



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
05.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***УЛАВЛИВАНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallургия

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химические технологии энергоносителей и сырьевых материалов в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура


Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Metallургии и химических технологий  
28.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры кафедры МиХТ, канд. техн. наук  Т.Г. Волощук

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю.Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

- сформировать у студентов твердые знания и навыки в области существующих и перспективных методов извлечения и переработки промышленных газов.
- сформировать у студентов знания в области теории и практики улавливания химических продуктов коксования.
- сформировать у студентов знания о требованиях к качеству получаемых продуктов, организации безотходного производства и мероприятиях по охране воздушного и водного бассейнов в промышленной зоне КХП.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Улавливание, переработка и использование промышленных газов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Общая химическая технология

Сквозные металлургические технологии

Химическая технология энергоносителей в металлургии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Улавливание, переработка и использование промышленных газов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 60,25 акад. часов;
- аудиторная – 57 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,25 акад. часов;
- самостоятельная работа – 84,05 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Виды промышленных газов. Улавливание химических продуктов								
1.1 Виды промышленных газов металлургических предприятий. Состав и количество летучих продуктов коксования. Зависимость выхода и качества химических продуктов коксования от качества угольной	3	1		6	5	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к тесту	Экспресс-опрос. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Первичное охлаждение коксового газа и его необходимость. Охлаждение газа в газосборнике и первичном газовом холодильнике.		2		4	5	Подготовка к практическому занятию Подготовка к тесту	Выступление на практических занятиях. Решение задач на практических занятиях. Подготовка к тесту	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Охлаждение газа в первичных газовых холодильниках. Назначение ПГХ. Сравнительная характеристика холодильников различных конструкций. Управление качеством оборотной технической воды, борьба с накипью и биологическим обрастанием. Назначение, технологические схемы		2		4	5	Подготовка к практическому занятию Подготовка к тесту	Выступление на практических занятиях. Решение задач на практических занятиях. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

1.4	Транспорт коксового газа в цехе улавливания. Характеристика газодувок. Электрофильтры. Назначение, и устройство, расположение в схеме цеха улавливания.	1		2	8	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к тесту	Экспресс-опрос. Тестирование. Решение задач на практических занятиях	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.5	Переработка избыточной аммиачной воды на колоннах. Схемы переработки аммиачной воды без разложения солей связанного аммония и с разложением.	0,5		2	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к тесту	Экспресс-опрос. Тестирование. Решение задач на практических занятиях	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.6	Улавливание аммиака из коксового газа. Производство сульфата аммония в сатураторном процессе. Показатели качества соли и его зависимость от различных факторов. Основная аппаратура сульфатного отделения. Бессатураторные установки производства сульфата аммония.	2		4	4	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к тесту	Выступление на практических занятиях. Решение задач на практических занятиях. Тестирование.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.7	Производство легких пиридиновых оснований. Их ресурсы и распределение между газом, водой и смолой. Характеристика и применение. Условия улавливания оснований из газа и извлечение их из маточного раствора. Технологические схемы получения легких пиридиновых оснований	0,5			4	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к тесту	Экспресс-опрос. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.8	Улавливание сероводорода из коксового газа. Совместное улавливание аммиака и сероводорода.	1		2	4	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к тесту	Экспресс-опрос. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.9	Состав и свойства сырого бензола. Методы извлечения бензольных углеводородов из коксового газа. Характеристика поглотительных масел. Регенерация поглотительного масла при паровом и огневом нагреве. Конечное охлаждение коксового	2		4	4	Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к тесту	Защита лабораторной работы. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3

1.10	Физико-химические основы процесса улавливания бензольных углеводородов. Конструкции скрубберов. Выделение бензольных углеводородов из поглотительного масла. Факторы, определяющие процесс десорбции. Технологические схемы дистилляции бензольных углеводородов из поглотительного масла.					Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к тесту	Защита лабораторной работы. Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		14		31	49			
2. Переработка химических продуктов коксования.								
2.1	Состав, свойства. Фракционный состав смолы. Выход и характеристика фракций. Подготовка смолы к переработке. Склад смолы.	1		4	16	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к практическому занятию	Экспресс-опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2	Технологические схемы ректификации смолы. Особенности схем ректификации. Технология переработки фракций смолы. Характеристика каменноугольного пека. Свойства, сорта, применение.	2			4	Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к практическому занятию	Экспресс-опрос Защита лабораторной работы	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.3	Очистка сточных вод КХП. Источники образования стоков в КХП, их количество и состав. Методы очистки сточных вод. Технологическая схема и режим биохимической установки по очистке сточных вод. Мероприятия по сокращению сточных вод в коксохимическом производстве.	2		3	4,05	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Подготовка к практическому занятию	Экспресс-опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.4	Подготовка к промежуточной аттестации				11	подготовка к экзамену		ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		5		7	35,05			
Итого за семестр		19		38	84,05		экзамен	
Итого по дисциплине		19		38	84,05		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Улавливание переработка и использование промышленных газов» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в форме лекции-информации, так и в форме лекции-визуализации. Лекции проводятся с использованием интерактивного метода – «обучение на основе опыта» для создания аналогий между изучаемыми явлениями и знакомыми студентам жизненными ситуациями и более глубокого усваивания изучаемых вопросов. Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. Выполнение практических работ проводится с элементами исследования и внедрением инновационной технологии коллективного взаимообучения. (Для формирования системного творческого технического мышления и способности генерировать нестандартные технические идеи при решении творческих производственных задач). Контекстный метод обучения при проведении практических занятий позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. На практических занятиях студентам выдаются задания закрепляющие знания, полученные на лекциях и моделирующие технологические процессы на производстве. Высокая степень самостоятельности их выполнения студентами способствует развитию логического мышления и более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. По результатам, полученным при решении задач, происходит дискуссия и формулируется вывод об оптимальном режиме проведения технологического процесса. На практических занятиях применяются также следующие виды интерактивного обучения: контекстное обучение, междисциплинарное обучение, эвристическая беседа, позволяющие находить ответ на проблему, используя знания полученные и на других дисциплинах.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к практическим работам и промежуточной аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Рахматуллина, А. П. Химическая технология переработки газового сырья. Химия ситнез-газа : учебное пособие / А. П. Рахматуллина, Д. В. Бескровный. — Казань : КНИТУ, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-7882-2149-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102112>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Волощук, Т. Г. Извлечение аммиака и пиридиновых оснований из коксового газа : учебное пособие / Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20439> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Павлович, Л. Б. Оценка экологического риска производственной деятельности коксохимического предприятия : монография / Л. Б. Павлович, С. Г. Коротков, Б. Г.

Трясунов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-3343-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112681> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Харлампович Г.Д., Кауфман А.А. Технология коксохимического производства. [Текст]: Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1995.- 384с.- ISBN: 5229011416 (10 экз.)

3. Коробчанский И.Е., Кузнецов М.Д. Расчеты аппаратуры для улавливания химических продуктов коксования [Текст] -М:Металлургия.1972. – 295 с. (13 экз.)

4. Химия горючих ископаемых : учебник / О. И. Серебряков, Т. С. Смирнова, В. С. Мерчева [и др.]. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 404 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-015577-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1041945> – Режим доступа: по подписке.

#### в) Методические указания:

1 Волощук, Т. Г. Технологические схемы цехов улавливания и переработки коксохимических производств : учебное пособие / Т. Г. Волощук ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2016 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1903> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Волощук, Т. Г. Лабораторный практикум по извлечению и разработке химических продуктов коксования : практикум [для вузов] / Т. Г. Волощук, Н. Ю. Свечникова, В. Н. Петухов ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2023. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21600> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций

Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Персональные компьютеры с пакетом MS Office с выходом в интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования;

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

**Примерная структура оценочных средств для проведения текущего контроля:  
Варианты задания для практических работ**

**Пример:**

Задача:

Рассчитать содержание аммиака и сероводорода в 1 м<sup>3</sup> прямого коксового газа.

Характеристика шихты, %: W<sup>p</sup>=6.5; A<sup>c</sup>=5.8; V<sup>r</sup> = 26.7; S<sup>c</sup>= 0.3; N<sup>o</sup>=2.84

Вопросы для обсуждения:

1. В каком гидравлическом температурном режиме работают газосборники?
2. Почему в газосборники подают горячую надсмольную воду, а не холодную после первичных газовых холодильников? Каков расход аммиачной воды для охлаждения газа?
3. Как и где образуется надсмольная вода? Какие показатели шихты определяют количество образующейся воды в процессе коксования?

**Перечень тем и заданий для практических занятий:**

Описать технологическую схему по рисунку:

рис 1 газосборник круглого сечения

рис. 2. Схема первичного охлаждения коксового газа в холодильниках с горизонтальным расположением труб

рис. 3. Схема переработки надсмольной воды с использованием солей связанного аммиака:

рис.4. Схема получения сульфата аммония по сатураторному методу:

рис 5. Схема бессатураторного способа получения сульфата аммония

рис. 6. Схема производства фосфата аммония из аммиака коксового газа

рис. 7.Схема улавливания аммиака из коксового газа круговым фосфатным способом

рис. 8. Схема выделения пиридиновых оснований методом отстаивания

рис. 9. Схема выделения пиридиновых оснований паровым методом

рис.10. Схема совместного извлечения аммиака и сероводорода из коксового газа

рис.11. Схема Клаус-процесса

рис.12 Схема конечного охлаждения газа с экстрагированием нафталина из воды смолой

рис.13. Схема улавливания бензольных углеводородов из коксового газа

рис.14. Технологическая схема выделения бензольных углеводородов из поглотительного масла

рис. 15. Схема регенерации каменноугольного масла с применением трубчатой печи

рис. 16. Схема склада смолы коксохимического завода

рис. 17. Технологическая схема фракционирования каменноугольной смолы в одноколонном агрегате

рис. 18. Технологическая схема переработки нафталиновой фракции

рис.19 Схема предварительной ректификации сырого бензола

рис.20. Принципиальная схема сернокислотной очистки

рис. 21. Принципиальная схема установки гидрогенизационной очистки «сырого бензола»

рис.22. Принципиальная схема разгонки сырого бензола после сернокислотной очистки

рис.23. Принципиальная схема разгонки сырого бензола после гидрогенизационной очистки

рис.24. Схема производства инден-кумароновых смол

рис 25. Схема биохимической очистки сточных вод

## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии (ОПК-1)</b>		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания	<p><b>Задание на экзамене</b></p> <p>Описать технологическую схему по рисунку</p> <p>Описать технологическую схему по рисунку:</p> <p>рис 1 газосборник круглого сечения</p> <p>рис. 2. Схема первичного охлаждения коксового газа в холодильниках с горизонтальным расположением труб</p> <p>рис. 3. Схема переработки надсмольной воды с использованием солей связанного аммиака:</p> <p>рис.4. Схема получения сульфата аммония по сатураторному методу:</p> <p>рис 5. Схема бессатураторного способа получения сульфата аммония</p> <p>рис. 6. Схема производства фосфата аммония из аммиака коксового газа</p> <p>рис. 7.Схема улавливания аммиака из коксового газа круговым фосфатным способом</p> <p>рис. 8. Схема выделения пиридиновых оснований методом отстаивания</p> <p>рис. 9. Схема выделения пиридиновых оснований паровым методом</p> <p>рис.10. Схема совместного извлечения аммиака и сероводорода из коксового газа</p> <p>рис.11. Схема Клаус-процесса</p> <p>рис.12 Схема конечного охлаждения газа с экстрагированием нафталина из воды смолой</p> <p>рис.13. Схема улавливания бензольных углеводородов из коксового газа</p> <p>рис.14. Технологическая схема выделения бензольных углеводородов из поглотительного масла</p> <p>рис. 15. Схема регенерации каменноугольного масла с применением трубчатой печи</p> <p>рис. 16. Схема склада смолы коксохимического завода</p> <p>рис. 17. Технологическая схема фракционирования каменноугольной смолы в одноколонном агрегате</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>рис. 18. Технологическая схема переработки нафталиновой фракции  рис.19 Схема предварительной ректификации сырого бензола  рис.20. Принципиальная схема сернокислотной очистки  рис. 21. Принципиальная схема установки гидрогенизационной очистки «сырого бензола»  рис.22. Принципиальная схема разгонки сырого бензола после сернокислотной очистки  рис.23. Принципиальная схема разгонки сырого бензола после гидрогенизационной очистки  рис.24. Схема производства инден-кумароновых смол  рис 25. Схема биохимической очистки сточных вод</p>
ОПК-1.2	<p>Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки</p>	<p><b>Решить задачу</b>  <b>Вариант 1</b>  1. Рассчитать содержание сырого бензола и сероводорода в 1 м<sup>3</sup> прямого коксового газа. Характеристика шихты, %: W<sup>p</sup>=8,8; A<sup>c</sup>=7,5; V<sup>r</sup> = 24,8; S<sup>c</sup>= 2,15; N<sup>o</sup>=1.95%.  2. Нагнетатель косового газа обслуживает коксовый блок из 2 батарей по 65 печей каждая с полезным объемом камеры 32,3 м<sup>3</sup>. Разовая загрузка 23, 5 т сухой шихты, , период коксования 14,33 ч, оборот печи 14,5 ч. Характеристика шихты W<sup>p</sup>=9%; A<sup>c</sup>= 8,1%; V<sup>r</sup>= 26,5%; S<sup>c</sup>=0, 61%; N<sup>c</sup>=2,3%.  Определить:  А). температуру газа после нагнетателя, если его температура после ПГХ = 25°С.  Б). необходимую мощность на валу нагнетателя  При расчете принять суммарный напор нагнетателя = 3000 мм.вод.ст. ( на всасе 500 мм.вод. ст.; на нагнетании 2500 мм. Вод. Ст.)  3. Рассчитать необходимое количество холодильников для охлаждения поступающего газа.  Тип холодильников – с горизонтальным расположением труб.  Количество поступающих газов:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>коксовый газ - 140000 м<sup>3</sup>/ч.  Массовая концентрация компонентов:  водяные пары – 355,0 г/м<sup>3</sup>;  пары смолы – 89,0 г/м<sup>3</sup>;  бензолные углеводороды – 30,0 г/м<sup>3</sup>;  сероводород – 2,0 г/м<sup>3</sup>;  аммиак – 8,0 г/м<sup>3</sup>.</p> <p>Температура поступающего газа 86 °С, давление 760 мм. рт. ст., температура газа на выходе из холодильника 28 °С, давление 745 мм. рт. ст. Температура охлаждающей воды на входе 25 °С, на выходе 42 °С.</p> <p>Характеристика шихты W<sup>p</sup>=6,0%; A<sup>c</sup>= 7,55%; V<sup>r</sup>= 24,5%; S<sup>c</sup>=2,12%; N<sup>c</sup>=1,88%</p>
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	<p><i>Вопросы к экзаменам</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состав и выход летучих химических продуктов коксования.</li> <li>2. Факторы, влияющие на выход и качество химических продуктов коксования</li> <li>3. Первичное охлаждение коксового газа и его необходимость. Охлаждение газа в газосборнике. Сущность и основные параметры этого процесса. Цикл газосборника.</li> <li>4. Первичное охлаждение коксового газа в первичных газовых холодильниках. Сравнительная характеристика холодильников различных конструкций. Очистка газа от смолы.</li> <li>5. Необходимость очистки газа от смолы и нафталина. Основное оборудование отделения конденсации и дешламации смолы Расположение оборудования. Транспортирование газа через аппаратуру цеха улавливания</li> <li>6. Выход аммиака при коксовании углей. Свойства и применение аммиака, необходимость его улавливания. Выход и состав надсмольной воды.</li> <li>7. Схемы переработки аммиачной воды без разложения солей связанного аммония и с их разложением. Параметры процессов.</li> <li>8. Свойства и применение сульфата аммония. Способы получения сульфата аммония. Отличительные особенности разных способов.</li> <li>9. Технология получения сульфата аммония по сатураторному способу.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Физико-химические основы сатураторного процесса получения сульфата аммония (Влияние температуры, турбулизации маточного раствора в сатураторе, величины рН, характера и содержания примесей.)</p> <p>11. Технология получения сульфата аммония по бессатураторному способу. Условия ведения процесса. Её достоинства и недостатки.</p> <p>12. Технология выделения легких пиридиновых оснований из коксового газа методом отстаивания. Сущность метода. Зависимость качества пиридиновых оснований от различных факторов.</p> <p>13. Технология выделения легких пиридиновых оснований из коксового газа паровым методом. Сущность метода. Зависимость качества пиридиновых оснований от различных факторов.</p> <p>14. Ресурсы пиридиновых оснований и их распределение между газом, водой и смолой. Характеристика легких пиридиновых оснований и их применение. Физико-химические основы выделения пиридиновых оснований из коксового газа.</p> <p>15. Конечное охлаждение коксового газа. Его задачи. Способы.</p> <p>16. Состав, свойства и выход сырого бензола. Характеристика его компонентов</p> <p>17. Способы улавливания бензольных углеводородов из коксового газа. Характеристика поглотительных масел.</p> <p>18. Регенерация поглотительного масла. Технологическая схема.</p> <p>19. Улавливание бензольных углеводородов в скрубберах. Факторы, обуславливающие улавливание бензольных углеводородов.</p> <p>20. Выделение бензольных углеводородов из поглотительного масла. Факторы, определяющие процесс десорбции. Способы выделения, их преимущества и недостатки</p> <p>21. Технологическая схема выделения бензольных углеводородов из поглотительного масла</p> <p>22. Образование сероводорода при коксовании. Свойства сероводорода. Методы очистки коксового газа от сероводорода. Основные принципы выбора способа очистки газов от сернистых примесей.</p> <p>23. Аммиачный метод улавливания сероводорода. Технология совместного извлечения аммиака и сероводорода из коксового газа.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		<p>24. Основные этапы переработки сырого бензола. Предварительная ректификация сырого бензола.</p> <p>25. Сущность сернокислотной очистки фракции БТК</p> <p>26. Технологическая схема сернокислотной очистки фракции БТК</p> <p>27. Теоретические основы каталитической гидроочистки фракции БТК. Химизм процесса. Методы каталитической гидроочистки.</p> <p>28. Окончательная ректификация бензольных углеводородов</p> <p>29. Образование смолы при коксовании, состав и свойства смолы</p> <p>30. Подготовка смолы к переработке</p> <p>31. Технология ректификации каменноугольной смолы. Схема процесса.</p> <p>32. Очистка фракций смолы. Применение и способы переработки фракции смолы</p> <p>33. Переработка нафталиновой фракции. Пути повышения качества и коэффициентов извлечения нафталина.</p> <p>34. Очистка сточных вод коксохимических заводов. Важность проблемы. Источники образования стоков в КХП. Методы очистки сточных вод.</p> <p>35. Технология биохимического способа обесфеноливания сточных вод</p> <p>36. Получение инден-кумароновых смол. Условия получения. Технологическая схема.</p> <p>37. Технология получения фосфата аммония</p> <p>38. Клаус-процесс</p> <p>39. Технология каталитической гидроочистки</p> <p>40. Технология кругового фосфатного метода очистки коксового газа от аммиака.</p> <p><i>Тесты для экзамена</i></p> <p>1. За счет чего происходит охлаждение прямого коксового газа в трубчатых первичных газовых холодильниках?</p> <table border="1" data-bbox="779 1270 2087 1394"> <tr> <td data-bbox="779 1270 2087 1315">За счет испарения надсмольной воды</td> </tr> <tr> <td data-bbox="779 1315 2087 1359">За счет теплопередачи между газом и охлаждающей жидкостью</td> </tr> <tr> <td data-bbox="779 1359 2087 1394">За счет конвекции от газа к жидкости</td> </tr> </table>	За счет испарения надсмольной воды	За счет теплопередачи между газом и охлаждающей жидкостью	За счет конвекции от газа к жидкости
За счет испарения надсмольной воды					
За счет теплопередачи между газом и охлаждающей жидкостью					
За счет конвекции от газа к жидкости					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="786 363 2072 408">За счет выделения конденсата из коксового газа</p> <p data-bbox="786 411 2072 456">С какой целью в межтрубное пространство холодильников подается водо-смоляная эмульсия?</p> <p data-bbox="786 459 2072 504">Для предотвращения биологического обрастания поверхности труб</p> <p data-bbox="786 507 2072 552">Для предотвращения отложений нафталина</p> <p data-bbox="786 555 2072 600">Для лучшего разделения газовой, жидкой и твердой фаз</p> <p data-bbox="786 603 2072 647">Для предотвращения коррозии</p> <p data-bbox="786 651 2072 695">.Как изменяется растворение аммиака, уголекислоты, сероводорода, цианистого водорода и др. компонентов коксового газа в его конденсате при более глубоком охлаждении в ПГХ ?</p> <p data-bbox="786 699 2072 743">Увеличивается . Нет прямой зависимости Не изменяется уменьшается</p> <p data-bbox="786 746 2072 791">.Для чего устанавливаются электрофилтры в цехах улавливания ?</p> <p data-bbox="786 794 2072 839">Для удаления из коксового газа туманообразной смолы и нафталина</p> <p data-bbox="786 842 2072 887">Для удаления из коксового газа коксовой и угольной пыли</p> <p data-bbox="786 890 2072 935">Для удаления из коксового газа сернистых и азотистых соединений</p> <p data-bbox="786 938 2072 983">Для удаления из кислорода воздуха химически активных соединений</p> <p data-bbox="786 986 2072 1031">Температура технической воды оборотного цикла на выходе из теплообменной аппаратуры (без комплексной обработки воды) не может превышать</p> <p data-bbox="786 1034 2072 1078">42°С 50°С 30°С 55°С</p> <p data-bbox="786 1082 2072 1126">Что является основной причиной ограничения нагрева оборотной технической воды на выходе из теплообменной аппаратуры ?</p> <p data-bbox="786 1129 2072 1174">Усиление коррозии теплообменной аппаратуры</p> <p data-bbox="786 1177 2072 1222">Невозможность охладить нагретую оборотную воду в дальнейшем до нужной температуры</p> <p data-bbox="786 1225 2072 1270">Отложение фусов на поверхности теплообменной аппаратуры</p> <p data-bbox="786 1273 2072 1318">Отложение солей жесткости и биологическое обрастание охлаждаемой поверхности</p> <p data-bbox="786 1321 2072 1366">.Как изменяется температура коксового газа, проходя через машинный зал?</p> <p data-bbox="786 1369 2072 1414">Уменьшается</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="1099 368 1769 400">Это зависит от количества перекачиваемого газа</p> <p data-bbox="1330 413 1538 445">Увеличивается</p> <p data-bbox="1037 458 1832 489">Это зависит от степени охлаждения коксового газа в ПГХ</p> <p data-bbox="779 502 2087 563">Как изменяется поглощение аммиака и сероводорода абсорбентом с уменьшением температуры коксового газа?</p> <p data-bbox="779 566 1836 598">Увеличивается Уменьшается Не изменяется Нет прямой зависимости</p> <p data-bbox="779 633 2038 694">.В результате какого процесса происходит улавливание сероводорода из коксового газа при совместном способе улавливания <math>\text{NH}_3</math> и <math>\text{H}_2\text{S}</math>?</p> <p data-bbox="981 707 1888 738">В результате взаимодействия между аммиаком и сероводородом</p> <p data-bbox="954 751 1915 783">В результате химической абсорбции сероводорода аммиачной водой</p> <p data-bbox="904 796 1964 828">В результате физической абсорбции сероводорода отдутой аммиачной водой</p> <p data-bbox="1046 841 1823 873">В результате раскисления насыщенной аммиачной воды</p> <p data-bbox="779 885 1845 917">Каким образом можно удалить соли связанного аммиака из аммиачной воды?</p> <p data-bbox="1144 930 1724 962">Воздействуя на воду слабыми кислотами</p> <p data-bbox="1144 975 1724 1007">Воздействуя на воду сильными щелочами</p> <p data-bbox="1160 1019 1709 1051">Повышая температуру аммиачной воды</p> <p data-bbox="1294 1064 1574 1096">Подавая острый пар</p> <p data-bbox="779 1109 1299 1141">Для чего служит аммиачная колонна?</p> <p data-bbox="931 1153 1939 1185">Для разложения и отдувки солей связанного аммиака из аммиачной воды</p> <p data-bbox="1043 1198 1827 1230">Для отдувки солей летучего аммиака из аммиачной воды</p> <p data-bbox="1122 1243 1749 1275">Для разложения аммиака до азота и водорода</p> <p data-bbox="1155 1287 1715 1319">Для удаления аммиака из коксового газа</p> <p data-bbox="779 1332 1673 1364">Укажите, почему необходимо удалять аммиак из коксового газа?</p> <p data-bbox="813 1377 2060 1437">Аммиак проявляет сильные коррозионные свойства, его сжигание, приводит к выбросам в атмосферу токсичных окислов азота</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="779 363 2089 411">Аммиак коксового газа используется для производства аммиачной воды</p> <p data-bbox="779 411 2089 459">Аммиак является ценным компонентом коксового газа</p> <p data-bbox="779 459 2089 531">Что представляет собой каменноугольное поглотительное масло, используемое для улавливания бензольных углеводородов?</p> <p data-bbox="779 531 2089 579">Фракцию нефти с температурой кипения 230-270°С</p> <p data-bbox="779 579 2089 627">Фракцию каменноугольной смолы с температурой кипения 230-270°С</p> <p data-bbox="779 627 2089 675">Фракцию нефти с температурой кипения 270-310°С</p> <p data-bbox="779 675 2089 722">Фракцию каменноугольной смолы с температурой кипения 210-230°С</p> <p data-bbox="779 722 2089 746">Почему необходимо мыть поглотительное масло от фенолов</p> <p data-bbox="779 746 2089 818">Фенолы вступают в химическое взаимодействие с некоторыми компонентами коксового газа и ухудшают улавливание бензольных углеводородов</p> <p data-bbox="779 818 2089 866">Фенолы переходят в сырой бензол, ухудшая его качество</p> <p data-bbox="779 866 2089 914">Фенолы образуют с водой трудно разделяемые эмульсии, и повышают вязкость масла</p> <p data-bbox="779 914 2089 962">Фенолы выпадают в осадок при охлаждении, забивая насадку скрубберов</p> <p data-bbox="779 962 2089 1034">Почему поглотительное каменноугольное масло не должно содержать более 3% отгона до 230°С?</p> <p data-bbox="779 1034 2089 1121">Это приведет к образованию кристаллических осадков, ухудшающих работу абсорберов и к увеличению сопротивления скрубберов</p> <p data-bbox="779 1121 2089 1209">Это приведет к увеличению затрат тепла на нагрев поглотительного масла и к увеличению давления в дистилляционной колонне</p> <p data-bbox="779 1209 2089 1297">Это приведет к увеличению давления в колонне, повышению вязкости масла, увеличению расхода поглотительного масла</p> <p data-bbox="779 1297 2089 1385">Это приведет к ухудшению качества сырого бензола, порче поглотительного масла и увеличению выхода полимеров в регенераторе</p> <p data-bbox="779 1385 2089 1418">С чем связана необходимость регенерации поглотительного масла?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>С полимеризацией нафталина, содержащегося в масле от постоянных температурных перепадов</p> <p>С полимеризацией масла из-за химического взаимодействия его компонентов с бензольными углеводородами</p> <p>С переходом каменноугольной смолы, содержащейся в коксовом газе, в поглотительное масло</p> <p>С полимеризацией масла от воздействия на него температуры, кислорода, сероводорода, непредельных и др., содержащихся в коксовом газе соединений</p> <p>Какие физические свойства относятся к сырому бензолу?</p> <p>Не растворим в воде, легче воды, легко от неё отстаивается</p> <p>Не растворим в воде, образует с водой эмульсию</p> <p>Не растворим в воде, тяжелее воды, легко от неё отстаивается</p> <p>Растворим в воде, легко из неё отгоняется</p> <p>Что не входит состав сырого бензола?</p> <p>Толуол    Триметилбензолы    Ксилолы    Нитротолуол</p> <p>Чем характеризуется качество сырого бензола?</p> <p>Содержанием чистого бензола    Отгоном до 180°C    Содержанием золы    Отгоном до 150°C</p> <p>Каковы ресурсы бензольных углеводородов в коксовом газе?</p> <p>От 40,0 до 47,0 г/м<sup>3</sup>    От 5,0 до 12,0 г/м<sup>3</sup>    От 25,0 до 35,0 г/м<sup>3</sup>    От 18,0 до 25,0 г/м<sup>3</sup></p> <p>Что является основным недостатком холодильников непосредственного действия?</p> <p>Низкая эффективность охлаждения коксового газа</p> <p>Высокое сопротивление газовому потоку</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p data-bbox="786 368 2024 448">Насыщение охлаждающей воды токсичными веществами, содержащимися в коксовом газе и их выбросы на градирне конечного охлаждения</p> <p data-bbox="786 456 2024 536">Необходимость обязательной подготовки охлаждающей воды, удаление из неё взвесей и солей жесткости</p> <p data-bbox="786 544 2024 743">Где непосредственно устанавливаются конечные газовые холодильники?          Перед сульфатным отделением      После сульфатного отделения      После аммиачного скруббера          После первичных газовых холодильников          Какой ток создаётся в электрофильтрах цеха улавливания?          Переменный    Постоянный    Вихревой    Ток высокой частоты</p> <p data-bbox="786 775 2024 975">Что происходит при охлаждении коксового газа в газосборнике?          Повышается влагосодержание коксового газа      Конденсируется вся смола из газа          Из коксового газа удаляются фусы      Разлагаются соли связанного аммиака из охлаждающей воды          Какой компонент преобладает в составе обратного коксового газа?  <math>H_2</math>    <math>CH_4</math>    <math>CO</math>    <math>CO_2</math></p> <p data-bbox="786 1007 2024 1070">До какой температуры охлаждается коксовый газ в газосборнике?  <math>94-98\text{ }^{\circ}C</math>    <math>68-72\text{ }^{\circ}C</math>    <math>85-89\text{ }^{\circ}C</math>    <math>98-102\text{ }^{\circ}C</math></p> <p data-bbox="786 1110 2024 1174">Почему массовая концентрация смолистых веществ в аммиачной воде после отделения конденсации должна быть не более <math>0,55\text{ г/м}^3</math>?</p> <p data-bbox="786 1182 2085 1254">Потому, что смолистые вещества забивают форсунки, распыляющие аммиачную воду в газосборниках</p> <p data-bbox="786 1262 2085 1302">Потому что смолистые вещества не позволяют удалить аммиак из аммиачной воды</p> <p data-bbox="786 1310 2085 1350">Потому что смолистые соединения забивают насадку градирен</p> <p data-bbox="786 1358 2085 1398">Потому что смолистые соединения вместе с водой попадают в водоемы, загрязняя их</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Каким образом устраняется накопление солей связанного аммиака в воде цикла газосборников?</p> <p>Разрушением солей при добавлении в воду химических реагентов</p> <p>Дополнительным отстоем воды цикла газосборника</p> <p>Смешиванием и обменом водяных циклов газосборника и ПГХ</p> <p>Паровым подогревом воды цикла газосборника</p> <p>Из чего формируется надсмольная аммиачная вода?</p> <p>Из влаги шихты, технической воды, воды БХУ</p> <p>Из пирогенетической влаги, воды БХУ, технической воды конечного охлаждения</p> <p>Из пирогенетической влаги, влаги пароинжекции, воды БХУ</p> <p>Из пирогенетической влаги, влаги шихты и влаги пароинжекции</p> <p>Куда непосредственно направляется избыточная аммиачная вода из отделения конденсации?</p> <p>На тушение кокса                      На переработку                      На охлаждение в градирни                      На орошение газосборника</p> <p>Сколько должна составлять массовая доля золы в смоле, поступающей на переработку?</p> <p>Не более 0,1%                      Не более 0,5%                      Не более 1%                      Не более 0,03%</p> <p>Почему массовая доля золы в смоле имеет жесткие ограничения?</p> <p>Зола забивает центрифуги отделения дешламации</p> <p>Зола мешает обезвоживанию смолы</p> <p>Зола ухудшает качество пека, затрудняет эксплуатацию трубчатых установок, забивает хранилища</p> <p>Зола равномерно распределяется по всем фракциям смолы, вызывая ухудшение их качества</p> <p>За счет какой силы идет разделение воды, смолы и фусов в отделении дешламации?</p> <p>За счет силы Архимеда, силы тяжести                      Силы трения                      Силы тяжести</p> <p>Центробежной силы и удельного веса</p> <p>Почему массовая доля воды в смоле имеет жесткие ограничения?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Наличие воды в смоле увеличивает давление в ректификационной колонне и снижает её производительность</p> <p>Наличие воды в смоле увеличивает объем теплообменной аппаратуры</p> <p>Наличие воды в смоле снижает качество получаемых фракций</p> <p>Наличие воды в смоле снижает температуру размягчения пека</p> <p>Для чего коксовый газ перед сатураторами подогревают в решеферах?</p> <p>Для удаления пиридиновых оснований с обратным коксовым газом</p> <p>Для увеличения крупности соли</p> <p>Для предотвращения обводнения ванны сатуратора конденсатом газа</p> <p>Для уменьшения потерь аммиака с обратным коксовым газом</p> <p>С какой температурой коксовый газ поступает в сатуратор? 85-90 °С      25-30 °С      30-40 °С      60-70 °С</p> <p>Массовая доля, какого химического элемента нормируется согласно требованиям к технической серной кислоте? N      S      Fe      Mg</p> <p>Какие химические соединения, кроме сульфата аммония, образуются в сатураторе при взаимодействии серной кислоты с азотсодержащими компонентами коксового газа?</p> <p>дигидросульфат аммония, сульфат хинолина, нитрат серы</p> <p>Бисульфат аммония, сульфат пиридина, бисульфат пиридина</p> <p>Дигидросульфат пиридина, сульфат хинолина</p> <p>Нитрат серы, сульфополимеры</p> <p>Сколько составляет оптимальная массовая доля свободной серной кислоты в маточном растворе сатуратора? 10-12%      4-5%      1-1,5%      6-8%</p> <p>Чем производится перемешивание верхних слоёв маточного раствора в сатураторе? Барботажем серной кислоты через слой раствора</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства	
		Мешалкой	
		Коксовым газом, выходящим из зонта по направляющим лопаткам, и барботирующим через слой раствора	
		Вращающимися лопатками зонта	

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Улавливание, переработка и использование промышленных газов» проводится в форме экзамена-теста.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

Вопросы тестов охватывают весь объем изучаемой дисциплины в соответствии с РПД.

- **на оценку «отлично» (5 баллов)** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности, что соответствует результату тестирования **75% и более;**
- **на оценку «хорошо» (4 балла)** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации, что соответствует результату тестирования **60 -74 %;**
- **на оценку «удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации, что соответствует результату тестирования **50 - 59 %;**
- **на оценку «неудовлетворительно» (2 балла)** – обучающийся не демонстрирует знания теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, что соответствует результату тестирования **менее 50 %.**