



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

20.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УЛАВЛИВАНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ**

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Металлургия

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
2024 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallurgy и химических технологий

09.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

зав. кафедрой 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 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,	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	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	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		2		3	4	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,		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.	3	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. Неведров, А. В. Химия природных энергоносителей : учебное пособие / А. В. Неведров, Е. В. Васильева, А. В. Папин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-00137-054-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122219> — 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. Свечникова, Н. Ю. Химическая технология топлива : учебно-методическое пособие / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2153> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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 м³ прямого коксового газа.

Характеристика шихты, %: W^p=6.5; A^c=5.8; V^r = 26.7; S^c= 0.3; N^o=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
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии (ОПК-1)		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи в области металлургии и процессов металлообработки, используя фундаментальные знания	Задание на экзамене Описать технологическую схему по рисунку 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		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
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в предметной области металлургии и металлообработки	Решить задачу Вариант 1 1. Рассчитать содержание сырого бензола и сероводорода в 1 м³ прямого коксового газа. Характеристика шихты, %: W^p=8,8; A^c=7,5; V^r = 24,8; S^c= 2,15; N^o=1.95%. 2. Нагнетатель косового газа обслуживает коксовый блок из 2 батарей по 65 печей каждая с полезным объемом камеры 32,3 м³. Разовая загрузка 23, 5 т сухой шихты, , период коксования 14,33 ч, оборот печи 14,5 ч. Характеристика шихты W^p=9%; A^c= 8,1%; V^r= 26,5%; S^c=0, 61%; N^c=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:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		коксовый газ - 140000 м³/ч. Массовая концентрация компонентов: водяные пары – 355,0 г/м³; пары смолы – 89,0 г/м³; бензолные углеводороды – 30,0 г/м³; сероводород – 2,0 г/м³; аммиак – 8,0 г/м³. 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. Характеристика шихты W^p=6,0%; A^c= 7,55%; V^r= 24,5%; S^c=2,12%; N^c=1,88%
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	<i>Вопросы к экзаменам</i> 1. Состав и выход летучих химических продуктов коксования. 2. Факторы, влияющие на выход и качество химических продуктов коксования 3. Первичное охлаждение коксового газа и его необходимость. Охлаждение газа в газосборнике. Сущность и основные параметры этого процесса. Цикл газосборника. 4. Первичное охлаждение коксового газа в первичных газовых холодильниках. Сравнительная характеристика холодильников различных конструкций. Очистка газа от смолы. 5. Необходимость очистки газа от смолы и нафталина. Основное оборудование отделения конденсации и дешламации смолы Расположение оборудования. Транспортирование газа через аппаратуру цеха улавливания 6. Выход аммиака при коксовании углей. Свойства и применение аммиака, необходимость его улавливания. Выход и состав надсмольной воды. 7. Схемы переработки аммиачной воды без разложения солей связанного аммония и с их разложением. Параметры процессов. 8. Свойства и применение сульфата аммония. Способы получения сульфата аммония. Отличительные особенности разных способов. 9. Технология получения сульфата аммония по сатураторному способу.

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства			
		24. Основные этапы переработки сырого бензола. Предварительная ректификация сырого бензола. 25. Сущность сернокислотной очистки фракции БТК 26. Технологическая схема сернокислотной очистки фракции БТК 27. Теоретические основы каталитической гидроочистки фракции БТК. Химизм процесса. Методы каталитической гидроочистки. 28. Окончательная ректификация бензольных углеводородов 29. Образование смолы при коксовании, состав и свойства смолы 30. Подготовка смолы к переработке 31. Технология ректификации каменноугольной смолы. Схема процесса. 32. Очистка фракций смолы. Применение и способы переработки фракции смолы 33. Переработка нафталиновой фракции. Пути повышения качества и коэффициентов извлечения нафталина. 34. Очистка сточных вод коксохимических заводов. Важность проблемы. Источники образования стоков в КХП. Методы очистки сточных вод. 35. Технология биохимического способа обесфеноливания сточных вод 36. Получение инден-кумароновых смол. Условия получения. Технологическая схема. 37. Технология получения фосфата аммония 38. Клаус-процесс 39. Технология каталитической гидроочистки 40. Технология кругового фосфатного метода очистки коксового газа от аммиака. Тесты для экзамена 1. За счет чего происходит охлаждение прямого коксового газа в трубчатых первичных газовых холодильниках? <table><tr><td>За счет испарения надсмольной воды</td></tr><tr><td>За счет теплопередачи между газом и охлаждающей жидкостью</td></tr><tr><td>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																					
		<table><tr><td>За счет выделения конденсата из коксового газа</td></tr><tr><td>С какой целью в межтрубное пространство холодильников подается водо-смоляная эмульсия?</td></tr><tr><td>Для предотвращения биологического обрастания поверхности труб</td></tr><tr><td>Для предотвращения отложений нафталина</td></tr><tr><td>Для лучшего разделения газовой, жидкой и твердой фаз</td></tr><tr><td>Для предотвращения коррозии</td></tr><tr><td>.Как изменяется растворение аммиака, уголекислоты, сероводорода, цианистого водорода и др. компонентов коксового газа в его конденсате при более глубоком охлаждении в ПГХ ?</td></tr><tr><td>Увеличивается . Нет прямой зависимости Не изменяется уменьшается</td></tr><tr><td>.Для чего устанавливаются электрофилтры в цехах улавливания ?</td></tr><tr><td>Для удаления из коксового газа туманообразной смолы и нафталина</td></tr><tr><td>Для удаления из коксового газа коксовой и угольной пыли</td></tr><tr><td>Для удаления из коксового газа сернистых и азотистых соединений</td></tr><tr><td>Для удаления из кислорода воздуха химически активных соединений</td></tr><tr><td>Температура технической воды оборотного цикла на выходе из теплообменной аппаратуры (без комплексной обработки воды) не может превышать 42°С 50°С 30°С 55°С</td></tr><tr><td>Что является основной причиной ограничения нагрева оборотной технической воды на выходе из теплообменной аппаратуры ?</td></tr><tr><td>Усиление коррозии теплообменной аппаратуры</td></tr><tr><td>Невозможность охладить нагретую оборотную воду в дальнейшем до нужной температуры</td></tr><tr><td>Отложение фусов на поверхности теплообменной аппаратуры</td></tr><tr><td>Отложение солей жесткости и биологическое обрастание охлаждаемой поверхности</td></tr><tr><td>.Как изменяется температура коксового газа, проходя через машинный зал?</td></tr><tr><td>Уменьшается</td></tr></table>	За счет выделения конденсата из коксового газа	С какой целью в межтрубное пространство холодильников подается водо-смоляная эмульсия?	Для предотвращения биологического обрастания поверхности труб	Для предотвращения отложений нафталина	Для лучшего разделения газовой, жидкой и твердой фаз	Для предотвращения коррозии	.Как изменяется растворение аммиака, уголекислоты, сероводорода, цианистого водорода и др. компонентов коксового газа в его конденсате при более глубоком охлаждении в ПГХ ?	Увеличивается . Нет прямой зависимости Не изменяется уменьшается	.Для чего устанавливаются электрофилтры в цехах улавливания ?	Для удаления из коксового газа туманообразной смолы и нафталина	Для удаления из коксового газа коксовой и угольной пыли	Для удаления из коксового газа сернистых и азотистых соединений	Для удаления из кислорода воздуха химически активных соединений	Температура технической воды оборотного цикла на выходе из теплообменной аппаратуры (без комплексной обработки воды) не может превышать 42°С 50°С 30°С 55°С	Что является основной причиной ограничения нагрева оборотной технической воды на выходе из теплообменной аппаратуры ?	Усиление коррозии теплообменной аппаратуры	Невозможность охладить нагретую оборотную воду в дальнейшем до нужной температуры	Отложение фусов на поверхности теплообменной аппаратуры	Отложение солей жесткости и биологическое обрастание охлаждаемой поверхности	.Как изменяется температура коксового газа, проходя через машинный зал?	Уменьшается
За счет выделения конденсата из коксового газа																							
С какой целью в межтрубное пространство холодильников подается водо-смоляная эмульсия?																							
Для предотвращения биологического обрастания поверхности труб																							
Для предотвращения отложений нафталина																							
Для лучшего разделения газовой, жидкой и твердой фаз																							
Для предотвращения коррозии																							
.Как изменяется растворение аммиака, уголекислоты, сероводорода, цианистого водорода и др. компонентов коксового газа в его конденсате при более глубоком охлаждении в ПГХ ?																							
Увеличивается . Нет прямой зависимости Не изменяется уменьшается																							
.Для чего устанавливаются электрофилтры в цехах улавливания ?																							
Для удаления из коксового газа туманообразной смолы и нафталина																							
Для удаления из коксового газа коксовой и угольной пыли																							
Для удаления из коксового газа сернистых и азотистых соединений																							
Для удаления из кислорода воздуха химически активных соединений																							
Температура технической воды оборотного цикла на выходе из теплообменной аппаратуры (без комплексной обработки воды) не может превышать 42°С 50°С 30°С 55°С																							
Что является основной причиной ограничения нагрева оборотной технической воды на выходе из теплообменной аппаратуры ?																							
Усиление коррозии теплообменной аппаратуры																							
Невозможность охладить нагретую оборотную воду в дальнейшем до нужной температуры																							
Отложение фусов на поверхности теплообменной аппаратуры																							
Отложение солей жесткости и биологическое обрастание охлаждаемой поверхности																							
.Как изменяется температура коксового газа, проходя через машинный зал?																							
Уменьшается																							

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Это зависит от количества перекачиваемого газа Увеличивается Это зависит от степени охлаждения коксового газа в ПГХ Как изменяется поглощение аммиака и сероводорода абсорбентом с уменьшением температуры коксового газа? Увеличивается Уменьшается Не изменяется Нет прямой зависимости В результате какого процесса происходит улавливание сероводорода из коксового газа при совместном способе улавливания NH_3 и H_2S? В результате взаимодействия между аммиаком и сероводородом В результате химической абсорбции сероводорода аммиачной водой В результате физической абсорбции сероводорода отдутой аммиачной водой В результате раскисления насыщенной аммиачной воды Каким образом можно удалить соли связанного аммиака из аммиачной воды? Воздействуя на воду слабыми кислотами Воздействуя на воду сильными щелочами Повышая температуру аммиачной воды Подавая острый пар Для чего служит аммиачная колонна? Для разложения и отдувки солей связанного аммиака из аммиачной воды Для отдувки солей летучего аммиака из аммиачной воды Для разложения аммиака до азота и водорода Для удаления аммиака из коксового газа Укажите, почему необходимо удалять аммиак из коксового газа? Аммиак проявляет сильные коррозионные свойства, его сжигание, приводит к выбросам в атмосферу токсичных окислов азота

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		С полимеризацией нафталина, содержащегося в масле от постоянных температурных перепадов С полимеризацией масла из-за химического взаимодействия его компонентов с бензольными углеводородами С переходом каменноугольной смолы, содержащейся в коксовом газе, в поглочительное масло С полимеризацией масла от воздействия на него температуры, кислорода, сероводорода, непредельных и др., содержащихся в коксовом газе соединений Какие физические свойства относятся к сырому бензолу? Не растворим в воде, легче воды, легко от неё отстаивается Не растворим в воде, образует с водой эмульсию Не растворим в воде, тяжелее воды, легко от неё отстаивается Растворим в воде, легко из неё отгоняется Что не входит состав сырого бензола? Толуол Триметилбензолы Ксилолы Нитротолуол Чем характеризуется качество сырого бензола? Содержанием чистого бензола Отгоном до 180°C Содержанием золы Отгоном до 150°C Каковы ресурсы бензольных углеводородов в коксовом газе? От 40,0 до 47,0 г/м³ От 5,0 до 12,0 г/м³ От 25,0 до 35,0 г/м³ От 18,0 до 25,0 г/м³ Что является основным недостатком холодильников непосредственного действия? Низкая эффективность охлаждения коксового газа Высокое сопротивление газовому потоку

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства						
		<table><tr><td>Насыщение охлаждающей воды токсичными веществами, содержащимися в коксовом газе и их выбросы на градирне конечного охлаждения</td></tr><tr><td>Необходимость обязательной подготовки охлаждающей воды, удаление из неё взвесей и солей жесткости</td></tr></table> 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 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? H₂ CH₄ CO CO₂ До какой температуры охлаждается коксовый газ в газосборнике? 94-98 °С 68-72 °С 85-89 °С 98-102 °С Почему массовая концентрация смолистых веществ в аммиачной воде после отделения конденсации должна быть не более 0,55 г/м³? <table><tr><td>Потому, что смолистые вещества забивают форсунки, распыляющие аммиачную воду в газосборниках</td></tr><tr><td>Потому что смолистые вещества не позволяют удалить аммиак из аммиачной воды</td></tr><tr><td>Потому что смолистые соединения забивают насадку градирен</td></tr><tr><td>Потому что смолистые соединения вместе с водой попадают в водоемы, загрязняя их</td></tr></table>	Насыщение охлаждающей воды токсичными веществами, содержащимися в коксовом газе и их выбросы на градирне конечного охлаждения	Необходимость обязательной подготовки охлаждающей воды, удаление из неё взвесей и солей жесткости	Потому, что смолистые вещества забивают форсунки, распыляющие аммиачную воду в газосборниках	Потому что смолистые вещества не позволяют удалить аммиак из аммиачной воды	Потому что смолистые соединения забивают насадку градирен	Потому что смолистые соединения вместе с водой попадают в водоемы, загрязняя их
Насыщение охлаждающей воды токсичными веществами, содержащимися в коксовом газе и их выбросы на градирне конечного охлаждения								
Необходимость обязательной подготовки охлаждающей воды, удаление из неё взвесей и солей жесткости								
Потому, что смолистые вещества забивают форсунки, распыляющие аммиачную воду в газосборниках								
Потому что смолистые вещества не позволяют удалить аммиак из аммиачной воды								
Потому что смолистые соединения забивают насадку градирен								
Потому что смолистые соединения вместе с водой попадают в водоемы, загрязняя их								

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

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

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:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала. Правильные ответы должны составлять 80% от предложенных вопросов
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки. Правильные ответы должны составлять 65% от предложенных вопросов
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний. Правильные ответы должны составлять 50% от предложенных вопросов
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 40% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки. Правильные ответы составляют менее 40% от предложенных вопросов
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. Правильные ответы составляют менее 25% от предложенных вопросов

Второй Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса