

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

*Кафедра Технологического и  
холодильного оборудования*

**Методические указания  
к самостоятельному изучению дисциплины  
«Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной  
техники»  
для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03  
«Холодильная, криогенная техника и системы  
жизнеобеспечения»  
бакалаврская программа: «Холодильная техника и  
технология»**

**Мурманск**

**2020**

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины  
**«Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»**  
рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика  
***Технологического и холодильного оборудования***

«23» июня 2020 протокол № 8.

дата

Составитель – Иваней Александр Антонович, к.т.н., доцент кафедры  
технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент,  
заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

## **ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины **«Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»** составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», утвержденного 12.03.2015 г, № 198 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 27.03.2020, протокол № 8 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», направленность/специализация: «Холодильная техника и технология».

**Целью дисциплины** является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для специальности 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

**Задачи дисциплины:** состоят в формировании умений и навыков по следующим направлениям профессиональной деятельности: основные неисправности и закономерности. Работа терморегулирующего вентиля (ТРВ). Преждевременное дросселирование хладагента. Чрезмерная заправка. Устранение неисправностей. Ремонт электрооборудования

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

### **Знать:**

– основные неисправности и закономерности. Правильность настройки и работы ТРВ. Последствия преждевременного дросселирования хладагента, чрезмерной заправки и других неисправностей.

### **Уметь:**

– правильно настраивать приборы и оборудование, исправлять основные неисправности в холодильных установках и оборудовании.

### **Владеть:**

– навыками эксплуатации и ремонта контрольно-измерительных, регулирующих приборов и оборудования.

### **Содержание разделов дисциплины:**

Основные неисправности и закономерности. Работа терморегулирующего вентиля (ТРВ). Преждевременное дросселирование хладагента. Чрезмерная заправка. Устранение неисправностей. Ремонт электрооборудования.

**Реализуемые компетенции:** ПК-9; ПК-10.

**Формы отчетности:**

Очная форма обучения: семестр 8 – зачет с оценкой, к/р.

Заочная форма обучения: курс 5 – зачет с оценкой, к/р.

**Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины «**Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники**» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-9 - готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.</p> <p><b>Обладать:</b> навыками выполнения проектно-конструкторских и расчетных работ машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.</p>
2.	ПК-10 - готовностью участвовать в работах по технико-	Компетенция реализуется	<p><b>Знать:</b> устройство и работу холодильных установок.</p> <p><b>Уметь:</b> участвовать в работах по технико-экономическим</p>

	экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	полностью	обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.  <i>Обладать:</i> навыками работы по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.
--	---	-----------	--

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-9 - готовностью выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов	Компетенция реализуется полностью	<i>Знать:</i> устройство и работу холодильных установок.  <i>Уметь:</i> выполнять проектно-конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.  <i>Обладать:</i> навыками выполнения проектно-конструкторских и расчетных работ машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.
2.	ПК-10 - готовностью участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	Компетенция реализуется полностью	<i>Знать:</i> устройство и работу холодильных установок.  <i>Уметь:</i> участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.  <i>Обладать:</i> навыками работы по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.

**Целью** настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине **«Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»**, при подготовке и сдаче зачета с оценкой, а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

## Введение

Дисциплина **«Диагностика, ремонт и монтаж низкотемпературной техники»** состоит из одного модуля и восьми тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить практические и лабораторные работы, контрольную работу для усвоения теории и завершить изучение модуля сдачей экзамена.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

### Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

**Таблица 3.**

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
1	2							
Модуль 1								
<i>Тема 1. Введение. Общие сведения. Основные закономерности. Влияние температуры и давления на состояние хладагентов. Конденсаторы с воздушным охлаждением. Переохлаждение в конденсаторах с воздушным охлаждением. Испаритель с прямым циклом расширения. Перегрев хладагента в испарителях.</i>	2	2	0	9	0,2	0	0	14
<i>Тема 2. Работа терморегулирующего вентиля (ТРВ). Анализ причин аномального перегрева. Влияние перегрева на холодопроизводительность. Влияние температуры охлаждаемого воздуха. Производительность ТРВ. Метод настройки ТРВ. Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность. Влияние величины давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора.</i>	2	4	0	9	0,3	2	0	14

<p><i>Тема 3. Устранение неисправностей. Сравнение кондиционеров и холодильных установок для торгового оборудования.</i></p> <p>Алгоритм выявления низкой пропускной способности ТРВ. Практические аспекты устранения неисправности, обусловленной низкой пропускной способностью ТРВ. Поиск утечек хладагента. Проблема заправки хладагентом. Нехватка хладагента в контуре. Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали. Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали.</p>	2	4	0	9	0,3	0	0	14
<p><i>Тема 4. Преждевременное дросселирование хладагента. Слабый испаритель. Практические аспекты устранения неисправности. Разрушение клапанов. Практические аспекты устранения неисправности.</i></p>	2	0	3	9	0,2	0	0	14
<p><i>Тема 5. Чрезмерная заправка. Практические аспекты устранения неисправности. Проверка наличия в контуре неконденсирующихся примесей. Неисправности, обусловленные наличием в контуре неконденсирующихся примесей. Слабый конденсатор. Практические аспекты устранения неисправности.</i></p>	2	0	3	9	0,3	0	0	14
<p><i>Тема 6. Основные неисправности. Проблема перетекания жидкого хладагента. Остановка холодильных компрессоров. Проблема повышенной частоты включения компрессоров. Регулятор производительности. Регулировка конденсаторов с воздушным охлаждением. Проблема запуска компрессоров при низких наружных температурах. Проблема продолжительности переходного режима при запуске в холодное время. Регулирование работы конденсаторов с воздушным охлаждением с помощью регулятора давления конденсации. Регулирование с помощью регулятора давления конденсации. Анализ неисправностей. Проблема возврата масла. Проблема управляющего тракта ТРВ. Регуляторы давления в картере. Проблема термобаллона ТРВ. Прессостатический расширительный клапан. Капиллярное расширительное устройство. Четырехходовой клапан обращения цикла.</i></p>	2	4	4	9	0,4	0	2	14
<p><i>Тема 7. Ремонт электрооборудования. Различные проблемы электрооборудования. Однофазные электродвигатели. Различные проблемы холодильного контура. Проблемы слива и повторного использования хладагентов. Проблемы, вызванные появлением новых хладагентов.</i></p>	2	0	4	12	0,3	0	0	14
Подготовка к промежуточной аттестации								4
<b>Итого:</b>	14	14	14	66	2	2	2	98

## 5. Контрольная работа «Основные неисправности»

**Таблица 4. - Перечень практических работ**

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов	
		очная	заочная

1	2	3	4
1	Алгоритм диагностирования преждевременного дросселирования хладагента.	3	
2	Алгоритм диагностирования чрезмерной заправки.	3	
3	Анализ и решение различных проблем термобаллона ТРВ.	4	2
4	Анализ и решение различных проблем электрооборудования.	4	
	<b>Итого:</b>	14	2

**Таблица 5. - Перечень лабораторных работ**

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов	
		очная	заочная
1	2	3	4
1	Влияние температуры и давления на состояние хладагентов.	2	
2	Метод настройки ТРВ.	4	2
3	Поиск утечек хладагента.	4	
4	Запуск компрессоров при низких наружных температурах.	4	
	<b>Итого:</b>	14	2

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**Основная литература**

№ п\п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	<b>Сластихин, Ю. Н.</b> Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508, [3] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 507-508. - ISBN 978-5-913081-11-7	-	+	80
2.	<b>Лашутина, Н. Г.</b> Холодильные машины и установки : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Н. Г. Лашутина, Т. А. Верхова, В. П. Суедов. - Москва : КолосС, 2007. - 439 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов средних специальных учебных заведений). - Библиогр.: с. 437. - ISBN 978-5-9532-0640-2	-	+	30
3.	<b>Абдульманов, Х. А.</b> Холодильные машины и установки, их эксплуатация : учеб. пособие / Х. А. Абдульманов, Л. И. Балыкова, И. П. Сарайкина; Центр. учеб.-метод. каб. по рыбохоз. образованию, Федер. агентство по рыболовству. - Москва : Колос, 2006. - 327 с. : ил. - Библиогр.: с. 324. - ISBN 5-10-003946-9. - ISBN 978-5-10-003946-4	-	+	48



### *Дополнительная литература*

№ п\п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров в печатном издании
1.	<b>Балькова, Л. И.</b> Кондиционирование воздуха. Компрессорные машины. Курсовое проектирование : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / Л. И. Балькова, И. П. Сарайкина. - Москва : Вектор-ТиС, 2008. - 240, [2] с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 221-222. - ISBN 978-5-93126-135-5	-	+	51
2.	<b>Курылев, Е. С.</b> Холодильные установки : учебник / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Политехника, 2004, 2000. - 576 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-7325-0419-2. - ISBN 5-7325-0690-X	-	+	64
3.	<b>Колиев, И. Д.</b> Судовые холодильные установки : учеб. пособие для вузов / И. Д. Колиев; М-во образования и науки Украины, Одес. нац. мор. акад. - Одесса : Фенікс, 2009. - 261, [2] с. : ил. - Библиогр.: с. 263. - ISBN 978-966-438-137-3 : 290-00. 39.464.3 - К 60	-	+	3

## **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Модуль 1.**

**Тема 1.** *Введение. Общие сведения. Основные закономерности.* Влияние температуры и давления на состояние хладагентов. Конденсаторы с воздушным охлаждением. Переохлаждение в конденсаторах с воздушным охлаждением. Испаритель с прямым циклом расширения. Перегрев хладагента в испарителях.

**Тема 2.** *Работа терморегулирующего вентиля (ТРВ).* Анализ причин аномального перегрева. Влияние перегрева на холодопроизводительность. Влияние температуры охлаждаемого воздуха. Производительность ТРВ. Метод настройки ТРВ. Влияние давления на массовый расход и холодопроизводительность. Влияние величины давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Как влияет температура и давление на состояние хладагентов?
2. Как определить перегрев хладагента в испарителях?
3. Как влияет перегрев на холодопроизводительность?
4. Как влияет величина давления нагнетания на силу тока, потребляемого электромотором компрессора?

## 5. Метод настройки ТРВ.

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические и лабораторные работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.**

**Тема 3. Устранение неисправностей.** Сравнение кондиционеров и холодильных установок для торгового оборудования. Алгоритм выявления низкой пропускной способности ТРВ. Практические аспекты устранения неисправности, обусловленной низкой пропускной способностью ТРВ. Поиск утечек хладагента. Проблема заправки хладагентом. Нехватка хладагента в контуре. Проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали.

**Тема 4. Преждевременное дросселирование хладагента.** Слабый испаритель. Практические аспекты устранения неисправности. Разрушение клапанов. Практические аспекты устранения неисправности.

### ***Вопросы для самоконтроля:***

1. Алгоритм выявления низкой пропускной способности ТРВ.
2. Как диагностировать нехватку хладагента в контуре?
3. В чем проблема внезапного вскипания хладагента в жидкостной магистрали?
4. Как диагностировать преждевременное дросселирование хладагента?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические и лабораторные работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.**

**Тема 5. Чрезмерная заправка.** Практические аспекты устранения неисправности. Проверка наличия в контуре неконденсирующихся примесей. Неисправности, обусловленные наличием в контуре неконденсирующихся примесей. Слабый конденсатор. Практические аспекты устранения неисправности.

**Тема 6. Основные неисправности.** Проблема перетекания жидкого хладагента. Остановка холодильных компрессоров. Проблема повышенной частоты включения компрессоров. Регулятор производительности.

Регулировка конденсаторов с воздушным охлаждением. Проблема запуска компрессоров при низких наружных температурах. Проблема продолжительности переходного режима при запуске в холодное время. Регулирование работы конденсаторов с воздушным охлаждением с помощью регулятора давления конденсации. Регулирование с помощью регулятора давления конденсации. Анализ неисправностей. Проблема возврата масла. Проблема управляющего тракта ТРВ. Регуляторы давления в картере. Проблема термобаллона ТРВ. Прессостатический расширительный клапан. Капиллярное расширительное устройство. Четырехходовой клапан обращения цикла.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Чем опасна чрезмерная заправка?
2. Что вы знаете о проблеме повышенной частоты включения компрессоров?
3. Как решается проблема запуска компрессоров при низких наружных температурах?
4. Как регулируется работа конденсаторов с воздушным охлаждением с помощью регулятора давления конденсации?
5. Какое назначение у прессостатического расширительного клапана?

**После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные и практические работы в соответствии с таблицами №№ 4 и 5.**

**Тема 7. Ремонт электрооборудования.** Различные проблемы электрооборудования. Однофазные электродвигатели. Различные проблемы холодильного контура. Проблемы слива и повторного использования хладагентов. Проблемы, вызванные появлением новых хладагентов.

***Вопросы для самоконтроля:***

1. Что вы знаете о ремонте электрооборудования?
2. В чем проблемы слива и повторного использования хладагентов?
3. В чем проблемы, вызванные появлением новых хладагентов?

**Промежуточная аттестация после защиты практических и лабораторных работ выполнения и защиты к/р.**