

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)**  
Управление развития дополнительного образования (УРДО)



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по цифровизации  
и проектной работе

Р. М. Котов

2022 г.

**ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

(повышение квалификации)

**ПО ПРОФЕССИИ**

**Аппаратчик воздуходеления  
5-й разряд**

Начальник УРДО

Левкина О.М.

Кемерово 2022

## 1. Общая характеристика программы

Нормативно-правовую основу разработки программы составляют: Федеральный закон от 29.12.2013 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки утверждения профессиональных стандартов»;
- Приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;
- Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Постановление Правительства РФ от 08.08.2013 № 678 «Об утверждении номенклатуры должностей педагогических работников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, должностей руководителей образовательных организаций».
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 г. №795 «Об утверждении Положения о порядке проведения аттестации работников, занимающих должности научно-педагогических работников».
- Письмо Департамента государственной политики в сфере общего образования Минобрнауки России и Общероссийского Профсоюза образования от 23.03.2015 г. № 08-415/124 «О реализации права педагогических работников на дополнительное профессиональное образование».
- Методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов (письмо Минобрнауки ВК-1032/06 от 22.04.2015).
- Приказ Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.
- Приказ Минтруда России от 22.04.2021 № 269н "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по проектированию систем холодоснабжения".
- Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства». Аппаратчик воздухоразделения.
- Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства». Машинист воздухоразделительных установок.
- Положение о порядке реализации образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам - программам повышения квалификации, программам профессиональной переподготовки.
- иные нормативные правовые акты, регламентирующие образовательную деятельность в Российской Федерации.

## **1.1. Цель реализации программы**

Программа профессиональной переподготовки «Аппаратчик воздухоразделения 5-го разряда» разработана для лиц, имеющих или получающих среднее профессиональное или высшее образование по техническим направлениям подготовки.

Цель программы: формирование профессиональных компетенций, позволяющих обучающемуся, успешно работать в избранной сфере деятельности, быть устойчивым и востребованным на рынке труда.

Реализация программы позволит решить следующие задачи:

- обеспечить профессиональное соответствие работников занимаемым должностям в сфере эксплуатации криогенных систем;
- сформировать профессиональные компетенции, наиболее востребованные при работе в криогенной технике.

## **1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации**

Квалификационная характеристика (трудовая функция).

Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих.

Характеристика работ аппаратчика воздухоразделения 5-го разряда. Ведение технологического процесса производства газообразного кислорода и азота с отбором сырого аргона на кислородных, азотно-кислородных и кислородно-аргонных установках (агрегатах) производительностью кислорода и азота свыше 800 до 12000 куб. м/ч, сырого аргона свыше 15 до 140 куб. м/ч и жидкого кислорода и азота свыше 500 до 1000 л/ч. Ведение технологического процесса производства криптоно-ксеноновой смеси под руководством аппаратчика более высокой квалификации. Испытание на герметичность оборудования кислородных установок. Переключение баллонов блока сушки, продувки, влагоотделителей, воздушного компрессора и скруббера. Наполнение газгольдеров кислородом, азотом и аргоном и контроль степени наполнения их этими газами, а также работы электрических, газовых счетчиков, манометров, дифманометров и предохранительных клапанов. Сборка и разборка фильтров.

Должен знать: технологическую схему производства азота; конструкцию отдельных агрегатов и узлов кислородных и криптоновых установок; способы устранения неполадок в работе агрегатов установок; способы испытания на герметичность оборудования и аппаратуры кислородных установок; правила работы сосудов, работающих под давлением; устройство стационарных и транспортных танков для жидкого кислорода и азота; устройство аргонной колонны, блока тонкой химической очистки аргона. и скруббера;

## Квалификационная характеристика

Наименование программы	ЕТКС	Уровень квалификации
«Аппаратчик воздуходеления» 5 разряд	Аппаратчик воздуходеления; Машинист воздуходелительных установок. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС), 2019 Выпуск №1 ЕТКС, Раздел ЕТКС «Профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства».	5 разряд

Сопоставление квалификационных требований к результатам подготовки по образовательной программе ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата), утвержденный Приказом Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698.

Таблица 2

Код	Результаты освоения ООП (Содержание компетенций)	Индикаторы достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Выполнение расчетов, выбор оборудования и средств автоматического управления систем холодоснабжения	ПК-1.1 Формулирование технических и технологических требований к проектируемым системам холодоснабжения, определение основных технико-экономических показателей проектируемых систем холодоснабжения, выполнение сравнительной оценки технических решений и вариантов основного оборудования в обеспечение всех заданных режимов работы систем холодоснабжения;	<b>Знать:</b> Требования нормативной документации по холодоснабжению; - Требования нормативной документации по проектированию систем холодоснабжения; - Методы определения основных технико-экономических показателей систем холодоснабжения <b>Уметь:</b> Производить расчет и анализ показателей технологических и технических решений систем холодоснабжения; - Применять справочную и нормативную документацию для определения основных технико-экономических показателей проектируемых систем холодоснабжения и выбора основных технических и технологических решений, включая тип применяемого основного оборудования, для обоснованного принятия решений по системе холодоснабжения

ПК-2	Формирование основных технических решений для систем холодоснабжения	ПК-2.1 Выбор технологических и технических решений при проектировании систем холодоснабжения, детализация основных технических и технологических требований к проектируемым системам холодоснабжения, поиск и предварительный анализ современных технических и технологических решений, возможных к применению на проектируемых системах холодоснабжения, выполнение сравнительной оценки технических решений и вариантов применяемого оборудования в обеспечении всех заданных режимов работы системы холодоснабжения	<p><b>Знать:</b> Требования нормативной документации по холодоснабжению; - Требования нормативной документации по проектированию систем холодоснабжения; - Положения нормативной документации по промышленной безопасности опасных производственных объектов; - Перспективы технического развития отрасли холодоснабжения;</p> <p><b>Уметь:</b> Анализировать варианты проектных решений систем холодоснабжения с целью выявления преимуществ и недостатков, оценивать риски, связанные с реализацией проекта;</p>
------	--	--	--

### 1.3. Требования к результатам освоения программы

Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Минобрнауки России от 01.06.2020 № 698.

Результаты освоения программы определяются приобретаемыми обучающимся компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими **профессиональными компетенциями.**

Готовностью анализировать и проектировать схемные решения воздуходелительных установок, выполнять расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, использующихся в криогенной технике с использованием современных вычислительных методов (ПК-1).

Выпускник программы повышения квалификации должен.

В результате освоения Программы слушатель должен знать:

- технологическую схему производства азота;
- конструкцию отдельных агрегатов и узлов кислородных и криптоновых установок;
- способы устранения неполадок в работе агрегатов установок;
- способы испытания на герметичность оборудования и аппаратуры кислородных установок;
- правила работы сосудов, работающих под давлением;
- устройство стационарных и транспортных танков для жидкого кислорода и азота;
- устройство аргонной колонны, блока тонкой химической очистки аргона.

Слушатель должен уметь:

- вести технологический процесс производства газообразного кислорода и азота с отбором сырого аргона на кислородных, азотно-кислородных и кислородно-аргонных установках (агрегатах);
- вести технологический процесс производства криптоно-ксеноновой смеси под руководством аппаратчика более высокой квалификации;
- проводить испытания на герметичность оборудования кислородных установок;
- переключать баллоны блока сушки, продувки, влагоотделителей, воздушного компрессора

#### **1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Программа дополнительного образования «Аппаратчик воздухоразделения 5-го разряда» разработана для лиц, имеющих или получающих средне-специальное или высшее профессиональное образование по техническим направлениям подготовки.

Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца.

#### **1.5. Трудоемкость обучения**

Трудоемкость обучения по данной программе – 80 часов, включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя, практики и время, отводимое на контроль качества освоения слушателем программы.

##### **Распределение часов по видам учебной работы**

Теоретическое обучение (лекции, практические, семинарские занятия, тренинги и т.п.)	30 час.
Производственная практика	40 час.
Самостоятельная работа	8 час.
Итоговая аттестация: экзамен	2 час.
<b>ИТОГО:</b>	<b>80 час.</b>

#### **1.6. Форма обучения**

Обучение по программе профессиональной переподготовки «Устройство и эксплуатация воздухоразделительных установок» осуществляется в очно-заочной форме обучения.

#### **1.7. Режим занятий**

Учебная нагрузка устанавливается не более 36 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Для всех видов аудиторных занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 минут.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

Наименование разделов, курсов, тем	Общая трудоёмкость, ч	Аудиторные занятия, ч		Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	
<b>I. Теоретическое обучение</b>	<b>38</b>			
1. Общий курс	5	5		
1.1. Основы химии	1	1		
1.2. Чтение чертежей	1	1		
1.3. Основы электротехники	1	1		
1.4. Охрана труда	1	1		
1.5. Охрана окружающей среды	1	1		
<b>2. Специальный курс</b>	<b>33</b>			4
2.1. Технологическое оборудование воздуходелительных установок производительностью кислорода свыше 1000 м <sup>3</sup> /час до	4	4	2	
2.2. Обеспечение взрывобезопасности работы блоков	4	4	2	
2.3. Технологические схемы воздуходелительных	4	4	1	
2.4. Пуск блоков разделения воздуха	4	4	2	
2.5. Ведение нормального технологического режима	4	2	1	2
2.6. Получение инертных газов	4	2	1	2
2.7. Отогрев блоков разделения воздуха	4			
2.8. Газгольдеры	20			
2.9. Испытание аппаратов и систем блоков разделения	40			
<b>Промежуточная аттестация по курсам 1-2</b>	<b>78</b>			
<b>Консультации</b>	<b>2</b>			
<b>II. Практическое обучение</b>	<b>80</b>			

### 2.2. Календарный учебный график

№ п/п	Наименование разделов, дисциплин	Общая трудоёмкость, час.	Дни недели						
			1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя	6 неделя	7 неделя
1	Общий курс	5	УП, 3						
2	Технологическое оборудование воздуходелительных установок производительностью кислорода свыше 1000 м <sup>3</sup> /час до 12000 м <sup>3</sup> /час		УП	УП, 3					
3	Обеспечение взрывобезопасности работы блоков разделения			УП	УП, 3				

4	Технологические схемы воздуходелительных установок производительностью кислорода свыше 1000 м <sup>3</sup> /час до 12000 м <sup>3</sup> /час				УП	УП	УП, З		
5	Пуск блоков разделения воздуха					УП			
6	Ведение нормального технологического режима					УП			
7	Получение инертных газов					УП	УП		
8	Отогрев блоков разделения воздуха						УП	УП	
9	Газгольдеры							УП	УП
10	Испытание аппаратов и систем блоков разделения воздуха							УП	УП
11	Производственная практика	40					УП	УП	УП, З
	Итоговая аттестация междисциплинарный экзамен	18							Э

#### Условные обозначения

УП – Теоретическое обучение (лекции, практические занятия); З – Зачет; Э – Экзамен.

### 2.3. Рабочие программы дисциплин

Перечень и содержание дисциплин по программе.

Теоретическое обучение.

1. Общий курс.

Основы химии.

Основные понятия.

Первоначальные химические понятия. Вещество. Физические и химические превращения.

Чистые вещества и смеси. Смеси. Разделение смесей.

Разновидности химических связей. Химические реакции. Важнейшие классы неорганических соединений.

Кислород (O<sub>2</sub>). Получение кислорода из атмосферного воздуха. Назначение кислорода. Свойства кислорода. Опасность для человека.

Азот (N<sub>2</sub>). Назначение газообразного и жидкого азота. Свойства азота. Опасность для человека.

Аргон (Ar). Назначение жидкого и газообразного аргона. Свойства аргона. Опасность для человека.

Криптон (Kr). Назначение и применение криптона. Свойства криптона. Опасность для человека.

Ксенон (Xe). Назначение и применение ксенона. Свойства ксенона.

Чтение чертежей.

Общие сведения о чертежах.

Стандарты. Линии чертежа. Надписи на чертежах. Правила нанесения размеров на чертежах. Масштабы.

Прямоугольные проекции - способ изображения плоских фигур на чертежах.



Расположение видов на чертеже. Сечения и разрезы. Штриховка в разрезах и сечениях. Условные обозначения материалов на разрезах и сечениях.

Соединение на чертеже части вида с частью разреза. Особые случаи разрезов.

Чертежи деталей. Чтение изображения деталей. Изображение резьб и резьбовых соединений. Чертежи зубчатых колёс, зубчатых передач, пружин.

Сборочные чертежи. Спецификация. Разрезы на сборочных чертежах. Чтение сборочных чертежей. Условности и упрощения изображений на сборочных чертежах. Размеры на сборочных чертежах.

Чтение сборочных чертежей и технологических схем.

Основы электротехники.

Сведения об электрическом токе. Параметры электрического тока. Единицы измерения напряжения и силы тока. Постоянный и переменный ток. Закон Ома.

Действие электрического тока. Использование электрической энергии в строительстве. Определение электрической цепи.

Источники и приемники электрической энергии. Элементы электрической цепи.

Схематическое изображение электрической цепи. Параметры цепи постоянного и переменного тока.

Определение магнитной цепи. Цепи переменного тока. Активное и реактивное сопротивление. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов.

Режим работы электроустановок.

Изменения, вносимые в схемы электрических соединений, а также изменения мест установки заземления. Эксплуатационные электрические схемы и изменения.

Защита электроустановок от перегрузки и короткого замыкания, а также защита персонала от воздействия электромагнитного поля.

Электрифицированные инструменты (электроинструменты), переносные электрические лампы, понижающие трансформаторы и преобразователи частоты электрического тока. Состояние изоляции питающих проводов и исправность заземляющего провода.

Электрокабели. Электроприемники, обеспечивающие технологические процессы производства ПРВ.

Выключатели, переключатели, рубильники, магнитные пускатели, контакторы; их назначение, устройство.

Защитная аппаратура: предохранители, реле. Виды и устройства предохранителей и реле.

Охрана труда.

Общие сведения о праве и правовых нормативных актах: законах, подзаконных актах, международных договорах и судебных решениях. Виды права. Гражданское право. Трудовое право. Охрана труда как часть трудового права.

Правовые источники охраны труда: Конституция; Трудовой кодекс; иные законы; постановления правительства; нормативные правовые акты органов исполнительной власти; акты органов местного самоуправления и локальные нормативные акты работодателя, содержащие нормы трудового права.

Основополагающие принципы, касающиеся вопросов труда. Понятие принудительного труда. Запрещение принудительного труда.

Трудовой договор между работником и работодателем - основа их правоотношений.

Содержание трудового договора. Трудовая функция работника. Особенности трудовых функций. Обязательство работника по личному выполнению работы и подчинению внутреннему трудовому распорядку, действующему у работодателя. Обязательства работодателя по предоставлению работы, обеспечению условий труда, соответствующих требованиям охраны труда; по своевременной выплате заработной платы.

Правила внутреннего трудового распорядка и их назначение. Особенности установления правил внутреннего трудового распорядка. Дисциплина труда.

Понятия "место работы", "рабочее место", "рабочая зона", "зона производства работ".

Понятие "охрана труда". Основная задача охраны труда - предотвращение производственного травматизма и профессиональных заболеваний и минимизация их социальных последствий. Социальная и экономическая сущность охраны труда.

Основные принципы обеспечения охраны труда как системы мероприятий: необходимых для обеспечения сохранения жизни, здоровья и трудоспособности работников в процессе трудовой деятельности;

гарантирующих защиту права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда;

определения и выплаты компенсаций за тяжелые работы и работы с вредными и (или) опасными условиями труда;

социального страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

медицинской, социальной и профессиональной реабилитации работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Роль и место средств индивидуальной защиты в ряду профилактических мероприятий, направленных на предупреждение травматизма и профессиональной заболеваемости работников.

Классификация средств индивидуальной защиты, требования к ним.

Основные типы средств индивидуальной защиты. Каски. Очки. Рукавицы. Спецобувь.

Обязанности работодателя по обеспечению работников средствами индивидуальной защиты. Порядок обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты; организация их хранения, стирки, химической сушки, ремонта и т.п. Порядок обеспечения дежурными средствами индивидуальной защиты, теплой специальной одеждой и обувью. Организация учета и контроля за выдачей работникам средств индивидуальной защиты.

Обязанности работников по правильному применению средств индивидуальной защиты.

Острые и профессиональные заболевания. Основные факторы возникновения хронических профессиональных заболеваний.

Основные причины производственного травматизма и острых профессиональных заболеваний (ингаляционных отравлений). Виды производственных травм (несчастных случаев на производстве). Статистические показатели и методы анализа.

Основные мероприятия по профилактике производственного травматизма.

Основные организационные приемы предотвращения травматизма и острых ингаляционных отравлений.

Понятие о микроклимате. Физиологические изменения и патологические состояния: перегревание, тепловой удар, солнечный удар, профессиональная катаракта, охлаждение, переохлаждение. Влияние производственных метеорологических условий и атмосферного давления на состояние человека, производительность труда, уровень травматизма. Нормирование производственного микроклимата. Средства нормализации климатических параметров. Профилактические мероприятия при работах в условиях пониженного и повышенного давления. Ограничение на ведение работ при неблагоприятных метеорологических условиях.

Действие токсических газообразных веществ и производственной пыли на организм человека. Источники загрязнения воздуха закрытых помещений. Способы и средства борьбы с загазованностью и запыленностью воздуха рабочей зоны.

Способы и средства борьбы с загазованностью, запыленностью и бактериальным загрязнением воздуха рабочей зоны.

Назначение и виды вентиляции. Требования к вентиляции.

Гигиенические требования к освещению. Виды производственного освещения. Источники света. Нормирование и контроль освещения. Ультрафиолетовое облучение, его значение и организация на производстве. Средства защиты органов зрения.

Общая и локальная вибрация и ее физико-гигиенические характеристики (параметры и воздействие на организм человека). Средства и методы защиты от вибрации: вибродемпфирование, динамическое виброгашение, активная и пассивная виброизоляция.

Шум и его физико-гигиенические характеристики. Нормирование шума. Защита от шума. Ультразвук и защита от него.

Цвета сигнальные и знаки безопасности, классификация, порядок применения.

Организация безопасного производства работ с повышенным профессиональным риском с учетом отраслевой специфики производственной деятельности.

Опасность поражения человека электрическим током. Наиболее распространенные причины электротравматизма. Воздействие электрического тока на организм человека. Виды электропоражений, их неблагоприятное действие

на человека. Электрический удар. Ожоги, электрические знаки, электрометаллизация.

Понятие о пожаре, пожарной безопасности. Понятие о системе пожарной безопасности. Основные функции системы пожарной безопасности.

Понятия и общие сведения о горении, горючем, окислителе, источнике зажигания. Понятия и общие сведения о самовозгорании. Тепловое, химическое и микробиологическое самовозгорание.

Опасные факторы пожара. Условия возникновения опасных факторов пожара. Влияние опасных факторов пожара на организм человека. Опасные факторы взрыва.

Основные принципы пожарной безопасности: предотвращение образования горючей смеси; предотвращение внесения в горючую среду источника зажигания; готовность к тушению пожара и ликвидации последствий загорания.

Основные задачи пожарной профилактики. Основные мероприятия противопожарной защиты в соответствии с требованиями национального законодательства.

Первая медицинская помощь при ранениях, кровотечениях, ожогах, поражениях электротоком, отравлениях химическими веществами.

Первая медицинская помощь при травмах (переломах, растяжениях связок, вывихах, ушибах и т.п.).

Способы реанимации при оказании первой медицинской помощи. Непрямой массаж сердца. Искусственная вентиляция легких.

Переноска и транспортирование пострадавших с учетом их состояния и характера повреждения. Рекомендации по оказанию первой помощи. Демонстрация приемов.

Охрана окружающей среды.

Закон РФ «Об охране окружающей природной среды». Понятие об экологии как научной основе охраны окружающей среды. Влияние производственной деятельности человека на окружающую среду. Понятие о предельно-допустимых концентрациях и выбросах (ПДК и ПДВ).

Мероприятия по охране почвы, воздуха, воды, растительного и животного мира.

Природоохранные мероприятия, проводимые на предприятиях, в организациях.

Административная и юридическая ответственность руководителей и всех работающих за нарушения в области охраны окружающей среды.

Ресурсосберегающие, энергосберегающие технологии.

Отходы производства. Очистные сооружения. Безотходные технологии.

Специальный курс.

Технологическое оборудование воздухоразделительных установок производительностью кислорода свыше 1000 м<sup>3</sup>/час до 12000 млчас.

Регенераторы, их устройство корпус, клапанная коробка, змеевики. Материалы, применяемые для крепления змеевиков. Устройство металлической насадки Материалы и фракции базальтовой насадки. Устройство принудительных,

обратноповоротных и автоматических клапанов. Ректификационные колонны, их устройство и применяемые материалы. Организация ввода и вывода технологических потоков.

Трубчатые аппараты: конденсаторы и предохранители. Трубные решетки, крепление трубки в решетки. Обвязка аппаратов трубопроводами.

Адсорберы, их устройство, применяемые материалы. Газовые и жидкостные адсорберы.

Турбодетандеры активного и реактивного типа, их назначение и принцип действия. Регулирование работ, коэффициент полезного действия. Подготовка к пуску, пуск и обслуживание турбодетандера.

Основные неисправности в работе турбодетандеров: беспокойный ход агрегата, повышение температуры масла, падение давления масла, повышение давления масла, повышение температуры подшипников, пропуск через уплотнения вала в корпусе турбодетандера, значительное обмерзание корпуса турбодетандера; их причины и способы устаревания.

Правила безопасного ведения работ и пожарной безопасности при обслуживании турбодетандеров. Плунжерные насосы с вертикальным и горизонтальным расположением цилиндрической группы, их типы, назначение и принцип действия. Техническая характеристика, применяемые материалы, тип уплотнения плунжера, регулирование производительности. Основные неполадки плунжерных насосов сжижения газов, их причины и способы устранения.

Центробежные насосы, их назначение и принцип действия. Конструктивное оформление. Насос ЦН-239. Техническая характеристика. Применяемые материалы, уплотнения. Обслуживание. Неполадки центробежных насосов сжиженных газов, их причины и способы устранения. Правила безопасного ведения работ и пожарной безопасности при работе на насосах сжиженных газов.

Обеспечение взрывобезопасности работы блоков разделения.

Регенераторы, их назначение. Виды регенераторов, с базальтовой насадкой, с металлической насадкой. Организация «петлевого» потока: по типу тройного дутья, отбором части воздуха прямого потока с последующей его очисткой в «петлевых адсорберах», отбором части воздуха из змеевиков регенераторов.

Клапанная система и способы управлению ею. Схема механического переключения клапанов, схема переключения клапанов при помощи логических элементов.

Схема включения регенераторов в работу. Правила обеспечения незамерзаемости регенераторов. Регулирование теплового режима регенераторов: выравнивание температур в паре регенераторов, выравнивание температур между группами регенераторов. Изменение общей температуры регенераторов.

Адсорберы кубовой жидкости испарителя, их назначение. Схема включения. Режим работы и регенерации. Сроки и правила переключения. Сроки проверки и замены адсорбента.

Адсорберы жидкого кислорода, их назначение. Схема включения. Режим работы и регенерации. Сроки и правила переключения. Сроки проверки и замены адсорбента.

Адсорберы жидкого кислорода, их назначение. Схема включения. Включение в поток жидкости и циркуляционный контур. Режим работы и регенерации. Сроки и правила переключения. Газофазовые адсорберы, их назначение. Схема включения. Режим работы. Правила снижения сопротивления адсорберов.

Технологические схемы воздуходелительных установок производительностью кислорода свыше 1000 м<sup>3</sup>/час до 12000 м<sup>3</sup>/час.

Типы воздуходелительных установок производительностью кислорода свыше 1000 до 12000 м<sup>3</sup>/ч, их технологические схемы, назначение. Техническая характеристика. Особенности конструкции. Модификация установок. Система обеспечения взрывобезопасности.

Пуск блоков разделения воздуха.

Особенности пуска блоков низкого давления воздуха. Пуск блоков разделения. Этапы пуска: первый - охлаждение регенераторов до рабочих температур, второй - охлаждение всех остальных аппаратов до рабочих температур, третий - накапливание жидкости в аппаратах блока разделения, четвертый - перевод блока на рабочий режим. Неполадки пускового периода. Меры по устранению неполадок. Правила нагрузки турбодетандеров. График охлаждения регенераторов.

Ведение нормального технологического режима.

Контроль и наладка работы системы АВО. Поддержание нормальных уровней воды и температуры охлаждаемого воздуха. Продувка влагоотделителя. Наблюдение за работой узла ректификации. Контроль за концентрациями азотной флегмы и продуктов разделения воздуха. Замер сопротивления ректификационных колонн и регулирование их нагрузки по этому признаку. Обеспечение «мокрого» режима работы конденсаторов. Признаки работы конденсатора в «сухом» режиме. Регулирование производительности блока разделения воздуха. Обеспечение взрывобезопасной работы блока разделения воздуха. Признаки необходимости регенерации и замены адсорбента.

Получение инертных газов.

Влияние аргона на ректификацию. Распределение аргона по тарелкам верхней колонны. Состав аргонной фракции, регулирование ее состава. Пуск и регулирование работы колонны сырого аргона. Регулирование количества и концентрации жидкости, сопротивления колонны и расхода пара. Основные неполадки в работе колонны и способы их устранения.

Принципиальные схемы получения криптонового концентрата. Криптоновые колонны, работающие на газе и на жидкости. Регулирование работы криптоновой колонны. Контроль за количеством углеводородов и обеспечение взрывобезопасности.

Влияние неон-гелиевой смеси на ректификацию. Выделение и применение неонгелиевой смеси.

Отогрев блоков разделения воздуха.

Признаки необходимого полного отогрева блока разделения воздуха. Особенности отогрева блока разделения воздуха низкого давления. Технология

проведения отогрева. Признаки окончания отогрева. Частичные отогревы отдельных аппаратов. Признаки необходимости проведения частичных отогревов. Отогрев адсорберов. Отогрев сливного коллектора, детандерных фильтров и турбодетандеров, насоса сжиженных газов.

Газгольдеры.

Мокрые газгольдеры, их устройство. Ввод кислорода. Предохранительные устройства, КИП, сигнализация, блокировка, аварийное отключение. Отопление и вентиляция. Электрические устройства. Пуск и эксплуатация газгольдеров. Возможные нарушения в работе и их устранение. Периодичность осмотров и обслуживание газгольдеров. Сухие стальные газгольдеры для технического кислорода.

Испытание аппаратов и систем блоков разделения воздуха.

Пневматическое испытание системы установки на падение давления. Проверка плотности принудительных, обратноповоротных и автоматических клапанов. Проверка плотности вентилях аппаратов, подвергающихся частичному отогреву. Нормы допуска падения давления.

## 2.4. Программа практики

№ п/п	Наименование тем (работ)	Количество часов по программе повышения квалификации
1.	Охрана труда. Ознакомление с предприятием.	2
2.	Контроль за параметрами технологического режима	2
3.	Обслуживание регенераторов	2
4.	Обслуживание машин блока разделения воздуха	4
5.	Эксплуатация блока разделения воздуха	4
6.	Проведение общетехнических операций на блоке разделения воздуха	4
7.	Внутриблочная арматура и трубопроводы	6
8.	Работа с теплоизоляционными материалами	6
9.	Ремонт внутриблочных сосудов и коммуникаций блока разделения воздуха	4
10.	Самостоятельное выполнение работ аппаратчика	4
11.	Практическая квалификационная работа	2
<b>Итого</b>		<b>40</b>

### 2.4.1. Цель и задачи практики

Целями практики является самостоятельное выполнение слушателями в условиях образовательных учреждений определенных практикой реальных производственных задач для закрепления теоретических и практических знаний, умений и навыков по предмету; формирование в условиях производства профессиональных навыков слушателя на основе соединения компонентов фундаментального, специального и профессионального образования с их практическим использованием в конкретной области.

Задачами производственной практики является:

- Углубление и закрепление теоретических знаний, и их использование в процессе практики.
  - Приобретение слушателями навыков анализа работы технологического оборудования, прогнозирования работоспособности, возможности модернизации и технологического развития реальных производственных систем с учетом поставленных задач.
  - Составление и защита отчета по производственной практике
- Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности входит в раздел профессиональную часть раздела «учебная и производственная практика».

#### **2.4.2. Требования к отчету по практике**

Отчет состоит из пояснительной записки с приложениями и включает:

- титульный лист;
- введение (постановка цели, задач практики);
- описание криогенной системы;
- планировочные решения по размещению основного и вспомогательного оборудования криогенной системы;
- автоматизация криогенной системы;
- технический регламент обслуживания криогенной системы;
- заключение;
- список используемой литературы.

Отчет оформляется шрифтом Times New Roman размером 14, на одной стороне листа (формат А4) через одинарный межстрочный интервал, отступ красной строки, выравнивание по ширине. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, принципах, формулах. Напечатанный текст должен иметь поля, рекомендуемые размеры которых: верхнее, нижнее, левое, правое – 20 мм.

#### **2.5. Программа итоговой аттестации**

Реализация Программы сопровождается проведением текущего контроля знаний и промежуточной аттестацией. Промежуточная аттестация проводится педагогическим работником по изученным курсам в форме зачета по вопросам,



выносимым на итоговую аттестацию. Слушатели, не прошедшие промежуточной аттестации, к итоговой аттестации не допускаются.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу и проверку теоретических знаний в пределах квалификационных требований. К проведению квалификационного экзамена привлекаются представители работодателей, их объединений.

**Перечень контрольных вопросов для проведения итоговой аттестации:**

1. Арматура, используемая в установках воздуходеления. Маркировка.
2. Арматура, используемая в установках воздуходеления. Требования к ней.
3. Виды и периодичность инструктажей по охране труда.
4. Внеочередное техническое освидетельствование сосудов.
5. Внутренний надзор и контроль за безопасной эксплуатацией опасных производственных объектов (установки воздуходеления).
6. Гидравлическое (пневматическое) испытание сосуда.
7. Государственный надзор и контроль за безопасной эксплуатацией опасных производственных объектов (установки воздуходеления).
8. Давление (атмосферное, избыточное, разрежение, рабочее, разрешенное, пробное). Единицы
9. измерения в системе СИ.
10. Документация аппаратчика воздуходеления.
11. Индексация компрессоров.
12. Квалификационные требования к аппаратчику воздуходеления.
13. Классификация компрессоров.
14. Назначение и устройство деталей поршневого компрессора: картер, коленчатый вал, поршень, цилиндр, клапаны.
15. Назначение, устройство и 5-ть положений 3-х ходового крана.
16. Назначение, устройство и принцип работы адсорберов.
17. Назначение, устройство и принцип работы вентиляей, устанавливаемых на трубопроводах установки воздуходеления.
18. Назначение, устройство и принцип работы вентиляторной градирни системы охлаждения компрессора.
19. Назначение, устройство и принцип работы винтового компрессора.
20. Назначение, устройство и принцип работы детандера.
21. Назначение, устройство и принцип работы дифференциального манометра.
22. Назначение, устройство и принцип работы жидкостного манометра.
23. Назначение, устройство и принцип работы жидкостного термометра.
24. Назначение, устройство и принцип работы кислородной установки.
25. Назначение, устройство и принцип работы клиновой задвижки с неподвижным шпинделем.
26. Назначение, устройство и принцип работы комбинированной системы охлаждения компрессора.

27. Назначение, устройство и принцип работы крана пробкового натяжного.
28. Назначение, устройство и принцип работы крана пробкового сальникового.
29. Назначение, устройство и принцип работы крана пробкового чугунного самосмазывающегося.
30. Назначение, устройство и принцип работы крана шарового.
31. Назначение, устройство и принцип работы манометрического термометра.
32. Назначение, устройство и принцип работы мембранного предохранительного устройства.
33. Назначение, устройство и принцип работы наполнительной рампы.
34. Назначение, устройство и принцип работы насоса с мокрым ротором (с сухим ротором).
35. Назначение, устройство и принцип работы нормальной задвижки с параллельными уплотнительными дисками и выдвигным шпинделем.
36. Назначение, устройство и принцип работы поршневого компрессора.
37. Назначение, устройство и принцип работы пружинного манометра.
38. Назначение, устройство и принцип работы пружинного предохранительного клапана.
39. Назначение, устройство и принцип работы роторного компрессора.
40. Назначение, устройство и принцип работы рычажно-грузового предохранительного клапана.
41. Назначение, устройство и принцип работы система смазки компрессора.
42. Назначение, устройство и принцип работы сосуда Дьюара.
43. Назначение, устройство и принцип работы стационарного танка.
44. Назначение, устройство и принцип работы сферического резервуара.
45. Назначение, устройство и принцип работы термопары.
46. Назначение, устройство и принцип работы турбинного компрессора.
47. Назначение, устройство и принцип работы указателей уровня жидкости, требования к ним.  
Назначение, устройство и принцип работы центробежного насоса.
48. Назначение, устройство и принцип работы электроконтактного манометра.
49. Настройка пружинного предохранительного клапана.
50. Настройка рычажно-грузового предохранительного клапана.
51. Неисправности пружинного предохранительного клапана. Способы их устранения.
52. Неисправности рычажно-грузового предохранительного клапана. Способы их устранения.
53. Опасные и вредные производственные факторы, оказывающие воздействие на аппаратчика воздуха разделения.
54. Параллельное соединение включения цилиндров поршневого компрессора в блок.
55. Первичное техническое освидетельствование сосудов.
56. Первичные средства пожаротушения.
57. Периодическое техническое освидетельствование сосудов.

58. Подбор пружинного манометра по диаметру шкалы в зависимости от высоты его установки.
59. Подбор пружинного манометра по классу точности в зависимости от рабочего давления.
60. Подбор пружинного манометра по рабочему давлению.
61. Подготовка к пуску и пуск в работу центробежного насоса.
62. Подчинение аппаратчик воздухоразделения.
63. Порядок обучения, аттестации и допуска к работе аппаратчика воздухоразделения.
64. Последовательное (ступенчатое) соединение включения цилиндров поршневого компрессора блок.
65. Проверка знаний аппаратчика воздухоразделения.
66. Проверка манометров.
67. Случаи, в которых манометры не допускаются к эксплуатации.
68. Способы присоединения арматуры.
69. Средства индивидуальной защиты аппаратчика воздухоразделения.
70. Таблички сосудов.
71. Температура. Единицы измерения в системе СИ.
72. Технологическая схема воздухоразделительной установки.
73. Требования безопасности при эксплуатации предохранительных устройств.
74. Физико-химические свойства кислорода.

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения программы**

### *основная литература*

1. Архаров А.М. Криогенные системы: Учебник для студентов вузов по специальности «Техника и физика низких температур», в 2 т. Т.1. Основы теории и расчета / А.М. Архаров, И.В. Марфенина, Е.И. Микулин. – 3-е изд. Перераб. И доп. –М.: Машиностроение, 1996. -576 с.
2. Архаров А.М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем / А.М. Архаров. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. -507 с.
3. Глизманенко Д.Л. Получение кислорода. Изд. 5-е. М. «Химия» 1972, 752 с.
4. Криогенные системы: Основы проектирования аппаратов установок: Учебник для вузов по курсу «Криогенная техника»/ А.М.Архаров, В.П. Беляков, Е.И.Микулин. — М.: Машиностроение, 1987, 536 с.
5. Новотельнов В.Н., Суслов А.Д., Полтараус В.Б. Криогенные машины [Текст]: учебник. – СПб.: Политехника, 1991. –334с.
6. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник / под общ. Ред. А.М. Архарова и И.К. Буткевича. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. -582 с.

### *дополнительная литература*

1. Короткий И.А. Научные основы криологии [Текст]: учеб.пособие для студ. вузов / И. А. Короткий; КемТИПП. - Кемерово :КемТИПП, 2005. - 104 с.
2. Усюкин И.П. Установки, машины и аппараты криогенной техники [Текст]: Учебник. Ч.2. М. Пищевая промышленность, 1982. –296с.
3. Техника низких температур. Под ред. Е.И. Микулина, И.В. Марфениной, А.М. Архарова. Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Энергия», 1975. -512 с.

## **6 Условия реализации программы**

### **6.1. Материально-технические условия реализации программы**

Для проведения лекционных занятий используется аудитория на 24 мест, для проведения практических занятий – аудитории на 24 мест.

Аудитории оборудованы современной компьютерной техникой:

- проектор,
- телевизор для воспроизведения информации,
- экран для воспроизведения информации,
- колонки для воспроизведения звука;
- программа для просмотра видео файлов;

Компьютерный класс.

Другие устройства: Звуковая карта, колонки и/или наушники

Устройство для чтения DVD-дисков

Составитель программы

Заведующий кафедрой теплохладотехники  
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный  
университет», д.т.н., профессор,  
академик Международной академии холода

И.А. Короткий