

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012287c5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Газохимия и очистка газовых выбросов
(наименование дисциплины)

18.04.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
(профиль подготовки)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)
Форма обучения очная, очно-заочная
(очная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Газохимия и очистка газовых выбросов» является ознакомление студентов с основными способами очистки газовых выбросов коксохимического производства. Изучение основных аппаратов газоочистки и основных направлений защиты окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- приобретение необходимых знаний по расчету аппаратуры для очистки сточных вод и газовых выбросов предприятиями отрасли;
- изучение основных методов очистки и обезвреживания выбросов в атмосферу;
- изучение основных методов анализа сточных вод на наличие в них опасных для жизни человека соединений;
- изучение производства углеводородных систем с улучшенными экологическими характеристиками;
- ознакомление студентов с существующими и новыми технологиями получения энергии;
- приобретение студентами знаний о роли охраны окружающей среды и рационального природопользования в развитии промышленности.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональных (ОПК-4) и профессиональных (ПК-4, ПК-8) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 18.04.01 Химическая технология (магистерская программа «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»).

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Органическая химия», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Управление технологическими процессами в коксохимическом производстве».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Современные проблемы химической технологии», «Технология переработки твердых горючих ископаемых».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) и лабораторные (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (144 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очно-заочной формы обучения составляет 6 зачетных единиц, 216 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), практические (12 ак.ч.) и лабораторные (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (188 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Газохимия и очистка газовых выбросов» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает основы экономики, безопасности жизнедеятельности и экологии. ОПК-4.2. Умеет демонстрировать знание в области трудового законодательства Российской Федерации, экономики, организации труда и экологии. ОПК-4.3. Владеет анализом технологических процессов и выбирает технические средства и технологии с учетом экологических последствий, применяет навыки управления профессиональной деятельностью, используя знания в области экономики.
Готов к совершенствованию технологического процесса – разработке мероприятий по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов и изысканию способов	ПК-4	ПК-4.1 Знает: теоретические основы процессов коксохимии; методы повышения эффективности переработки -кокса; способы утилизации отходов производства ПК-4.2 Умеет: предлагать способы предупреждения и устранения нарушений норм технологического режима; разрабатывать мероприятия по повышению эффективности использования сырья и утилизации отходов ПК-4.3 Владеет: навыками работы с технологическим регламентом и нормами реального технологического процесса коксохимии
Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	ПК-8	ПК-8.1. Знает способы определения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества. ПК-8.2. Умеет выбирать режимные характеристики процессов получения веществ с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты. ПК-8.3. Владеет технологией синтеза веществ с учетом безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю, написание реферата, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	—	—
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	144	144
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	2	2
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание	6	6
Подготовка к контрольной работе	15	15
Подготовка к коллоквиуму	—	—
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	18	18
Подготовка к зачету	15	15
Промежуточная аттестация – зачет	3 (2)	3 (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	216	216
з.е.	6	6

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Состав и свойства углеводородных газов и газоконденсатов);
- тема 2 (Подготовка углеводородных газов к химической переработке);
- тема 3 (Осушка природных углеводородных газов);
- тема 4 (Газоочистка — борьба с газообразными выбросами);
- тема 5 (Разделение углеводородных газов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Состав и свойства углеводородных газов и газоконденсатов	Пути утилизации углеводородных газов. Подготовка углеводородного газа Очистка газа от механических примесей. Состав газов газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей. Химические типы газовых конденсатов.	4	Расчет количества катализатора необходимого для обезжиривания газа	4	Влияние отбора газовых проб на результат его анализа. Определение летучего и связанного аммиака в надсмольной воде коксохимического производства формальдегидным методом.	4
2	Подготовка углеводородных газов к химической переработке	Ресурсы углеводородных газов Натуральные (естественные) газы Искусственные (нефтезаводские) газы	2	Моделирование процессов переработки природных газов	4	Пиролиз низкомолекулярного углеводородного сырья	2
3	Осушка природных углеводородных газов	Влагоемкость (влагосодержание) газа. Абсолютная влажность газа. Относительная влажность. Осушка газа. Точка росы.	4	Осушка газа абсорбционным методом	4	Определение температур точек росы углеводородных газов	4

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Точка росы по углеводородам. Абсолютная точка росы. Депрессия точки росы. Методы осушки природных газов: прямым охлаждением; абсорбцией; адсорбцией или комбинированием этих способов.				по влаге и углеводородам при известном составе и давлении для различных условиях хранения и транспортировки	
4	Газоочистка — борьба с газообразными выбросами	Типы газовоздушных фильтров, методы очистки газа и принципы работы. Отраслевое назначение, особенности. Методы и технологии газовой очистки: абсорбционная очистка газов или воздуха; химическая и каталитическая газоочистка; термическая диссоциация. Очистка дымовых, печных, топочных, доменных, пиролизных и коксовых газов.	4	Расчет параметров циклона при очистке промышленных выбросов. Расчет коэффициента избытка воздуха при сжигании газов Расчет высоты дымовой трубы	12	Изучение устройства и принципа действия эффузиометра. Определение плотности газа эффузионным методом	4

Продолжение таблицы 3							
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Разделение углеводородных газов	Основные методы разделения: ректификация ожиженных при глубоком охлаждении газов; абсорбция и адсорбция; фракционированная конденсация. Методы извлечения жидких углеводородных компонентов из природного газа: низкотемпературная сепарация; низкотемпературная адсорбция; низкотемпературная абсорбция; низкотемпературная ректификация; мембранные методы. Химическая переработка углеводородных газов. Термические и термокаталитические превращения низших углеводородов.	4	Каталитические методы очистки газовых выбросов. Каталитическое окисление углеводородов. Расчеты расхода и сжатия. Измерения расхода газа	12	Окислительные превращения газообразных углеводородов Определение фазовых соотношений в условиях равновесия для многокомпонентных смесей	4
Всего аудиторных часов			18		36		18

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
	Состав и свойства углеводородных газов и газоконденсатов	Пути утилизации углеводородных газов. Подготовка углеводородного газа Очистка газа от механических примесей. Состав газов газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей. Химические типы газовых конденсатов.	2	Расчет количества катализатора необходимого для обезжиривания газа	2	Влияние отбора газовых проб на результат его анализа. Определение летучего и связанного аммиака в надсмольной воде коксохимического производства формальдегидным методом.	4
	Подготовка углеводородных газов к химической переработке	Ресурсы углеводородных газов Натуральные (естественные) газы Искусственные (нефтезаводские) газы	2	Моделирование процессов переработки природных газов	2	Пиролиз низкомолекулярного углеводородного сырья	2

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
	Газоочистка — борьба с газообразными выбросами	Типы газовоздушных фильтров, методы очистки газа и принципы работы. Отраслевое назначение, особенности. Методы и технологии газовой очистки: абсорбционная очистка газов или воздуха; химическая и каталитическая газоочистка; термическая диссоциация. Очистка дымовых, печных, топочных, доменных, пиролизных и коксовых газов.	2	Расчет параметров циклона при очистке промышленных выбросов Расчет коэффициента избытка воздуха при сжигании газов Расчет высоты дымовой трубы	6	Изучение устройства и принципа действия эффузиометра Определение плотности газа эффузионным методом	4
	Разделение углеводородных газов	Основные методы разделения: ректификация ожиженных при глубоком охлаждении газов; абсорбция и адсорбция; фракционированная конденсация. Методы извлечения жидких углеводородных компонентов из природного газа: низкотемпературная сепарация; низкотемпературная адсорбция; низкотемпературная абсорбция; низкотемпературная ректификация; мембранные методы. Химическая переработка углеводородных газов. Термические и термокаталитические превращения низших углеводородов.	2	Каталитические методы очистки газовых выбросов.	2	Определение фазовых соотношений в условиях равновесия для многокомпонентных смесей	2
Всего аудиторных часов			8		12		8

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-4, ПК-4, ПК-8	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов;
- индивидуальное задание (реферат) и домашнее задание – всего 20 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую лабораторную и практическую работу по каждому модулю. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Газохимия и очистка газовых выбросов» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания студенты выполняют:

- работу над составлением конспекта изученного материала;
- анализ загрязняющих веществ коксохимического производства.

При выполнении задания, используя справочную литературу, заполняются приведенные ниже таблицы.

Загрязняющие вещества коксохимического производства

№ п/п	Виды газообразных загрязняющих веществ	Источник загрязнения	Методы очистки газовых выбросов
1	Газы с твердыми частицами пыли	процессы сжигания топлива	механическая очистка
...	...	...	...

В качестве индивидуального задания студенты очной формы готовят реферат или презентацию на одну из приведенных ниже тем.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

- 1) Абсорбционная очистка газовых выбросов.
- 2) Состав и свойства коксового газа. Физико-химические свойства.
- 3) Относительная влажность газа.
- 4) Точка росы.
- 5) Дистилляция смолы и кристаллизация нафталина.
- 6) Очистка газа от воды и смолы.
- 7) Очистка газа от аммиака.
- 8) Очистка газа от нафталина.
- 9) Разделение фаз при очистке коксового газа.
- 10) Электростатическая очистка газа от туманообразной смолы в электрофильтрах.
- 11) Газохимия наука будущего.
- 12) Влагоемкость углеводородных газов.
- 13) Производство серы из сероводородсодержащих газов.
- 14) Осушка углеводородных газов.

- 15) Современные методы очистки газовых выбросов и получение попутной химической продукции.
- 16) Хранение газов и газовых конденсатов.
- 17) Катализаторы и химические процессы синтеза Фишера –Тропша.
- 18) Экологические проблемы газохимии.
- 19) Процесс Клауса. Хранение серы.
- 20) Установки и их принцип действия при очистке газа от механических примесей.
- 21) Осушка природных углеводородных газов впрыском гликоля.
- 22) Очистка природных газов от диоксида углерода.
- 23) Очистка природных газов от сероводорода методом «Сульфинол».
- 24) Очистка природных газов от серосодержащих соединений мышьяково- содовым методом,
- 25) Очистка природных газов от меркаптанов.
- 26) Процесс низкотемпературной сепарации (нтс) природных газов.
- 27) Методы извлечения углеводородов Cz-Cs из природных газов.
- 28) Методы получения гелия из природных газов.
- 29) Стабилизация газового бензина.
- 30) Производство ацетилен из углеводородного сырья.
- 31) Производство низших олефинов из природного газа.
- 32) Производство изобутилена.
- 33) Производство бутадиена.
- 34) Производство изопрена.
- 35) Технология производства технического углерода.
- 36) Каталитическое окисление метана.
- 37) Методы получения синтез-газа.
- 38) Окислительная конверсия метанола.
- 39) Получения ацетальдегида.
- 40) Трубопроводный транспорт газа.
- 41) Газовые гидраты.
- 42) Современное состояние газоперерабатывающего комплекса России.
- 43) Перспективные направления модернизации газоперерабатывающих заводов России.
- 44) История развития магистрального транспорта газа.
- 45) Производство синтетических жидких топлив из природного газа.
- 46) Обзор газоперерабатывающих предприятий России.
- 47) Газовая промышленность Европы.
- 48) Проблема утилизации и переработки попутных газов нефтяных скважин.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Варианты заданий для студентов очной формы обучения

Тема 1 Состав и свойства углеводородных газов и газоконденсатов

Задачи:

- 1) Ароматический концентрат представляет собой смесь, состоящую из 120 кг бензола, 75 кг толуола и 25 кг этилбензола. Найти массовый и молярный состав смеси.
- 2) Массовое содержание изооктана в эталонной смеси – 70%, н-гептана – 30%. Определить молярные доли компонентов.
- 3) Углеводородный газ, служащий бытовым топливом, имеет следующее массовое содержание углеводородов: этан – 2%, пропан – 76%, бутаны – 21%, пентаны – 1%. Рассчитать молярное содержание компонентов в газовой смеси.
- 4) Определить вместимость баллона, в который можно закачать 6 м³ газа, измеренного при нормальных условиях. Максимальное давление в баллоне 15 МПа.
- 5) Во сколько раз возрастет давление в герметичном газовом резервуаре, если температура окружающего воздуха повысится с 10 до 24°C?
- 6) При давлении 360 кПа и температуре 400 К газ занимает объем 1,2 м³. Найти число молей газа.
- 7) Газ в количестве 9 кг находится в сосуде вместимостью 3 м³ при 298 К и 462 кПа. Найти молярную массу газа.
- 8) Дан состав смеси газов (в объемных процентах): этан – 5; пропан – 12; изобутан – 35; н-бутан – 48. Определить критические параметры смеси.
- 9) Относительная (по воздуху) плотность газовой смеси равна 0,84. Найти критические температуру и давление смеси.
- 10) Найти коэффициент сжимаемости изобутана при 115°C и 1,95 МПа, если при нормальных условиях он занимает объем 8,3 м³.

Тема 2 Подготовка углеводородных газов к химической переработке

- 1) Назвать значение природных газов в экономике. Охарактеризовать сырьевую базу газовой промышленности России.
- 2) Перечислить ресурсы газа и его углеводородных компонентов в основных газодобывающих районах России. Дать анализ современного состояния газовой промышленности России и за рубежом.
- 3) Привести состав природных газов и газоконденсатов. Назвать физико-химические свойства компонентов газов и газоконденсатов.
- 4) Привести поточные схемы газоперерабатывающих заводов. Перечислить продукты, получаемые из природных газов при физической и физико-химической переработке.
- 5) Какие требования предъявляются к качеству товарного природного газа и продуктов переработки природных газов?

6) Как происходит подготовка природных газов к переработке? Назвать ее основные этапы, их сущность и назначение.

7) Назвать источники и негативные последствия присутствия в газах механических примесей. Перечислить основные методы очистки газов от механических примесей.

8) Описать механические обеспыливающие устройства: пылеосадительные камеры, инерционные пылеосадители, циклоны.

9) Как происходит очистка газов от механических примесей? Дать описание следующим устройствам: мокрым и гидравлическим аппаратам, скрубберам Вентури, пористым фильтрам, электрофильтрам.

10) Назвать источники и негативные последствия присутствия в газах нежелательных химических соединений. Охарактеризовать основные методы очистки от химических примесей.

11) Дать характеристику химических примесей: сероводород, серооксид углерода, сероуглерод, меркаптаны (тиолы), сульфиды и дисульфиды; негорючие инертные газы, снижающие теплоту сгорания углеводородных газов (диоксид углерода, азот).

12) Привести классификацию и сущность методов очистки газов от кислых примесей.

13) Назвать основные методы очистки газов от диоксида углерода и их сущность.

14) Как происходит очистка газов от диоксида углерода с помощью физических абсорбентов?

15) Охарактеризуйте очистку газов от диоксида углерода водными растворами этаноламинов.

16) Назовите хемосорбционные методы очистки газов от диоксида углерода и применяемые при этом поглотители. Опишите технологию процесса.

17) Перечислите основные методы очистки газов от серосодержащих примесей, их классификацию и сформулируйте их сущность.

18) Опишите технологию процесса очистки газов от сероводорода аминами, дайте характеристику применяемых аминов.

19) Назовите основные методы очистки природных и технологических газов от сероводорода и диоксида углерода.

20) Перечислите адсорбционные методы очистки газов от кислых компонентов. Сформулируйте основы адсорбции. Назовите применяемые адсорбенты.

21) Дать характеристику промышленных абсорбентов. Как происходит абсорбционная очистка газов от кислых компонентов? Приведите основные характеристики абсорбции и массопередачи. Что такое технология абсорбции? Дать характеристику физической абсорбции. Привести схемы и технологии.

22) Как происходит хемосорбционная очистка газов с помощью алканоламинов? Как осуществляется выбор поглотителей и технологических схем процессов очистки?

23) Охарактеризовать очистку газов водными растворами моно- и диэтаноламинов, водными растворами дигликолямина, метилдиэтаноламина.

24) Перечислить основные осложнения в работе установок по очистке газов аминами. Как осуществляется борьба с пенообразованием на установках очистки газов и очистка растворов аминов от различных примесей?

25) Как происходит очистка газов от кислых компонентов комбинированными абсорбентами?

26) Назвать методы прямого жидкофазного окисления для очистки газов от сероводорода (комплексы металлов).

27) Перечислить и охарактеризовать каталитические восстановительные методы очистки газов от сернистых соединений - гидрирование и гидролиз.

28) В чем заключается мембранный метод очистки газов от кислых компонентов?

29) Описать методы очистки газов от меркаптанов: абсорбционная очистка, адсорбционная очистка, каталитические методы очистки.

30) Как происходит утилизация сероводорода? Описать производство серы модифицированным процессом Клауса (химизм процесса, факторы, влияющие на процесс Клауса).

31) Перечислить основное оборудование для процесса Клауса. Привести технологические схемы установок Клауса.

32) Как происходит доочистка отходящих газов процесса Клауса?

Тема 3 Осушка природных углеводородных газов

1) Что такое осушка природных углеводородных газов? Назвать общие положения способа влагометрии углеводородных газов.

2) В чем заключается осушка газов жидкими поглотителями? Назвать жидкие осушители (гликоли, растворы солей, метанол) и их свойства. Дать сравнительную характеристику гликолей, используемых для осушки газов.

3) Охарактеризовать установки осушки газа с использованием абсорбентов в барботажных и распыливающих абсорберах. Охарактеризовать двухступенчатую абсорбцию.

4) Как происходит осушка газов на установках низкотемпературной сепарации при добыче газа и на газоперерабатывающих заводах? Что такое регенерация абсорбентов? Какая аппаратура используется для установок абсорбционной осушки?

5) Как происходит осушка газа твердыми поглотителями? Какие при этом применяются адсорбенты (силикагели, оксид алюминия, цеолиты), какие требования к ним предъявляются?

6) Дать описание установки осушки адсорбцией. Что такое короткоцикловая адсорбция? Как происходит регенерация адсорбентов?

7) Привести принципиальные технологические схемы различных методов осушки газа.

Проверочный тест

- 1) Углеводороды, входящие в состав природных газов II группы:
 - а) н-пентан;
 - б) пропан;
 - в) метан.
- 2) Группа углеводородов, получившая название сжиженных газов:
 - а) I группа;
 - б) II группа;
 - в) III группа.
- 3) Кислые компоненты, присутствующие в газах некоторых месторождений:
 - а) водяные пары;
 - б) сероводород;
 - в) двуокись углерода.
- 4) Основной технологический процесс ГПЗ:
 - а) ГФУ;
 - б) процесс отбензинивания;
 - в) компримирование газа.
- 5) Объекты основного назначения:
 - а) компрессорная станция сырого газа;
 - б) системы обратного водоснабжения;
 - в) факельное хозяйство.
- 6) Объекты вспомогательного назначения:
 - а) пункт приема газа;
 - б) товарные парки и сливо-наливные эстакады;
 - в) службы лабораторного контроля.
- 7) Наибольшее применение в газовой промышленности получила осушка газа:
 - а) твердыми поглотителями;
 - б) жидкими поглотителями;
 - в) впрыском гликоля в поток газа.
- 8) Поглотитель, применяемый при осушке газа жидкими поглотителями:
 - а) ДЭГ (диэтиленгликоль);
 - б) МЭГ (моноэтиленгликоль);
 - в) ТЭГ (триэтиленгликоль).
- 9) В каком случае при осушке газа влажный газ подается в нижнюю часть колонны с поглотителем?
 - а) при адсорбционной осушке;
 - б) при абсорбционной осушке;

в) при впрыске гликоля в поток газа.

10) Адсорбенты, используемые при осушке газа твердыми поглотителями:

- а) боксит;
- б) силикагель;
- в) диэтиленгликоль.

Тема 4 Газоочистка — борьба с газообразными выбросами

- 1) Назвать методы и способы очистки газовых выбросов.
- 2) Перечислить основные принципы очистки газообразных выбросов.
- 3) Назвать основные виды газообразных загрязняющих веществ.
- 4) На каком основании нужно внедрять очистку газовых выбросов?
- 5) Какие методы используют для очистки газовых выбросов?
- 6) В чем заключается эффективное решение очистки газообразных промышленных выбросов?
- 7) Перечислить современные методы очистки газовых выбросов.
- 8) Назвать типы газовоздушных фильтров, методы очистки газа и принципы их работы.
- 9) Перечислить методы и технологии газовой очистки.
- 10) В чем суть абсорбционная очистка газов или воздуха?
- 11) Привести примеры хемосорбционных реакций.
- 12) В чем заключается адсорбционная очистка газовых выбросов?
- 13) Дать характеристику химической и каталитической газоочистки.
- 14) Что такое термическая диссоциация?
- 15) Как происходит очистка дымовых, печных, топочных, доменных, пиролизных и коксовых газов?
- 16) Привести классификацию пылеулавливающего оборудования.
- 17) Перечислить аппараты сухой инерционной очистки газов.
- 18) В чем заключается принцип действия пылесадительной камеры и циклона?
- 19) Описать принцип действия рукавного и волокнистого фильтра.
- 20) Дать описание принципа действия зернистых фильтров и электрофильтров.
- 21) Назвать аппараты мокрой очистки выбросов.
- 22) В чем заключается принцип действия центробежного скруббера?

Тема 5 Разделение углеводородных газов

- 1) Как происходит извлечение жидких углеводородных компонентов из природных нефтяных газов? Дать краткую характеристику основных методов.
- 2) Что такое низкотемпературная сепарация (НТС)? Перечислить основные факторы, влияющие на процесс НТС.
- 3) Охарактеризовать газожидкостные сепараторы: гравитационные, жалюзийные, центробежные, сетчатые, фильтры-сепараторы.

4) Как происходит извлечение жидких углеводородных компонентов методами масляной абсорбции при температуре окружающего воздуха (МАУ) и при пониженных температурах (НТА)?

5) Описать компрессионный метод получения нестабильного бензина. Привести принципиальную схему компрессорной установки.

6) В чем заключается адсорбционный метод получения газового бензина? Привести технологическую схему углеадсорбционной установки.

7) Как происходит стабилизация газового бензина? Охарактеризовать газофракционирующие установки – одноколонные и многоколонные.

8) Назвать основные процессы разделения углеводородных газов.

9) Охарактеризовать основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов: низкотемпературная конденсация, низкотемпературная абсорбция, низкотемпературная ректификация, низкотемпературная адсорбция.

10) Привести способы получения холода, используемые в холодильных циклах.

11) Назвать способы получения умеренного холода: парокompрессионные и абсорбционные холодильные машины.

12) Дать характеристику способов получения глубокого холода. Описать внутренние холодильные циклы (дресселирование, применение детандеров), каскадные и комбинированные холодильные циклы.

13) Привести технологию процесса низкотемпературной абсорбции (НТА). Назвать факторы, влияющие на процесс, основные направления совершенствования процесса.

14) Что такое низкотемпературная конденсация (НТК)? Приведите современные схемы установок НТК, условия процесса.

15) Дать понятие низкотемпературной ректификации (НТР). Назвать особенности конструктивного оформления установок. Дать описание ректификационно-отпарных и конденсационно-отпарных колонн.

16) Как происходит отбензинивание природного газа методом НТР с двухпоточной подачей сырья?

17) Назвать преимущества и недостатки низкотемпературной адсорбции.

18) Перечислить мембранные методы разделения газов.

19) Описать установки извлечения пропана и высших углеводородов.

20) Как происходит глубокая переработка газа с извлечением этана?

21) Способы получения индивидуальных компонентов природных газов.

22) Назовите показатели качества основных продуктов газопереработки.

23) Охарактеризуйте жидкие продукты ГПЗ: ШФЛУ, газовый конденсат, пропан-бутановая фракция, области применения.

- 24) Дать общую характеристику методов криогенного производства гелия из природных газов.
- 25) Назовите и опишите методы получения гелиевого концентрата: криогенный, абсорбционный, мембранный, метод гидратообразования.
- 26) Как происходит концентрирование и ожижение гелия?
- 27) Назовите основные направления химической переработки углеводородных газов.
- 28) В чем заключается технология переработки газового конденсата? Что такое сырой и стабильный конденсат? Дать сырьевую характеристику конденсатов.
- 29) Как происходит стабилизация газового конденсата? Назвать основные направления переработки стабильных газовых конденсатов.
- 30) Как происходит стабилизация и переработка газового бензина?
- 31) Как осуществляется переработка сырого газового конденсата, выносимого газом из скважин?

6.5 Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Назвать состав и свойства природных газов. Перечислить физико-химические свойства коксового газа.
- 2) Назвать методы осушки газов.
- 3) Что такое точка росы по влаге и углеводородам?
- 4) Перечислить методы очистки газа от механических примесей и дать описать их суть.
- 5) Дать характеристику химических примесей в промышленных газах.
- 6) Что такое относительная влажность газа?
- 7) Дать характеристику производству химических продуктов из коксового газа.
- 8) Назвать способы очистки газа от примесей и дать им характеристику.
- 9) Что такое депрессия точки росы?
- 10) Охарактеризовать аппараты очистки газов от примесей.
- 11) Дать характеристику влагоемкости газа.
- 12) В чем заключается метод адсорбционной осушки газов?
- 13) Описать метод очистки газа от сероводорода.
- 14) Описать метод очистки газа от смолы.
- 15) Как происходит очистка газа от аммиака и нафталина?
- 16) Перечислить основные продукты, получаемые путем очистки коксового газа.
- 17) Дать описание химии и технологии процесса Клауса.
- 18) Как получают бензол при очистке коксового газа?
- 19) Дать общую характеристику методов осушки газа.
- 20) Перечислить факторы, влияющие на процесс абсорбционной осушки газов.

- 21) Дать характеристику пылесадительным камерам.
- 22) Дать понятие синтез-газ. Какие продукты получают на его основе?
- 23) Назвать методы очистки газов от кислых компонентов.
- 24) Что такое широкая фракция легких углеводородов?
- 25) Как происходит окислительная конденсация метана?
- 26) Перечислить факторы, влияющие на процесс абсорбционной осушки природного газа.
- 27) Дать характеристику химических примесей, содержащихся в природном газе.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Кормина, Л. А. Технологии очистки газовых выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. А. Кормина, Ю. С. Лазуткина. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.9 МБ). – Барнаул, Изд-во АлтГТУ, 2019. – Режим доступа: http://elibr.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kormina_TehOchGazVy_b_up.pdf
2. Газохимия на современном этапе развития: Труды Московского семинара по газохимии 2020-2022 гг. Вып. 11 / Под ред. В. Г. Мартынова и Ф.Г. Жагфарова. - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2023. - 93 с. Режим доступа: https://gaschemistry.ru/science/conf/tr_2020_2022.pdf

Дополнительная литература

1. Ченцова, Л.И. Очистка и переработка промышленных выбросов и отходов [Текст] / Л.И. Ченцова – Красноярск: СибГТУ. 2012. – 252с. – Режим доступа: file:///C:/Users/Пользователь/Downloads/Очистка_и_переработка_промышленных_выбросов_и_отходов.pdf
3. Лапидус, А.Л. Газохимия [Текст]: учебное пособие / А.Л. Лапидус, И.А. Голубева, Ф.Г. Жагфаров, - Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. -445с. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5789418/>
4. Ильин, А.П. Современные проблемы химической технологии неорганических веществ: учебное пособие [текст] / А.П. Ильин, А.А. Ильин; Иван. гос. хим-технол. ун-т.-Иваново, 2011. – 133с. – Режим доступа: <https://mkl.isuct.ru/e-lib/sites/default/files/local/tnv%2028092011.pdf>
5. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков // М: Мир 2003. – 683 с. – Режим доступа: <https://djvu.online/file/geVyS8C9BIwMM>
6. Хорошко, С.И., Хорошко А.Н. Сборник задач по химии и технологии нефти и газа: Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. — Мн.: Выш. шк., 1989.— 119 с. – Режим доступа: https://lib.jizpi.uz/pluginfile.php/1156/mod_resource/content/0/Хорошко%20С.И.%20Сборник%20задач%20по%20химии%20и%20технологии%20нефти%20и%20газа%20-%201989.pdf

Учебно-методическое обеспечение

1. Карпов, А.Б. Переработка нефти и газа, производство товарных нефтегазопродуктов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Карпов, А.М. Козлов, А.Д. Кондратенко. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. – 44 с. Режим доступа: https://gaschemistry.ru/study/ucheb_mat/meb_lab.pdf

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.— Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.

6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>

7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>

8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – <https://www.iprbookshop.ru/>

9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>

10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>

11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>

12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>

13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>

14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>

15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

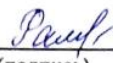
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 30 человек	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
металлургических технологий
(должность)

 Е.Ю. Рамазанова
(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о декана факультета горно-
металлургической промышленности
и строительства

 О.В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.04.01 «Химическая технология»
Профиль «Химическая технология
природных энергоносителей и
углеродных материалов»

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

 О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	