок масляных фильтров				■	■
Замена вставок всасывающих фильтров				■	■
Замена вставок фильтра-осушителя				■	■
Замена масла				■	■
Устранение утечек хладона и масла					■
Дозаправка фреоном (после устранения утечки) и маслом					■
Проверка состояния оребрения испарителей, правка замятых ламелей	■				■
Проверка работоспособности ТЭНов оттайки испарителей, ТЭНов подогрева стекол	■				■
Проверка состояния оребрения конденсаторов, правка замятых ламелей	■				
Проверка работы и регулирование масляной системы		■			
Проверка работоспособности соленоидных вентилей, замена при необходимости	■				
Проверка рабочих параметров установки (температура кипения и температура конденсации)	■				
Проконтролировать свободный слив талой воды, образующийся при оттаивании. В случае необходимости прочистить сливы, фильтры, сифоны.	■				■
Инструктаж персонала, эксплуатирующего оборудование	■				■
Проверка правильности выкладки продуктов в оборудование Заказчика (температура продукта, уровень загрузки, отсутствие каких-либо препятствий на входе и выходе воздушной струи) и при ее нарушении сделать соответствующие замечания персоналу Заказчика	■				
Проверка исправности дверей камер и их механизмов	■				■
Проверка работы и настройка реле давления (КП, КП2, КП5, реле контроля смазки компрессоров)			■		
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЩИТ					
Замеры параметров энергопотребления и питающей сети	■				
Осмотр щита на предмет соответствия правилам техники безопасности Проверка посторонних шумов, температуры электрощита, отсутствия следов перегрева приборов, контактов и электрических кабелей (визуально)	■				
Проверка наличия аварий на п/у (при наличии записать в акт), устранение причин сбоев работы п/у	■				
Проверка установок тепловых реле пускателей, моторавтоматов и пр.			■		■
Протяжка контактов, чистка щита		■			■
Проверка настройки (аварийное срабатывание) приборов защиты (реле давления, реле протока, дифференциальных реле давления масла, реле уровня масла и фреона, тепловых защит и пр. аварийных приборов в щите управления и холодильной машине), регулировка			■		■
КОНДЕНСАТОР					
Визуальный осмотр на предмет соответствия правилам техники безопасности (посторонние шумы, вибрации, ослабление крепежа, следы утечек, загрязнение оребрения и пр.)			■		
Проверка давления вкл./выкл. вентиляторов, регулировка.			■		
Проверка вариаторов скорости вращения вентиляторов.			■		
Чистка конденсатора		■			■
Устранение утечек					■
Протяжка элементов крепления конденсатора, вентиляторов			■		■
Замер токов вентиляторов			■		
Проверка контактов (затяжка соединений, чистка изолирующей прокладки и контактов) вентиляторов			■		
ТРУБОПРОВОДЫ ДЛЯ ХЛАДАГЕНТА					
Визуальный осмотр трубопроводов (соответствие правилам техники безопасности, наличие посторонних вибраций, ослабление крепежей, следы протечек, повреждение теплоизоляции трубопроводов и пр.)	■				
Протяжка элементов крепления			■		■
Устранение утечек фреона					■
Восстановление теплоизоляции					■
ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ И РАЗБОРНЫЕ/НЕРАЗБОРНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ					
Визуальный осмотр на предмет соответствия правилам техники безопасности (посторонние шумы, вибрации, ослабление крепежа, следы утечек, загрязнение оребрения и пр.)	■				
Проверка работы ТРВ (обмерзание воздухоохладителя, «влажный ход», перегрев)	■				■
Проверка работы обводного/рабочего соленоидного вентиля	■				■
Регулировка реле времени вкл. рабочего соленоидного вентиля					■
Регулировка ТРВ					■
Протяжка элементов крепления воздухоохладителя, теплообменников, вентиляторов, термобаллонов ТРВ и пр					■
Устранение утечек хладоновых трубопроводов					■
Проверка контактов (затяжка соединений) соленоидных вентилей			■		■

ЩИТ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЯМИ (КАМЕРОЙ, ТЕПЛООБМЕННИКАМИ И ДР.)					
Замеры параметров энергопотребления и питающей сети					
Осмотр щита на соответствие правилам техники безопасности, на предмет посторонних шумов, температуры эл. Щита, отсутствия следов перегрева приборов, контактов и эл. Кабелей (визуально)					
Проверка заданной температуры, параметров оттайки и пр. параметров управления, регулировка					
Проверка наличия аварий на п/у (при наличии записать в Акт), устранение причин сбоев работы п/у					
Проверка установок тепловых реле пускателей, моторавтоматов и пр					
Протяжка контактов, чистка щита управления воздухоохладителями (теплообменниками)					
Проверка работы приборов защиты (тепловых защит и пр. аварийных приборов), регулировка					

Форма «Журнала технического обслуживания и ремонта холодильного оборудования»

Дата и время работ	Наименование оборудования	Краткий перечень работ	Выявленные отклонения в работе	Замечания (результат работ)	ФИО, Исполнителя	ФИО уполномоченного представителя заказчика
				При отсутствии замечаний составляется запись - замечаний нет		

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Описать цель работы. Выполняем как обычно на уроке в тетрадь!
2. Записать перечень работ приводимых при профилактическом осмотре.
3. Записать перечень работ приводимых при ТО и ТР .
4. Записать перечень работ приводимых при планово-предупредительном ремонте.
5. Записать перечень работ приводимых при замене вышедшего из строя оборудования.
6. Записать перечень работ выполняемых по мере необходимости при обслуживании конденсатора.
7. Записать перечень работ выполняемых по мере необходимости при обслуживании воздухоохладителя.
8. Записать перечень работ выполняемых 1 раз в квартал при сервисном обслуживании.
9. Записать перечень работ выполняемых 1 раз в полгода сервисном обслуживании.
10. Записать перечень работ выполняемых 1 раз в год при сервисном обслуживании.
11. Ответить на контрольные вопросы. Выслать фото выполненной работы для ее проверки.
12. Защитить работу у преподавателя. Ввиду дистанционного обучения для защиты предлагается тест по работе№2.

ТЕСТ ОТКРОЕТСЯ В согласно расписанию.
РАБОТА СЧИТАЕТСЯ ВЫПОЛНЕННОЙ ПРИ ОФОРМЛЕННОЙ РАБОТЫ И ПРОХОЖДЕНИЕ ТЕСТА.
ДВЕ ОЦЕНКИ ПО ТЕСТУ И В ЗАДАНИИ (ОКОНЧАТЕЛЬНУЮ ОЦЕНКУ ВЫСТАВЛЯЕТ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ В ЗАДАНИИ)

Контрольные вопросы

Что необходимо сделать механику сразу по прибытии на объект при проведении ТО.
Что необходимо отметить в Акте при проведении ТО.
Какие необходимо принять меры при проведении ТО.
Что необходимо представить уполномоченному представителю Заказчика при проведении ТО.
Что необходимо сделать механику сразу по прибытии на объект при аварийном вызове.
Что необходимо отметить в Акте при аварийном вызове.
О Чем необходимо информировать уполномоченного представителя Заказчика при аварийном вызове.
Что необходимо получить у уполномоченного представителя Заказчика при аварийном

вызове.
Что необходимо представить уполномоченному представителю Заказчика при аварийном вызове.
10.Когда требуется подпись в Акте у уполномоченного представителя Заказчика.
11.Что необходимо записать в журнале при отсутствии замечаний.
12.Какую дополнительную информацию указывают в Акте о проведения работ.
13.Какое право имеет исполнитель работ по Акту о проведения работ.

Акт № _____ о проведении диагностических и ремонтных работ

«___»_____20___г.

Мы, нижеподписавшиеся, представитель Заказчика:
Наименование фирмы _____
Ф.И.О._____
Должность_____

и представитель Исполнителя работ:
Наименование фирмы_____
Ф.И.О._____
Должность_____

составили настоящий Акт о том, что специалистом Исполнителя были проведены работы по диагностике и ремонту следующего оборудования:

Тип оборудования,
модель_____
Серийный
номер_____
Гарантийный талон
_____
На территории Заказчика по
адресу_____
На территории Исполнителя по
адресу_____

1. Признаки неисправности и замечания по работе оборудования до проведения ремонта:
_____
_____
_____
_____

2. Диагностические мероприятия и выявленная причина неисправности:
_____
_____
_____

3. Перечень проведенных ремонтных работ:
_____
_____
_____
_____

4. Замененные детали и использованные запчасти:

_____
_____
_____

5. Дополнительная информация:

Температура в рабочем
помещении_____
Отн. влажность в рабочем
помещении_____
Нарушения правил эксплуатации оборудования (состояние помещения, состояние оборудования, отсутствие заземления, высокая степень накопления статического электричества, нестабильность электросети или прочее)_____
_____
_____

6. Стоимость ремонтных работ и запчастей (ненужное зачеркнуть)

По гарантии	Оплачивается Заказчиком по дополнительному счету

Подпись Исполнителя:_____ Подпись Заказчика:_____

7. Замечания по работе оборудования после проведения ремонтных работ
Со стороны Заказчика Со стороны Исполнителя

Представитель Заказчика подтверждает, что других замечаний и претензий не имеет.
Подпись Заказчика:_____ Подпись Исполнителя:_____

8. Необходимые мероприятия по устранению вторичных замечаний и сроки их исполнения

_____
_____
_____

Исполнитель ремонтных работ оставляет за собой право дать официальное заключение о невозможности устранения замечаний, если эксплуатация оборудования сопровождалась нарушениями или в случае необоснованности претензий заказчика, подтверждаемой технической документацией Производителя оборудования.

Настоящий Акт составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу, и передан обоим представителям.
Подпись Заказчика:_____ Подпись Исполнителя:_____

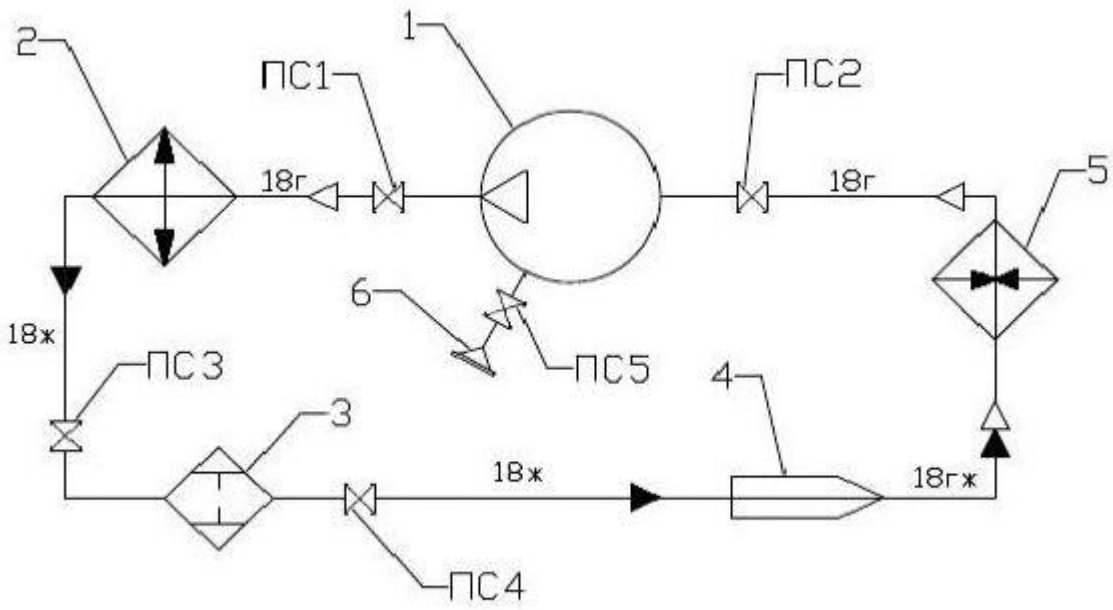
М.П. М.П.

Лабораторная работа №3 «Технология ремонта бытового холодильника БХП»

Рисунки откройте на странице по работе
(по региональной олимпиаде для ознакомления)
Тема: «Ремонт бытового холодильника»
Цель работы: «Научиться выполнить основные операции по ремонту бытовых холодильных приборов (БХП).
Объект исследования: Бытовой холодильник компрессионного типа.
Инструменты, приспособления и расходные материалы:
1.Труборез (для труб диаметром 4-22мм).
2.Трубогиб (для труб диаметром 12мм).
3.Набор (для разбортовки труб диаметром 6-18мм).
4.Штангенциркуль- глубиномер .
5.Отвёртки (+, -- набор).
6.Ножницы для резки капиллярной трубки.
7.Вакуумный насос.
8.Манометрический коллектор со шлангами.
9. Электронные весы-дозатор для фреона.
10.Металлический поддон (под капающий припой).
11.Риммер.
12.Течеискатель электронный.
13.Шуруповёрт аккумуляторный.
14.Смотровое зеркальце.
15.«Паяльная станция: кислород-пропан» для ремонта бытовых холодильников.
16.Трубораширитель- комплект (для труб диаметром 6-18мм).
17. Рулетка – 3м
18. Пассатижи
19. Бокорезы или кусачки
20. Зажигалка.
21. Перчатки.
22. Паяльник электрический, мощностью 60Вт.
23. Ампер-Вольт-Омметр (тестер), токовые клещи
Комплектующие:
1.Труба медная (1/4дюйма).
2.Труба медная (1/2дюйма).
3.Клапан Шредера с трубкой.
4.Фильтр-осушитель.
5.Трубка капиллярная-4метра.
6.Холодильники бытовые.
7.Редуктор газовый для азота с адаптером (на шредер).
Расходные материалы.
1.Припой ПСр-29,5.
2.Припой ПМФОЦр-6-4-0,03.
3.Баллон с азотом ПЧ (50л)-1шт.
4.Хладагент R12 (1000гр.)
5.Бумага абразивная зерно 80,100 -0,5 кв.м (шкурка наждачная).

Последовательность выполнения технологических операций по сборке гидравлической схемы бытового холодильника.
Проверить целостность обмоток электродвигателя компрессора.
Подготовить паяльный пост для выполнения работ.
Выполнить пайку к высокой и низкой стороне холодильного контура.
Выполнить пайку фильтра осушителя.
Выполнить пайку капиллярной трубки.
Выполнить пайку клапана шредера.
Собрать схему для проверки герметичности, ваккумирования и заправки хладагентом.
Надуть контур до избыточного давления 2,5 - 3,0 bar
Проверить контур на герметичность двумя способами: а) мыльной пеной, б) электронным течеискатем.
При положительных результатах, отвакууммировать контур до остаточного давления ниже атмосферного в течении 10минут.
Выполнить монтаж электрической схемы БХП.
Заправить контур хладагентом. Масса заправляемого хладагента указана на шильдике конденсатора холодильника.
Пуск изделия в работу и диагностика холодильной установки.
Заполнить диагностическую карту холодильной установки.

Функциональная гидравлическая схема бытового холодильника.

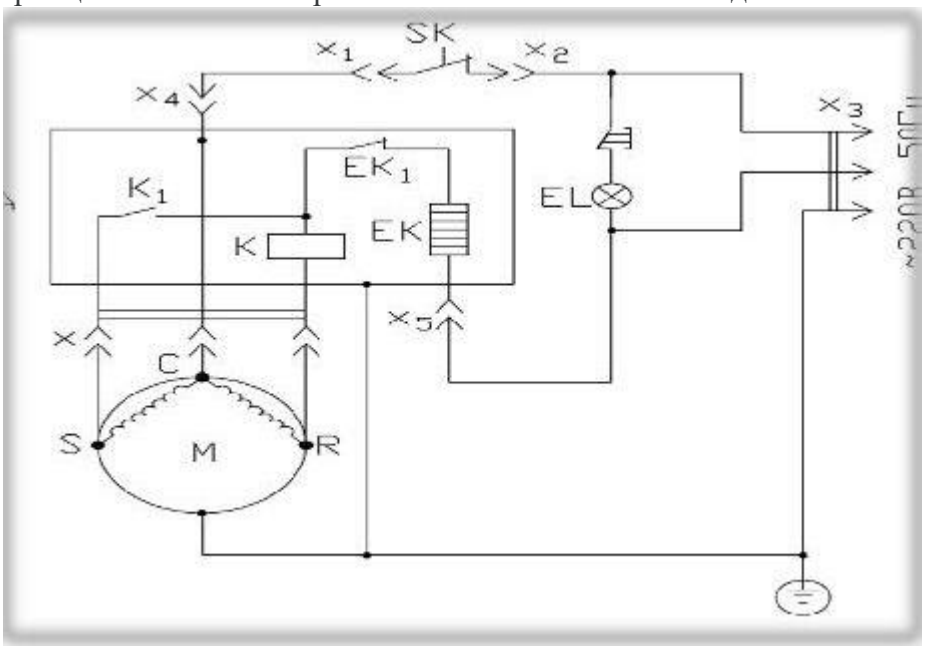


1- Компрессор
2- Конденсатор
3- Фильтр осушитель
4- Дроссельное устройство(капиллярная трубка)
5- Испаритель
6- Клапан шредера

Технические указания.

ПС1-ПС5 места пайки неразъемные соединения выполнить твердым припоем.
После пайки проверить соединения на герметичность.
При подготовке труб использовать труборасширитель.
Для пайки использовать медные трубы Ø6 мм и капиллярную трубку Ø1.8 мм.

Принципиальная электрическая схема бытового холодильника.



№	Обозначение	Наименование	Кол-во
1	M	Электродвигатель компрессора	1
2	C.S.R.	Выводы обмоток эл. двиг.	3
3	X...X 5	Разъемы схемы	6
4	K	Катушка пускового реле	1
	K1	контакт катушки пускового реле	
5	A	Пуско-защитное реле	1
6	EK	Нагреватель	1
	EK1	контакт нагревателя	
7	SK	Термореле	1
8	SB	Выключатель лампы	1
9	EL	Лампа освещения	1

Последовательность выполнения операций по сборке электрической схемы бытового

холодильника.
Проверить исправность и подключение сетевого кабеля X3.
Проверить исправность термостата SK.
Подключить разъемы X1 и X2 термостата.
Проверить пускозащитное реле A на механическое размыкание/замыкание подвижных контактов.
Установить пускозащитное реле A на компрессор к разъему X.
Подключить разъемы X4 и X5 пускозащитного реле.
Проверить исправность лампы освещения холодильной камеры и установить лампу в патроне светильника.
Проверить наличие напряжения в электрической розетке и соответствия его номинальной величине.
Включить холодильник в работу.
Проверить работу лампы освещения холодильной камеры.
Наблюдать за работой холодильника в течение 10 минут и по внешним признакам определить соответствие параметров оптимальному режиму.
Сделать вывод о работоспособности холодильника.

Ход работы.

Ознакомиться с инструментом для ремонта бытового холодильника.
Изучить гидравлическую схему бытового холодильника.
Изучить последовательность операций по сборке гидравлической схемы бытового холодильника.
Изучить электрическую схему бытового холодильника.
Изучить последовательность операций по сборке электрической схемы бытового холодильника.
Ознакомиться с работой паяльного поста (смотри стр.200-202).
Ознакомиться с пайка трубопроводов (смотри стр.202-203).
Ознакомиться с работой манометрического коллектора и клапанами шредера (смотри стр.132-134).
Ознакомиться с работой баллонов с сухим азотом и хладагента (смотри стр.138-139).
Ознакомиться с поверкой на герметичность (смотри стр.144-145).
Ознакомиться с вакуумированием (смотри стр.146-148).
Ознакомиться со срывом вакуума (смотри стр.150-151).
Ознакомиться с заправкой хладагентом (смотри стр.154).

Подготовить отчет по работе: (Предоставить фотоотчет о выполненной работе в тетради)
Записать перечень используемого инструмента для ремонта.
Зарисовать гидравлическую схему бытового холодильника.
Записать последовательность операций по сборке гидравлической схемы бытового холодильника.
Зарисовать электрическую схему бытового холодильника.
Записать последовательность операций по сборке электрическую схемы бытового холодильника.
Зарисовать и записать работу паяльного поста.
Зарисовать и записать порядок пайки соединений .
Зарисовать и записать работу манометрического коллектора.
Зарисовать и записать работу с баллоном с азотом.
Зарисовать и записать порядок проверки на герметичность.
Зарисовать и записать порядок вакуумирования.
Зарисовать и записать порядок заправки хладагентом.

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»

группа 3-12

Лабораторная работа № 4

Тема: «Ремонт бытового холодильника»

"Изучение конструкции и исследование основных параметров качества пускозащитных реле бытовых холодильников"

1. Цель работы:

1) Изучить конструкцию и устройство пускозащитных реле.
2) Освоить методику и приобрести исследовательские навыки по определению основных параметров качества пускозащитных реле.

2. Приборы автоматики бытовых холодильников.

Приборы автоматики в холодильниках выполняют следующие функции:
управление - пуск электродвигателя компрессора с кратковременным переключением пусковой обмотки или пускового конденсатора; осуществление операции автоматического оттаивания по программе командного прибора; включение освещения и выключение вентиляторов при открывании двери; включение нагревателей; управление программой действия автоматического ледогенератора.
регулирование - поддержание заданной температуры в заданных точках путем пуска и остановки компрессора, применением степени открытия заслонок, путем пуска и остановки вентиляторов, иногда включение нагревателей для ослабления охлаждения данной зоны.
защита - от чрезмерного нагрева обмоток двигателя; от чрезмерной силы тока в обмотках электродвигателя; блокировки разного рода, не допускающие включения какого-нибудь элемента, если не выполнены определенные условия; все защиты возвратные, приходят в рабочее положение без участил человека.
сигнализация - при аварийном повышении температуры в низкотемпературной камере на 3 °С выше заданной (обычно при -15 °С); дистанционные термометры.

3. Назначение, устройство и принцип работы пускозащитного реле.

Для создания вращающего момента при пуске электродвигателе в статоре применяется пусковая обмотка, включающаяся на короткое время, пока ротор не разовьет частоту вращения 80% от номинальной. Длительность разгона двигателей, соединенных с компрессорами 0.3 .,. 0.4 сек.
Запуск двигателя начинается с момента включения в сеть рабочей обмотки ('точка 0). С этого момента ток в цепи рабочей обмотки возрастает от нуля до *предельной* величины (прямая I) рис. 1 соответствующей току короткого замыкания рабочей обмотки (при данном напряжении), ибо ротор остается неподвижным. Так как ток короткого замыкания рабочей обмотки примерно в 4 раза больше рабочего тока (прямая IV), длительная задержка разгона ротора мо-

жет привести к ее выходу из строя. Поэтому пусковая обмотка должна быть включена сразу же после включения рабочей обмотки.

При включении пусковой обмотки (точка 1) в первое мгновение, когда ротор еще продолжает оставаться неподвижным, ток резко возрастает до величины, соответствующей суммарному току короткого замыкания рабочей и пусковой обмоток (прямая II). С момента разгона ротора (точка 2) ток начинает снижаться и, пока пусковая обмотка будет оставаться включенной, достигнет величины, соответствующей току рабочей обмотки при работе двигателя на *двух* обмотках (прямая III).

Если пусковую обмотку быстро не отключить, то она выйдет из строя, так как не рассчитана на продолжительное включение.

При отключении пусковой обмотки (точка 3) ток снизиться до величины, соответствующей рабочему току в точке 4. На этом запуск двигателей заканчивается.

В условиях круглосуточной работы холодильника и цикличной работы холодильного агрегата включение и отключение пусковой обмотки двигателя возможно лишь с применением средств автоматика. Для этой цели установлено пусковое реле.

Двигатели герметичных агрегатов работают в условиях недостаточно хорошего охлаждения и поэтому их обмотки должны быть надежно защищены от чрезвычайного нагрева. Такой нагрев может происходить при повышении силы тока или температуры в результате перегрузок или плохого отвода тепла в окружающую среду. При нагреве обмоток сверх допустимого изоляция разрушается и двигатель выходит из строя. Основной возможностью защиты обмоток от перегрева является своевременное отключение двигателя.

В условия круглосуточной работы бытового холодильника эффективная защита обмоток от перегрева возможна лишь с применением автоматически действующих средств, своевременно реагирующих на нагрев обмоток, для этой цели устанавливают защитное реле. Принципиальная схема включения показана на рис.2.

Защитное реле разделяют на токовые и токово-тепловые. Реле токового типа реагируют только на температуру обмотки, повышаются при увеличении силы тока в цепи обмотки. Токово-тепловое реле реагирует также и на температуру нагрева, обмоток под действием внешнего тепла независимо от силы тока.

4. Конструкция пускозащитное реле.

Пусковое реле РП и тепловое защитное реле ТР смонтированные в одном приборе (рис. 3). Пускозащитное реле типа РТК-Х обеспечивают подключение (на долю секунды) пусковой обмотки ПО двигателя Д для его запуска PI отключения двигателя при повышенной силе тока в обмотках.

Катушка пускового реле включена последовательно с рабочей обмоткой двигателя. В катушке свободно перемещается стержень с сердечником. Вверху стержня имеется планка с двумя контактами. Левый неподвижный контакт подключен к пусковой обмотке. В неработающем реле контакты разомкнуты.

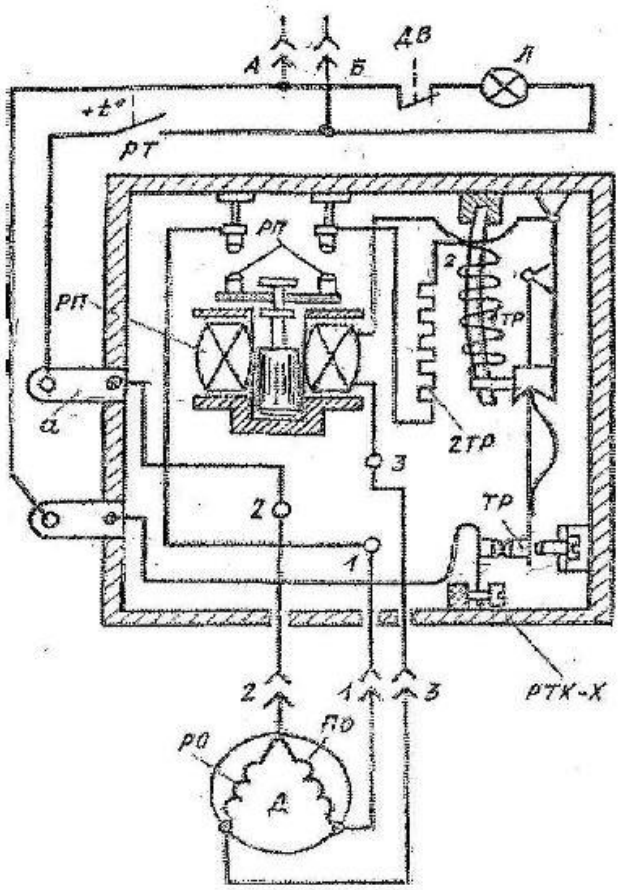


Рис.3. Электромонтажная схема бытового компрессионного холодильника

При замыкании контакта РТ ток пойдет только через рабочую обмотку РО. Пока ротор двигателя Д неподвижен, сила тока возрастает в 4 - 5 раз (по сравнению с номинальной). Катушка пускового реле РП втягивает (вверх) сердечник и замыкает контакты РП, подключая пусковую обмотку ПО. Ротор раскручивается, сила тока падает, и контакт РП под действием пружины размыкается, отключая пусковую обмотку. -

Токовое " защитное реле состоит из биметаллической пластины и нагревателя. В реле на 127В биметаллическая пластина соединена одним концом с проводом катушки пускового реле, а другим через упор - с бериллиевым контактодержателем. На противоположном конце держателя закреплен подвижный контакт, замкнутый с неподвижным контактом. В непосредственной близости от биметаллической пластины расположена нихромовая спираль нагревателя, включена последовательно в цепь пусковой обмотки. Одним концом спираль соединена с контактом пускового реле, а другим - с биметаллической пластиной. В РТК-Х на 220 В имеется второй тепловой элемент 2ТР, установленный только в цепи пусковой обмот-

ки. Если ПО не отключится контактом РП-1, то 2ТР разомкнет контакт ТР и остановит компрессор

При включении пусковой обмотки через защитное реле проходит суммарный ток обеих обмоток. Однако при нормальном пусковом токе контакты реле остаются замкнутыми. Чрезмерная сила тока в цепи пусковой обмотки вызывает увеличение количества тепла, выделяемого нагревателем, и в результате деформацию биметаллической пластины. При повышении силы тока в цепи рабочей обмотки биметаллическая пластина изгибается под влиянием тепла, выделяемого при прохождении через нее тока. В результате деформации пластины контакт ТР размыкается и отключает компрессор. После выключения тока пластина остывает и снова включается электродвигатель. Если причина увеличения тока не устранена ('заклинивание компрессора, межвитковое замыкание и др.), реле будет циклично включать и выключать ток. пока не выйдет из строя реле или двигатель.

5. Основные параметры пускозащитных реле.

Включение и отключение пусковой обмотки происходит в соответствии с изменениями тока в цепи двигателя. Следовательно, характеристика пускового реле, определяемая точками замыкания и размыкания контактов, должна соответствовать токовой характеристики двигателя.

Следует отметить, что условия, благоприятствующие замыканию контактов. Ухудшают размыкание контактов. Так, замыканию контактов способствует большая сила тока в цепи рабочей обмотки, а размыканию, наоборот - малая. Для *замыкания* контактов реле худшие *условия будут при* низком напряжение в сети и нагретом двигателе, так как при этом напряженность магнитного поля может оказаться недостаточной для втягивания сердечника реле. Размыкание контактов будет затруднено, наоборот, при высоком напряжении в сети и холодном двигателе.

В этом случае большая напряженность магнитного поля катушки реле может привести к тому, что контакты реле будут останавливаться в замкнутом положении.

Следовательно, токовая характеристика реле должна быть согласована с токовой характеристикой двигателя таким образом, чтобы было обеспечено:

• замыкание контактов реле при токе несколько меньшем, чем ток короткого замыкания рабочей' обмотки, при допустимом падении напряжения в сети и нагретом двигателе;

• размыкание контактов реле при токе несколько большем, чем ток рабочей обмотки (при работе двигателя на *двух* обмотках), при холодном двигателе и допустимом повышенном напряжении в сети.

Биметаллические преобразователи температур, применяемые в защитных реле, состоят из двух металлических пластин с различным коэффициентами линейного расширения , сваренных между собой,

При изменении температуры свободный конец биметаллической пластины перемещается в сторону металла с меньшим коэффициентом линейного расширения. При этом изменение угла изгиба пропорционально температуре биметалла.

$$\Delta\varphi=\kappa\times\Delta t \qquad (1)$$

Соответствующее перемещение конца пластины X при малых углах отклонения зависит от ее длины L:

$$X=0,75\times\frac{\kappa\times L}{h}\times\Delta t \qquad (2)$$

где к - коэффициент чувствительности, определяемый выбором пары металлов (для инвара-латуни $\kappa=19\times10^{-6}$ мм/град; для инвара-никеля $\kappa=13\times10^{-6}$ мм/град).

h - толщина пластины, определяемая ее жесткостью, мм.

Как видно из уравнения (2) чувствительность элемента можно повысить, увеличив его длину. Чтобы сократить при этом габариты, биметаллические элементы часто изготавливают в виде спирали.

Предохранение обмоток двигателя от перегрева при многократных последовательных срабатываниях реле достигается согласованием времени срабатывания реле (размыкание контактов) и времени возврата (выдержки контактов в разомкнутом состоянии). Время срабатывания должно быть достаточно коротким, чтобы обмотка не успела нагреться выше допустимой температуры. За время возврата реле обмотка должна успеть охладиться, а давление фреона в конденсаторе снизиться, чтобы осуществился запуск двигателя. Однако это время не должно быть настолько большим, чтобы повлиять на температурный режим в камере холодильника.

Параметры	Тип реле			
	РТП-1		РТХ-Х	
Номинальное напряжение, В	127	220	127	220
Номинальный ток А	2,2	1,3	2,2	1,3
Пусковое реле				
Ток замыкания, А не более	4,7	2,7	4,5	2,7
Ток размыкания, А не менее	3,7	2,1	3,8	2,2
Защитное реле				
Время размыкания, сек.	14-23	14-23	15-25	20-30
Время возврата, при t = 20°С	30-60	30-90	34-62	40-70

6. Схемы пусковых устройств

1. Схема СТР называется также PTC (Positive Temperature Coefncient) и используется в качестве относительно простого пускового устройства.
Запуск осуществляется при помощи терморезистора. Термистор. или терморезистор (СТР - сокращение, в переводе означает - положительный температурный коэффициент, то есть повышение сопротивления при росте температуры) включается в цепь так, как показано на рис. 4.
При неподвижном роторе электродвигателя СТР холодный (имеет температуру окружающей среды) и его сопротивление очень низкое (несколько Ом). Как только на двигатель подается напряжение, запитывается рабочая обмотка. Одновременно ток проходит через СТР, имеющий низкое сопротивление, и пусковую обмотку, в результате чего двигатель запускается. Однако ток, текущий через пусковую обмотку, проходя через СТР, нагревает его, что обусловливает резкое повышение его температуры, а следовательно и сопротивления. По истечении одной - двух секунд температура СТР становится более 100°С, а его сопротивление превышает 1000 Ом.

Резкое повышение сопротивления СТР снижает ток в пусковой обмотке до нескольких миллиампер, что эквивалентно отключению этой обмотки так, как это сделало бы обычнее пусковое реле. Слабый ток, не оказывая никакого влияния на состояние пусковой обмотки, продолжает проходить через СТР, оставаясь вполне достаточным, чтобы поддерживать его температуру на нужном уровне. Такой способ запуска используется, если момент сопротивления при запуске очень малый, например, в установках с капиллярными расширительными устройствами (где при остановке неизбежно выравнивание давлений). Однако, когда компрессор остановился, длительность остановки должна быть достаточно большой, чтобы не только обеспечить выравнивание давлений, но и главным образом охладить СТР (по расчетам для этого нужно как минимум 5 минут). Всякая, попытка запуска двигателя при горячем СТР (имеющим, следовательно, очень высокое сопротивление) не позволит пусковой обмотке запустить двигатель. За такую попытку можно поплатиться значительным возрастанием тока и срабатыванием теплового реле защиты. Терморезисторы представляют собой керамические диски или стержни и основным видом неисправностей этого типа пусковых устройств является их растрескивание и разрушение внутренних контактов, наиболее часто обусловленное попытками запуска при горячих СТР, что неизбежно влечет за собой чрезмерное повышение пускового тока.
Данная схема может быть усовершенствована добавлением постоянно подключенного конденсатора, как показано пунктиром на схеме рис. 5.
При подаче напряжения на схему (после остановки длительностью не менее 5 минут), сопротивление термистора СТР очень низкое и конденсатор Ср, будучи замкнутым накоротко, не влияет на процесс запуска (следовательно, момент сопротивления на валу должен быть незначительным, что требует выравнивания давлений при остановке).
В конце запуска сопротивление СТР резко возрастает, но вспомогательная обмотка остается подключенной к сети через конденсатор Ср, который позволяет повысить крутящийся момент при работе двигателя (например, при росте

давления конденсации).

Поскольку электролитический конденсатор все время находится под напряжением, пусковые конденсаторы в схемах этого типа использовать нельзя.

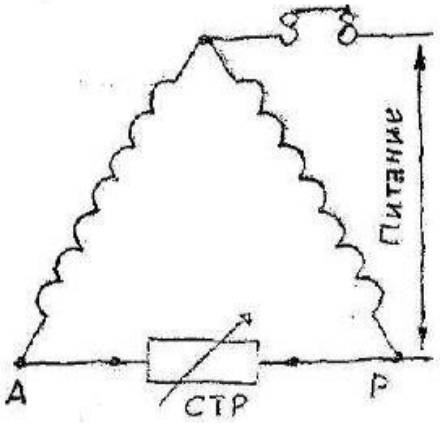
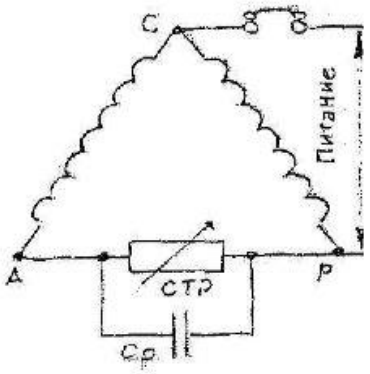


Рис. 4



СТР

Рис. 5

PSC (Permanent Split Capacitor) - схема с постоянно подключенным конденсатором является самой простой, поскольку в ней отсутствует пусковое реле.
Конденсатор, постоянно находясь под напряжением (рис. 6) должен быть включен в цепь рабочей обмотки. Поскольку с ростом емкости такой тип конденсаторов быстро увеличивается в размерам их емкость ограничивается небольшими значениями (редко более 30 мкФ).
Следовательно, схема PSC используется, как правило, в небольших двигателях с незначительным моментом сопротивления на валу (малые холодильные компрессоры, работающие в схеме с капиллярными трубками, выравнивающими давление при остановках, двигатели для вентиляторов небольших кондиционеров).
При подаче напряжения на схему постоянно подключенный конденсатор *(Ср)* дает толчок, позволяя запустить двигатель. Когда двигатель запущен, пусковая обмотка остается пол напряжением вместе с последовательно включенным конденсатором, что ограничивает сипу тока и позволяет повысить крутящий момент при работе двигателя.

3. Схема RSIR (Resistance Start Induction Run) использует пусковое реле без конденсатора (рис. 7).
Поскольку конденсатор в схеме отсутствует, пусковой момент достаточно слабый. и данная схема используется, в основном, в небольших бытовых холодильниках с капиллярными трубками, обеспечивающими выравнивание давлений при остановках.

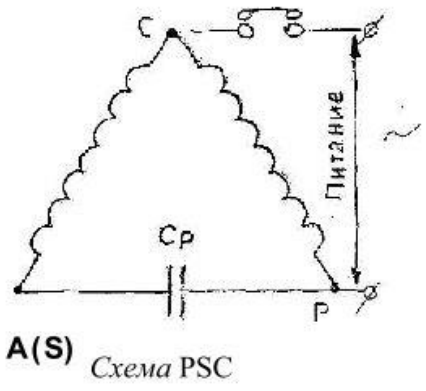


Схема PSC

Рис. 6

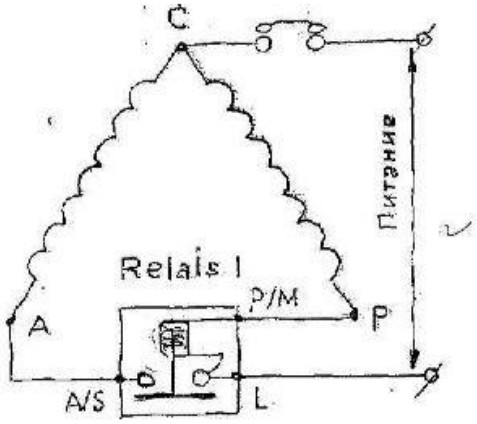


Схема RSIR
Рис. 7

4. Схема *CSTR* (Capacitor Start Induction Run) аналогична схеме RSIR, в которую добавлен пусковой конденсатор (рис. 8).

Данная схема используется в случаях, когда есть опасность возрастания момента сопротивления на запуске. Повышение пускового момента на валу двигателя обеспечивается при помощи пускового конденсатора. Схема может быть использована в холодильных контурах с термостатическим *TPB'*.

5. Схема CSR (Capacitor Start and Run) аналогична схеме CSIR, в которую добавлен рабочий конденсатор (Cm), как показано на рис. 9.

Такая схема, позволяет обеспечить сразу и повышенный пусковой момент повышенный момент при работе двигателя.

При запуске установленные параллельно C_d и C_m . емкости которых вкладываются, помогают запустить двигатель, а когда запуск оканчивается и двигатель выходит на номинальный режим, конденсатор C_d исключается, и пусковая обмотка остается запитанной через конденсатор C_m.

Использование рабочего конденсатора позволяет повысить крутящий момент двигателя при его работе, например, в составе теплового насоса, у которого в зимнем режиме может заметно возрасти степень сжатия (а следовательно, и момент сопротивления).

Одновременно рабочий конденсатор позволяет увеличить cosφ двигателя, что приводит к снижению потребляемого тока (проверить это можно очень быстро, измерив силу тока при наличии конденсатора Cm, а затем после его отключения: можно убедиться, что после отключения Cm полная сила потребляемого тока растет и зачастую компрессор начинает сильнее гудеть).

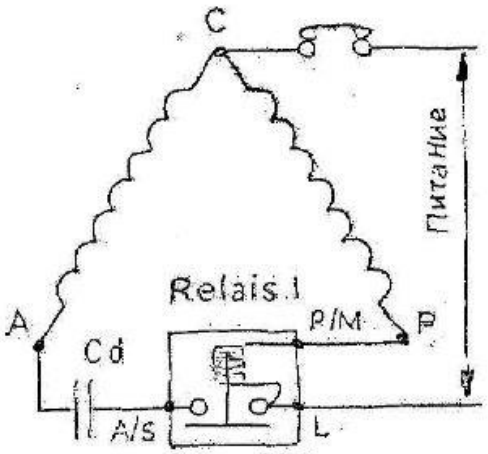


Схема CSIR
Рис. 8

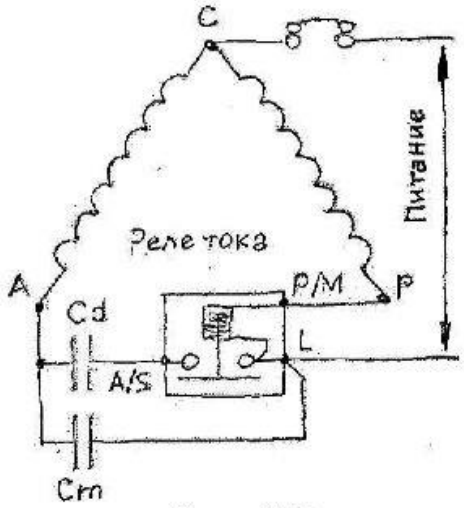


Схема CSR
Рис. 9

7. Методика исследований пускозащитных реле.

Проверка тока замыкания и размыкания пускового реле и времени срабатывания и возврата контактов теплового реле производится с помощью специального стенда. Проверка реле производится, как правило, в условиях неизменной температуры окружающей среды. Для того, чтобы учесть влияние температуры окружающей воздуха на работу теплового реле, оно помещается в термостат. Методика экспериментальных исследований следующая:

7.1. Испытуемое пускозащитное реле через специальный разъем подключается к стенду.

7.2. С помощью Латра в электрической цепи катушки пускового реле повышается величина тока до момента, когда магнитное поле, возникшее в ней, не вытолкнет сердечник. О моменте замыкания электрических контактов (подключении пусковой обмотки), судят по загоранию лампочки. В этот момент с помощью амперметра, последовательно включенного в цепь, фиксируют величину тока замыкания.

7.3. Медленно поворачивают ручку Латра против часовой стрелки до момента, когда лампочка погаснет, т.е. величина тока будет недостаточной, чтобы магнитное поле катушки удерживало сердечник в верхнем положении. Сердечник под собственным весом опустится внутрь катушки и разомкнет электрические контакты – отключит пусковую обмотку электродвигателя. В этот момент по амперметру фиксируют величину тока размыкания.

7.4. Эксперименты, описанные в пунктах 7.2. и 7.3. повторяют по 5 раз и находят средние арифметические значения величин токов «замыкания» и «размыкания».

Проверка времени срабатывания и возврата теплового (защитного) реле осуществляется в следующей последовательности:

7.5. С помощью Латра в электрической цепи защитного реле (биметаллическая пластина, вольфрамовый нагреватель), повышается величина тока до значения 6 Ампер. Автоматически включается электросекундомер, которой с точностью до 0,01 секунды фиксирует время прохождения тока в 6 Ампер по цепи. Как только биметаллическая пластина под действием тепла, выделяющегося в вольфрамовом нагревателе, в результате прохождения через него тока в 6 А., разомкнет электрические контакты, включится второй электросекундомер, который зафиксирует время остывания или возврата. Эксперимент повторяется 5 раз, после чего находят средние арифметические значения величин токов срабатывания и возврата при прохождении по электрической цепи теплового реле тока 6 Ампер.

7.6. Эксперимент, описанный в пункте 7.5. повторяют при величинах тока 7 и 8 Ампер. Затем строятся графики времени срабатывания и возврата (средние арифметические значения) от величины тока протекающего по электрической цепи (6, 7, 8 А).

7.7. К электрической схеме стенда подключается второе (третье) испытуемое

пускозащитное реле и эксперимент повторяется.

8. Оборудование и измерительные приборы

Пульт проверки реле представляет собой металлический корпус прямоугольной формы, на передней панели которого имеются:

- электрический секундомер $ИП_1$ и $ИП_2$ - 2шт,
- ручка - ползун автотрансформатора.
- сигнальная лампа $Л_1$ и $Л_2$ — 2шт.
- переключатель $В_1$,$В_2$ и $В_3$ - 3шт.
- присоединительная колодка для реле - 1шт.
- клеммы для подключения амперметра А.

Внутри корпуса пульта монтируются: автотрансформатор (ротор), трансформатор 220/16 В Тр1, трансформатор 220/63 В Тр2. реле тока Рп1 и реле напряжения Рп2 типа МКУ-48.

Термостат представляет собой металлический закрытый сосуд цилиндрической формы. На верхней крышке термостата расположены: контактный термометр, термометр ртутный, электродвигатель для привода мешалки.

На боковой части термостата имеется панель, на которой установлены: выключатель подаваемого напряжения сети, кнопка пуска электродвигателя и выключатели нагревательных элементов. Термостат заполняется жидкостью (водой), которая нагревается с помощью электронагревательных элементов, до установленной на контактном термометре температуре, и поддерживается регулирующим устройством. Равномерная передача температуры по всему объему жидкости осуществляется за счет циркуляции жидкости под воздействием мешалки.

Внутри термостата помещена гильза из латунной фольги, верхняя часть ее герметично закрывается. Тепло от жидкости передается воздуху, имеющемуся внутри гильзы, и его температура остается постоянной, как и жидкости, при заданном значении. Термостатируемый элемент или прибор, в данном случае пускозащитное реле, помещается внутри гильзы.

Результаты испытаний проверка времени срабатывания и возврата теплового (защитного) реле РЗ и реле РТП-1 при температуре окружающей среды 18 °С приведены в таблицах:

Реле РЗ

Сила тока, А	Время срабатывания, с	Время возврата, с
6	8,46 9,68 9,81 9,26 7,42	30,4 31 32,8 36,3 39,6
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение
7	6,35 7,02 5,81 5,8 6,11	41 41,1 44,5 44,8 45
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение
8	5,82 5,73 5,82 5,29 4,79	45,2 46,1 48 48 49,6
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение

Реле РТП-1

Сила тока, А	Время срабатывания, с	Время возврата, с
6	5,79 6,74 6,21 6,34 6,45	52 53,8 57,1 58,7 59,4
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение

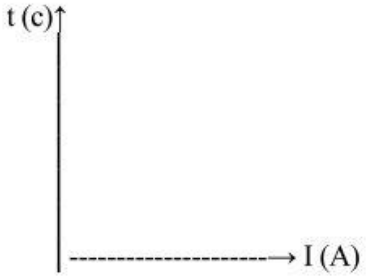
7	4,68 4,62 4,51 4,41 4,4	64 62,7 60,4 67,9 69
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение
8	3,82 3,86 3,92 3,82 3,82	71 71,5 71,3 72 72,4
	Вычислить Средн. значение	Вычислить Средн. значение

9. Указания по оформлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Краткое описание устройства и конструкции пускозащитного реле, его характеристика.
2. Схем пусковых устройств и их описание.
3. Таблица результатов испытаний теплового (защитного) реле РЗ и реле РТП-1.
4. Графики зависимости времени срабатывания и возврата от величины силы тока.
5. Выводы по графикам зависимости (через сколько секунд сработает теплового реле при возрастание тока, а через сколько минут оно остынет и вновь замкнется) .

Координаты: по вертикальной оси – время работы t (c),
по горизонтальной оси - сила тока I (A)



10. Контрольные вопросы

10.1. Назначение пускозащитного реле? Какие функции оно выполняет?
10.2. Назовите элемент электрической схемы холодильника, который подает напряжение на пускозащитное реле?
10.3. Расскажите последовательность работы пускового реле?
10.4. Расскажите последовательность работы защитного реле?
10.5. Как влияет температура окружающей среды на скорость срабатывания и возврата защитного реле?
10.6. Как влияет пространственное расположение реле на его работоспособность?
10.7. Возможна ли установка одного типа реле на различные холодильники?
10.8. Какие моменты в работе пускового реле характеризуют точки 1 и 3 (рис. 1)?
10.9. В соответствии с рис. 4 сопротивление какой обмотки больше АС или СР?
10.10. В какой момент времени в электрической цепи реле протекает ток короткого замыкания?

Предоставить фото отчет о выполненной работе в тетради.
Выполнить тест при ДО (защитить работу у преподователя)

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»

группа 3-12

Лабораторная работа № 5

«Поиск неисправностей в электроприборах. Предохранительной цепи катушки пускателя.

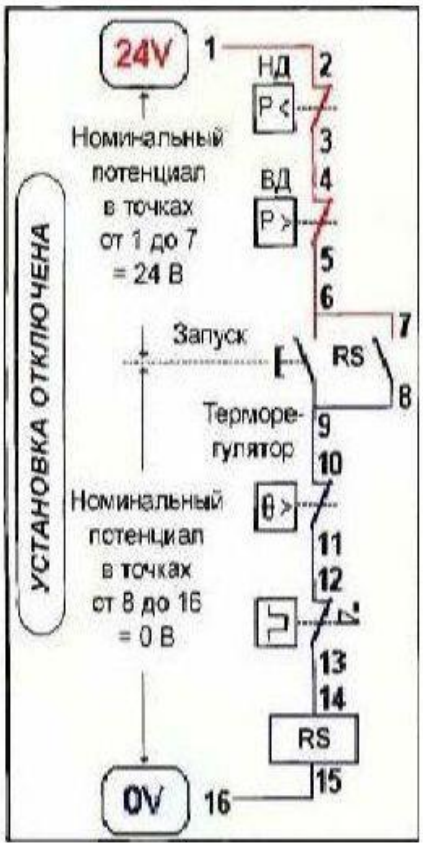
Объект исследования предохранительная цепь катушки RS

Неисправность Катушка RS не работает. При нажатии на кнопку S «запуск она срабатывает, но тотчас отключается, как только вы отпускаете кнопку

1. Цель работы:

1) Изучить схему работы предохранительной цепи катушки RS и кнопки запуска S .
2) Освоить методику и приобрести навыки поиска неисправности с помощью вольтметра.

Итак у нас имеется предохранительная цепь катушке RS (точки 14-15) с прессостатом ВД (точки 4-5) и НД (точки 2-3) , терморегулятором θ (точки 10-11) и термореле (точки 12-13). Смотри схему.



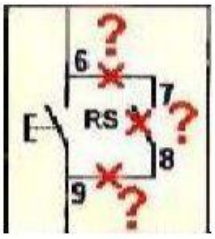
В точках цепи 1-16 имеется переменное напряжение 24В. Точка 16 нулевой потенциал. Точка 1 фаза.

При выключенной катушке RS в отсутствии неисправностей нормальный потенциал в точках 1-7 24В, в точках 8-16 равен 0 В.

Если в этот момент нажать кнопку «запуск» (6-9) фаза поступит в точку 14, катушка RS получит питание и перейдет в режим самоудержания контактами RS (7-8). Поэтому катушка остается под напряжением, когда отпускают кнопку «запуск».

В нашем случае при нажатии на кнопку S «запуск» катушка RS работает. Это обстоятельство указывает, что на схему несомненно попадается напряжение 24 В. Что подтверждается выше изложенным. Кроме того в цепи приборов защиты и соединительных проводах отсутствует разрыв. Кнопка так же работоспособна.

Однако при опускании кнопки, катушка отключается. Как сказано, было ранее кнопка должна шунтироваться самоудерживающими контактами RS. Значит, имеется неисправность в цепи самоудержания, точки (6-7-8-9). Где-то имеется обрыв и возможны три равнозначных варианта:



1) Обрыв соединения 6-7
2) Обрыв соединения 8-9
3) Не замыкается контакт RS (7-8)

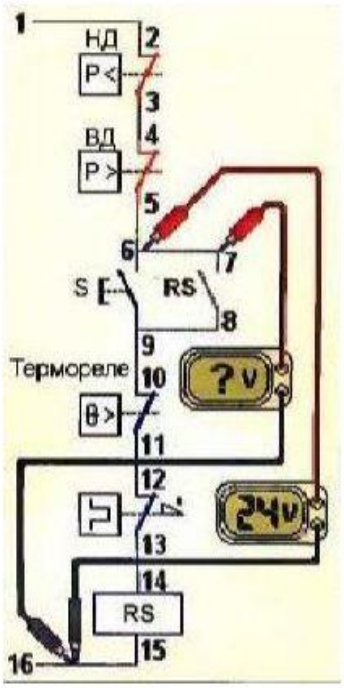
Эти варианты неисправностей могут быть как каждый по отдельности, так и все вместе.

Рассмотрим первый вариант Обрыв соединения 6-7.

Для проверки соединения 6-7 с помощью вольтметра необходимо задаться вопросом, каким должен быть нормальный потенциал точки 6 при включенной кнопке. Правильный ответ фаза. Значит, в качестве опорной точки выбираем нулевой провод, то есть точку 16.

ПОМНИТЕ! Для прозвонки контактов линии, нормальным потенциалом которого является фаза, в качестве опорной точки необходимо брать нулевой провод. И напротив, для прозвонки контактов нулевой линии в качестве опорной точки необходимо брать фазу.

Коснемся вторым проводом вольтметра точки 6, увидим, что вольтметр показывает 24В, то есть фаза в точке 6 присутствует. Что вполне оправдано, поскольку при нажатии кнопки S катушка RS срабатывает.



Поместим теперь второй провод в точку 7 . Здесь мы можем получить два результата:

Первый результат

Вольтметр покажет 24 В, значит фаза приходит в точку 7. Мы с вами помним, что контакты RS разомкнуты и катушка отключена, то есть можно утверждать, что соединение исправно.

Второй результат

Вольтметр покажет 0 В, значит фаза имеющая в точке 6 не приходит в точку 7. Из этого можно утверждать в соединении 6-7 имеется обрыв.

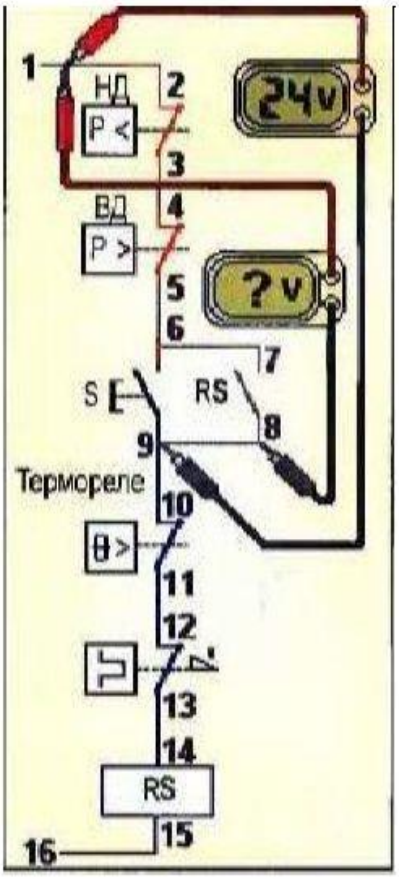
Значит, в этом случае мы нашли одну возможную неисправность. *Обрыв соединения 6-7 показывает в точке 7 нулевой потенциал.*

Рассмотрим второй вариант Обрыв соединения 8-9.

Для проверки соединения 8-9 с помощью вольтметра необходимо задаться вопросом, каким должен быть нормальный потенциал точки 9 при включенной кнопке. Правильный ответ нейтраль. Значит, в качестве опорной точки выбираем фазу, то есть точку 1.

Не забывайте! Для прозвонки контактов линии, нормальным потенциалом которого является фаза, в качестве опорной точки необходимо брать нулевой провод. И напротив, для прозвонки контактов нулевой линии в качестве опорной точки необходимо брать фазу.

Коснемся вторым проводом вольтметра точки 9, увидим, что вольтметр показывает 24В, значит, нулевой потенциал в точке 9 присутствует. Что вполне оправдано, поскольку при нажатии кнопки S катушка RS срабатывает.



Поместим теперь второй провод в точку 8 . Здесь мы можем получить два *результат*:

Первый результат

Вольтметр покажет 24 В, значит нулевой потенциал присутствует в точке 8. Мы с вами помним, что

контакты RS разомкнуты и катушка отключена, то есть можно утверждать, что соединение исправно.

Второй результат

Вольтметр покажет 0 В, значит нулевой потенциал имеющая в точке 8 не приходит в точку 9. Из этого можно утверждать в соединении 8-9 имеется обрыв.

Значит, в этом случае мы нашли одну возможную неисправность. *Обрыв соединения 8-9 показывает в точке 9 отсутствие нулевого потенциала.*

Рассмотрим третий вариант Не замыкается контакт RS (7-8).

Если оба соединения 6-9 и 8-9 исправны, то катушка RS не останется в режиме самоудержания, значит контакты RS 7-8 обязательно неисправны.

Ход работы.

1. Ознакомится со схемой работы предохранительной цепи катушки RS и кнопки «запуска» S. Зарисовать в тетрадь схему и записать значения потенциалов в токах цепи напряжения и на контактах в цепи самоудержания при включенной и выключенной кнопке «запуска»
2. Зарисовать схему цепи самоудержания кнопки «запуска» S и записать возможные неисправности.
3. Зарисовать схему определения неисправности для первого варианта. Записать возможные результаты неисправности и их поиск.
4. Зарисовать схему определения неисправности для второго варианта. Записать возможные результаты неисправности и их поиск.
5. Для третьего варианта дать значения результатов показаний на вольтметре при исправностях соединений 6-9 и 8-9, в результате неисправных контактов RS 7-8.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Защитить работу у преподавателя.

Контрольные вопросы

1. Каким напряжением питается предохранительной цепи катушки RS.
2. Какой потенциал содержит точка 1?
3. Какой потенциал содержит точка 16?
4. За счет чего катушка RS перейдет в режим самоудержания?
5. Перечислите точки цепи самоудержания?
6. Что в качестве опорной точки надо брать при прозвонке контактов линии, нормальным потенциалом (фаза)?
7. Что в качестве опорной точки надо брать при прозвонке контактов линии, нормальным потенциалом (нейтраль)?
8. Если при прозвонке соединения вольтметр показывает в точке нулевой потенциал, значит это?
9. Если при прозвонке соединения вольтметр показывает в точке фазу, значит это?
10. При неисправных контактах RS 7-8 подводящие соединения должны быть?

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»

группа 3-12

Лабораторная работа № 6

«Поиск неисправностей в электроприборах. Катушка пускателя.

Объект исследования предохранительная цепь катушки RS

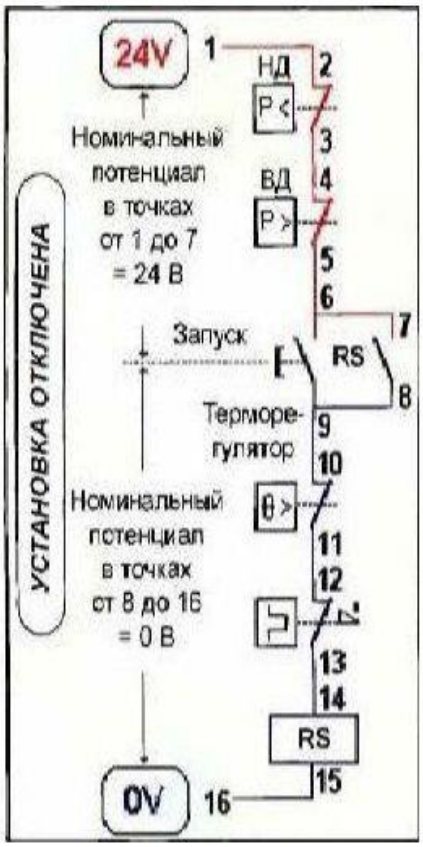
Неисправность Катушка RS не работает. При нажатии на кнопку S «запуск она не срабатывает.

1. Цель работы:

1) Изучить схему работы предохранительной цепи катушки RS и кнопки запуска S .
2) Освоить методику и приобрести навыки поиска неисправности с помощью вольтметра.

Итак у нас имеется предохранительная цепь катушке RS (точки 14-15) с прессостатом ВД (точки 4-5) и НД (точки 2-3) , терморегулятором θ (точки 10-11) и термореле (точки 12-13). Смотри схему.

В точках цепи 1-16 имеется переменное напряжение 24В. Точка 1 нулевой потенциал. Точка 16 фаза.



При выключенной катушке RS в отсутствии неисправностей нормальный потенциал в точках 1-7 24В, в точках 8-16 равен 0 В.

Если в этот момент нажать кнопку «запуск» (6-9) фаза поступит в точку 14, катушка RS получит питание и перейдет в режим самоудержания контактами RS (7-8). Поэтому катушка остается под напряжением, когда отпускают кнопку «запуск».

В нашем случае при нажатии на кнопку S «запуск» катушка RS не работает. Это обстоятельство указывает, что на схему, несомненно, не попадается напряжение 24В. В этом случае необходимо выяснить причину отсутствия напряжения. Цепь приборов защиты и соединительных проводов, кнопка пуска, ну и, конечно же, сама катушка реле RS, требует проверки на работоспособность.

Необходимо провести замеры на кнопке S «запуск».

Давайте вспомним, каким образом целесообразно проводить замеры. Наиболее приемлемым методом заключается в прозвонке цепи посередине.

Это позволит с помощью одного единственного измерения поставить вне подозрения половину цепи и выделить зону, в которой находиться дефект.

Если вольтметр показывает 24 В, значит верхняя часть цепи от точки измерения исправна, а дефект находится в нижней части цепи.

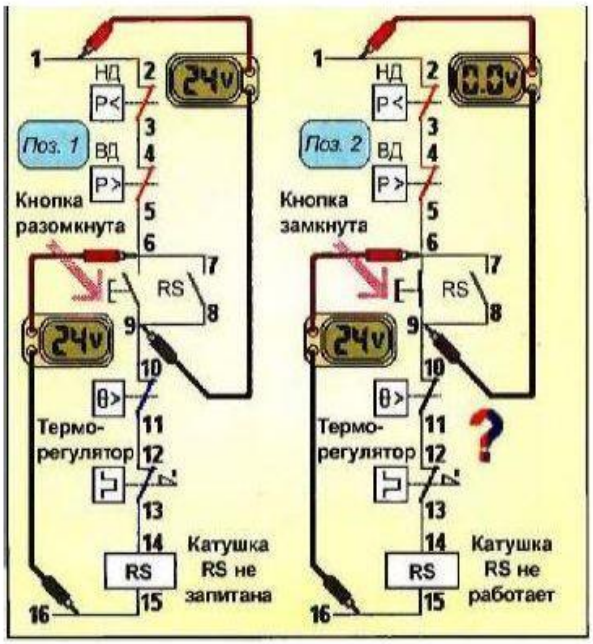
Если вольтметр показывает 0 В, значит дефект находится в верхней части цепи от точки измерения, а в нижняя часть цепи исправна.

Возьмем точки замера контакты 6-9 кнопки S «запуск».

Вспомним правило :

Для прозвонки контактов линии, нормальным потенциалом которого является фаза, в качестве опорной точки необходимо брать нулевой провод. И напротив, для прозвонки контактов нулевой линии в качестве опорной точки необходимо брать фазу.

Рассмотрим результат замера кнопки S при разомкнутых контактах. Поз.1



Вольтметр показывает 24 В между точками 1-9. Это является признаком того, что в точке 1 присутствует фаза, а в точке 9 нулевой потенциал.

Так же напомним, что все что находится в цепи выше потребителя имеет потенциал равный напряжению питания 24В, а ниже имеют нулевой потенциал.

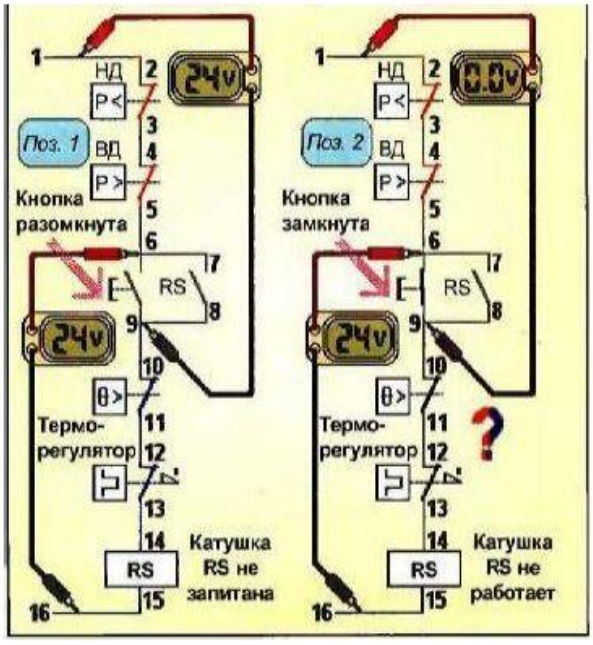
Поскольку нулевой потенциал поступает в точку 9, значит контакты терморегулятора и термореле замкнуты, а соединительные провода между точками 9 и 16 так же как и обмотки реле RS исправны.

В тоже время Вольтметр показывает 24 В и между точками 16-6. Это говорит о том, что фаза точки1 поступает в точку 6. Следовательно, контакты обоих прессостатов замкнуты и все соединения между точками исправны.

Таким образом, два замера указывают, что все контакты предохранительных устройств замкнуты и все соединения между точками 1и 6 исправны.

Теоретически при нажатии на кнопку «запуск» обмотка должна срабатывать, однако этого не происходит. Давайте предположим, что контакты кнопки при нажатии на нее не замыкаются.

<u>Рассмотрим результат замера кнопки S при разомкнутых контактах. Поз.2,3</u>

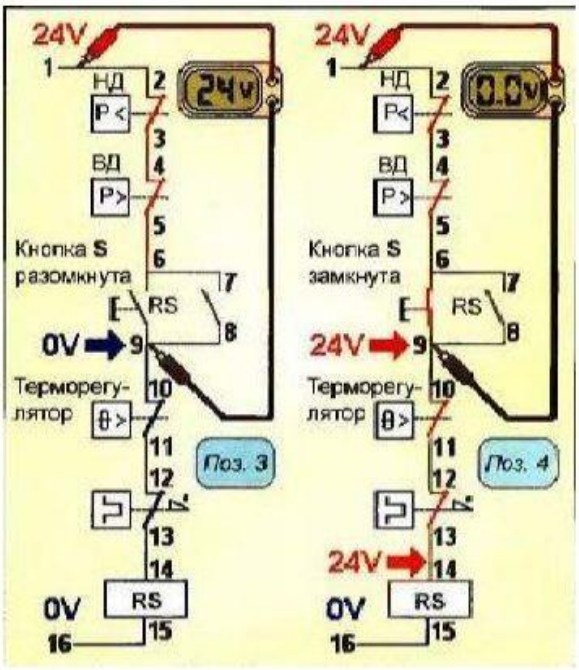


При замкнутых контактах S между точками 6 и16 вольтметр показывает 24 В,

Нам известно, что ноль в точке 16, а фаза в точке 6.

А при замкнутых контактах S между точками 1и 9 вольтметр показывает 0 В.

Давайте рассмотрим вот такую ситуацию. Кнопка S разомкнута, в точке 1 присутствует 24В, а в точке 9 имеем 0В (смотри Поз.3)

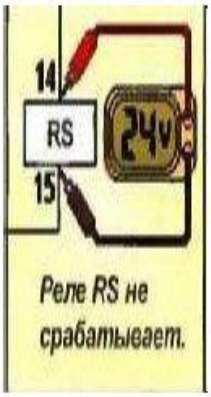


После нажатия на кнопку S напряжение между кнопками 1 и 9 меняется с 24В на 0В. (смотри Поз.4) Следовательно, это признак того, что контакты кнопки замкнулись, пропустив фазу из точки 6 в точку 9 (24-24=0В).

Таким образом, наше предположение о неисправности кнопки не подтверждается.

Давайте вновь порассуждаем. Поскольку фаза легко проходит в точку 9 при нажатии кнопка S, значит, она проходит в точку 14, так как цепь 9-14 исправна.

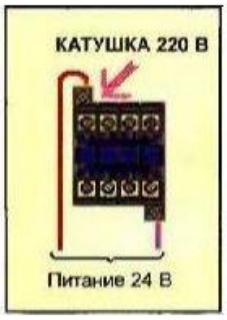
Давайте проверим это. Поместим вольтметр между точками 14 и15, после чего мы увидим, что вольтметр показывает 24В на клеммах катушки, но реле RS не срабатывает.



Можно было подумать, что обмотка реле имеет обрыв, однако мы с уверенностью знаем, что это не так, поскольку обмотка пропускает нулевой потенциал (смотри Поз.4) .

Итак, обрыва в катушке нет, но реле запитанное напряжением 24В, не срабатывает. Значит, либо катушка не оказывает воздействие на сердечник реле по причине механического повреждения (но в этом случае при подаче напряжения можно было бы отчетливо слышать гудение или вибрации).

Либо реле не срабатывает просто потому, что напряжение питания недостаточно.



В нашем случае, было установлено реле, рассчитанное на напряжение больше 24В, например 220В или 380В. Которые являются слишком слабыми и не обеспечивают срабатывания реле.

Как правило, номинальное напряжение катушки указывается снаружи корпуса реле.

В нашем примере мы увидели, как проводить измерения цепи используя вольтметр. Был рассмотрен метод прозвонки цепи посередине, который быстро дает характеристику исследоваемой цепи.

Ход работы.

1. Зарисовать в тетрадь схему замера Поз.1 предохранительной цепи катушки RS с разомкнутой кнопкой «запуска» S. Записать значения на вольтметре замеров в соответствующих точках.
2. Зарисовать в тетрадь схему замера Поз.2 предохранительной цепи катушки RS с замкнутой кнопкой «запуска» S. Записать значения на вольтметре замеров в соответствующих точках.
3. Зарисовать в тетрадь схему замера Поз.3 предохранительной цепи катушки RS с разомкнутой кнопкой «запуска» S. Записать значения на вольтметре замеров в соответствующих точках.
4. Зарисовать в тетрадь схему замера Поз.4 предохранительной цепи катушки RS с замкнутой кнопкой «запуска» S. Записать значения на вольтметре замеров в соответствующих точках.
5. Записать окончательные причины нашей неисправности.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Оформить работу в тетради. (при ДО прислать фото отчет)
8. Защитить работу у преподавателя. (при ДО выполнить Тест)

Контрольные вопросы

1. Дать определение Метода прозвонки цепи посередине.
2. Какой потенциал имеет потребитель выше и ниже точки измерения.
3. Что необходимо проверить в первую очередь при нашей неисправности.
4. Какой потенциал указывает, что контакты терморегулятора и термореле замкнуты, их соединительные провода и обмотка реле RS исправны
5. Какой потенциал указывает, что контакты контакты обоих прессостатов замкнуты и соединительные исправны
6. Что теоретически мы предположили после наших замеров.
7. Какое напряжение показывает вольтметр между точками 14 и 15 обмотки реле RS.
8. Какая неисправность в реле RS при подаче напряжения, когда отчетливо слышно гудение или вибрации.
9. Какая неисправность обмотки реле RS была выявлена в нашем случае.
10. Где указывается номинальное напряжение катушки.

Лабораторная работа №7 «Признаки нормальной работы ХУ с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения»

Тема: «Определение параметров и контроль функционирования холодильной установки для дальнейшего поиска неисправностей»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научиться находить параметры на элементах холодильного контура для определения оптимального режима работы. Настройка приборов автоматики для поддержания заданного режима.

1. Разберем работу холодильного контура с с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения. На стр.44 пособия для работы представлены типовые значения параметров:
- для теплообменных аппаратов температуры воздуха на входе и выходе из аппаратов
- для жидкого ХА температура на выходе из КД
- для парообразного ХА температура на выходе из испарителя
- на КМ избыточное давление кипения и конденсации (прямо пропорционально температуре)

Зарисуйте схему контура в тетрадь.

2. Для поиска неисправностей нам необходимо найти параметры работы теплообменных аппаратов. На стр.45 пособия представлены оптимальные значения:
-перегрева пара в испарителе
-переохлаждение жидкого ХА в конденсаторе
- перепад температур по воздуху на конденсаторе
- перепад температур по воздуху на испарителе
- полный перепад температур на конденсаторе
- полный перепад температур на испарителе

Запишите эти значения в тетрадь.

Все эти значения мы знаем, давайте закрепим еще раз эти значения. (Полные перепады температур мы используем для расчета температуры кипения и температуры конденсации холодильной установке при расчета КП по МДК 02.01).

Значения перегрева пара и переохлаждения жидкости позволит нам найти неисправности для ремонта холодильного контура. (В программе Frigodiag мы уже знакомились с многочисленными этими неисправностями).

Перепад температур воздуха на входе и выходе из конденсатора или испарителя позволяет нам говорить о загрязненности теплообменной поверхности аппаратов или плохом воздухообмене (работой вентиляторов).

3. Давайте рассмотрим работу контура на хладагенте R22 стр.82 пособия. В нашем случае температура в холодильной камере принимаем $+3^0$C и температуре наружного воздуха$+27^0$C. Значения параметров работы представлены на этой же странице пособия.

На следующей странице пособия (стр.83) указаны численные значение оптимального режима работы.

Аналогичные параметры работы и оптимальные режимы представлены для хладагента R134a на странице 102 и 103 пособия.

Запишите параметры холодильного контура для разных хладагентов в одной таблице и проанализируйте результат.

№	Обозначения	хладагенте R22	хладагента R134a
1	Θа1 температура воздуха на входе в испаритель		
2	Θа2 температура воздуха на выходе из испарителя		

3	Θа3 температура воздуха на входе в Кд		
4	Θа4 температура воздуха на выходе из КД		
5	Θ L температура жидкого ХА на выходе из КД		
6	ΘS температура пара ХА на выходе из испарителя		
7	Ро избыточное давление кипения		
8	to температура кипения		
9	Рк избыточное давление конденсации		
10	tк температура конденсации		

Анализ_____

(сравните значения, что одинаковое, а где отличается)

Проанализируйте оптимальные режимы, представленные для этих хладагентов. Запишите эти параметры в тетрадь. Сделайте вывод и запишите и его в тетрадь._____

4. Для действующей работающей установки необходимо удостовериться в нормальной работе установки. Это рассмотрено на стр.163 Пособия. При пуске и эксплуатации установки необходимо определять признаки нормальной работы и дополнительные проверки. Запишите их в тетрадь.

5. Следующий элемент холодильного контура, который требует проверка настройки и регулировки ТРВ.

Рассмотрите этот вопрос на стр.164.

Законспектируйте вывод, к каким последствиям может привести неправильная настройка ТРВ.

Для правильной работы ТРВ необходимо уметь проверять перегрев на испарителе и при его отклонении уметь настроить ТРВ. Это рассмотрено на стр.165.

Запишите порядок регулировки ТРВ.

6. Для защиты холодильного контура мы уже с вами это знаем, используются прессостаты НД и ВД.

На стр. 166 предоставлено предохранительное реле низкого давления.

Запишите назначение этого прибора автоматики и что имеют в качестве настройки в тетрадь. Зарисуйте электрическую схему прибора.

И так прочитайте эту страницу. Для ее понимания, прежде всего, нужно понимать, что это прибор защиты, и он выключает КМ при снижении давления ниже необходимого значения. Если мы вспомним, то он выключается при нехватке Ха, при слабом ТРВ, при зарастании испарителя снеговой шубой и защищает контур от понижения давления ниже атмосферного. Объясните почему?_____

На приборе имеются два регулировочных :винта настройки давления срабатывания (размыкания) и винт дифференциала (замыкания). Прибор настраивают на значение размыкания, а дифференциал (это разность значений) настраивают, добавляют эту разность

значений к величине срабатывания.
Запишите назначение этого прибора автоматики и что имеют в качестве настройки в тетрадь.
Настройка прибора показана на стр.167 пособия. Запишите в тетрадь рекомендуемые величины настройки прибора НД.
7. Для защиты Км от попадания жидкого ХА мы с вами знаем, используют схему остановки КМ с предварительным вакуумированием. Для этого используют еще один прессостат , который работает совместно с электромагнитным вентилем на жидкостном трубопроводе перед ТРВ, управляемым от термостата в камере. Назначение и настройка этого реле-регулятора давления прочитайте на стр.168-169 Пособия.
Запишите в тетрадь рекомендуемые величины настройки этого прибора НД.
Сравните величины предохранительное реле низкого давления и реле-регулятора НД и сделайте
вывод._____
8. Следующих два прибора будут аналогичны перечисленным выше двум, отличие заключатся в установке на стороне высокого давления.
Первое предохранительное реле ВД
На стр. 170 предоставлено предохранительное реле высокого давления.
Запишите назначение этого прибора автоматики и что имеют в качестве настройки в тетрадь.
Зарисуйте электрическую схему прибора.
Настройка прибора показана на стр.171пособия. Запишите в тетрадь, от чего зависят величины настройки прибора ВД.

Второе реле-регулятор высокого давления.
Этот прибор мы рассматривали с вами, изучая, регулирование давление конденсации в зимний период.
На стр. 172 предоставлено предохранительное реле- регулятор высокого давления.
Запишите назначение этого прибора автоматики и что имеют в качестве настройки в тетрадь.
Зарисуйте электрическую схему прибора.
Настройка прибора показана на стр.173пособия. Запишите в тетрадь, рекомендуемые величины настройки этого прибора ВД.
Оформите отчет согласно перечисленным выше пунктам с выводами, объяснениями и анализами по работе.
После оформления отчета защитите работу у преподавателя.

При выполнении работы по ДО прислать фото-отчет по работе и выполнить Тест.
Что показательно некоторые выполняют только тест а фото отчет не высылают в задание.
Другие присылают только фото отчет в задание, а тест не проходят или не выполняют.
Необходимо выполнить и тест и задание (фото отчет) для зачета работы.
Оценка в журнал идет только после выполнения задания, а тест служит для выставления окончательной оценки!

Лабораторная работа №8 «Поиск неисправности при ремонте холодильной установки»

Тема: «Неисправности, вызванные количеством хладагента в ХУ с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научиться определять неисправности, вызванные количеством хладагента на элементах холодильного контура для определения оптимального режима работы.

1. Рассмотрим алгоритм выполнения ремонтных работ при выезде на место неработающей установки. На стр.179 пособия представлен алгоритм последовательных действий при ремонте.

- Выяснит причины, вызвавшие неисправность машины
- произвести ее осмотр
- определить необходимые параметры
- провести анализ замеров
- выполнить диагностику системы
- провести ремонт
- провести контроль работающей установки

Зарисуйте алгоритм ремонта в тетрадь.

2. На стр.189 пособия представлена неисправность: Нехватка хладагента в системе. Названа причина и способ ее устранения. Дана таблица последствия в работе контура, для ее определения.

Представлены параметр работы контура, для анализа неисправности. Это мы уже проходили в программе Frigodiag.

Для закрепления запишите эту таблицу в тетрадь. Она более полно дает диагностику этой неисправности.

3. Давайте рассмотрим работу контура на хладагенте R22 стр.82 пособия. В нашем случае температура в холодильной камере принимаем $+3^0$C и температуре наружного воздуха$+27^0$C. Представлено два режима работы :

- нормальный
- при нехватке хладагента

Запишите параметры холодильного контура этих режимов в таблице и проанализируйте результат.

№	Обозначения	нормальный	при нехватке хладагента
1	Θa1 температура воздуха на входе в испаритель		
2	Θa2 температура воздуха на выходе из испарителя		
3	Θa3 температура воздуха на входе в Кд		
4	Θa4 температура воздуха на выходе из КД		
5	Θ L температура жидкого ХА на выходе из КД		
6	ΘS температура пара ХА на выходе из испарителя		
7	Ро избыточное давление кипения		

8	to температура кипения		
9	Рк избыточное давление конденсации		
10	tк температура конденсации		

Анализ_____

(сравните значения, проверти алгоритм)

4. На стр.191 Пособия дан анализ типовых значений параметров перегрев, переохлаждение, полный перепад температур на аппаратах этой неисправности. Запишите их в тетрадь.

5. На стр.192 пособия представлена неисправность: Избыток хладагента в системе.

Названа причина и способ ее устранения. Дана таблица последствия в работе контура, для ее определения.

Представлены параметр работы контура, для анализа неисправности. Это мы уже проходили в программе Frigodiag.

Для закрепления запишите эту таблицу в тетрадь. Она более полно дает диагностику этой неисправности.

6. Давайте рассмотрим работу контура на хладагенте R22 стр.193 пособия. В нашем случае температура в холодильной камере принимаем $+3^0$C и температуре наружного воздуха$+27^0$C.

Представлено два режима работы :

- нормальный
- при избытке хладагента

Запишите параметры холодильного контура этих режимов в таблице и проанализируйте результат.

№	Обозначения	нормальный	при избытке хладагента
1	Θa1 температура воздуха на входе в испаритель		
2	Θa2 температура воздуха на выходе из испарителя		
3	Θa3 температура воздуха на входе в Кд		
4	Θa4 температура воздуха на выходе из КД		
5	Θ L температура жидкого ХА на выходе из КД		
6	ΘS температура пара ХА на выходе из испарителя		
7	Ро избыточное давление кипения		
8	to температура кипения		
9	Рк избыточное давление конденсации		

10	tк температура конденсации		

Анализ_____

(сравните значения, проверти алгоритм)

7. На стр.194 Пособия дан анализ типовых значений параметров перегрев, переохлаждение, полный перепад температур на аппаратах этой неисправности. Запишите их в тетрадь.

8. На стр.196 пособия представлена неисправность: Неконденсируемые газы в системе.

Дан перечень газов которые могут присутствовать в контуре: азот, воздух, продукт разложения хладагента и масла.

Названа причина и следствие вызвавшее ее . Дана таблица последствия в работе контура, для ее определения.

Представлены параметр работы контура, для анализа неисправности. Это мы уже проходили в программе Frigodiag.

Для закрепления запишите эту таблицу в тетрадь. Она более полно дает диагностику этой неисправности.

9. На стр.197 Пособия дан метод обнаружения неконденсируемые газов в системе. Запишите это в тетрадь.

10. Давайте на стр.198 пособия рассмотрим контур системы, хладагент R22. В нашем случае компрессор выключен.

Представлено два режима :

- нормальный
- наличия неконденсируемых газов

Запишите параметры холодильного контура этих режимов в таблице и проанализируйте результат.

№	Обозначения	нормальный	наличия неконденсируемых газов
1	Θа3 температура воздуха на входе в Кд		
2	Θа4 температура воздуха на выходе из КД		
3	Р насыщения в КД		
4	Θ температура насыщения		
5	Θ температура насыщения - Θа3		

Анализ_____

(сравните значения, проверти алгоритм)

11. На стр.199 Пособия дан анализ типовых значений параметров для наличия неконденсируемых газов. Запишите их в тетрадь.

Оформите отчет согласно перечисленным выше пунктам с таблицами, объяснениями и анализами по поиску изученных неисправностей.

После оформления отчета защитите работу у преподавателя.

При выполнении работы по ДО прислать фото-отчет по работе и выполнить Тест.

Что показательно некоторые выполняют только тест а фото отчет не высылают в задание.

Другие присылают только фото отчет в задание, а тест не проходят или не выполняют.

Необходимо выполнить и тест и задание (фото отчет) для зачета работы.

Оценка в журнал идет только после выполнения задания, а тест служит для выставления окончательной оценки!

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»
группа 3-12

Лабораторная работа №9 «Поиск неисправности при ремонте холодильной установки»

Тема: «Неисправности, вызванные пониженным давлением (температурой) испарения в ХУ с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научиться определять неисправности, связанные с пониженным давлением (температурой) испарения в приборе охлаждения.

1. И так в предыдущих работах мы научились определять нормальный режим работы контура и находить неисправности связанные с состоянием количества хладагента в системе.
   В нашей работе мы снова будем проводить все мероприятия, которые позволят нам, выяснит причину неисправности. Сначала мы обследуем холодильный контур визуально, затем установив манометрическую станцию, определим показания манометров ВД и НД.
   При необходимости произведем замеры температуры в необходимых точках.
   Проанализируем результат замеров и выполним диагностику системы.
   В этой работе мы проанализируем случаи с пониженным давлением (температурой) испарения (НД). Установка плохо, но работает, и наша задача заключается в определении, к какому это типу относиться неисправность. Для более правильного определения неисправностей наши выводы лучше всего проводить не на значениях давлений, а температур (так как большинство современных хладагентов являются не моновеществами, а смесями).

2. Если КМ слишком быстро отключается предохранительным прессостатом НД, то это говорит о неисправности во всасывающей линии установки.
   Вспомним блок- схему алгоритма определения неисправностей при падении давления испарения.
   Необходимо дать оценку величинам переохлаждения и перегрева:

   А) Сначала анализируем ***перегрев***, если он высокий, то анализируем переохлаждение, если **слабый** то неисправность вызвана **слишком слабым испаритель.**
   Б) При **высоком перегреве**, анализируем **переохлаждение в норме** (**нет перепада температур на жидкостной линии**), то неисправность вызвана **слишком слабый ТРВ.**

   В) При **высоком перегреве,** анализируем **переохлаждение падает,** то неисправность вызвана **нехваткой хладагента**. Это мы рассмотрели в предыдущей работе №8.

В программе Frigodiag мы изучили 8 семейств неисправностей. Вспомните таблицу неисправностей из этой программы, она вам поможет решать упражнения по поиску необходимого дефекта.

Неисправности	ВД	НД	ПВ	П/О
1. Слишком слабый ТРВ	↓	↓	↑	↑
2. Нехватка R22	↓	↓	↑	↓
3. Преждевременное дросселирование	↓	↓	↑	↑
4. Очень слабый Испаритель	↓	↓	↓	↑
5. Слишком слабый КМ	↓	↑	↓	↑
6. Очень слабый КД	↑	↑	↓	↓
7. Избыток R22	↑	↑	↓	↑
8. Избыток неконденсата	↑	↑	↓	↑

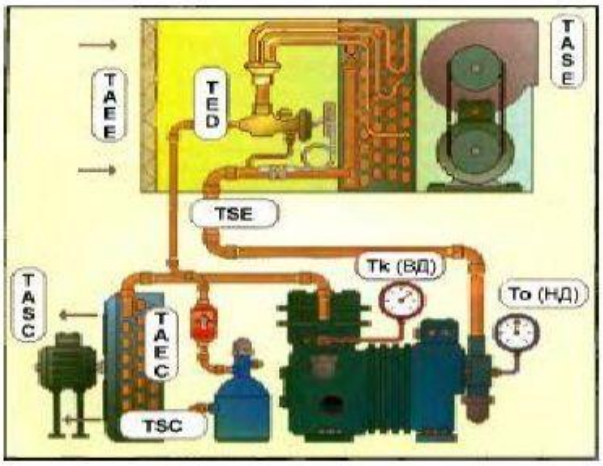
Запишите блок схему алгоритма определения неисправностей при падении давления испарения и таблицу8 семейств неисправностей в тетрадь для лучшего поиска заданных неисправностей.

3. Давайте попробуем, выявит неисправности, связанные с пониженным давлением (температурой) испарения в приборе охлаждения.

Рассмотрим установку, которую обслуживали несколько раз подряд обнаруживая какую-либо неисправность. Каждый раз ремонтник фиксировал характерные рабочие температуры.

Ваша задача заключается, если вы согласны, в том чтобы исходя только из значений температур, зафиксированных ремонтником на установке, выявить все эти неисправности.

(Запишите это в тетрадь).



Зарисуйте схему в тетрадь.

Неисправность	*Манометры*		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
Номер замера	НД	ВД	Выход конденсатора	Выход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
	T_0	$T_к$	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
Неисправность 1	**-5^{0}C**	**+42^{0}C**	**+40^{0}C**	+39^{0}C	**+14^{0}C**	**+26^{0}C**	+20^{0}C	**+30^{0}C**	+35^{0}C
Неисправность 2	**-2^{0}C**	+40^{0}C	+35^{0}C	+34^{0}C	**+2^{0}C**	**+26^{0}C**	**+22^{0}C**	+30^{0}C	+35^{0}C
Неисправность 3	**-4^{0}C**	**+40^{0}C**	**+34^{0}C**	**+33^{0}C**	**+15^{0}C**	**+26^{0}C**	+20^{0}C	+30^{0}C	+35^{0}C
Неисправность 4	**-3^{0}C**	**+40^{0}C**	**+35^{0}C**	**+30^{0}C**	**+18^{0}C**	**+26^{0}C**	+20^{0}C	+30^{0}C	+35^{0}C
Неисправность 5	**-3^{0}C**	+40^{0}C	+35^{0}C	+34^{0}C	**+2^{0}C**	**+26^{0}C**	**+11^{0}C**	+31^{0}C	+36^{0}C

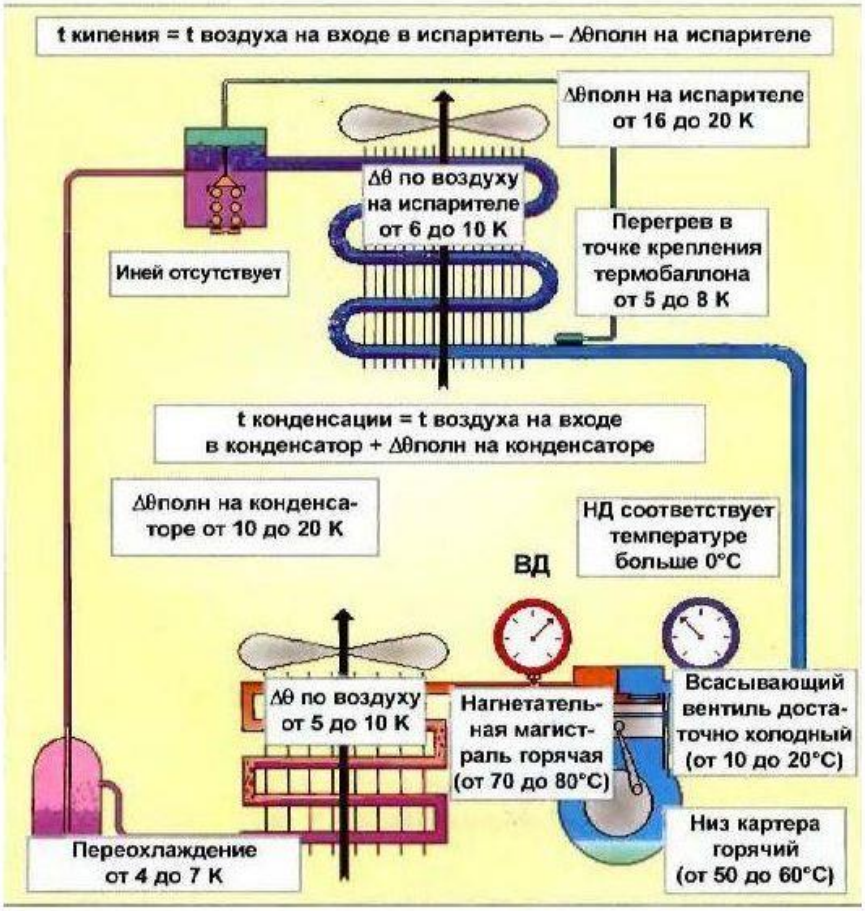
Запишите эти замеры в тетрадь.

Для выявления этих неисправностей вспомним лабораторную работу №7, где мы определяли нормальные значения оптимального режима

-перегрева пара в испарителе ПВ= TSE- T_0 (5…8К)
-переохлаждение жидкого ХА в конденсаторе П/О= $T_к$ - TSC (4…7К)
- перепад температур по воздуху на испарителе ПВИ = TAEE- TASE (6..10К)
- полный перепад температур на испарителе ППИ = TAEE- T_0 (16…20К) кондиционер

КЛАССИЧЕСКИЙ КОНДИЦИОНЕР

Приведены типовые значения температурных параметров при нормальной работе.



Оформите нахождение каждой неисправности в табличной форме в тетради.

Таблица определения пяти неисправностей замеров ремонтника.

Номер замера	T_0	$T_к$	ПВ	Вывод	П/О	Вывод	ПВИ	Вывод	ППИ	Вывод	Найденная неисправность
1											
2											
3											
4											
5											

Запишите найденные значения в таблицу и после каждого значения делайте вывод в следующей форме (высокое↑ или слабое ↓значение, что характеризует).

Например, Вывод по ПВ: ↑ характеризует недостаток ХА в испарителе.

Вывод по П/0: в норме

Вывод по ППИ: ↑ характеризует неисправность на линии всасывания

Вывод по ПВИ: ↑ характеризует низкий расход воздуха на испарителе.

Смотри блок-схему алгоритма нахождения неисправности и таблицу 8 семейств неисправностей.

Если вывод не убирается в таблицу, пронумеруй его(например ВыводПВ1) и запиши ниже таблицы. Значение ↑ и ↓ продублируй в таблице.

Оформите отчет согласно перечисленным выше пунктам с таблицами, объяснениями и выводами по поиску изученных неисправностей.

После оформления отчета защитите работу у преподавателя.

При выполнении работы по ДО прислать фото-отчет по работе и выполнить Тест.

Что показательно некоторые выполняют только тест а фото отчет не высылают в задание.

Другие присылают только фото отчет в задание, а тест не проходят или не выполняют.

Необходимо выполнить и тест и задание (фото отчет) для зачета работы.

Оценка в журнал идет только после выполнения задания, а тест служит для выставления окончательной оценки!

В столбец ПВ, П/О, ПВИ, ППИ записывай конкретное значение вычисленного параметра, а в выводе ставь уже стрелки!
И уже потом ищи по таблице подходящую неисправность
Эта работа будет представлена в виде задачи на экзамене. Бонус для экзамена! При выполнении теста 100 балов и соответствующей оценкой за работы 7,8,9,10 будут освобождены от решения задачи на экзамене по МДК 02.03. Удачи!

МДК 02.03. «Организация ремонта холодильного оборудования»
группа 3-12

Лабораторная работа №10 «Поиск неисправности при ремонте холодильной установки»

Тема: «Неисправности, вызванные повышенным давлением (температурой) конденсации в ХУ с воздухоохладителем и конденсатором воздушного охлаждения»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Научиться определять неисправности, связанные с повышенным давлением (температурой) конденсации в конденсаторе.

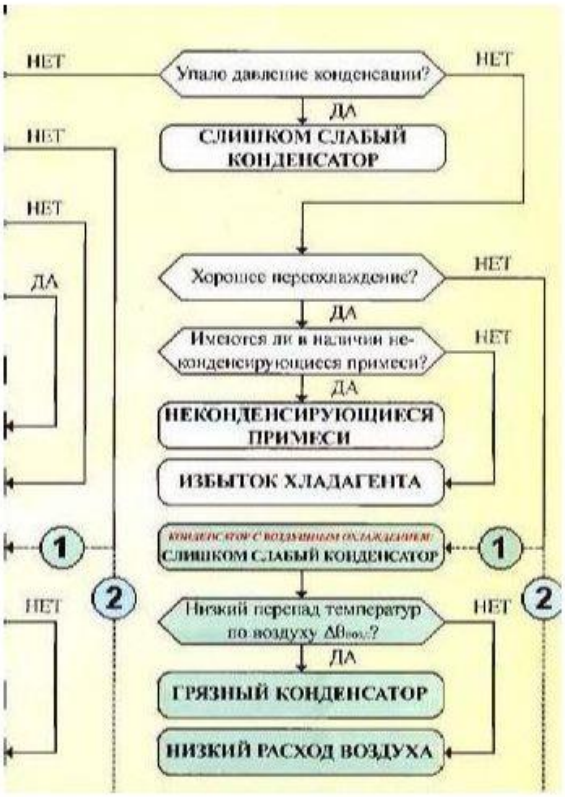
1. И так в предыдущей работе мы научились определять неисправность связанную с пониженным давление испарения (НД).
   В нашей работе мы снова будем проводить все мероприятия, которые позволят нам, выяснит причину неисправности. Сначала мы обследуем холодильный контур визуально, затем установив манометрическую станцию, определим показания манометров ВД и НД.
   При необходимости произведем замеры температуры в необходимых точках.
   Проанализируем результат замеров и выполним диагностику системы.
   В этой работе мы проанализируем случай с повышенным давлением (температурой) конденсации (ВД). Установка плохо, но работает, и наша задача заключается в определении, к какому это типу относиться неисправность. Для более правильного определения неисправностей наши выводы лучше всего проводить не на значениях давлений, а температур (так как большинство современных хладагентов являются не моновеществами, а смесями).

2. Если КМ слишком быстро отключается предохранительным прессостатом ВД, то это говорит о неисправности в нагнетательной линии установки.
   Вспомним блок- схему алгоритма определения неисправностей при повышении давления конденсации.
   Необходимо дать оценку величинам переохлаждения и перегрева:

   А) Сначала анализируем ***давление кипения***, если оно **выросло**, то затем определяем ***давление конденсации.***
   Б) При **падении *давления конденсации*,** неисправность вызвана **слишком слабый КМ**.
   В) При **высоком *давлении конденсации***, анализируем **переохлаждение, если оно в норме** (**нет в наличии неконденсирующихся примесей**), то неисправность вызвана **избытком хладагента.** Это мы рассмотрели в предыдущей работе №8.
   Г) При **высоком *давлении конденсации*** и **слабом переохлаждение**, то неисправность вызвана **слишком слабый КД**.

Неисправность ***слишком слабый конденсатор имеет две разновидности***:

- **Низкий расход воздуха**
- **Конденсатор загрязнен.** (слабый перепад температур)



После того, как тип неисправности установлен, нам останется только определить точную причину и устранить ее.

В программе Frigodiag мы изучили 8 семейств неисправностей. Вспомните таблицу неисправностей из этой программы, она вам поможет решать упражнения по поиску необходимого дефекта.

Неисправности	ВД	НД	ПВ	П/О
1. Слишком слабый ТРВ	↓	↓	↑	↑
2. Нехватка R22	↓	↓	↑	↓
3. Преждевременное дросселирование	↓	↓	↑	↑
4. Очень слабый Испаритель	↓	↓	↓	↑
5. Слишком слабый КМ	↓	↑	↓	↑
6. Очень слабый КД	↑	↑	↓	↓
7. Избыток R22	↑	↑	↓	↑
8. Избыток неконденсата	↑	↑	↓	↑

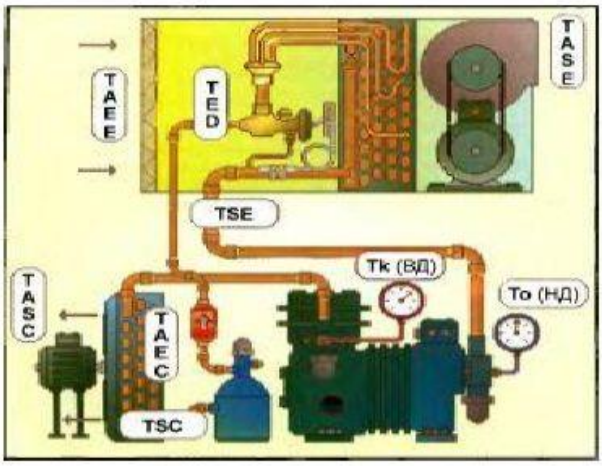
Запишите блок схему алгоритма определения неисправностей при возрастании давления конденсации и таблицу8 семейств неисправностей в тетрадь для лучшего поиска заданных неисправностей.

3. Давайте попробуем, выявит неисправности, связанные с повышенным давлением (температурой) конденсации в конденсаторе.

Рассмотрим установку, которую обслуживали несколько раз подряд обнаруживая какую-либо неисправность. Каждый раз ремонтник фиксировал характерные рабочие температуры.

Ваша задача заключается, если вы согласны, в том чтобы исходя только из значений температур, зафиксированных ремонтником на установке, выявить все эти неисправности.

(Запишите это в тетрадь).



Зарисуйте схему в тетрадь.

Неисправность	*Манометры*		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
Номер замера	НД	ВД	Выход конденсатора	Выход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
	T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
Неисправность 1	$+9^0$C	**$+54^0$C**	**$+52^0$C**	$+50^0$C	$+15^0$C	$+26^0$C	$+21^0$C	**$+30^0$C**	**$+33^0$C**
Неисправность 2	**$+12^0$C**	**$+39^0$C**	$+34^0$C	$+33^0$C	$+18^0$C	**$+26^0$C**	$+20^0$C	**$+30^0$C**	$+35^0$C
Неисправность 3	$+10^0$C	**$+53^0$C**	**$+51^0$C**	$+49^0$C	$+16^0$C	$+26^0$C	$+21^0$C	**$+31^0$C**	**$+44^0$C**
Неисправность 4	$+9^0$C	**$+53^0$C**	**$+40^0$C**	$+39^0$C	$+15^0$C	$+26^0$C	$+20^0$C	**$+30^0$C**	$+35^0$C

Запишите эти замеры в тетрадь.

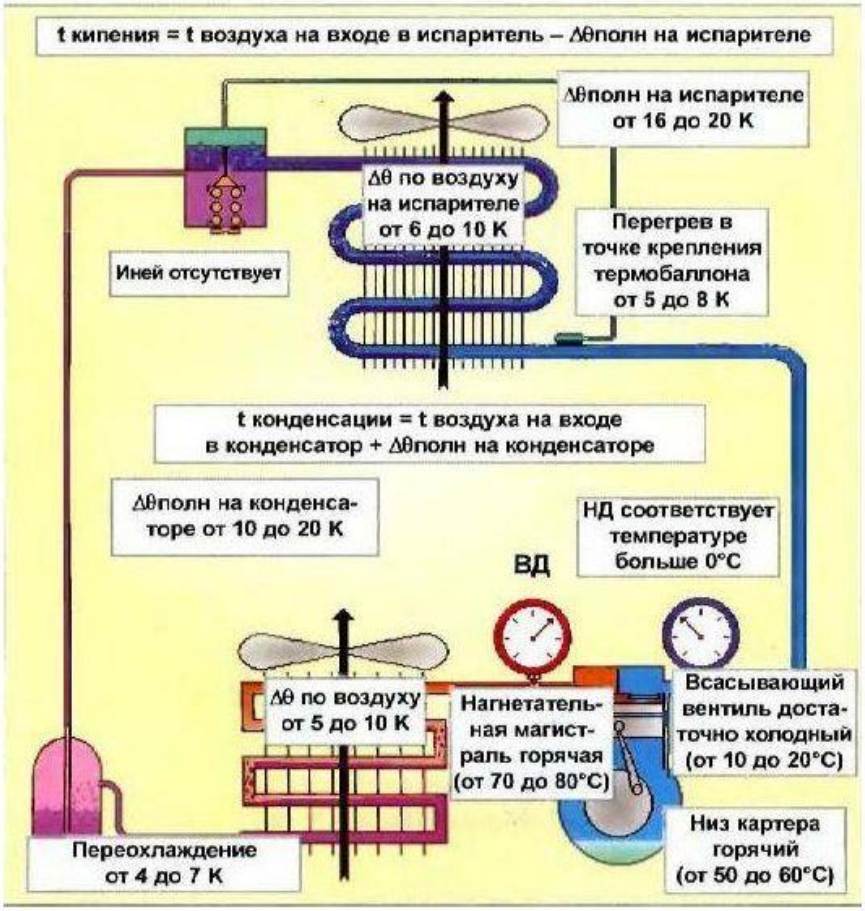
Для выявления этих неисправностей вспомним учебник котза, где мы определяли нормальные значения оптимального режима (кондиционер в режиме охлаждения)

-перегрева пара в испарителе ПВ= TSE- T_0 (5…8K)
-переохлаждение жидкого ХА в конденсаторе П/О= $T_к$ - TSC (4…7K)
- перепад температур по воздуху на конденсаторе ПВК =TASC- TAEC (5…10K)
- полный перепад температур на конденсаторе ППК = $T_к$ - TAEC- (12…15K)

Запиши эти значения в тетрадь для нахождения неисправностей.

КЛАССИЧЕСКИЙ КОНДИЦИОНЕР

Приведены типовые значения температурных параметров при нормальной работе.



Оформите нахождение каждой неисправности в табличной форме в тетради.

Таблица определения пяти неисправностей замеров ремонтника.

Номер замера	T_0	$T_к$	ПВ	Вывод	П/О	Вывод	ПВК	Вывод	ППК	Вывод	Найденная неисправность
1											
2											
3											
4											

Запишите найденные значения в таблицу и после каждого значения делайте вывод в следующей форме (высокое↑ или слабое↓ значение, что характеризует).

Например, Вывод по ПВ: в норме

Вывод по П/0: ↓ характеризует избыток ХА

Вывод по ППК: ↑ характеризует неисправность на линии нагнетания

Вывод по ПВК: ↑ характеризует низкий расход воздуха на конденсаторе.

Смотри блок-схему алгоритма нахождения неисправности и таблицу 8 семейств неисправностей.

Если вывод не убирается в таблицу, пронумеруй его(например ВыводПВ1) и запиши ниже таблицы. Значение ↑ и ↓ продублируй в таблице.

Оформите отчет согласно перечисленным выше пунктам с таблицами, объяснениями и выводами по поиску изученных неисправностей.

После оформления отчета защитите работу у преподавателя.

При выполнении работы по ДО прислать фото-отчет по работе и выполнить Тест.

Что показательно некоторые выполняют только тест а фото отчет не высылают в задание.

Другие присылают только фото отчет в задание, а тест не проходят или не выполняют.

Необходимо выполнить и тест и задание (фото отчет) для зачета работы.

Оценка в журнал идет только после выполнения задания, а тест служит для выставления окончательной оценки!

Эта работа будет представлена в виде задачи на экзамене. Бонус для экзамена! При выполнении теста 100 балов и соответствующей оценкой за работы 7,8,9,10 будут освобождены от решения задачи на экзамене по МДК 02.03. Удачи!

Лабораторная работа №11 «Расчет и подбор ТРВ фирмы ALCO»

Мы с вами закончили лабораторные работы по МДК 02.03 на работе №10.
Всем, кто не выполнил работы, сделать для допуска к экзамену по данному курсу.
Остается только подготовится к экзамену. Смотри тему подготовка к экзамену(откроется чуть позже).
Там будут указаны вопросы к билетам и задача из 9 неисправностях, которые разбирали в 9 и 10 работах.
В билете 2 вопроса и задача. Фактически выполнив все практические работы и пройдя успешно лекции сдать экзамен не составляет труда. Однако в связи с пандемией форма экзамена не определена, возможно это ДО экзамен.
Как я и обещал две последние работы (11 и 12 по МДК 02.03) мы продолжим Курсовой проект по МДК 02.01.
Бонусы за проект остаются. Форма экзамена так же по МДК 02.01 еще не определена.
Не забывайте последний экзамен является квалификационным. Возможно это тоже ДО.
Будет Тест (Количество вопросов 160).
Ваша задача сфотографировать график выполнения проекта и прислать его мне.
Выполнять проект в ДО будет не просто. Вам самим придется самостоятельно работать по расчету всех необходимых разделов проекта. Моя задача помочь выполнить этот проект.
Форма выполнения проекта состоит из РПЗ (расчетно-пояснительной записки) и двух листов графической части (Планировка и Схема контура). Шаблоны находятся в курсе МДК02.01 тема Курсовой проект по холодильному оборудованию.
Мы с вами по графику практически выполнили полностью расчет, осталось только составить схему холодильного контура.
Сегодняшнее занятие рассматривает подбор ТРВ для воздухоохладителей в каждой камере.
Выбирать будем фирмы ALCO.
Работа посвящена расчету подбора ТРВ для выбранного вами воздухоохладителю. Кроме того вы еще должны были посчитать диаметры трубопроводов.
Нагрузку на испаритель выбираете по сводной таблице теплопритоков по каждой камере Q_0 обор.
Данные берете из своего расчета.
Ну а те кто не успел считаете согласно заданным параметрам:
1 камера Q_0 обор= 18 кВт
Хладагент (берете в задании проекта)
Тк = 35^0 С
То = 0^0 С
Давление кипения и конденсации находите по диаграмме Хладагента
2 камера Q_0 обор= 15 кВт
Хладагент (берете в задании проекта)
Тк = 45^0 С
То = -10^0 С
Давление кипения и конденсации находите по диаграмме Хладагента
3 камера Q_0 обор= 12 кВт
Хладагент (берете в задании проекта)
Тк = 45^0 С
То = -30^0 С
Давление кипения и конденсации находите по диаграмме Хладагента
4 камера Q_0 обор= 22 кВт
Хладагент (берете в задании проекта)
Тк = 45^0 С
То = -30^0 С
Давление кипения и конденсации находите по диаграмме Хладагента

Проводите расчет по ниже предложенной методике

Расчет терморегулирующего вентиля фирмы ALCO

Терморегулирующему вентилю (ТРВ) придается особое значение в холодильной установке, так как он способен, так или иначе, воздействовать на процесс теплообмена. Задачей ТРВ или расширительного клапана является подача в испаритель определенного объема жидкого хладагента в целях полного его испарения в процессе кипения.
После кипения газообразный хладагент нагревается в испарителе, и образующаяся при этом разность температур может служить показателем эффективности использования данного устройства.
Так, при низком коэффициенте использования испарителя увеличивается протяженность зоны нагрева газообразного хладагента, что, естественно, приводит к значительному перегреву.
Высокий же коэффициент использования дает обратный эффект – с соответствующим снижением уровня перегрева.
Перегрев всасываемого газа играет роль регулирующего воздействия в отношении расширительного клапана. Таким образом, правильно выбранный терморегулирующий вентиль, изменяя свое свободное проходное сечение, регулирует расход хладагента в зависимости от конкретного рабочего состояния испарителя.

Для правильного подбора ТРВ необходимо определить следующие данные:

- Холодопроизводительность испарителя Q_0обор

- Перепад давлений на ТРВ

- Температура T_0 /давление кипения P_0

- Температура T_K /давление конденсации P_K

- Тип хладагента

- диаметр жидкостной линии

Холодопроизводительность испарителя Q_0обор (смотри сводную ведомость теплопритоков в камеру).

Перепад давлений на ТРВ (при расчете КМ в таблице диаграммы хладагента для холодильного цикла находили соответствующие величины давление кипения $\mathbf{P_0}$ и давление конденсации $\mathbf{P_{K)}}$. Необходимо найти разность этих давлений $\mathbf{\Delta P = P_K - P_0}$.

При расчете ТРВ необходимо найти ее номинальную производительность:

QномТРВ = Q_0обор x Kt x KΔp (кВт)

Температура жидкости на входе в вентиль, °C	Поправочный коэффициент, K_t R 22 Температура кипения, °C															
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,28	1,30	1,31	1,38	1,58	1,84	2,16	2,56	3,04	3,55	4,22
+55	1,14	1,15	1,16	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,29	1,42	1,72	2,02	2,39	2,83	3,30	3,94
+50	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16	1,21	1,39	1,62	1,89	2,24	2,66	3,10	3,68
+45	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,15	1,31	1,52	1,79	2,11	2,50	2,91	3,46
+40	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,09	1,24	1,45	1,69	2,00	2,37	2,75	3,27
+35	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	0,99	1,03	1,18	1,37	1,61	1,89	2,24	2,60	3,09
+30	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,99	1,13	1,31	1,55	1,83	2,13	2,47	2,93
+25		0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,94	1,08	1,25	1,46	1,72	2,03	2,36	2,80
+20			0,83	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,90	1,03	1,19	1,40	1,64	1,94	2,25	2,66
+15				0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,87	0,99	1,14	1,34	1,57	1,86	2,16	2,55
+10					0,78	0,78	0,79	0,80	0,83	0,95	1,10	1,28	1,51	1,78	2,06	2,44
+5						0,75	0,76	0,77	0,80	0,91	1,06	1,23	1,45	1,71	1,98	2,34
0							0,73	0,74	0,77	0,88	1,02	1,19	1,39	1,65	1,90	2,25
-5								0,71	0,74	0,85	0,98	1,14	1,34	1,58	1,83	2,17
-10									0,72	0,82	0,95	1,10	1,30	1,53	1,77	2,09

Поправочный коэффициент, $K_{\Delta p}$																
Δp (бар)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
$K_{\Delta p}$	4,25	3,00	2,46	2,13	1,90	1,74	1,61	1,50	1,42	1,35	1,28	1,23	1,18	1,14	1,06	1,00
Δp (бар)	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
$K_{\Delta p}$	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

Температура жидкости на входе в вентиль, °C	Поправочный коэффициент, K_t R 404A Температура кипения, °C															
	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,56	1,59	1,64	1,69	1,74	1,81	1,88	1,96	2,06	2,43	2,95	3,56	4,37	5,38	6,71	8,47
+55	1,32	1,35	1,38	1,42	1,46	1,50	1,55	1,61	1,68	1,96	2,36	2,83	3,43	4,16	5,12	6,34
+50	1,16	1,18	1,20	1,23	1,26	1,30	1,34	1,38	1,43	1,67	1,99	2,37	2,85	3,43	4,18	5,14
+45	1,04	1,05	1,07	1,10	1,12	1,16	1,18	1,22	1,26	1,46	1,74	2,05	2,46	2,95	3,57	4,35
+40	0,94	0,96	0,97	0,99	1,02	1,04	1,07	1,09	1,13	1,30	1,55	1,82	2,17	2,59	3,13	3,80
+35	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,97	1,00	1,02	1,18	1,40	1,64	1,96	2,33	2,80	3,38
+30	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	1,08	1,28	1,50	1,78	2,11	2,53	3,05
+25		0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	1,00	1,18	1,39	1,64	1,94	2,32	2,79
+20			0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,94	1,10	1,29	1,52	1,80	2,15	2,58
+15				0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,88	1,03	1,21	1,42	1,68	2,00	2,40
+10					0,67	0,68	0,69	0,71	0,72	0,83	0,97	1,13	1,34	1,58	1,88	2,25
+5						0,65	0,66	0,67	0,68	0,78	0,92	1,07	1,26	1,49	1,77	2,11
0							0,63	0,64	0,65	0,75	0,88	1,02	1,20	1,41	1,67	2,00
-5								0,61	0,62	0,71	0,83	0,97	1,14	1,34	1,59	1,90
-10									0,60	0,68	0,80	0,93	1,09	1,29	1,52	1,81

Поправочный коэффициент, $K_{\Delta p}$																
Δp (бар)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
$K_{\Delta p}$	4,55	3,21	2,62	2,27	2,03	1,86	1,72	1,61	1,52	1,44	1,37	1,31	1,26	1,21	1,14	1,07
Δp (бар)	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
$K_{\Delta p}$	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66	0,64

Для подбора правильного размера ТРВ в случае переохлаждения более чем 15 К, обращайтесь к таблице поправочных коэффициентов на стр. 52.

Kt – поправочный коэффициент выбирается в соответствии с используемым хладагентом, температурой жидкости на входе в испаритель (в учебном проекте принимаем температуру конденсации Тк).

КΔр - поправочный коэффициент выбирается в соответствии разность давлений ΔР (бар).

Ниже представлены таблицы для необходимых хладагентов.

Температура жидкости на входе в вен-тиль,	Поправочный коэффициент, K_t R 134a Температура кипения, °C															
°C	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40	1,44	1,48	1,76	2,08	2,45	2,94	3,50	4,12	4,83
+55	1,14	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,29	1,33	1,36	1,60	1,90	2,25	2,69	3,18	3,74	4,36
+50	1,07	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17	1,20	1,23	1,26	1,48	1,76	2,07	2,46	2,92	3,42	3,98
+45	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,15	1,17	1,38	1,63	1,92	2,28	2,70	3,15	3,65
+40	0,93	0,96	0,98	0,99	1,01	1,03	1,05	1,08	1,10	1,29	1,52	1,79	2,12	2,50	2,92	3,38
+35	0,90	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,21	1,43	1,68	1,99	2,34	2,73	3,15
+30	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,94	0,96	0,98	1,14	1,35	1,58	1,87	2,20	2,55	2,95
+25		0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	1,08	1,27	1,49	1,76	2,07	2,40	2,77
+20			0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,89	0,88	1,02	1,21	1,41	1,67	1,96	2,27	2,61
+15				0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,97	1,15	1,34	1,58	1,85	2,15	2,47
+10					0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,93	1,09	1,28	1,51	1,76	2,04	2,35
+5						0,73	0,74	0,75	0,76	0,89	1,04	1,22	1,44	1,68	1,94	2,23
0							0,71	0,72	0,73	0,85	1,00	1,17	1,37	1,61	1,86	2,13
-5								0,69	0,70	0,82	0,96	1,12	1,31	1,54	1,78	2,04
-10									0,68	0,79	0,92	1,07	1,26	1,48	1,70	1,95

Поправочный коэффициент, $K_{\Delta p}$																
Δp (бар)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
$K_{\Delta p}$	3,50	2,48	2,02	1,75	1,57	1,43	1,32	1,24	1,17	1,11	1,06	1,01	0,97	0,94	0,90	0,88
Δp (бар)	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
$K_{\Delta p}$	0,85	0,83	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,57	0,55

Для подбора правильного размера ТРВ в случае переохлаждения более чем 15 К, обращайтесь к таблице поправочных коэффициентов на стр. 52.

Температура жидкости на входе в вентиль,	Поправочный коэффициент, K_t R 507 Температура кипения, °C															
°C	+30	+25	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
+60	1,54	1,57	1,61	1,65	1,71	1,76	1,83	1,90	1,98	2,36	2,84	3,44	4,23	5,25	6,61	8,45
+55	1,30	1,33	1,36	1,39	1,43	1,47	1,52	1,57	1,62	1,92	2,29	2,76	3,35	4,11	5,11	6,44
+50	1,15	1,17	1,19	1,22	1,24	1,28	1,31	1,35	1,40	1,64	1,95	2,33	2,81	3,43	4,23	5,29
+45	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,45	1,71	2,04	2,45	2,97	3,64	4,53
+40	0,94	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,06	1,08	1,11	1,30	1,53	1,82	2,18	2,63	3,22	3,98
+35	0,87	0,88	0,90	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,18	1,39	1,65	1,97	2,37	2,89	3,56
+30	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,91	0,93	1,09	1,28	1,51	1,80	2,17	2,63	3,23
+25		0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	1,01	1,18	1,40	1,66	1,98	2,42	2,97
+20			0,73	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,81	0,94	1,10	1,30	1,54	1,85	2,24	2,74
+15				0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,88	1,03	1,21	1,44	1,73	2,09	2,55
+10					0,67	0,68	0,69	0,70	0,72	0,83	0,97	1,14	1,35	1,62	1,95	2,39
-5						0,64	0,65	0,67	0,68	0,78	0,92	1,07	1,27	1,52	1,83	2,23
0							0,62	0,63	0,64	0,74	0,87	1,02	1,20	1,43	1,73	2,10
-5								0,60	0,61	0,70	0,82	0,96	1,14	1,35	1,63	1,98
-10									0,58	0,67	0,78	0,91	1,08	1,28	1,54	1,87

Поправочный коэффициент, $K_{\Delta p}$																
Δp (бар)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0
$K_{\Delta p}$	4,83	3,27	2,67	2,31	2,07	1,89	1,75	1,64	1,54	1,46	1,40	1,34	1,29	1,24	1,16	1,09
Δp (бар)	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
$K_{\Delta p}$	1,03	0,99	0,94	0,91	0,87	0,85	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,68	0,67	0,65

Для подбора правильного размера ТРВ в случае переохлаждения более чем 15 К, обращайтесь к таблице поправочных коэффициентов на стр. 52.

В проекте будем выбирать, тип ТРВ серии Т. Выбираем по номинальной производительности ближайший больший.

Каталог этой Серии Т смотри ниже в таблице подбор расширительных вставок

Термо-расширительные вентили серии Т

Сменные силовые элементы и вставки

Характеристики:

- Разборная конструкция для снижения складских запасов, облегчения сборки и обслуживания
- Хороший уровень стабильной работы благодаря большим силам, создаваемым с помощью диафрагмы большого диаметра
- Высококачественные материалы и технология, служащие повышению надежности и увеличению срока службы
- Отличная работа при частичной нагрузке благодаря особой конструкции отверстий вставки
- Двунаправленная конструкция, пригодны для работы в тепловых насосах
- Длина капиллярной трубки 1,5 м (TCLE, TJRE) и 3 м (TERE, TIRE, THRE).

Маркировка: TCL E 10C H W 103 WL 10x16

- Серия вентиля
- Внешнее выравнивание
- Код производительности
- Тип хладагента
- Тип заправки
- МОР код
- Тип корпуса
  - WL = Угловой
  - DL = Проместочный
- Присоединение

Подбор расширительных вставок

Серия	R-134a		R-22		R-404A / R-507		R-407 C		Клапанный узел (дюза) модель	Соединение: угловой фланец "под пайку" (дюйм)
	Модель	Холодо производ. (кВт)	Модель	Холодо производ. (кВт)	Модель	Холодо производ. (кВт)	Модель	Холодо производ. (кВт)		
TCLE	25 MW	1,5	50 HW	1,9	25 SW	1 3	50 NW	2,1	X 22440-B1B	C 501-5 3/8 x 5/8
	75 MW	2,9	100 HW	3,7	75 SW	2 6	100 NW	4	X 22440-B2B	
	150 MW	6,1	200 HW	7,9	150 SW	5 6	200 NW	8,5	X 22440-B3B	
	200 MW	9,3	250 HW	11,9	200 SW	8 4	300 NW	12,9	X22440-B3,5B	
	250 MW	13,5	300 HW	17,3	250 SW	12,2	400 NW	18,7	X 22440-B4B	
	350 MW	17,3	500 HW	22,2	400 SW	15,7	550 NW	24	X 22440-B5B	C 501-7 1/2 x 5/8
	550 MW	23,8	750 HW	30,4	600 SW	21,5	750 NW	32,9	X 22440-B6B	
	750 MW	32	1000 HW	41,1	850 SW	29	1000 NW	44,4	X 22440-B7B	A 576 5/8 x 7/8
	900 MW	37,2	1200 HW	47,8	1000 SW	33,8	1150 NW	51,7	X 22440-B8B	
TJRE	11 MW	45	14 HW	58	12 SW	40	14 NW	62	X 11873-B4B	10331 7/8 x 7/8
	13 MW	57	18 HW	74	14 SW	51	17 NW	80	X 11873-B5B	
TERE	16 MW	71	22 HW	91	18 SW	63	21 NW	99	X 9117-B6B	9153 7/8 x 7/8
	19 MW	81	26 HW	104	20 SW	72	25 NW	112	X 9117-B7B	
	25 MW	112	35 HW	143	27 SW	99	33 NW	155	X 9117-B8B	
	31 MW	135	45 HW	174	34 SW	120	42 NW	188	X 9117-B9B	
TIRE	45 MW	174	55 HW	223	47 SW	154	52 NW	241	X 9186-B10B	
THRE	55 MW	197	75 HW	253	61 SW	174	71 NW	273	X 9144-B11B	9149 7/8 x 7/8
	68 MW	236	100 HW	302	77 SW	209	94 NW	327	X 9144-B13B	

Холодопроизводительность указана при температуре конденсации +38° C, температуре кипения +4° C, переохлаждении жидкости 1K на входе в ТРВ.

По номинальной производительности и типу хладагента выбираете марку Серий TLCE или TJRE или TERE или THRE , затем тип (например тип 25 MW) и номер вставки (например X 222440-B1B).

Записываете в проекте :

Для испарителя камеры номер N выбираю ТРВ фирмы ALCO серии Т со сменно силовыми элементами вставки маркировки TLCE типа 25 MW и номером вставки X 222440-B1B.

И так для каждого испарителя соответствующей камеры. Т.е. сколько у вас камер столько и ТРВ.

Лабораторная работа №12 «Расчет диаметров трубопроводов»

Работу можно выполнять в текстовом документе Ворд. Нам с вами уже необходимо переносить данные в РПЗ. Шаблон смотри МДК 02.01 Курсовой проект. Скачивай и начинай оформлять.

И так мы заканчиваем МДК 02.03 сегодняшним занятием.

Как я уже сказал нам остается подготовиться только к экзамену (МДК 02.01 и МДК02.03, плюс квалификационный экзамен). Подготовка будет в режиме ДО.

У нас остается еще одно занятие по курсовому проекту, на котором мы должны будем подвести итоги выполнения проекта. Поэтому на следующее занятие подготовить, что у вас есть по Курсовому проекту.

Заходить на курс МДК 02.01 Курсовое проектирование.

Не забывайте открывать мудл и смотреть методические материалы по модулю.

С 11 мая начнется я уже писал практика по модулю. (Группа 4-12 проходит практику в режиме ДО). Возможно и вам предстоит это же.

Сегодня мы с вами будем считать трубопроводы на проектируемые установки.

Смотри формулу по расчету диаметра трубопровода (Лабораторная работа №8 по термодинамике).

Расчет производить для каждой температуры кипения,при рассчитанной тепловой нагрузке на оборудование Q_0обор.

В ХУ имеется три типа трубопровода: нагнетательный, всасывающий и жидкостной.

Расчет всасывающего и нагнетательного трубопроводов проводить согласно расчета КМ пункта 5.

Для жидкостного трубопровода использовать пункт 4 . Плотность жидкости рассчитывать по таблице хладагента, единицы измерения кг/м^3. Точка расчета в схеме цикла Км 3 на линии переохлажденной жидкости . Мы с вами уже знает как находить переохлаждение.Значение температуры переохлаждения зависит от Тк - 4...7К. Т.е находится в пределах 25....45^{0}С . По вашей Тк принимаете значение переохлаждения (или берете из цикла подбора КМ) и находите по таблице соответствующего хладагента плотность кг/м^3. Параметр плотности для жидкостной линии в районе 1200...1000 кг/м^3.

Таблицу значений хладагентов R134a. R404a. R507. R22 смотри на "странице расчет диаметров трубопроводов"

Смотри таблицу соответствующего хладагента и выбирай значение плотности для пара (нагнетательная и всасывающая линия) и для жидкости (жидкостная линия).

Значение плотности на всасывающей линии находится в пределах 15...30 кг/м^3.

Значение плотности на нагнетательной линии находится в пределах 40...100 кг/м^3.

Диаметр рассчитывается в м. Подбор осуществляем по стандартном Марка:

EN12735 внутреннему диаметру медного трубопровода, ближайший больший. (В самом конце указаны размеры медной трубы)

Смотри лабораторную работу (в работе опечатка Q_0 не в Вт, а в кВт).

Лабораторная работа
Гидравлический расчёт внутреннего диаметра трубопровода

1. Определение диаметра трубопровода:

$$d_э = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}}$$, где

ω - скорость течения вещества в трубе
для ***фреонового*** трубопровода принимается равным:
для нагнетательного – 10-18м/с;
для всасываемого – 8-12м/с;
для жидкостного трубопровода – 0,8 м/с.

V - количество вещества, протекающего по трубе, м³/с

$$V = \frac{Q_0}{(h_1 - h_2) \cdot \rho}$$, где

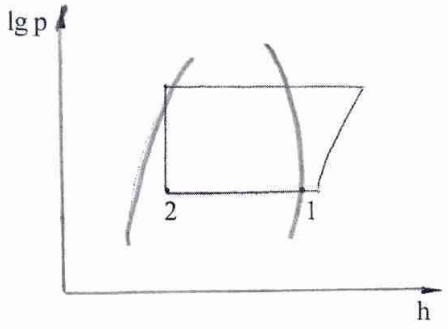
Q_0 -холодопроизводительность системы. [кВт]

h_1 - энтальпия на всасывании в компрессор;

h_2 - энтальпия в начале процесса кипения фреона;

ρ - плотность вещества в рассчитываемом процессе, если считается количество вещества на всасывании, то берётся плотность на всасывании, если на нагнетании, то на нагнетании и т.д.

Плотность хладагента (вещества) ρ (кг/м³) определяется по диаграмме: (через удельный объем $м^3/кг$)



или по таблице состояния хладагента.

Свойства дифторхлорметана (хладагента R22) жидкого и газа на линии насыщения в температурном диапазоне -100/+90°С. Давление насыщенных паров. Плотность. Удельный объем. Энтальпия. Энтропия. Удельная теплота парообразования (конденсации).

Температура, °С	Давление насыщенных паров, 10^5Па (почти точно = давлению в барах)		Удельный объем		Плотность		Удельная энтальпия, кДж/кг	Удельная теплота парообразования, кДж/кг
	абсолютное	приборное (избыточное, манометрическое)	жидкости, $м^3/кг$	газа, $м^3/кг$	жидкости, $кг/м^3$	газа, $кг/м^3$	жидкости	газа
-100	0,020	-0,993	0,000636	8,008	1570	0,124	95,87	359,35
-90	0,048	-0,965	0,000647	3,581	1545	0,279	105,32	364,23
-80	0,104	-0,909	0,000658	1,763	1519	0,567	114,90	369,15
-70	0,205	-0,808	0,000669	0,9409	1493	1,062	124,66	374,08
-60	0,374	-0,639	0,000682	0,5372	1466	1,861	134,63	378,98
-50	0,643	-0,370	0,000695	0,3246	1438	3,080	144,85	383,81
-41	1,002	-0,011	0,000707	0,2149	1412	4,653	154,27	388,05
-40	1,049	0,036	0,000709	0,2057	1409	4,861	155,32	388,52
-30	1,635	0,622	0,000724	0,1358	1380	7,363	166,07	393,07
-20	2,448	1,435	0,000740	0,09284	1349	10,771	177,10	397,42
-10	3,543	2,530	0,000758	0,06534	1317	15,304	188,40	401,53
0	4,976	3,963	0,000778	0,04714	1284	21,213	200,00	405,36
10	6,807	5,794	0,000800	0,03471	1250	28,810	211,90	408,86
20	9,099	8,086	0,000824	0,02600	1213	38,461	224,14	411,97
30	11,92	10,90	0,000851	0,01974	1173	50,658	236,75	414,62

40	15,34	14,32	0,000883	0,0151 4	1131	66,050	249,81	416,69
50	19,42	18,40	0,000921	0,0116 7	1084	85,689	263,43	418,01
60	24,27	23,25	0,000968	0,0090 01	1032	111,098	277,81	418,30
70	29,96	28,94	0,001030	0,0068 89	970	145,158	293,30	417,07
80	36,62	35,60	0,001118	0,0051 49	894	194,212	310,74	413,22
90	44,43	43,41	0,001282	0,0035 64	780	280,583	332,99	403,03

Определив **d**, подбирается ближайший типоразмер трубы.

Стандартный диаметр медного трубопровода

Наружный диаметр х толщина стенки, м	Внутренний диаметр, мм	Площади проходного сечения, $м^2$	Внутренняя поверхность погонного метра, $м^2$	Наружная поверхность погонного метра, $м^2$	Отношение наружной поверхности к внутренней	Внутренний объём погонного метра, $дм^3$	Масса погонного метра, кг
6 х 1	4	0,0000126	0,0126	0,0188	1,5	0,0126	0,140
10 х 1	8	0,0000503	0,0251	0,0314	1,25	0,0503	0,252
12 х 1	10	0,0000785	0,0314	0,0377	1,2	0,0785	0,310
16 х 1	14	0,0001539	0,0440	0,0503	1,14	0,1539	0,412
22 х 1	20	0,0003142	0,0628	0,0691	1,1	0,3142	0,590
28 х 1,5	25	0,0004909	0,0785	0,0880	1,12	0,4909	1,120
35 х 1,5	32	0,0008042	0,1005	0,1100	1,09	0,8042	1,420
42 х 1,5	39	0,0011946	0,1225	0,1319	1,08	1,1946	1,710
54 х 2	50	0,0019635	0,1571	0,1696	1,08	1,9635	2,940
64 х 2	60	0,0028274	0,1885	0,2011	1,07	2,8274	3,467
76 х 2	72	0,0040715	0,2262	0,2388	1,06	4,0715	4,140

Найти диаметр всасывающего, нагнетательного и жидкостного трубопровода для холодильной установки

Вариант	Q_0, Квт	t_0, °С	$t_{вс}$, °С	$t_к$, °С	$t_п$, °С	Хладагент
1	12	-15	-5	30	25	R 22
2	20	0	10	40	35	R 22
3	24	-5	5	25	20	R 22
4	18	-10	0	35	30	R 22

Начертить диаграмму работы холодильной машины и вычислить значения диаметров трубопроводов.

Заключение

Выполнение работ в объеме данного практикума позволяет вырабатывать устойчивые навыки в практической деятельности по техническому обслуживанию и ремонту холодильного оборудования. Так как учебная дисциплина МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» относиться к практической области в эксплуатации холодильной установки, создавая возможность стажироваться в специализации по поиску неисправностей различного вида холодильного оборудования.

Практикум поддерживает различные виды деятельности, дополняющий теоретическую подготовку.

При выполнении работ для самостоятельной деятельности студентов должна быть практически выше, чем при других видов деятельности учебной работы; преподаватель в этой ситуации оправдано чаще выступает в роли консультанта. Это помогает будущему специалисту научиться самостоятельно, осваивать новые знания и навыки, что является одной из важнейших целей обучения.

Литература:

1. Трухачев В.И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования АПК, Лань 2020 г.

2.Цой А.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования Профи Полиграф 2018

3.Полевой А.А. Монтаж холодильных установок С-ПБ Политехника, 2019

4.Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания – М.: АКАДЕМА, 2017

5. Юдина А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж. Учебник для СПО, 2018

6. Котзаогланиан Пособие для ремонтника ЗАО ОСТРОВ, 2017

7. Пособие для холодильщиков практиков ЗАО ОСТРОВ, 2017

8.Учебные компьютерные программы Frigodep и Frigodiag - М.: Остров, 2017

9. Руководство для монтажников,Danfoss,2017

10. Журнал холодильная техника 2015-2019

11. Интернет-ресурсы:

- Сайт Danfoss.ru
- Сайт WSR.ru

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению для МДК 02.03 система MOODLE

Наименование дисциплины

МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования»

Для обучающихся группы механического отделения группы **3-12**

Кострома, 2020

Аннотация

Основными целями внеаудиторной самостоятельной работы студентов являются:

- Овладение знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю специальности;
- Формированию готовности к самообразованию, к самостоятельности и ответственности;
- Развитию творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению по МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» для обучающихся 3 курса очной формы обучения: по специальности 15.02. 05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Они разработаны на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании» и ориентированы на равенстве умения обучающихся самостоятельно пополнять, обновлять и закреплять знания, вести самостоятельный поиск необходимого материала.

Методические рекомендации к выполнению самостоятельных работ по дисциплине МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» , предназначены для обучающихся 3 курса очной формы обучения, по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».

Оглавление

Введение……441
Самостоятельная работа №1 «Понятие ремонта»……..442
Самостоятельная работа №2 «Слабый компрессор»……....444
Самостоятельная работа №3 «Преждевременное дросселирование и внезапное вскипание жидкостной магистрали». ……..446
Самостоятельная работа №4 Неисправность «слишком слабый испаритель» ……448
Самостоятельная работа № 5 Неисправность "Слабый конденсатор"……...450
Самостоятельная работа № 6 «Схемы пуска и останова КМ»……452
Самостоятельная работа №7 «Регулятор давления конденсации»……458
Самостоятельная работа №8 «Однофазные электродвигатели». ……461
Самостоятельная работа №9 «Проблемы новых хладагентов». ……463
Заключение……465

Введение

Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению являются составной частью учебно-методического комплекса дисциплины МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» и раскрывают содержание основной образовательной программы по дисциплине не вошедший в аудиторный образовательный минимум.
Задания для самостоятельной работы и методические рекомендации по их выполнению разработаны на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».
Внеаудиторной самостоятельная работа студентов является обязательной для каждого студента, определяется учебным планом и составляет 50% от общего объема часов.
Распределение времени на выполнение самостоятельной работы студентами осуществляется согласно программе дисциплины равномерно по занятиям и пройденным темам.

Самостоятельные работы выполняются индивидуально на компьютере в тетради, а также в аудитории в свободное время занятия.
Студент обязан:

- перед выполнением самостоятельной работы, повторить теоретический материал пройденный на аудиторных занятиях;
- выполнить работу согласно заданию;
- по каждой самостоятельной работе предоставить преподавателю отчет в виде файла системы moodle или в тетради. Файл выполнить в формате Word с фотографиями выполненной работы в тетради, последовательно по каждой странице. Фотографии отдельных фото страниц оцениваться не будут.

Самостоятельная работа №1 «Понятие ремонта»

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1.
1. Что такое ресурс.
2. Что такое эрозионный износ.
3. Классификация ремонта по степени восстановления ресурса.
4. Для чего предназначен текущий ремонт.
5. Что собой представляет жидкостное трение.

Вариант 2.
1. Что такое срок службы.
2. Что такое кавитационный износ.
3. Классификация ремонта по планированию.
4. Для чего предназначен средний ремонт.
5. Что собой представляет полужидкостное трение.

Вариант 3.
1. Что такое работоспособность.
2. Что такое осповидный износ.
3. Ремонт по техническому состоянию.
4. Для чего предназначен капитальный ремонт.
5. Что собой представляет полусухое трение.

Вариант 4.
1. Что такое неисправность.
2. Что такое усталостный износ .
3. Классификация ремонта по регламентации.
4. Отличие текущего осмотра от текущего ремонта.
5. Что собой представляет сухое трение.

Вариант 5.
1. Что такое отказ.
2. Что такое износ от сил трения.
3. При каком износе изменение размеров и свойств деталей выходят за границы предельного состояния.
4. Когда проводят техническое обслуживание.
5. Какой вид трения в состоянии покоя подшипника скольжения.

Вариант 6.
1. Что такое повреждение.
2. Что такое абразивный износ.
3. При каком износе изменение размеров и свойств деталей является естественным процессом.
4. Что включает в себя техническое обслуживание.
5. Какой вид трения в состоянии начала движения подшипника скольжения.

Вариант 7.
1. Что такое неполадка.
2. Что такое износ от воздействия силовых нагрузок.
3. При каком износе дальнейшая эксплуатация недопустима.
4. Что входит в систему ППР(планово предупредительного ремонта).
5. Какой вид трения в состоянии в процессе движения подшипника скольжения.

Вариант 8.
1. Что такое ремонт.
2. Что такое износ при тепловом воздействии.
3. При каком износе начинается разрушение детали в случае превышения расчетного срока эксплуатации или нагрузки на оборудование.
4. Для чего предназначена система ППР(планово предупредительного ремонта).
5. Как снижается износ пары сталь-бронза при жидкостном трении.

Критерий оценки:
Оценка отлично (5) :
- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :
- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :
- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :
- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №2 Слабый компрессор.

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1.
1. Что происходит с нагнетательным клапаном при гидроударе.
2. Какая конструкция всасывающего трубопровода может привести к гидроудару.
3. К чему может привести накопление ХА в картере КМ.
4. Какая опасность возникает когда температура КМ оказывается ниже температуры КД.
5. Что является наилучшим решением проблемы предотвращения перетекания жидкого ХА в картер КМ.

Вариант 2.
1. Какая основная причина разрушения клапанов.
2. Какая работа ТРВ приводит к гидроудару.
3. Что приводит к накоплению жидкости в нагнетательной полости цилиндра при остановке КМ.
4. Что происходит в картере КМ при пуске, если туда попал жидкий ХА.
5. Какое событие может произойти, если ХА попадет в масляный контур КМ.

Вариант 3.
1. Что происходит при обильном попадании масла и жидкого ХА в КМ.
2. Какие три причины могли стать образованием гидроудара .
3. Как необходимо монтировать нагнетательный трубопровод, чтобы предотвратить гидроудар.
4. Какая опасность возникает если в картер КМ попал ХА и он оснащен масляным насосом.
5. К чему может привести разрушение клапанов в КМ.

Вариант 4.
1. Что происходит с работой КМ при разрушении клапанов.
2. Какая конструкция нагнетательного трубопровода может привести к гидроудару.
3. Что необходимо устанавливать между КМ и КД для защиты от перетекания жидкого ХА.
4. Какое событие может произойти при вскипании ХА в зоне забора масла маслонасосом КМ.
5. Что происходит со всасывающем клапаном при гидроударе.

Вариант 5.
1. Какое событие может произойти, если ХА попадет в масляный контур КМ.
2. Какая конструкция нагнетательного трубопровода может привести к гидроудару.
3. Как необходимо монтировать нагнетательный трубопровод, чтобы предотвратить гидроудар.
4. Какая опасность возникает когда температура КМ оказывается ниже температуры КД.
5. Что необходимо устанавливать между КМ и КД для защиты от перетекания жидкого ХА.

Вариант 6.
1. Какая основная причина разрушения клапанов.

2. Какие три причины могли стать образованием гидроудара.
3. Какая опасность возникает если в картер КМ попал ХА и он оснащен масляным насосом.
4. Какая работа ТРВ приводит к гидроудару.
5. Что происходит с нагнетательным клапаном при гидроударе.

Вариант 7.
1. Что происходит при обильном попадании масла и жидкого ХА в КМ.
2. Что происходит в картере КМ при пуске, если туда попал жидкий ХА.
3. К чему может привести накопление ХА в картере КМ.
4. Что приводит к накоплению жидкости в нагнетательной полости цилиндра при остановке КМ.
5. Что происходит со всасывающем клапаном при гидроударе.

Вариант 8.
1. К чему может привести разрушение клапанов в КМ.
2. Какая конструкция всасывающего трубопровода может привести к гидроудару.
3. Что является наилучшим решением проблемы предотвращения перетекания жидкого ХА в картер КМ.
4. Какое событие может произойти при вскипании ХА в зоне забора масла маслонасосом КМ.
5. Что происходит с работой КМ при разрушении клапанов.

Критерий оценки:
Оценка отлично (5) :
- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :
- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :
- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :
- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №3 «Преждевременное дросселирование и внезапное вскипание жидкостной магистрали».

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1.
1. Какие проявления происходят на жидкостной магистрали.
2. Что может вызвать дополнительные потери в жидкостной магистрали.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на наличие перепада чего в жидкостной магистрали.
4. Что происходит в смотровом стекле при преждевременном дросселировании ХА.
5. Что происходит с перегревом при преждевременном дросселировании ХА.

Вариант 2.
1. Какие проявления происходят в системе ТРВ/испаритель при закупорке ФО.
2. Что может вызвать вскипание жидкости в жидкостной магистрали.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какой перегрев.
4.Что служит падением давления на жидкостной магистрали.
5. Что происходит количеством ХА подаваемого в испаритель при преждевременном дросселировании.

Вариант 3.
1. Какие проявления происходят в системе испаритель/компрессор при закупорке ФО.
2. К чему может привести неисправность плохо открытого вентиля жидкостного ресивера.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какое переохлаждение.
4. Чем можно определить наличие преждевременного дросселирования ХА на жидкостной магистрали.
5. Что происходит холодопроизводительностью испарителя при преждевременном дросселировании ХА.

Вариант 4.
1. Какие проявления происходят в системе компрессор/конденсатор при закупорке ФО.
2. К чему может привести неисправность плохо открытого вентиля ЭМК на жидкостной магистрали..
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какое давление кипения.
4. Что происходит с гидравлическим сопротивление ФО на жидкостной магистрали.
5. Что происходит перепадов воздуха проходящего через испаритель.

Вариант 5.
1. Какие проявления происходят на жидкостной магистрали.
2. Что происходит с давлением в испарителе при преждевременном дросселировании ХА.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на наличие перепада чего в жидкостной магистрали.

4. Что происходит в смотровом стекле при преждевременном дросселировании ХА.
5.Какие динамические потери происходят на жидкостной магистрали.

Вариант 6.
1.Какие проявления происходят в системе ТРВ/испаритель при закупорке ФО.
2. В каком положении находится ТРВ при преждевременном дросселировании ХА.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какой перегрев.
4. Что служит падением давления на жидкостной магистрали.
5. Какие статические потери происходят на жидкостной магистрали.

Вариант 7.
1.Какие проявления происходят в системе испаритель/компрессор при закупорке ФО.
2. Что происходит с переохлаждением в конденсаторе при преждевременном дросселировании ХА.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какое давление кипения.
4. Чем можно определить наличие преждевременного дросселирования ХА на жидкостной магистрали.
5. Какие решения проблемы, преждевременного дросселирования ХА, проводят на жидкостной магистрали.

Вариант 8.
1. Какие проявления происходят в системе компрессор/конденсатор при закупорке ФО.
2. Что происходит с температурой корпуса КМ при преждевременном дросселировании ХА.
3. Алгоритм диагностирования «Преждевременное дросселирование ХА» указывает на какое переохлаждение.
4. Что происходит с гидравлическим сопротивление ФО на жидкостной магистрали.
5. Что рекомендуется сделать с жидкостной магистралью, проходящей через сильно нагретый участок.

Критерий оценки:
Оценка отлично (5) :
- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :
- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :
- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :
- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №4 Неисправность «слишком слабый испаритель»

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1.
1. Что происходит с поверхностью испарителя при анализе «слишком слабый испаритель».
2. Как изменяется перегрев при загрязненном испарителе.
3. Что происходит с производительностью конденсатора при загрязненном испарителе.
4. Что происходит в испарителе при работе холодильной машины.
5. Какие две различные категории при анализе «слишком слабый испаритель».

Вариант 2.
1. Как скажется на количество выкипающегося ХА в испарителе и теплообменом между воздухом и ХА, при загрязнении ребер.
2. Как изменяется давление кипения при загрязненном испарителе.
3. Что происходит с переохлаждением конденсатора при загрязненном испарителе.
4. Что вызывает пульсацию давления всасывания КМ.
5. Чем характеризуется перепад температур испарителя при низком расходе воздуха.

Вариант 3.
1. К чему может привести загрязнение испарителя в работе ТРВ.
2. Как изменяется полный перепад температур в загрязненном испарителе.
3. Что происходит с давлением нагнетания при загрязненном испарителе.
4. Что происходит с переохлаждением при загрязненном испарителе.
5. Чем характеризуется перепад температур на входе и выходе при загрязненном испарителе.

Вариант 4.
1. Что наблюдается с давлением всасывания при загрязнении испарителя.
2. Что происходит с количеством тепла поглощаемое теплообменным аппаратом при слабом испарителе.
3. Что происходит с температурой в картере компрессора при загрязненном испарителе.
4. Что происходит с температурой на выходе из конденсатора при загрязненном испарителе.
5. Почему неисправность типа «слишком слабый испаритель» очень легко распознается.

Вариант 5.
1. Что происходит с поверхностью испарителя при анализе «слишком слабый испаритель».
2. Как изменяется давление кипения при загрязненном испарителе.
3. Что происходит с производительностью конденсатора при загрязненном испарителе.
4. Что происходит с переохлаждением конденсатора при загрязненном испарителе.
5. Почему неисправность типа «слишком слабый испаритель» очень легко распознается.

Вариант 6.
1. Как скажется на количество выкипающегося ХА в испарителе и теплообменом между воздухом и ХА, при загрязнении ребер.
2. Как изменяется перегрев при загрязненном испарителе.
3. Чем характеризуется перепад температур испарителя при низком расходе воздуха.

4. Что происходит в испарителе при работе холодильной машины.
5. Чем характеризуется перепад температур на входе и выходе при загрязненном испарителе.

Вариант 7.

1. Что происходит с количеством тепла поглощаемое теплообменным аппаратом при слабом испарителе.
2. Как изменяется полный перепад температур в загрязненном испарителе. 3. Что происходит с давлением нагнетания при загрязненном испарителе.
4. Что происходит с переохлаждением при загрязненном испарителе.
5. Какие две различные категории при анализе «слишком слабый испаритель».

Вариант 8.

1. Что наблюдается с давлением всасывания при загрязнении испарителя.
2. К чему может привести загрязнение испарителя в работе ТРВ.
3. Что происходит с температурой в картере компрессора при загрязненном испарителе.
4. Что происходит с температурой на выходе из конденсатора при загрязненном испарителе.
5. Что вызывает пульсацию давления всасывания КМ.

Критерий оценки:

Оценка отлично (5) :

- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :

- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :

- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :

- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа № 5 Неисправность "Слабый конденсатор"

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1.
1. Какой пример, мы рассматриваем при анализе слишком слабого конденсатора.
2. Как изменяется переохлаждение при загрязненном конденсаторе.
3. Что происходит с производительностью испарителя при загрязненном конденсаторе.
4. На сколько процентов снижается мощность при загрязнении конденсатора.
5. Чем характеризуется перепад температур конденсатора при низком расходе воздуха.

Вариант 2.
1. Как скажется на количество конденсирующего ХА в конденсаторе и теплообменом между воздухом и ХА, при загрязнении ребер.
2. Как изменяется давление конденсации при загрязненном конденсаторе.
3. Что происходит с перегревом испарителя при загрязненном конденсаторе.
4. Что происходит с температурой воздуха на выходе при загрязненном конденсаторе.
5. Чем характеризуется перепад температур на входе и выходе при загрязненном конденсаторе.

Вариант 3.
1. К чему может привести загрязнение конденсатора в работе ТРВ.
2. Как изменяется полный перепад температур в загрязненном конденсаторе.
3. Что происходит с давлением нагнетания при загрязненном конденсаторе.
4. Что может наблюдаться в смотровом стекле при загрязненном конденсаторе.
5. Почему неисправность типа «слишком слабый конденсатор» очень легко распознается.

Вариант 4.
1. Что наблюдается с давлением всасывания при загрязнении конденсаторе.
2. Что характеризует неисправность пониженного расхода воздуха при слабом конденсаторе.
3. Что происходит с температурой в картере компрессора при загрязненном конденсаторе.
4. Какие две различные категории при анализе «слишком слабый конденсатор».
5. Какой принцип работы теплообменного аппарата влияет на направление вращения крыльчатки вентилятора конденсатора.

Вариант 5.
1. Что наблюдается с давлением всасывания при загрязнении конденсаторе.
2. Как скажется на количество конденсирующего ХА в конденсаторе и теплообменом между воздухом и ХА, при загрязнении ребер.
3. Что происходит с производительностью испарителя при загрязненном конденсаторе.
4. Что происходит с температурой воздуха на выходе при загрязненном конденсаторе.
5. Чем характеризуется перепад температур конденсатора при низком расходе воздуха.

Вариант 6.
1. Как изменяется переохлаждение при загрязненном конденсаторе.
2. Как изменяется давление конденсации при загрязненном конденсаторе.

3. Что происходит с давлением нагнетания при загрязненном конденсаторе.
4. На сколько процентов снижается мощность при загрязнении конденсатора.
5. Чем характеризуется перепад температур на входе и выходе при загрязненном конденсаторе.

Вариант 7.
1. Что характеризует неисправность пониженного расхода воздуха при слабом конденсаторе.
2. Как изменяется полный перепад температур в загрязненном конденсаторе.
3. Что происходит с перегревом испарителя при загрязненном конденсаторе.
4. Какой принцип работы теплообменного аппарата влияет на направление вращения крыльчатки вентилятора конденсатора.
5. Почему неисправность типа «слишком слабый конденсатор» очень легко распознается.

Вариант 8.
1. Какой пример, мы рассматриваем при анализе слишком слабого конденсатора.
2. К чему может привести загрязнение конденсатора в работе ТРВ.
3. Что происходит с температурой в картере компрессора при загрязненном конденсаторе.
4. Какие две различные категории при анализе «слишком слабый конденсатор».
5. Что может наблюдаться в смотровом стекле при загрязненном конденсаторе.

Критерий оценки:
Оценка отлично (5) :
- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :
- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :
- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :
- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа № 6 «Схемы пуска и останова КМ»

(Даны схемы цепей управления КМ состоит из 6 вариантов)

На основании своего номера по журналу выбрать вариант из предложенных вариантов:
№1 -1, №2 -2, №3 -3, №4 -4, №5 -5, №6 -6,
№7 -1, №8 -2, №9 -3, №10 -4,№11 -5, №12 -6,
№13 -1, №14 -2, №15 -3,№16 -4, №17 -5, №18 -6,
№19 -1, №20 -2,№21 -3, №22 -4, №23 -5, №24 -6, №25 -1

Вариант №1

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи(смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

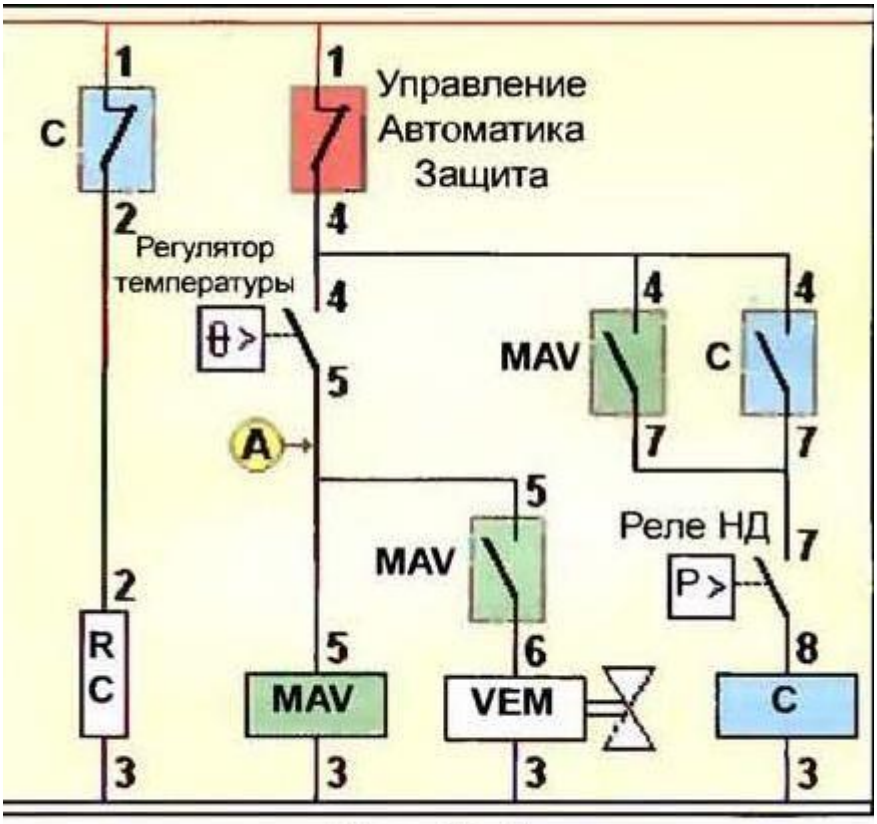


Рис. 29.4.

Схема с одномоментным вакуумированием

Вариант №2

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи(смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

Рис. 29.2.
Схема с минимальной защитой

Вариант №3

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи(смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

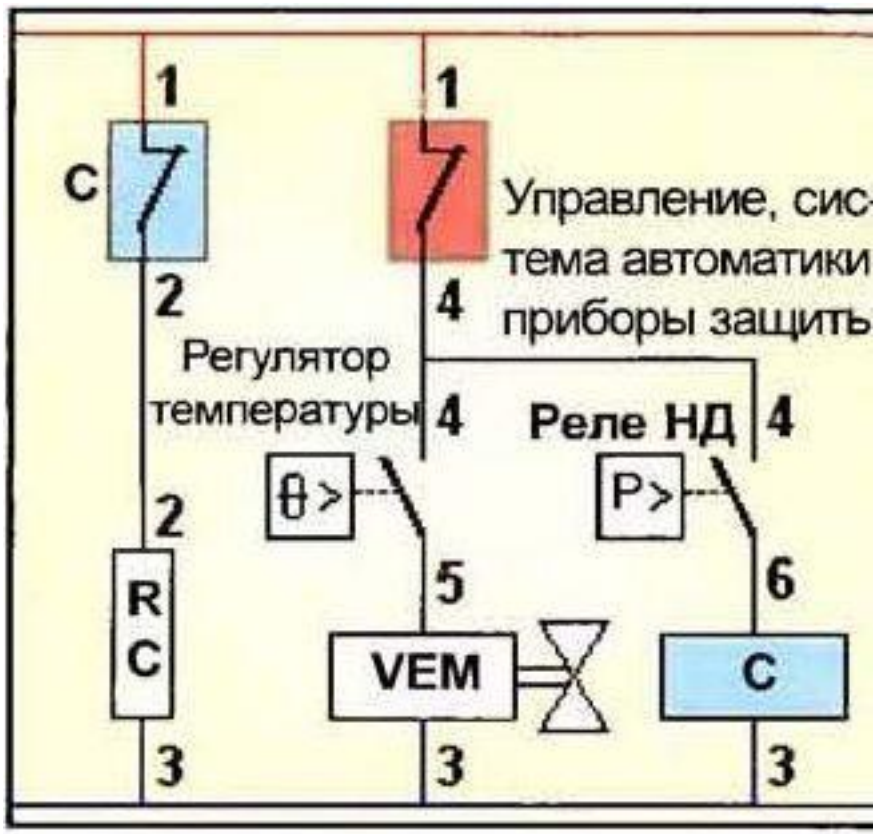


Рис. 29.3.
Схема с автоматической защитой

Вариант №4

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи(смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

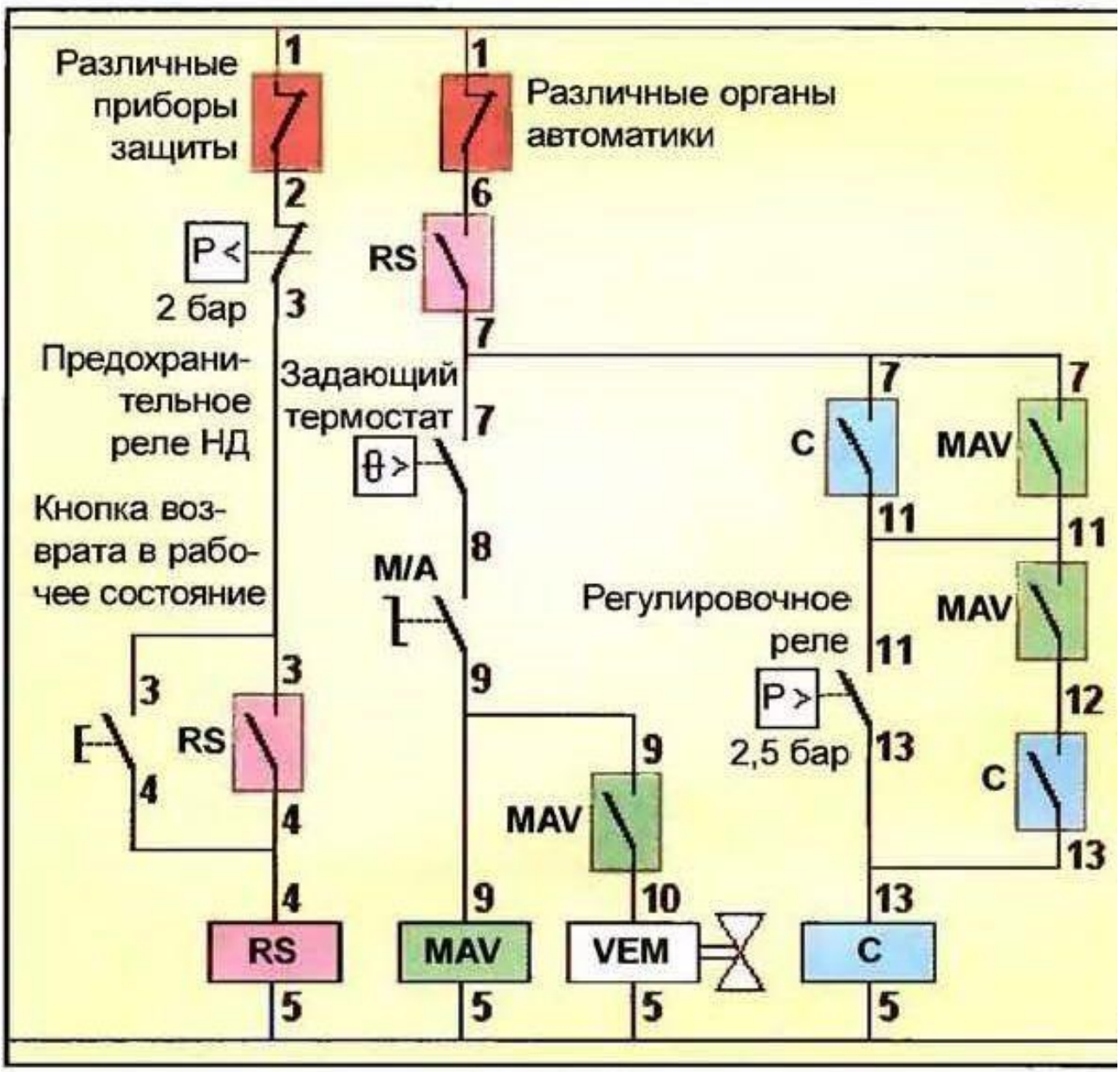


Рис. 29.5.

Схема с наилучшим решением Останова КМ

Вариант №5

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи(смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

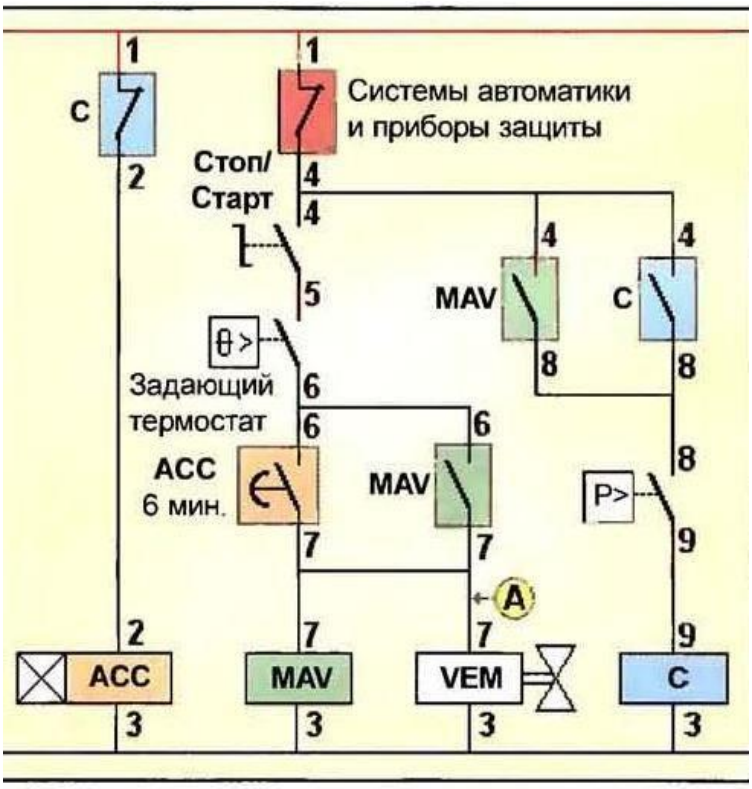


Рис. 30.7.

Схема с наилучшим решением Пуска КМ

Вариант №6

Ответить на вопросы заданной схемы цепи управления компрессором.

1. Назначение схемы
2. Описание и назначение каждого элемента
3. Описание и назначение каждой цепи (смотри схему снизу вверх)
4. Недостаток схемы

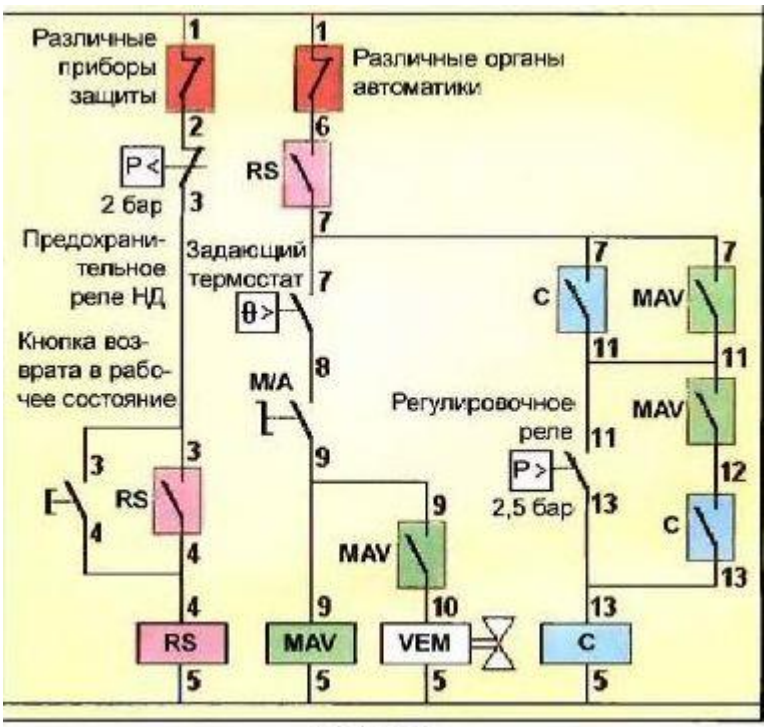


Рис. 29.5.

Схема останова КМ одномоментного вакуумирования улучшенная

Критерий оценки:

Оценка отлично (5) :

- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :

- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :

- работа сдана с большой задержской;

- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :

- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №7 «Регулятор давления конденсации»

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

Вариант 1

1. Какие есть три способа регулировать давление конденсации.
2. Что размещают на жидкостном ресивере для улучшения пуска компрессора при низких температурах.
3. Какая проблема возникает в компрессоре, если конденсатор расположен выше компрессора более 3 метров при работе с регуляторами давления конденсации. Как избежать эту проблему.
4. К чему приводит снижение давления конденсации в работе ТРВ, компрессора, конденсатора.
5. Какая заправка хладагента должна быть в зимнее время, по сравнению с летней при использовании регулятора давления конденсации.

Вариант 2

1. Что останавливают в момент пуска компрессора у конденсатора. Какой параметр, регулируют и как настраивают прибор автоматики.
2. Какое устройство применяю для зимнего пуска компрессора в цепи магнитного пускателя компрессора.
3. За счет чего поднимается давление конденсации при использовании регулятора давления конденсации.
4. Как работает схема регулирования работы конденсации с помощью трехходового регулятора.
5. Что произойдет в работе холодильной установки при недостаточном объеме жидкостного ресивера, когда используют регулятор давления конденсации.

Вариант 3

1. Какие используют две схемы регулирование работы конденсатора с помощью регуляторов.
2. Как работает схема регулирования работы конденсации с помощью двухходового регулятора конденсации и дифференциального клапана.
3. Что необходимо установить между жидкостным ресивером находится внутри помещения и конденсатором расположенным снаружи и почему.
4. Какая проблема заправки и емкости ресивера может возникнуть в летнее время.
5. Какой объем жидкостного ресивера необходимо иметь при использовании регулятора давления конденсации.

Вариант 4

1. Какая проблема заправки и емкости ресивера может возникнуть в зимнее время.
2. Как работает схема «Специальный случай использования двух регуляторов давления».
3. Какая проблема возникает в компрессоре, если конденсатор расположен выше компрессора при работе с регуляторами давления конденсации. Как избежать эту проблему.

4. Какая производительность конденсатора должна быть в момент пуска компрессора в зимнее время.
5. Что произойдет в работе холодильной установки при нехватке хладагента, когда используют регулятор давления конденсации.

Вариант 5

1. Какое устройство применяю для зимнего пуска компрессора в цепи магнитного пускателя компрессора.
2. Какие есть три способа регулировать давление конденсации.
3. За счет чего поднимается давление конденсации при использовании регулятора давления конденсации.
4. Как работает схема «Специальный случай использования двух регуляторов давления».
5. Что произойдет в работе холодильной установки при недостаточном объеме жидкостного ресивера, когда используют регулятор давления конденсации.

Вариант 6

1. Что останавливают в момент пуска компрессора у конденсатора. Какой параметр, регулируют и как настраивают прибор автоматики.
2. Что размещают на жидкостном ресивере для улучшения пуска компрессора при низких температурах.
3. Какая проблема возникает в компрессоре, если конденсатор расположен выше компрессора более 3 метров при работе с регуляторами давления конденсации. Как избежать эту проблему.
4. Как работает схема регулирования работы конденсации с помощью двухходового регулятора конденсации и дифференциального клапана.
5. Какая заправка хладагента должна быть в зимнее время, по сравнению с летней при использовании регулятора давления конденсации.

Вариант 7

1. Какие используют две схемы регулирование работы конденсатора с помощью регуляторов.
2. К чему приводит снижение давления конденсации в работе ТРВ, компрессора, конденсатора.
3. Какая проблема возникает в компрессоре, если конденсатор расположен выше компрессора при работе с регуляторами давления конденсации. Как избежать эту проблему.
4. Что необходимо установить между жидкостным ресивером находится внутри помещения и конденсатором расположенным снаружи и почему.
5. Что произойдет в работе холодильной установки при нехватке хладагента, когда используют регулятор давления конденсации.

Вариант 8

1. Какая проблема заправки и емкости ресивера может возникнуть в зимнее время.
2. Как работает схема регулирования работы конденсации с помощью трехходового регулятора.
3. Какая проблема заправки и емкости ресивера может возникнуть в летнее время.
4. Какая производительность конденсатора должна быть в момент пуска компрессора в зимнее время.
5. Какой объем жидкостного ресивера необходимо иметь при использовании регулятора давления конденсации.

Критерий оценки:

Оценка отлично (5) :

- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :

- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :

- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :

- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №8 «Однофазные электродвигатели».

Номер варианта соответствует номеру Фамилии по журналу до 8 варианта,
затем вариант 1-9, 2-10, 3-11, 4-12, 5-13, 6-14, 7-15, 8-16.

1 Вариант

1. В каких холодильных агрегатах применяются однофазные электродвигатели.
2. Какое сопротивление имеет рабочая обмотка однофазного электродвигателя.
3. Каким прибором проверяют изоляцию обмотки однофазного электродвигателя.
4. Какая величина пускового конденсатора.
5. Какова задача пускового реле в работе однофазного электродвигателя.

2 Вариант

1. Какое напряжение используется в однофазных электродвигателях.
2. Какое сопротивление имеет пусковая обмотка однофазного электродвигателя.
3. Каким прибором проверяют сопротивление обмотки однофазного электродвигателя.
4. Какая величина рабочего конденсатора.
5. Какова мощность однофазных электродвигателей применяемых с пусковым реле тока.

3 Вариант

1. Как называется основная обмотка однофазного электродвигателя.
2. Какое сопротивление имеет изоляция однофазного электродвигателя.
3. Каким прибором замеряют ток в обмотках однофазного электродвигателя.
4. Формула для расчета емкости конденсатора.
5. Какие существуют типы пусковых реле однофазных электродвигателей.

4 Вариант

1. Как называется вспомогательная обмотка однофазного электродвигателя.
2. Какое сопротивление указывает на снижение изоляции обмотки однофазного электродвигателя.
3. В чем измеряют емкость конденсаторов.
4. Для чего применяют конденсатор в однофазном электродвигателе.
5. Что необходимо строго учитывать при монтаже пусковое реле тока.

5 Вариант

1. Какое реле используют для защиты однофазного электродвигателя компрессора от перегрева.
2. Какое сопротивление показывает прибор при обрыве обмотки электродвигателя.
3. Какова величина повышения пускового тока обеспечивает втягивание сердечника катушки реле тока.
4. На какое напряжение должен использоваться мегомметр для однофазного электродвигателя.
5. С каким используется расширительным устройством и каков пусковой момент в схеме RSIR (резисторный запуск).

6 Вариант

1. Показание, какой величины сопротивления изоляции запрещает эксплуатацию электродвигателя.
2. Как определить обмотку, замкнутую на массу.
3. Что обеспечивает постоянно подключенный рабочий конденсатор в схеме PSC.
4. За счет чего катушка пускового реле напряжения остается запитанной напряжением при разомкнутых контактах катушки.
5. Что из себя, представляет термистор и его принцип работы.

7 Вариант

1. С каким используется расширительным устройством и каков пусковой момент в схеме CSIR (конденсаторный запуск).
2. Что происходит с показаниями омметра при подключении к выводам конденсатора.
3. Каким образом включают пусковой конденсатор в схеме пускового реле тока.
4. Какая неисправность в работе холодильного контура может привести к срабатыванию катушки пускового реле тока.
5. Какое сопротивление показывает прибор при коротком замыкании между обмотками электродвигателя.

8 Вариант

1. Какое сопротивление показывает омметр при обрыве выводов конденсатора и когда пластины конденсатора замкнуты накоротко.
2. В какой момент размыкаются контакты катушки пускового реле напряжения.
3. В чем особенность работы электродвигателя в схеме CRS (конденсаторный запуск и работы).
4. Каким образом включают термистор в схему управления обмоток однофазного электродвигателя.
5. В цепь, какой обмотки однофазного электродвигателя включена катушка пускового реле тока.

Критерий оценки:

Оценка отлично (5) :

- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :

- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :

- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :

- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Самостоятельная работа №9 «Проблемы новых хладагентов».

На основании своего номера по журналу выбрать вариант из предложенных вариантов:
№1 -1, №2 -2, №3 -3, №4 -4, №5 -5,
№6 -1, №7 -2, №8 -3, №9 -4, №10 -5,
№11 -1, №12 -2, №13 -3, №14 -4, №15 -5,
№16 -1, №17 -2, №18 -3, №19 -4, №20 -5,
№21 -1, №22 -2, №23 -3, №24 -4, №25 -5,

Вариант 1

1. Традиционные хладагенты до Монреальского протокола.
2. Хладагенты до 2022 году. Показатель GWP.
3. Определение азеотроных смесевых хладагентов.
4. Гистерезис для хладагентов с большим температурным глайдом.
5. Дайте название А1 хладагента

Вариант 2

1. Хладагенты с низким ODP.
2. Хладагенты до 2020 года. Показатель GWP.
3. Определение Зеотроных смесевых хладагентов.
4. Определение перегрева для хладагентов с большим температурным глайдом.
5. Дайте название HFC хладагента.

Вариант 3

1. Киотский протокол о снижении GWP.
2. Хладагенты до 2025 года. Показатель GWP.
3. В чем недостаток неазеотроных смесевых хладагентов.
4. Определение переохлаждения для хладагентов с большим температурным глайдом.
5. Дайте название A2L хладагента.

Вариант 4

1. Парижское соглашение о снижении GWP.
2. Хладагенты в 2030 году. Показатель GWP.
3. В чем достоинство псевдоазеотроных смесевых хладагентов.
4. Определение температуры вскипания(жидкости).
5. Дайте название B2 хладагента.

Вариант 5

1. Природные хладагенты.
2. Хладагенты в 2022 году. Показатель GWP.
3. В чем достоинство однокомпонентных хладагентов.
4. Определение точки росы (пара).
5. Дайте название HFO хладагента.

Критерий оценки:

Оценка отлично (5) :

- работа сдана в требуемые сроки;
- работа выполнена полностью и без ошибок;
- работа оформлена аккуратно без исправлений.

Оценка хорошо (4) :

- работа сдана с задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 1 ошибка (один вопрос);
- работа оформлена аккуратно с исправлениями.

Оценка удовлетворительно (3) :

- работа сдана с большой задержской;
- работа выполнена не полностью и допущена 2 ошибки (два вопроса);
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями.

Оценка неудовлетворительно (2) :

- работа сдана с позже срока;
- работа выполнена не полностью и допущена 3 ошибки (три вопроса).
- работа оформлена не аккуратно с исправлениями в виде зачеркиваний.

Заключение.

В настоящее время актуальным становится требования к личным качествам современных студентов – умение самостоятельно пополнять, обновлять знания, вести самостоятельный поиск необходимых материалов, быть творческой личностью. Ориентация учебного процесса на саморазвивающуюся личность делает невозможным процесс обучения без учета индивидуально-личностных особенностей обучаемых, предоставление им право выбора путей и способов обучения. Появляется новая цель образовательного процесса – воспитание личности, ориентированной на будущее, способное решать типичные проблемы исходя из приобретенного учебного опыта и адекватной оценки конкретной ситуации.

Решение этих задач требует повышение роли самостоятельной работы студентов с учебным материалом, усиление ответственности преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание их творческой активности и инициативы.

Введение в практику учебных программ и модулей с повышенной долей самостоятельной работы активно способствует модернизации образовательного процесса.

Литература:

1. Трухачев В.И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования АПК, Лань 2020 г.

2.Цой А.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования Профи Полиграф 2018

3.Полевой А.А. Монтаж холодильных установок С-ПБ Политехника, 2019

4.Колач С.Т. Холодильное оборудование для предприятий торговли и общественного питания – М.: АКАДЕМА, 2017

5. Юдина А.Ф. Строительные конструкции. Монтаж. Учебник для СПО, 2018

6. Котзаогланиан Пособие для ремонтника ЗАО ОСТРОВ, 2017

7. Пособие для холодильщиков практиков ЗАО ОСТРОВ, 2017

8.Учебные компьютерные программы Frigodep и Frigodiag - М.: Остров, 2017

9. Руководство для монтажников,Danfoss,2017

10. Журнал холодильная техника 2015-2019

11. Интернет-ресурсы:

- Сайт Danfoss.ru
- Сайт WSR.ru

«Костромской торгово-экономический колледж»
(ОГБПОУ «КТЭК»)

Комплекс контрольно-измерительных материалов по МДК 02.03. система MOODLE

Наименование дисциплины

МДК 02.03 «Организация ремонта холодильного оборудования»

Для обучающихся группы механического отделения группы **3-12**

Кострома, 2020

Аннотация

Данные КИМы составлены в соответствии в соответствии с VIII разделом Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) среднего профессионального образования «для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ОПОП (текущая и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств (ФОС) позволяющие оценить знания, умения и освоенные компетенции».

Разработанные КИМы предназначены для проверки итогового контроля (экзамен) обучающихся 3 курса очной формы обучения: по специальности 15.02. 05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании». Они разработаны на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании» для дисциплины МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования».

КИМы составлены в соответствии с требованиями стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».

Целью данных КИМ является определение уровня усвоения изученного материала и сформированности предметных результатов по дисциплине МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» в ввиде промежуточной аттестации (экзамен), согласно, календарно-тематического плана по дисциплине.

Содержание

Введение……..367
Билет №1 ……475
Билет №2 ……476
Билет №3 ……477
Билет №4 ……478
Билет №5 ……479
Билет №6 ……480
Билет №7 ……481
Билет №8 ……482
Билет №9 ……483
Билет №10 ……..484
Билет №11 ……..485
Билет №12 ……..486
Билет №13 ……..487
Билет №14 ……..488
Билет №15 ……..489
Билет №16 ……..490
Билет №17 ……..491
Билет №18 ……..492
Билет №19 ……..493
Билет №20 ……..494
Билет №21 ……..495
Билет №22 ……..496
Билет №23 ……..497
Билет №24 ……..498
Заключение……..499

Введение

Задания для итогового контроля (экзамен) и методические рекомендации по их выполнению являются составной частью учебно-методического комплекса дисциплины МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» и определяют уровень освоения обучающимися по данной учебной дисциплине.
Задания для итогового контроля (экзамен) и методические рекомендации по их выполнению разработаны на основе стандарта (далее ФГОС) по специальности 15.02.05 «Техническая эксплуатация оборудования в торговле и общественном питании».
Задания для итогового контроля (экзамен) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины, в виде промежуточной аттестации (экзамен).

Структура контрольных измерительных материалов экзаменационные билеты.
Экзаменационные билеты по дисциплине является неотъемлемой частью нормативного – методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися программы подготовки квалифицированных рабочих и служащих (далее ППКРС), программы подготовки специалистов среднего звена (далее –ППССЗ) и обеспечивает повышение качества образовательного процесса колледжа.
Экзаменационные билеты по дисциплине используется при проведении промежуточной аттестации обучающихся.

Экзаменационные билеты входят в состав учебно – методического комплекса дисциплины МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования».

В экзаменационном билете предусмотрено 2 теоретических вопроса. Вопрос 3 - практическая задача. Условие задачи прописано в билете. Количество билетов по экзамену составляет 24 штуки.

Экзамен начинается и заканчивается согласно открытому времени. Время выполнение экзамена ограничено 65 минутами. Дается две попытки.
Задачи на поиск 9 неисправностей учебник Котзаогланиан. Все эти задачи были рассматрены на практических работах 7,8,9,10 .
Кто не может решить задачу или сомневается в ее выполнении, пробуйте вторую попытку!

Оценка выставляется Следующим образом за каждый вопрос один бал. Плюс 0,5 балла за развернутый ответ. Итого 4,5 балла + 0,5 балла за оформление. Итого 5 баллов.
При не решении задачи происходит вычитание 3-х баллов, из общего полученного числа.

Критерии оценки ответа на экзамене

Знания, умения, компетенции обучающихся при промежуточной аттестации в форме экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- «5» (отлично) – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.
- «4» (хорошо) – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.
- «3» (удовлетворительно) – обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.
- «2» (неудовлетворительно) – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не выполняет практические задания, задачи.

Данный учебно-методический комплекс разработан для выполнения экзамена в форме ДО, используя систему Moodle.
Номер билета формируется автоматически методом случайных чисел. Оформление билета выполнено в виде элемента системы Moodle «Тест» используя случайный вопрос. В базе данных вопросов по данному «Тесту» заложено необходимое количество вопросов, соответствующее количеству билетов экзамена. Тип вопроса «Эссе», что допускает в ответе загрузить файл и/или ввести текст. Ответ будет оценен преподавателем вручную. Оценку студент увидит после оценивания преподавателем билета в оценке «Тест» и в ведомости оценок по экзамену изучаемой дисциплины.

Пример экзаменационного билета в системе Moodle Билет №5

Вопрос 1

Пока нет ответа

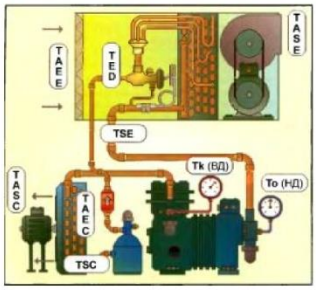
Балл: 5,00

Экзаменационный билет №5

Вопрос 1. Основы технического обслуживания и текущих ремонтов.

Вопрос 2. Проблема запуска компрессора в зимний период.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-5^0C	**$+42^0$C**	**$+40^0$C**	$+39^0$C	**$+14^0$C**	**$+26^0$C**	$+20^0$C	**$+30^0$C**	$+35^0$C

Максимальный размер новых файлов: 9Гбайт, максимальное количество прикрепленных файлов: 3

Файлы

Для загрузки файлов перетащите их сюда.

НАЧАТЬ СНАЧАЛА СОХРАНИТЬ ОТОБРАЗИТЬ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ ОТПРАВИТЬ И ЗАВЕРШИТЬ

ЗАКРЫТЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПРОСМОТР

Техническая информация

Используемый режим: Оцениваемый вручную

Минимальный балл: 0

Максимальный балл: 1

Вариант вопроса: 1

Резюме вопроса: ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №5 Вопрос 1. Основы технического обслуживания и текущих ремонтов. Вопрос 2. Проблема запуска компрессора в зимний период. Вопрос 3. ЗАДАЧА.Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур. _Манометры_ _Измерения на трубопроводах_ _Измерения по воздуху_ НД ВД Выход конденсатора Вход ТРВ Выход испарителя _ИСПАРИТЕЛЬ_ _КОНДЕНСАТОР_ Т0 ТК TSC TED TSE TAEE TASE TAEC TASC -50C +420C +400C +390C +140C +260C +200C +300C +350C

Резюме правильного ответа:

Характеристика ответа:

Состояние вопроса: todo

Свернуть всё

Настройки попытки

Режим поведения вопросов	Отложенный отзыв
Балл	5

НАЧАТЬ СНОВА С ЭТИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Настройки отображения

Правилен ли ответ	Не показывать
Баллы	Показывать только максимально возі
Количество знаков после запятой в оценке	2
Отзыв для конкретного варианта ответа	Не показывать
Общий отзыв к вопросу	Не показывать
Правильный ответ	Не показывать
История ответов	Не показывать

ОБНОВИТЬ НАСТРОЙКИ ОТОБРАЖЕНИЯ

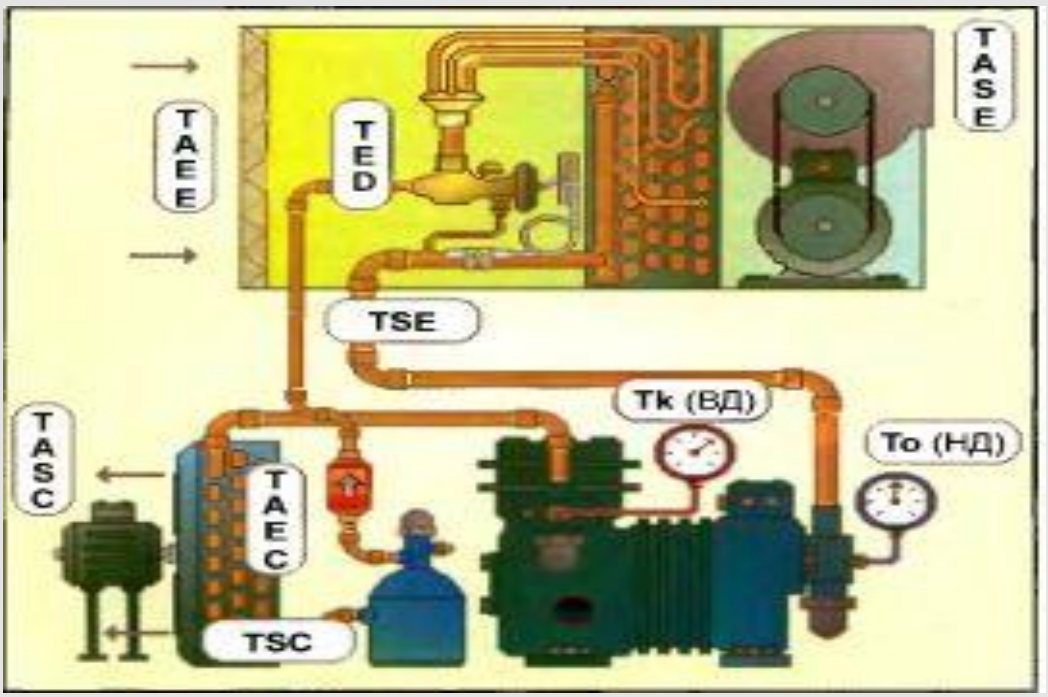
Экзаменационный Билет №1

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1. Организация ремонтных работ.

Вопрос 2. Проблемы перетекания жидкого хладагента при остановках компрессора.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-3°C	**+40°C**	**+35°C**	**+30°C**	**+18°C**	**+26°C**	+20°C	+30°C	+35°C

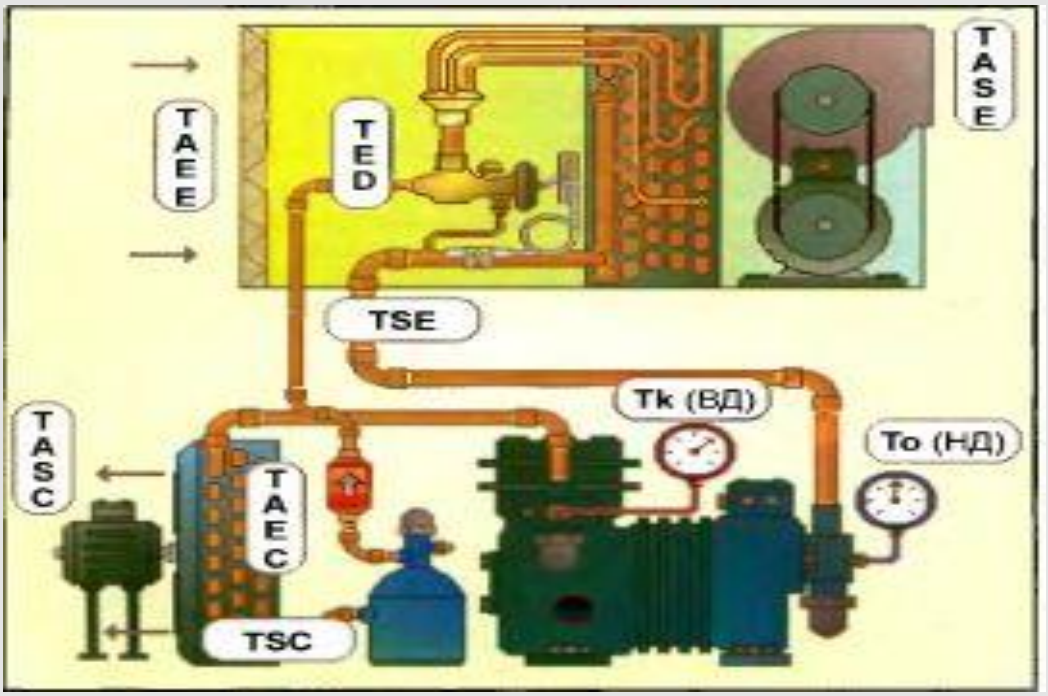
Экзаменационный Билет №2

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1. Текущий ремонт холодильного оборудования. Износы и поломки компрессоров.

Вопрос 2. Проблемы отключения компрессора в зимний период.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+7°C	+51°C	+38°C	+37°C	+13°C	**+24°C**	**+18°C**	+28°C	+33°C

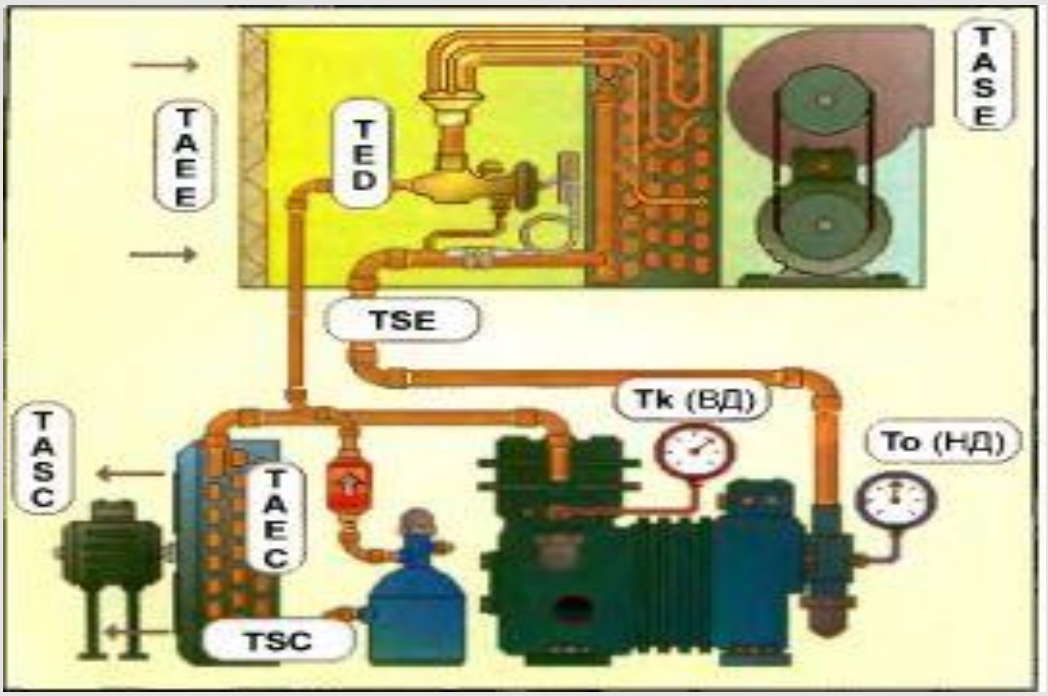
Экзаменационный Билет №3

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1. Диагностирование работы холодильной установки. Полный алгоритм неисправности: слишком низкая производительность.

Вопрос 2. Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-3°C	**+40°C**	**+35°C**	**+30°C**	**+18°C**	**+26°C**	+20°C	+30°C	+35°C

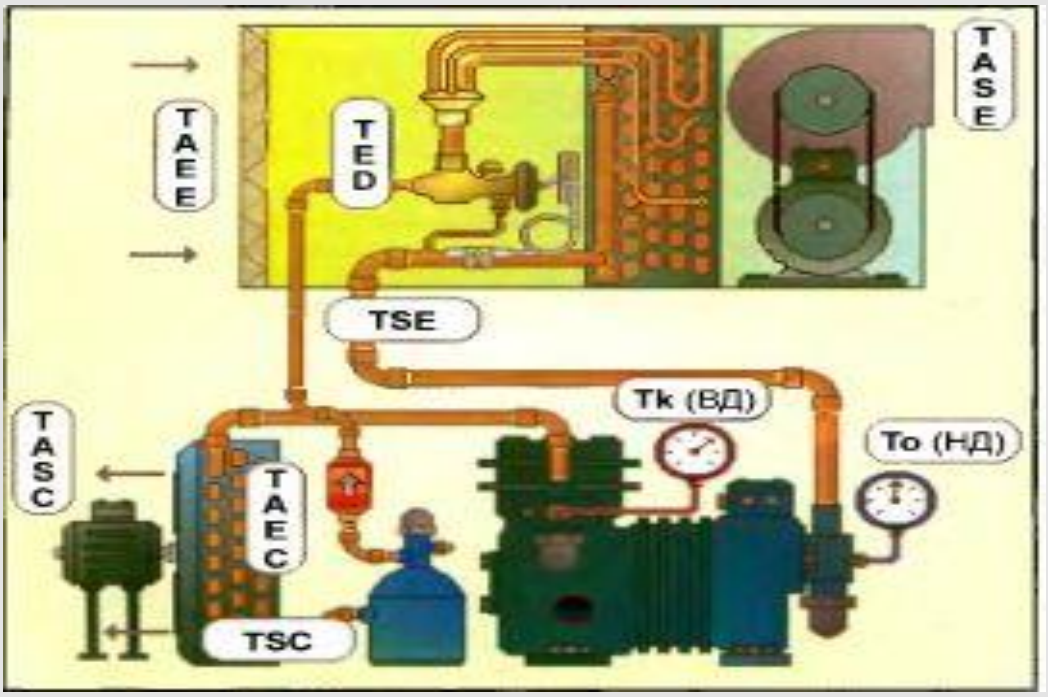
Экзаменационный Билет №4

Экзаменационный билет №4

Вопрос 1. Работа и облегчение пуска компрессора с капиллярным расширительным устройством.

Вопрос 2. Регулятор давления конденсации. Перечень неисправностей.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+9°C	**+54°C**	**+52°C**	+50°C	+15°C	+26°C	+21°C	**+30°C**	**+33°C**

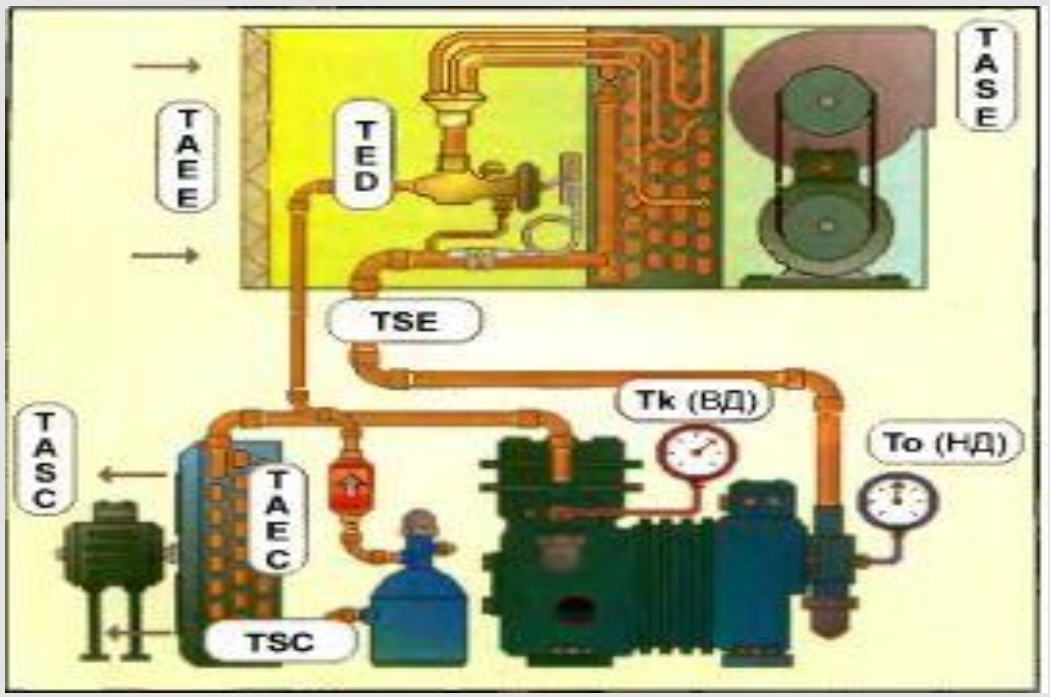
Экзаменационный Билет №5

Экзаменационный билет №5

Вопрос 1. Основы технического обслуживания и текущих ремонтов.

Вопрос 2. Проблема запуска компрессора в зимний период.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-5°C	**+42°C**	**+40°C**	+39°C	**+14°C**	**+26°C**	+20°C	**+30°C**	+35°C

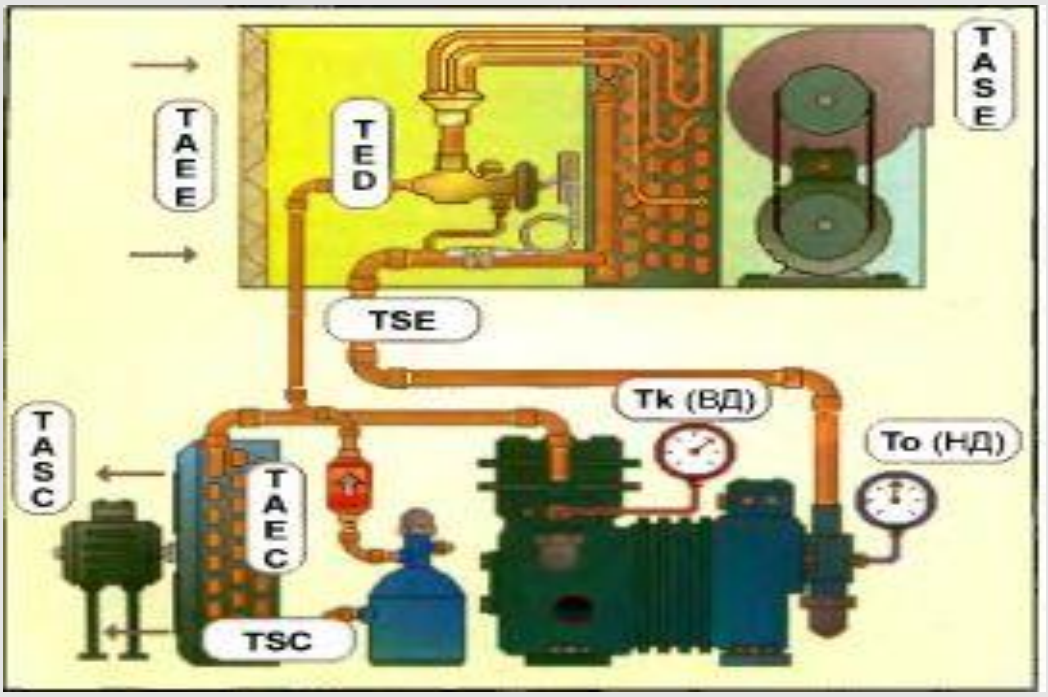
Экзаменационный Билет №6

Экзаменационный билет №6

Вопрос 1.Неисправность чрезмерная заправка хладагента в контуре.

Вопрос 2. Как устранить проблемы возможности тактования компрессора при одномоментном вакуумировании.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+9°C	**+52°C**	**+50°C**	+48°C	**+15°C**	**+25°C**	+20°C	**+30°C**	+43°C

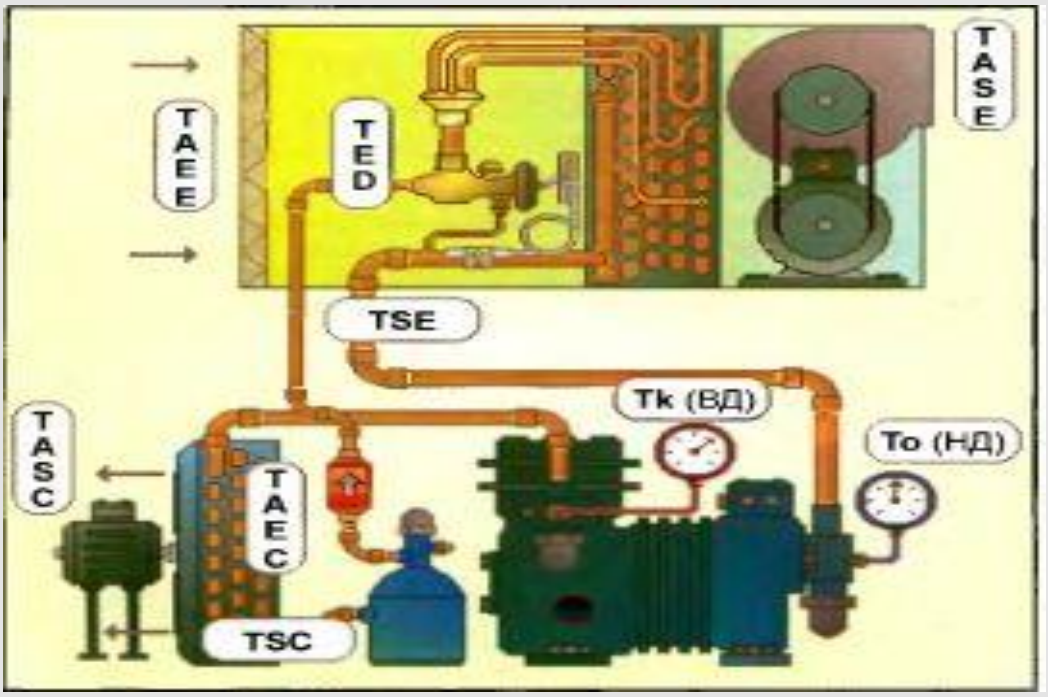
Экзаменационный Билет №7

Экзаменационный билет №7

Вопрос 1.Симптомы и алгоритм неисправности слишком слабый испаритель.

Вопрос 2. Для чего необходимо проводить предварительное ваккумирование перед остановкой компрессора.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-3°C	**+40°C**	**+35°C**	+34°C	**+2°C**	**+26°C**	+11°C	**+31°C**	+36°C

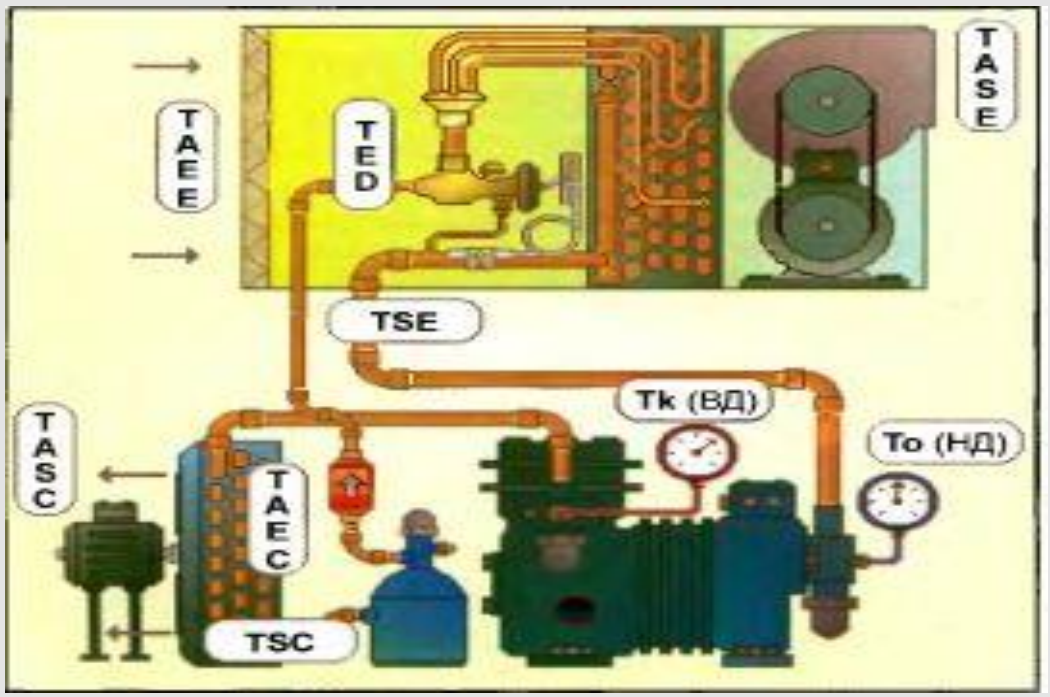
Экзаменационный Билет №8

Экзаменационный билет №8

Вопрос 1.ТРВ с внутренним уравниванием. Анализ работы.

Вопрос 2.Остановка компрессора с автоматическим вакуумированием.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_k**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-3°C	**+40°C**	**+38°C**	+37°C	**+12°C**	**+24°C**	+18°C	**+28°C**	+33°C

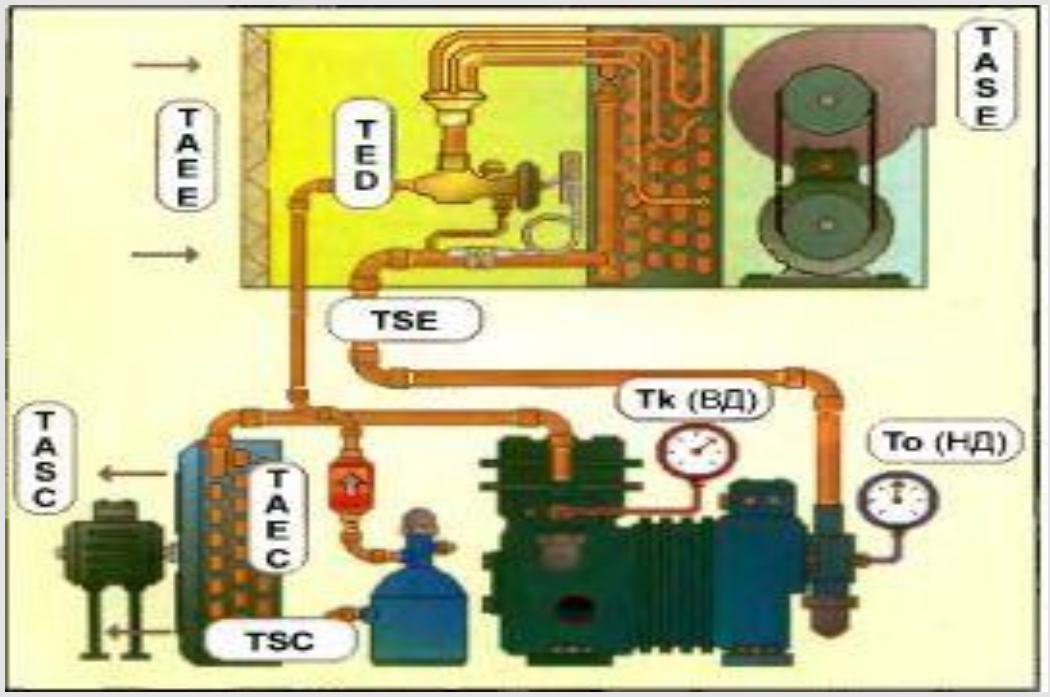
Экзаменационный Билет №9

Экзаменационный билет №9

Вопрос 1.ТРВ с внешним уравниванием. Анализ работы.

Вопрос 2.Остановка компрессора с минимальной защитой.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



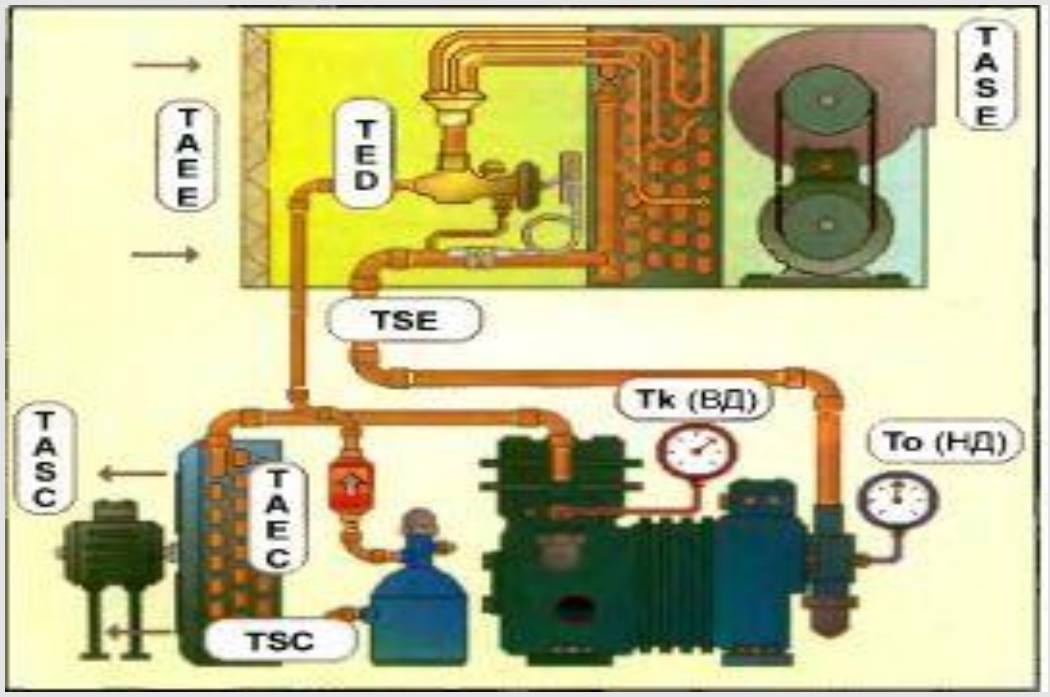
Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_c**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-1°C	**+38°C**	**+33°C**	**+28°C**	**+16°C**	**+24°C**	+18°C	+28°C	+33°C

Экзаменационный Билет №10

Экзаменационный билет №10

Вопрос 1.Переохлаждение в конденсаторах с воздушным охлаждением. Полный температурный перепад.

Вопрос 2.Проблема заправки хладагентом установки с капиллярным расширительным устройством.
Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-4°C	**+41°C**	**+39°C**	+38°C	**+13°C**	**+25°C**	+19°C	**+29°C**	+34°C

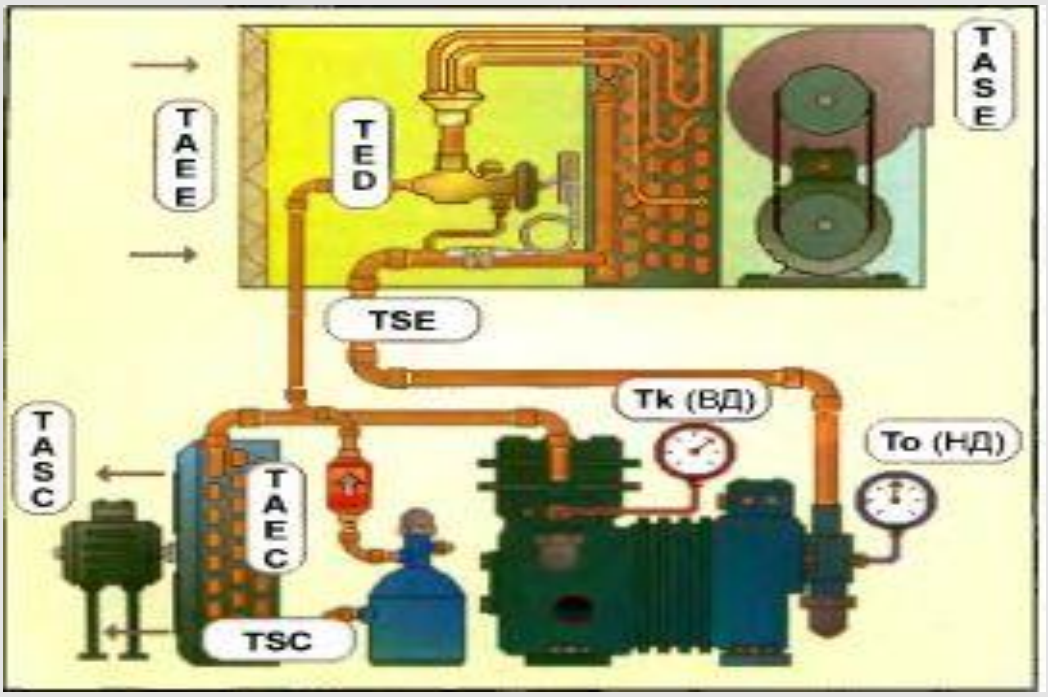
Экзаменационный Билет №11

Экзаменационный билет №11

Вопрос 1.Анализ случаев аномального переохлаждения конденсатора с воздушным охлаждением.

Вопрос 2.Устранение циклов пуск-останов в схеме с одномоментным вакуумированием.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+12°C	**+39°C**	+34°C	+33°C	+18°C	**+26°C**	+20°C	**+30°C**	+35°C

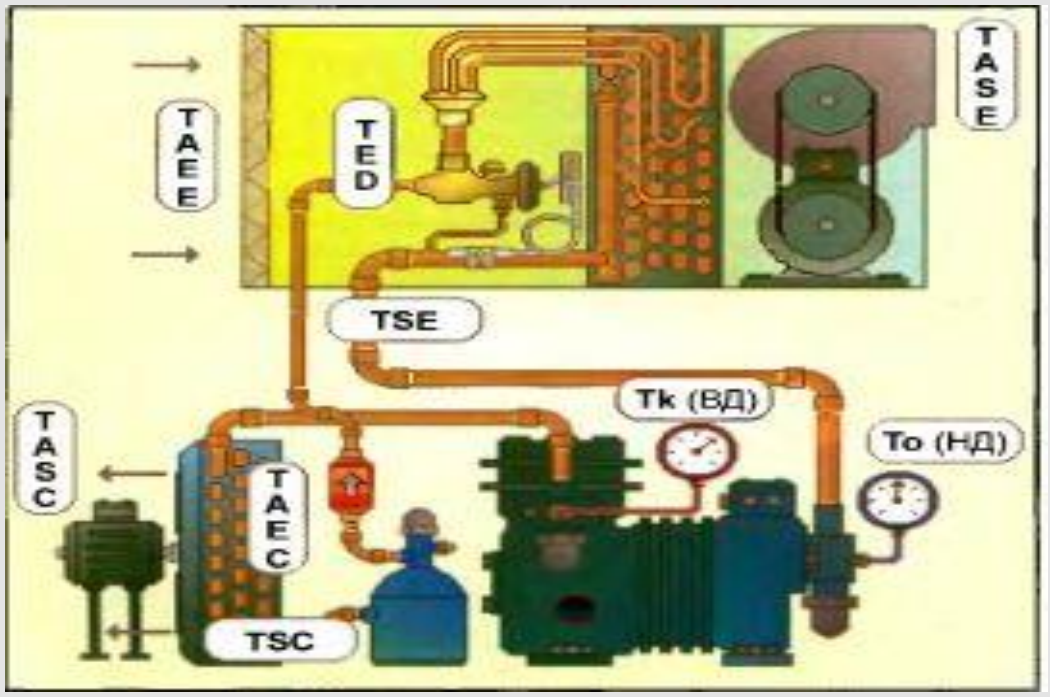
Экзаменационный Билет №12

Экзаменационный билет №12

Вопрос 1.Нормальная работа и перегрев в испарителе с прямым циклом расширения.

Вопрос 2.Остановка компрессора с одномоментным вакуумированием.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+8°C	**+53°C**	**+51°C**	+49°C	+14°C	+25°C	+20°C	**+29°C**	**+31°C**

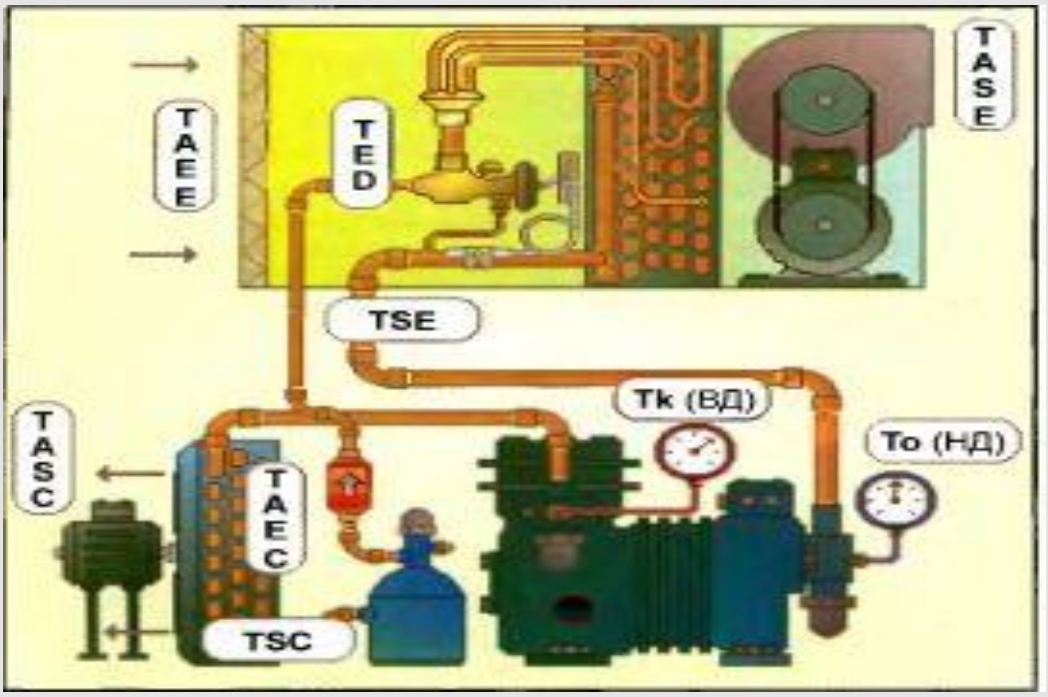
Экзаменационный Билет №13

Экзаменационный билет №13

Вопрос 1.Анализ причин аномального перегрева.

Вопрос 2.Проблема продолжительности переходного режима при запуске в холодное время.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+7°C	**+52°C**	**+50°C**	+48°C	+13°C	+24°C	+19°C	**+28°C**	**+31°C**

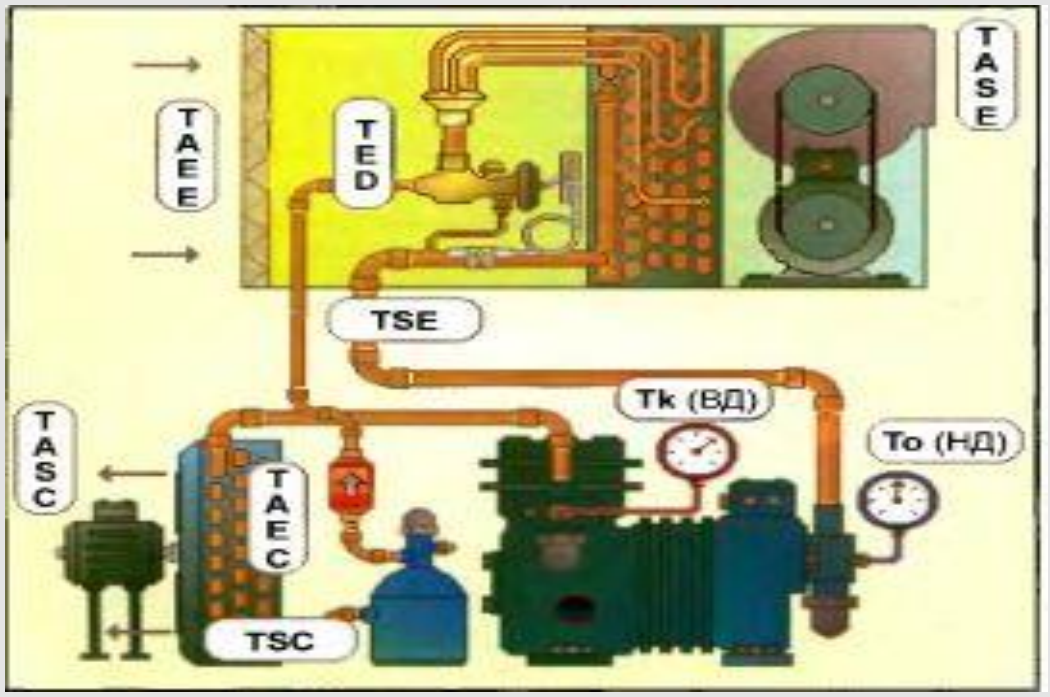
Экзаменационный Билет №14

Экзаменационный билет №14

Вопрос 1.Влияние перегрева на хладопроизводительность испарителя.

Вопрос 2.Определение количества заправляемого хладагента установки с капиллярным расширительным устройством.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+10°C	**+37°C**	+32°C	+31°C	+16°C	**+24°C**	+18°C	**+28°C**	**+33°C**

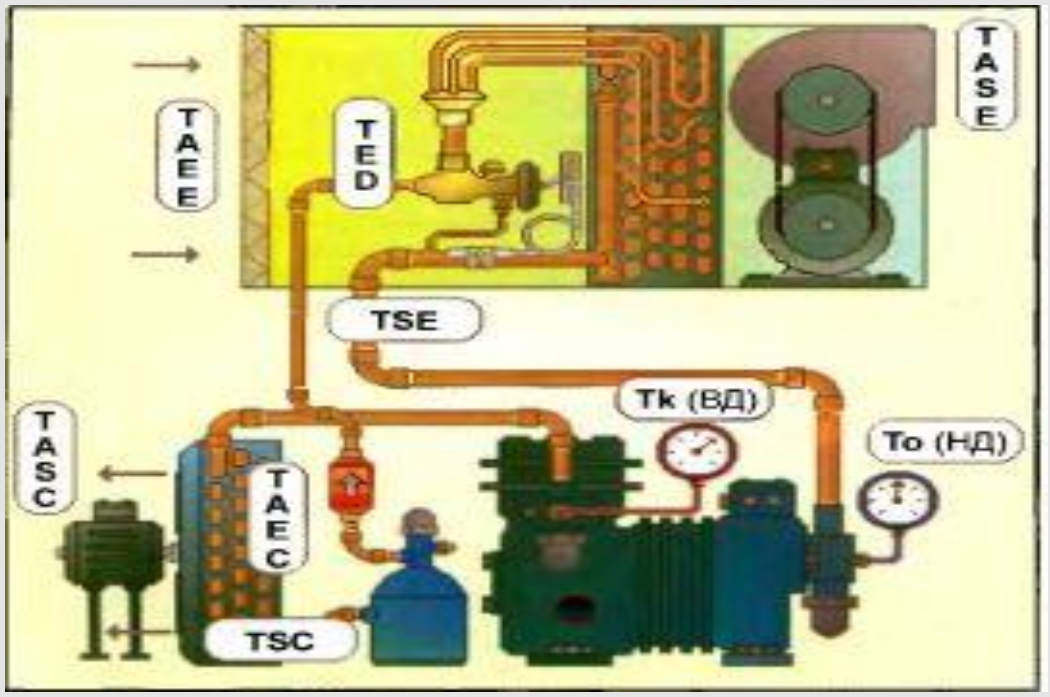
Экзаменационный Билет №15

Экзаменационный билет №15

Вопрос 1.Влияние температуры охлаждающего воздуха испарителя.

Вопрос 2. Устранение циклов пуск-останов в схеме с минимальной защитой.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+11°C	**+38°C**	+33°C	+32°C	+17°C	**+25°C**	+19°C	**+29°C**	**+34°C**

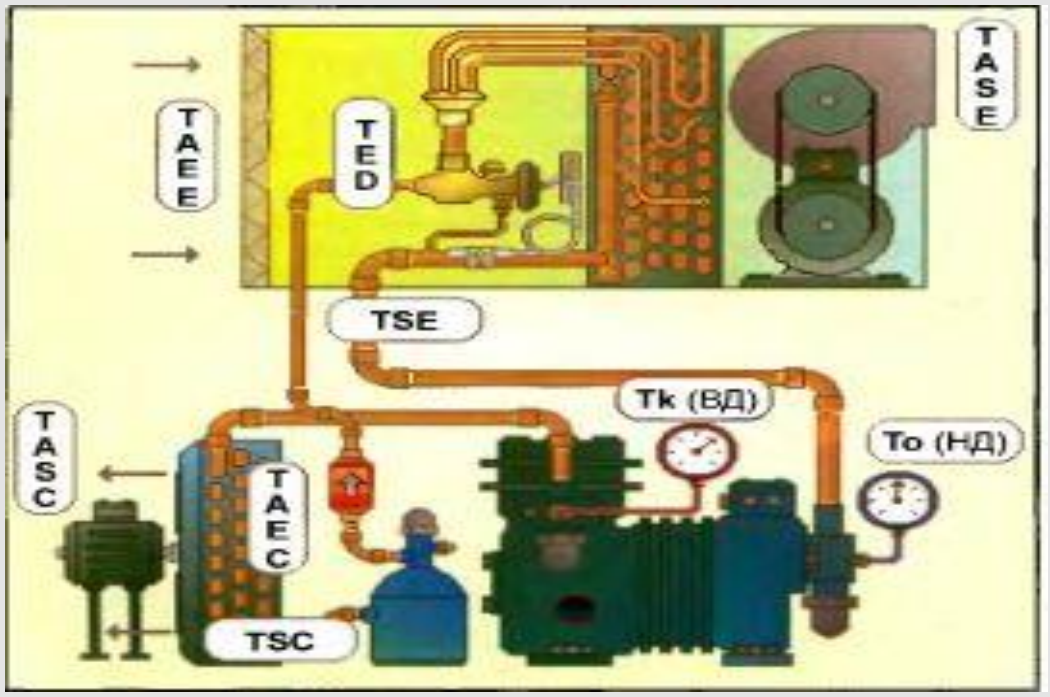
Экзаменационный Билет №16

Экзаменационный билет №16

Вопрос 1.Изменение хладопроизводительности компрессора в зависимости от рабочих давлений.

Вопрос 2. Поиск утечек хладагента в контуре установки.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-2°C	+40°C	+35°C	+34°C	**+2°C**	**+26°C**	**+22°C**	+30°C	+35°C

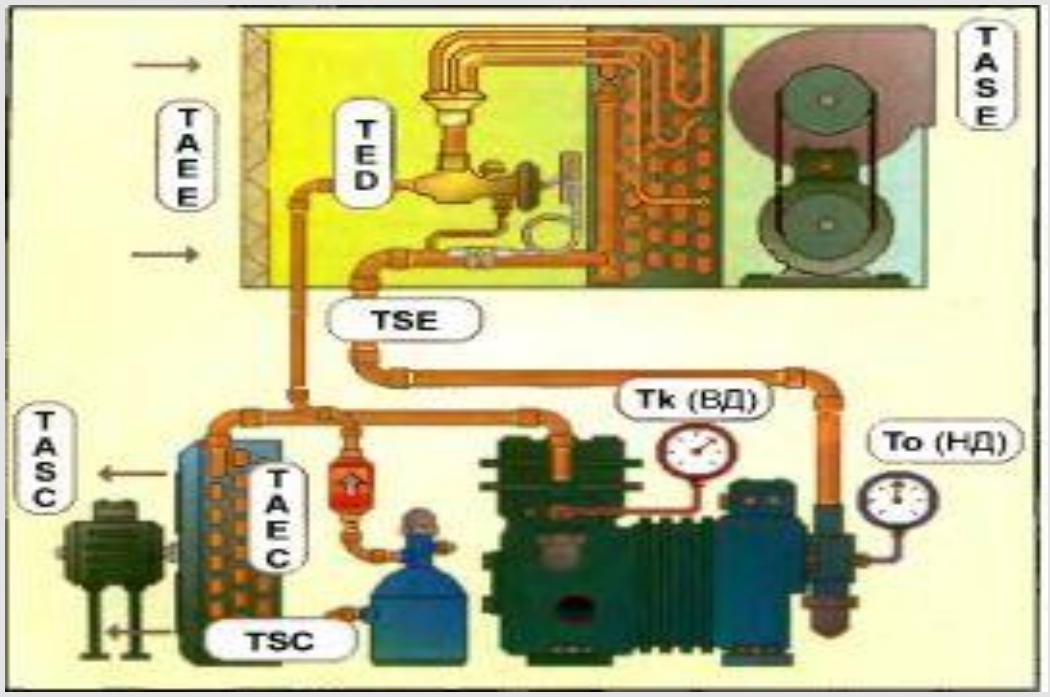
Экзаменационный Билет №17

Экзаменационный билет №17

Вопрос 1. Пульсации и производительность ТРВ.

Вопрос 2. Проблемы со смесевыми хладагентами, имеющие температурный гистерезис (точка росы и температура вскипания).

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-2°C	**+39°C**	**+34°C**	**+29°C**	**+17°C**	**+25°C**	+19°C	+29°C	+34°C

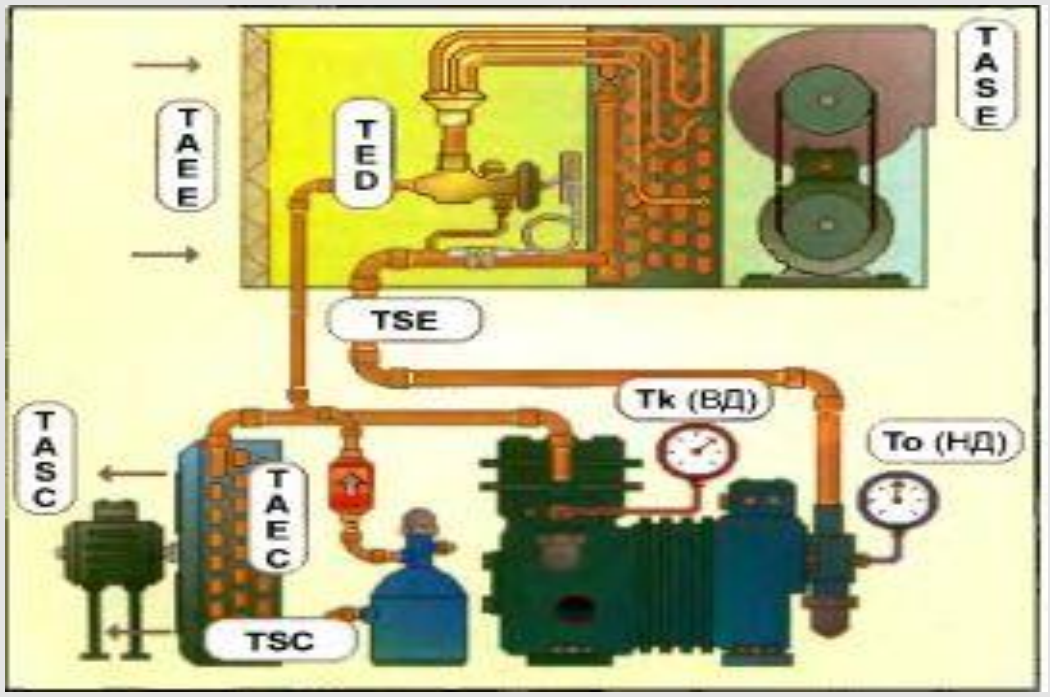
Экзаменационный Билет №18

Экзаменационный билет №18

Вопрос 1.Обобщение признаков низкой пропускной способности ТРВ и их алгоритм выявления.

Вопрос 2. Проверка наличия неконденсирующихся примесей в контуре.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+9°C	**+53°C**	**+40°C**	+39°C	+15°C	+26°C	+20°C	**+30°C**	+35°C

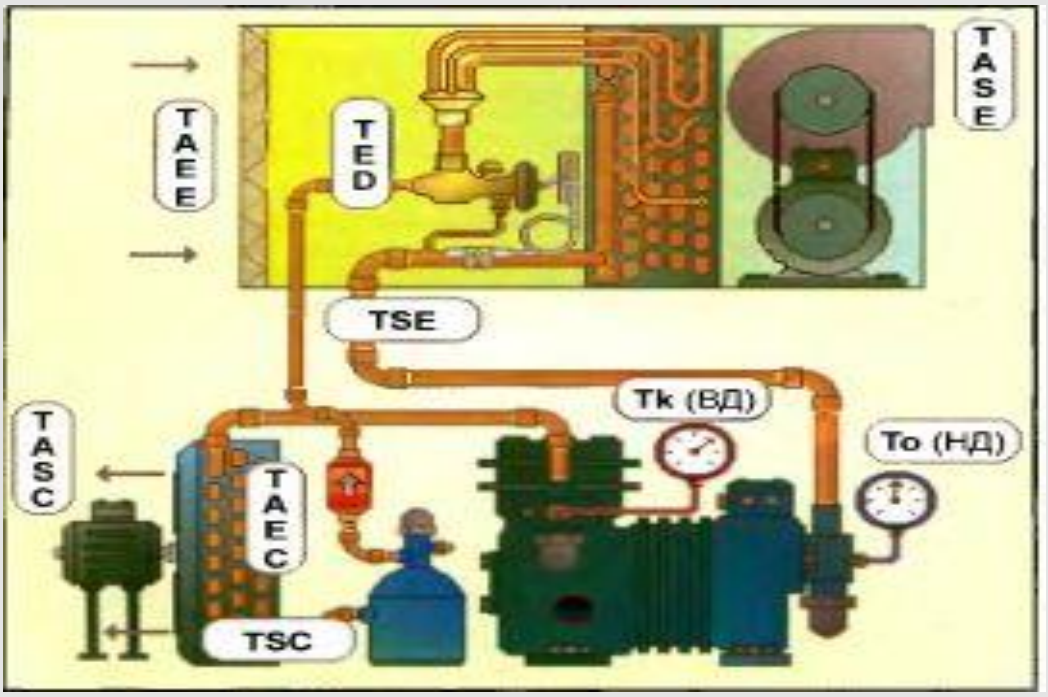
Экзаменационный Билет №19

Экзаменационный билет №19

Вопрос 1.Симптомы и алгоритм неисправности слишком слабый конденсатор.

Вопрос 2. Нехватка хладагента в контуре установки.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_0	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-4°C	+38°C	+33°C	+32°C	**+0°C**	**+22°C**	**+20°C**	+28°C	+33°C

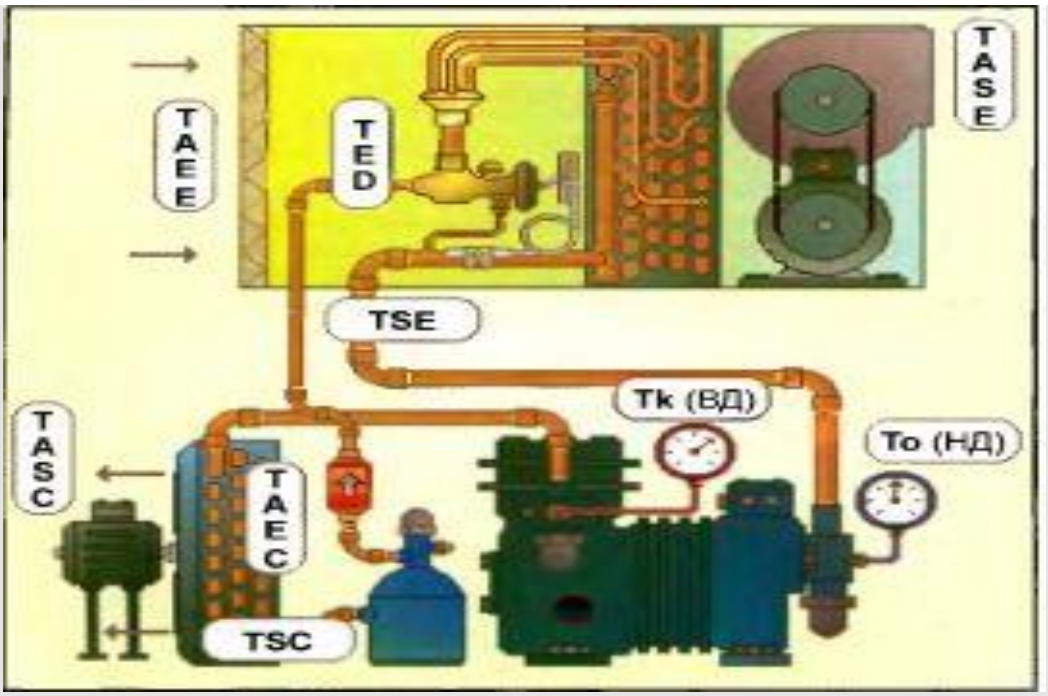
Экзаменационный Билет №20

Экзаменационный билет №20

Вопрос 1.Причины разрушения клапанов холодильных компрессоров.

Вопрос 2. Преждевременное дросселирование в жидкостной магистрали.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_c**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-3°C	**+39°C**	**+33°C**	**+32°C**	**+14°C**	**+25°C**	+19°C	+29°C	+34°C

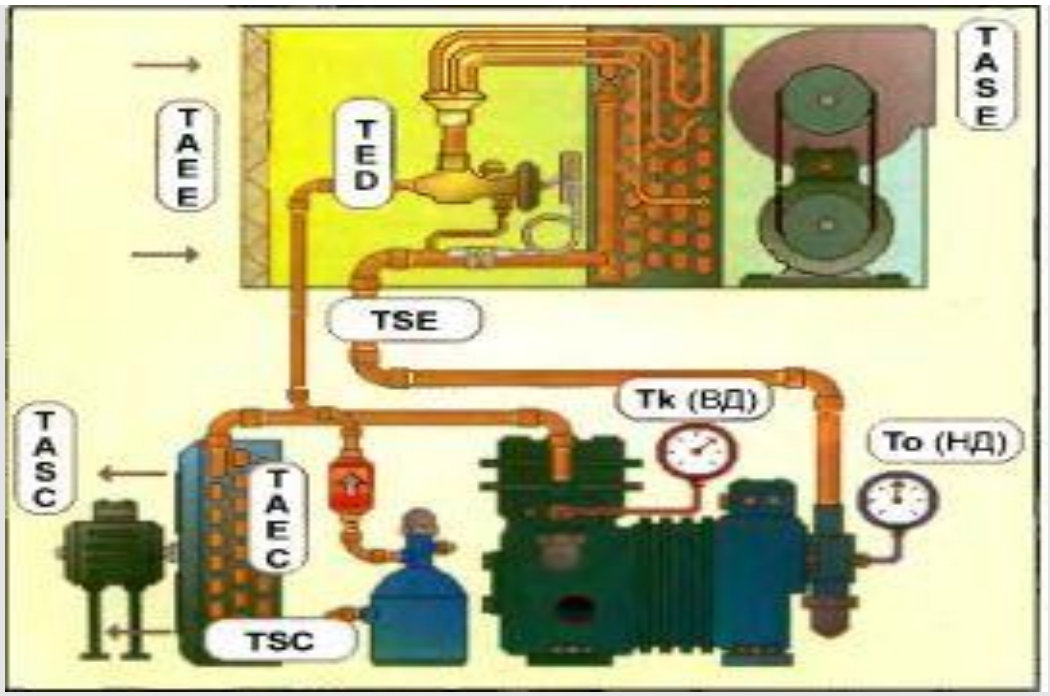
Экзаменационный Билет №21

Экзаменационный билет №21

Вопрос 1. Симптомы и алгоритм неисправности слишком слабый компрессор.

Вопрос 2. Проблема заправки хладагентом в контуре установки.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_c**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+10°C	**+53°C**	**+51°C**	+49°C	+16°C	+26°C	+21°C	**+31°C**	**+44°C**

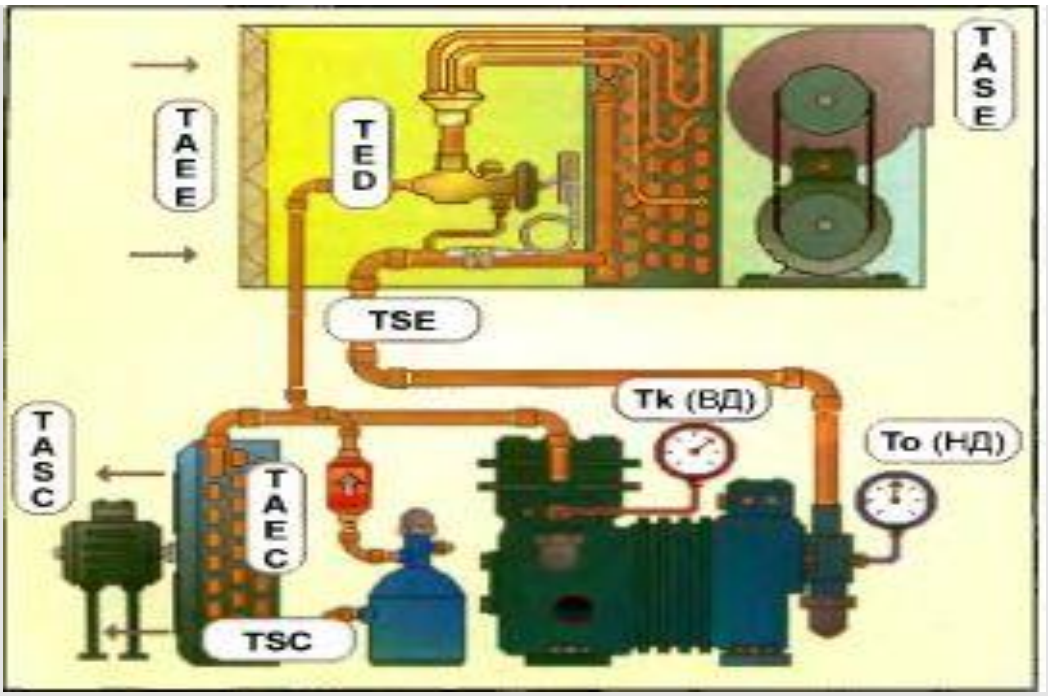
Экзаменационный Билет №22

Экзаменационный билет №22

Вопрос 1. Применение и проблемы использования регулятора производительности.

Вопрос 2. Проблемы в работе воздушных конденсаторов в зимний период.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**$T_к$**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-6°C	**+38°C**	**+34°C**	**+33°C**	**+13°C**	**+24°C**	+18°C	+28°C	+33°C

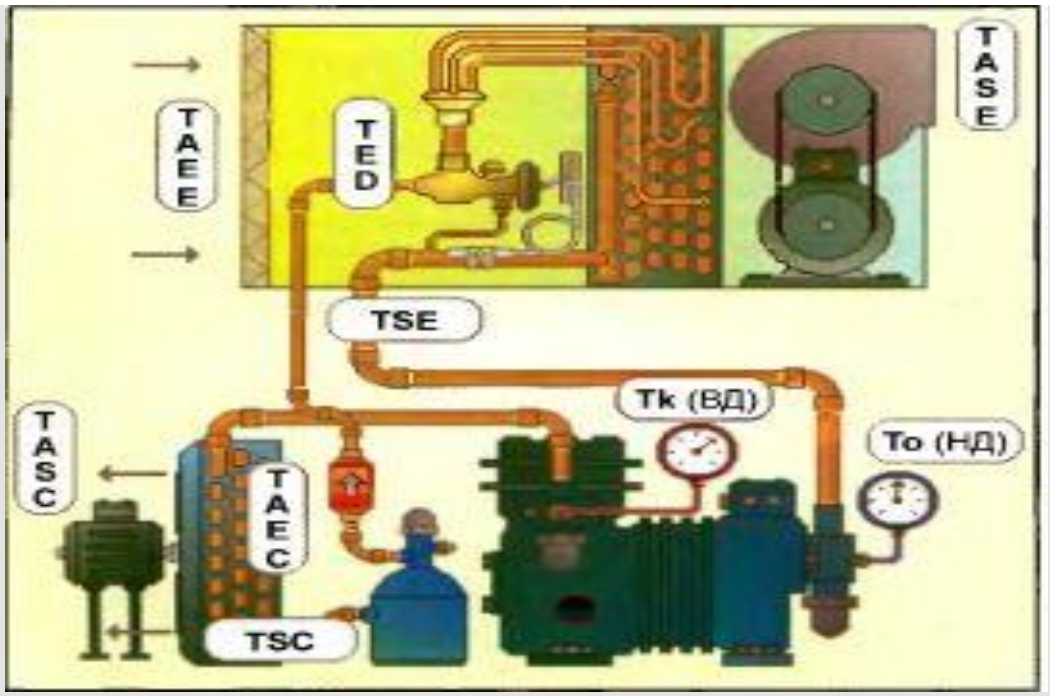
Экзаменационный Билет №23

Экзаменационный билет №23

Вопрос 1. Поиск утечек хладагента в контуре установки.

Вопрос 2. Схемы пусковых устройств однофазных электродвигателей.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_c**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
+8°C	**+51°C**	**+49°C**	+47°C	+14°C	+24°C	+19°C	**+29°C**	**+42°C**

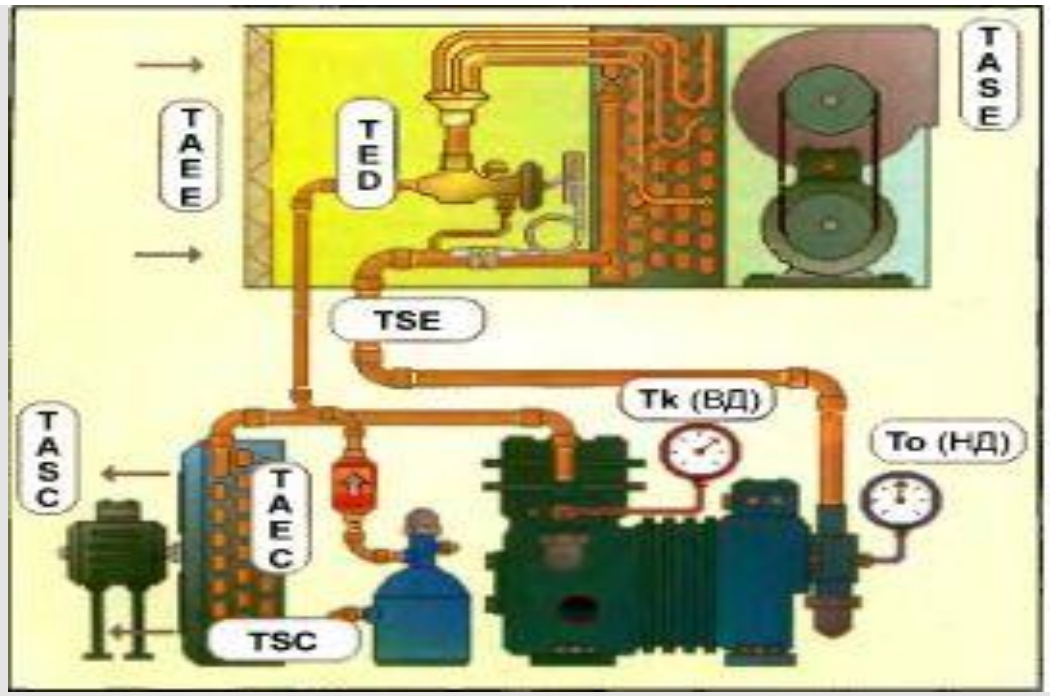
Экзаменационный Билет №24

Экзаменационный билет №24

Вопрос 1. Симптомы и алгоритм неисправности наличием в контуре неконденсирующихся примесей.

Вопрос 2. Проблема частых включений компрессора.

Вопрос 3. **Задача.**Найти неисправность в работе холодильной установке при измеренных параметрах работы, определив необходимые перепады температур.



Манометры		*Измерения на трубопроводах*			*Измерения по воздуху*			
НД	ВД	Выход конденсатора	Вход ТРВ	Выход испарителя	***Испаритель***		***Конденсатор***	
T_o	**T_c**	**TSC**	**TED**	**TSE**	**TAEE**	**TASE**	**TAEC**	**TASC**
-5°C	+38°C	+33°C	+32°C	**+0°C**	**+24°C**	**+9°C**	+29°C	+34°C

Заключение

Подходы к отбору содержания, разработке структуры контрольных измерительных материалов в настоящее время существенно возрастает. Роль профессиональной подготовки в повседневной жизни, в выбранной профессии, в модели экзамена по дисциплине , усиление акцентов на контроль способности применять полученные знания на практике, развитие логического мышления, умения работать с информацией. Содержание экзаменационных билетов построено на традициях российского холодильного образования. КИМ для дисциплины МДК 02.03 «Ремонт холодильного оборудования» позволяет

проверять базовые умения и навыки профессиональной деятельности по холодильному оборудованию : умение решать стандартные задачи практического жизненного содержания по выбранной профессии; умение проводить простейшие расчеты и подбор выбранного оборудования ; умение анализировать информацию по поиску неисправностей при эксплуатации холодильной установки; умение использовать простейшие и типовые схемы холодильных установок ; умение ориентироваться в строительных конструкциях; умение решать, в том числе, сложные задачи, требующие логических рассуждений по оптимальному режиму работы холодильной установки; умение использовать для решения поиска неисправностей работы холодильного оборудования учебную и справочную информацию.

Содержание и структура экзаменационной работы дают возможность достаточно полно проверить комплекс умений и навыков по дисциплине:
 уметь использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни;
 уметь выполнять вычисления при подборе холодильного оборудования;
 уметь решать задачи по поиску неисправностей холодильного оборудования;
 уметь выполнять действия при техническом обслуживании холодильного оборудования;
 уметь выполнять действия при ремонте холодильного оборудования;
 уметь строить планировку холодильника.