



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Химические технологии нефтегазового
комплекса»

Учебно-методическое пособие по дисциплине

«Нефтегазовая переработка: процессы, установки, обо- рудование»

Авторы
Жукова И. Ю.,
Собчинский А. И.,
Папина Е. Н.

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

Методические указания предназначен для студентов очной, заочной форм обучения направления 18.04.01 «Химическая технология».

Авторы

д.т.н., зав.каф. «ХТНГК»
Жукова И. Ю.,
к.т.н., доц.каф. «ХТНГК»
Собчинский А. И.,
инженер каф. «ХТНГК»
Папина Е. Н.



Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ	5
2 ПРОГРАММА КУРСА	7
3 ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ	11
4 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ	12
КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	12
5 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	13
6 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	18
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) является основой развития современной экономики любой страны. Трудно представить современную жизнь без энергии, транспорта, света, связи, радио, телевидения, вычислительной техники, средств автоматизации, космической техники и т. д. Уровень развития ТЭК отражает социальный и научно-технический прогресс государства. Наиболее значимой составной частью ТЭК является нефтегазовый комплекс (НГК), который включает нефтегазодобывающую, нефтегазоперерабатывающую, нефтегазохимическую отрасли промышленности, а также различные отрасли транспорта (трубопроводный, железнодорожный, водный, морской и др.) нефти, газоконденсата, природного газа и продуктов их переработки. Нефть и газ – уникальные и исключительно полезные ископаемые. Продукты их переработки применяют практически во всех отраслях промышленности, на всех видах транспорта, в военном и гражданском строительстве, сельском хозяйстве, энергетике, в быту и т. д. Из нефти и газа вырабатывают разнообразные химические материалы, такие как пластмассы, синтетические волокна, каучуки, лаки, краски, дорожные и строительные битумы, моющие средства и многое другое.

Курс «Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование» является одним из профилирующих в учебных планах направления Химическая технология. Целью изучения данной дисциплины является ознакомление студентов с первичной и глубокой переработкой нефти и газа. Одна из главных задач этого курса заключается в изучении процессов и аппаратов технологических установок и комплексов нефте- и газоперерабатывающих предприятий.

Учебным планом по данному курсу предусмотрены установочные лекции и самостоятельная работа студентов-магистрантов. В процессе изучения теоретического материала студенты заочной формы обучения выполняют 1 контрольную работу. По окончании изучения дисциплины студенты сдают экзамен.

Данные методические указания включают программу теоретического курса; темы, указанные в программе остаются предметом самостоятельной работы студентов; рекомендации к выполнению самостоятельной и контрольной работ для студентов заочной формы обучения; задание по контрольной работе, а также рекомендуемую для освоения курса литературу. В первую оче-

редь, методические указания адресованы студентам-заочникам.

Студент-заочник по данной дисциплине выполняет контрольную работу, состоящую из письменных ответов на теоретические вопросы и практические задания. Варианты и задания представлены в таблице 4.1 (смотри раздел 4).

1 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ЗАОЧНОМ ОБУЧЕНИИ

Изучать дисциплину рекомендуется согласно рабочей программе, по темам. Желательно составлять краткий конспект прорабатываемого материала. Предоставленные для самостоятельной работы со студентами-заочниками учебные материалы методически организуются таким образом, чтобы компенсировать отсутствие контакта с преподавателем и, следовательно, возложить на них функции управления самостоятельной работой студентов. Набор заданий должен обеспечивать возможность индивидуального выбора и определения объема материала, необходимого для достижения учебной цели.

Различают следующие виды самостоятельной работы студентов-заочников:

- лабораторная работа;
- самостоятельная работа в аудитории;
- домашнее задание (контрольная работа для заочников);
- домашнее чтение и др.

Широкие возможности в самостоятельной работе над учебным материалом открываются с использованием компьютеров и сети Интернет. Их использование в самостоятельной работе студентами заочного обучения позволяет, во-первых, расширить информационную базу студентов; во-вторых, повысить их активность, из пассивных «поглотителей информации» превратить в ее «добытчиков»; в-третьих, развивать их способности к анализу и обобщению, улучшать связанность, широту и глубину мышления; в-четвертых, облегчить усвоение абстрактного материала, представить его в виде конкретных образов; в-пятых, приучить студентов к точности, аккуратности, последовательности действий и, наконец, развивать самостоятельность.

В целом ориентация учебного процесса в вузе на самостоятельную работу обучающихся заочно и повышение ее эффективности предполагает:

- увеличение часов на са- мообразование студентов;

Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование

- организацию консультаций, выдачу комплектов заданий на самостоятельную работу заранее или поэтапно;
- создание учебно-методической и материально-технической базы вуза (учебники, учебные и учебно-методические пособия, компьютерные классы и т. п.), позволяющие самостоятельно осваивать дисциплину;
- развитие систем дистанционного и открытого образования;
- доступность лабораторий и специальных аудиторий для самостоятельной работы студентов-заочников и др.

При разработке заданий для самостоятельной работы студентов заочного обучения преподаватель руководствовался требованиями программы в соответствии с направленностью обучения студента. Это позволило сформулировать ряд четких требований к профессиональной ориентации дисциплины в вузе:

- отбор и подача материала обеспечивают понимание значения данной дисциплины для будущей профессии;
- материал заданий служит средством для овладения профессиональных компетенций;
- в теоретической части дисциплины выделена фундаментальная основа знаний;
- при составлении заданий руководствовались требованиями рабочей программы и формулировали их содержание с учетом направленности обучения студента.

В процессе самостоятельного изучения тем дисциплины студентам-заочникам рекомендуется более глубоко изучить теоретический материал, включающий основные понятия, с помощью которых описываются изучаемые процессы, установки, оборудование, технологические схемы.

Цель контрольной работы – проверка качества усвоения студентом учебного материала. Ответы на теоретические вопросы должны быть четко обоснованы. Условия заданий следует переписывать полностью без сокращений и в том порядке, в котором они указаны в вариантах контрольной работы. Для замечаний рецензента следует в тетради оставлять поля.

Во время экзаменационной сессии преподаватель проводит собеседование по содержанию контрольной работы для выяснения степени самостоятельности выполнения студентом заданий.

Лабораторный практикум – обязательный элемент учебного процесса, проводится во время экзаменационной сессии. Студент должен представить отчет по каждой проделанной работе. Форма отчета устанавливается вузом.

К экзамену допускаются студенты, которые выполнили контрольную работу и лабораторный практикум.

2 ПРОГРАММА КУРСА

Содержание курса и объем требований, предъявляемых студентам при сдаче экзамена, определяется рабочей программой по дисциплине «Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование» для направления 18.04.01 Химическая технология.

ТЕМА 1. Нефтегазоперерабатывающая промышленность

Современное состояние топливно-энергетического комплекса. Перспективы развития нефтегазоперерабатывающей промышленности. Характеристика нефтеперерабатывающей промышленности. Сырьевая база нефтеперерабатывающей промышленности. Углубление переработки нефти – основная задача нефтеперерабатывающей промышленности. Сырьевая база и основные направления развития газоперерабатывающей промышленности. Химическая переработка природных газов. Классификация процессов переработки нефти, газовых конденсатов, газов.

Литература: [3, 10, 12, 21]

ТЕМА 2. Подготовка и первичная переработка нефти

Подготовка нефти на промысле к транспортировке. Процессы обессоливания, обезвоживания и дегазации нефти на промысле. Схема установки и оборудование для дегазации нефти на промысле. Схема установки стабилизации нефти на промысле.

Подготовка нефти к переработке на НПЗ: процессы обессоливания и обезвоживания нефти. Технологическая схема обессоливания и обезвоживания нефти, электрообессоливающая установка (ЭЛОУ). Перегонка нефти (ректификация), схема ректификационной установки. Классификация трубчатых установок первичной перегонки нефти (АТ, АВТ). Установка АТ, блок атмосферной перегонки. Технологическая схема установки атмосферной перегонки нефти (АТ). Установка АВТ, блок вакуумной перегонки мазута. Схема вакуумной колонны для перегонки мазута. Технологическая схема атмосферно-вакуумной перегонки нефти (АВТ). Стабилизация бензинов.

Литература: [3-5, 10, 13, 14, 19-23]

ТЕМА 3. Процессы глубокой переработки нефтяного сырья

Глубокая переработка нефти, вторичного сырья, их совершенствование и перспективы. Термические процессы. Термодеструктивные процессы. Типы и назначение термических процессов: пиролиз, термический крекинг, висбрекинг тяжёлого сырья, коксование, производство технического углерода (сажи). Термоокислительные процессы в производстве нефтяных битумов. Производство водорода парокислородной газификацией твёрдых нефтяных остатков.

Литература: [1, 9-11, 14, 17-20, 24]

ТЕМА 4. Каталитические процессы вторичной переработки нефтяных фракций. Гетеролитические процессы

Каталитический крекинг. Алкилирование. Производство метилтретбутилового эфира (МТЭБ). Каталитические гомолитические процессы нефтепереработки. Паровая каталитическая конверсия углеводородов (ПКК). Окислительная конверсия сероводорода в элементарную серу (процесс Клаус). Окислительная демеркаптаназия.

Классификация, назначение гидрокаталитических процессов нефтепереработки. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья: каталитический риформинг, каталитическая изомеризация лёгких алканов, гидроочистка нефтяных фракций, гидрокрекинг нефтяного сырья, гидродеароматизация керосиновых фракций.

Литература: [1, 5, 9-11, 19, 21]

ТЕМА 5. Природные газы и газоконденсаты. Подготовка природных газов к переработке: методы, аппараты и устройства

Состав природных газов и газоконденсатов. Основные продукты первичной переработки природных газов. Поточные схемы газоперерабатывающих заводов (ГПЗ). Требования к качеству товарного природного газа и продуктов газопереработки. Показатели качества широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

Методы очистки газов от механических примесей. Устройства для механической очистки газов от твердых частиц: пылеосадительные камеры; инерционные пылеуловители; циклоны. Аппараты мокрой очистки газов от твердых частиц: промывные башни; скоростные газопромыватели (скруббер Вентури); барботажные и пенные аппараты. Фильтры: тканевые и зернистые;

электрофилтры.

Осушка природных углеводородных газов. Методы осушки природных газов: осушка охлаждением; абсорбционная осушка; осушка газа впрыском гликоля; адсорбционная осушка.

Технологическая схема промышленной установки осушки газа. Принципиальная схема установки осушки газа с впрыском гликоля. Технологическая схема осушки газа твердыми поглотителями.

Литература: [2, 3, 6-8, 12, 14-16, 20, 25]

ТЕМА 6. Процессы очистки газов от химических примесей. Оборудование и схемы установок

Химические примеси: сероводород, сероуглерод, серооксид углерода, меркаптаны, сульфиды и дисульфиды, диоксид углерода, гелий и азот. Методы очистки газов от кислых компонентов - абсорбционные методы: процессы физической абсорбции; хемосорбционные процессы; процессы физико-химической абсорбции. Адсорбционные методы.

Каталитические методы: окислительные методы; восстановительные методы. Очистка газов от диоксида углерода: физическая абсорбция, хемосорбция, адсорбция, каталитическое гидрирование. Схема установки очистки газов от CO₂ раствором моноэтаноламина. Очистка газов от сероводорода и других серосодержащих примесей.

Хемосорбционные процессы очистки - очистка аминами. Схема аминовой очистки газа с разветвленными потоками раствора разной степени регенерации. МЭА-процесс, ДЭА-процесс, ДГА-процесс, МДЭА/ДЭА-процесс очистки газов. Процессы очистки газов физической абсорбцией. Схема очистки и осушки газа раствором ДЭГ. Абсорбция комбинированными поглотителями.

Адсорбционные методы очистки: физическая и химическая адсорбция. Очистка газа окислительными абсорбционными методами: щелочно-гидрохиноновый метод; мышьяково-содовый метод (метод Джаммарко—Ветровка); процессы с использованием хелатных комплексов железа; каталитическое окисление молекулярным кислородом. Схема установки мышьяково-содовой очистки газов.

Микробиологические методы. Мембранный метод очистки от кислых компонентов. Очистка газов от меркаптанов. Схема очистки пропан-бутановой фракции (ПБФ) от меркаптанов.

Литература: [2, 3, 6-8, 12, 14-16, 20, 25]

ТЕМА 7. Производство серы из сероводородсодержащих газов

Химия и технология процесса Клауса. Технологическая схема производства газовой серы методом Клауса. Доочистка отходящих газов процесса Клауса. Процессы, основанные на продолжении реакции Клауса. Процессы каталитической гидрогенизации SO₂ и других серосодержащих соединений в сероводород. Процессы, основанные на окислении всех сернистых соединений до SO₂. Дегазация серы. Товарные формы, области применения серы.

Литература: [1, 3, 6, 19, 20, 25]

ТЕМА 8. Разделение углеводородных газов: методы, оборудование и установки

Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов. Низкотемпературная сепарация (НТС). Технологическая схема установки низкотемпературной сепарации газа. Оборудование и установки: газожидкостные сепараторы, механические сепараторы. Процесс извлечения углеводородов C₂-C₅ из природных газов. Компрессионный метод. Технологическая схема компрессорной установки отбензинивания. Абсорбционный метод. Маслоабсорбционный метод (МАУ). Схема отбензинивания газа масляной абсорбцией. Низкотемпературная абсорбция (НТА). Адсорбционный метод. Способы низкотемпературной конденсации и низкотемпературной ректификации.

Процессы разделения углеводородных газов. Способы получения «холода». Способы получения умеренного холода. Способы получения глубокого холода. Схема абсорбционной холодильной машины. Схемы дроссельного и детандерного расширения сжатого газа.

Основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов: низкотемпературная абсорбция (НТА), низкотемпературная конденсация (НТК), Низкотемпературная ректификация (НТР), Низкотемпературная адсорбция (НТ-адсорбция). Схема процесса низкотемпературной конденсации. Схема НТР с двухпоточным вводом сырья. Мембранные методы концентрирования и разделения газов.

Методы получения гелия из природных газов: криогенный способ, абсорбционный способ, способ гидратообразования, мембранный способ. Схема получения гелиевого концентрата. Схема мембранной трехступенчатой установки получения гелиевого

концентрата из природного газа.

Литература: [1-3, 8, 13, 16, 20, 25]

ТЕМА 9. Стабилизация и переработка газовых конденсатов

Стабилизация газового бензина. Газофракционирующие установки (ГФУ). Технологическая схема промышленной ГФУ. Стабилизация сырого газового конденсата. Очистка газовых конденсатов от сернистых соединений: гидроочистка газоконденсатов, адсорбционная очистка, экстракционная очистка. Процессы переработки газовых конденсатов в товарные топлива. Производство реактивных топлив из газоконденсатов. Производство дизельных топлив из газоконденсатов.

Литература: [1-3, 6, 8, 14-16, 19, 25]

3 ТРЕБОВАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Программой курса «Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование» предусмотрено выполнение лабораторного практикума. Для эффективного выполнения лабораторных работ необходима проработка соответствующих разделов программы и подготовка к лабораторным работам по методическим указаниям к данному курсу (см. лабораторный практикум по переработке и химии нефти и газа). Для того, чтобы помочь студентам ориентироваться в значительном по объему материале и сконцентрировать внимание на узловых вопросах выполнения лабораторной работы вначале работы указана цель, далее представлены материалы и оборудование, а также даны пояснения к работе и ее выполнению. При домашней подготовке к лабораторному практикуму студенту следует изучить теоретическую часть материала, относящегося к теме лабораторной работы и оформить лабораторный журнал в соответствии с требованиями внутривузовского стандарта.

Перед выполнением работы студент получает допуск у преподавателя. При этом он должен показать знания методики выполнения работы, а также правил техники безопасности. После выполнения работы, в лабораторном журнале проводится обработка и оформление результатов, делается вывод, и студентом индивидуально проводится защита работы. При защите работы студент обязан показать знание теоретических основ выполненной работы и дать аргументированные ответы на вопросы преподавателя по результатам работы.

Примерный перечень лабораторных работ по курсу «Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование»:

- определение плотности нефти или нефтепродукта;
- определение вязкости нефти или нефтепродукта;
- определение структурно-группового состава нефти или нефтепродукта;
- определение непредельных углеводородов в светлых нефтепродуктах;
- определение значения анилиновой точки для нефтепродукта и др.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Выполнение контрольной работы следует начинать с изучения теоретического материала. Затем нужно продумать поставленный вопрос и изложить его письменно. Работу следует писать разборчиво и аккуратно, оставляя поля для замечаний преподавателя. Обязательно указывается номер варианта, полностью записывается вопрос. Номер варианта определяется по последним цифрам зачетки. Каждый вариант содержит два вопроса.

Ответы на вопросы носят описательный характер. Студент должен проработать тематику индивидуальных заданий контрольной работы, механически не переписывать целиком из учебников ответы на вопросы, а самостоятельно своими словами изложить ответ на тему поставленного вопроса. Ответы должны соответствовать поставленным вопросам. Оценивается не обширность ответа, а его суть, полнота и конкретность. Преподаватель проверяет электронный вариант выполненной работы на предмет заимствований в излагаемом тексте, т.е. на антиплагиат (заимствований должно быть не более 50 %) и только после этого засчитывает ответ. Объем выполненной работы не должен быть более 25 страниц.

В конце работы следует привести перечень учебников, учебных пособий, монографий, использованных при выполнении. Список использованной литературы должен включать не менее 6 наименований. Ссылки на используемую литературу оформляют в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Пример правильного оформления ссылок на учебники – в библиографическом списке рекомендуемой литературы.

Варианты и задания для контрольной работы представлены ниже в таблице 4.1.

Таблица 4.1

	<i>Последние цифры номера зачетной книжки, где X – это любая цифра от 0 до 4</i>									
	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Вариант задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Последние цифры номера зачетной книжки, где X – это любая цифра от 5 до 9</i>									
	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Вариант задания	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

5 ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Вариант 1

1. Процессы обессоливания, обезвоживания и дегазации нефти на промысле. Привести и описать схему установки и оборудование для дегазации нефти на промысле. Устройство нефтегазосепаратора.

2. Методы очистки газов от механических примесей. Устройства для механической очистки газов от твердых частиц: пылесадительные камеры; инерционные пылеуловители; циклоны. Аппараты мокрой очистки газов от твердых частиц: промывные башни; скоростные газопромыватели (скруббер Вентури); барботажные и пенные аппараты. Фильтры: тканевые и зернистые; электрофильтры.

Вариант 2

1. Подготовка нефти к переработке на нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ): процессы обессоливания и обезвоживания нефти. Привести и описать технологическую схему обессоливания и обезвоживания нефти на электрообессоливающей установке (ЭЛОУ) НПЗ.

2. Понятия физическая абсорбция, хемосорбция, адсорб-

ция, каталитическое гидрирование. Очистка природных газов от диоксида углерода. Привести и описать схему установки очистки газов от CO₂ раствором моноэтаноламина.

Вариант 3

1. Перегонка нефти (ректификация), схема ректификационной колонны. Установка (блок) атмосферной перегонки нефти. Привести и описать технологическую схему трубчатой установки атмосферной перегонки нефти (АТ).

2. Очистка природных газов от сероводорода и других серосодержащих примесей. Хемосорбционные процессы очистки - очистка аминами. Схема аминовой очистки газа с разветвленными потоками раствора разной степени регенерации. Выбрать и описать один из предлагаемых примеров следующих процессов очистки газа: МЭА-процесс, ДЭА-процесс, ДГА-процесс.

Вариант 4

1. Классификация трубчатых установок первичной перегонки нефти (АТ, АВТ). Атмосферно-вакуумная (АВ) перегонка нефти. Привести и описать технологическую схему атмосферно-вакуумной трубчатой (АВТ) установки.

2. Методы осушки природных углеводородных газов. Метод абсорбционной осушки. Технологическая схема установки абсорбционной осушки газа.

Вариант 5

1. Процессы глубокой переработки нефти. Назначение процесса термический крекинг. Условия проведения процесса, технологическая схема, оборудование для этого процесса.

2. Осушка природных углеводородных газов. Осушка газа впрыском гликоля. Привести и описать принципиальную схему установки осушки газа с впрыском гликоля.

Вариант 6

1. Глубокая переработка нефти. Термоокислительные процессы в производстве нефтяных битумов. Привести и описать технологическую схему битумной установки. Пустотелая окислительная колонна.

2. Основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов. Низкотемпературная абсорбция (НТА) и низ-

котемпературная адсорбция (НТ-адсорбция).

Вариант 7

1. Каталитические гомолитические процессы нефтепереработки. Алкилирование. Производство метилтретбутилового эфира (МТЭБ). Паровая каталитическая конверсия углеводородов (ПКК).

2. Извлечение жидких углеводородных компонентов из природных газов. Низкотемпературная сепарация (НТС). Привести и описать технологическую схему установки низкотемпературной сепарации газа.

Вариант 8

1. Окислительная конверсия сероводорода в элементарную серу (процесс Клауса). Окислительная демеркаптанизация.

2. Процесс извлечения углеводородов C₂-C₅ из природных газов. Компрессионный метод. Привести и описать технологическую схему компрессорной установки отбензинивания (КОУ) газа.

Вариант 9

1. Топливо-масляный вариант переработки нефти. Привести и описать технологическую схему атмосферно-вакуумной трубчатой (АВТ) установки. Рассмотреть блок вакуумной перегонки мазута и схему вакуумной колонны для перегонки мазута.

2. Абсорбционный метод. Маслоабсорбционный метод (МАУ). Привести и описать схему отбензинивания газа масляной абсорбцией.

Вариант 10

1. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья. Каталитический риформинг. Привести и описать установку и оборудование для каталитического риформинга.

2. Методы осушки природных газов. Технологическая схема установки адсорбционной осушки газа твердыми поглотителями.

Вариант 11

1. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья: каталитическая изомеризация лёгких алканов. Процессы каталитической изомеризации. Установка и оборудование для каталитической изомеризации лёгких алканов.

2. Основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов: низкотемпературная конденсация (НТК) и низкотемпературная ректификация (НТР). Привести и описать схему процесса низкотемпературной конденсации.

Вариант 12

1. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья: гидроочистка нефтяных фракций. Процессы гидроочистки. Установка и оборудование для гидроочистки нефтяного сырья.

2. Основные низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов. Низкотемпературная ректификация (НТР). Привести и описать схему НТР с двухпоточным вводом сырья.

Вариант 13

1. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья: гидрокрекинг нефтяного сырья. Процессы гидрокрекинга нефтяного сырья. Привести и описать установку и оборудование для гидрокрекинга нефтяного сырья.

2. Основные продукты первичной переработки природных газов. Поточные схемы газоперерабатывающих заводов (ГПЗ). Требования к качеству товарного природного газа и продуктов газопереработки. Показатели качества широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

Вариант 14

1. Гидрокаталитические процессы переработки нефтяного сырья: гидродеароматизация керосиновых фракций. Процессы гидродеароматизации углеводородов нефтяного сырья. Привести и описать установку и оборудование для гидродеароматизации керосиновых фракций.

2. Процессы разделения углеводородных газов. Способы получения «холода». Способы получения умеренного холода. Способы получения глубокого холода. Схема абсорбционной холодильной машины. Схемы дроссельного и детандерного расширения сжатого газа.

Вариант 15

1. Процессы глубокой переработки нефти. Назначение термического процесса – пиролиз. Условия проведения процесса, оборудование для этого процесса.

2. Методы получения гелия из природных газов: криогенный способ, абсорбционный способ, способ гидратообразования, мембранный способ. Схема получения гелиевого концентрата. Привести и описать схему мембранной трехступенчатой установки получения гелиевого концентрата из природного газа.

Вариант 16

1. Процессы глубокой переработки нефти. Назначение термического процесса висбрекинг тяжёлого нефтяного сырья. Условия проведения процесса, установка и оборудование для этого процесса.

2. Стабилизация газового бензина. Газофракционирующие установки (ГФУ). Привести и описать технологическую схему промышленной ГФУ.

Вариант 17

1. Процессы глубокой переработки нефти. Назначение термического процесса коксование. Условия проведения процесса, привести и описать установку и оборудование для этого процесса.

2. Стабилизация сырого газового конденсата. Очистка газовых конденсатов от сернистых соединений: гидроочистка газоконденсатов, адсорбционная очистка, экстракционная очистка.

Вариант 18

1. Процессы глубокой переработки нефти. Назначение термического процесса производства технического углерода (сажи). Условия проведения процесса, привести и описать установку и оборудование для этого процесса.

2. Процессы переработки газовых конденсатов в товарные топлива. Производство реактивных топлив из газоконденсатов.

Вариант 19

1. Подготовка и первичная перегонка нефти на НПЗ. Обессоливание и обезвоживание нефти на установке ЭЛОУ. Привести и описать технологическую схему комбинированной установки перегонки нефти ЭЛОУ-АВТ.

2. Процессы переработки газовых конденсатов в товарные топлива. Производство дизельных топлив из газоконденсатов.

Вариант 20

1. Первичная перегонка нефти на установке АВТ. Вторичная перегонка бензиновой фракции. Привести и описать технологическую схему установки вторичной перегонки широкой бензиновой фракции. Назначение установки.

2. Очистка природных газов от сероводорода и других серосодержащих примесей. Хемосорбционные процессы очистки газов. Выбрать и описать один из предлагаемых примеров следующих процессов очистки газа: МЭА-процесс, ДЭА-процесс, ДГА-процесс, МДЭА/ДЭА-процесс.

6 ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Задачи нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Особенности развития нефтеперерабатывающей промышленности в мире. Основные варианты переработки нефтей: топливный, топливно-маслянный, нефтехимический.

2. Подготовка нефти к транспорту и переработке. Стабилизация, дегазация нефтей. Схемы установок для дегазации и стабилизации нефти. Устройство и схема работы нефтегазосепаратора.

3. Обезвоживание и обессоливание нефти. Устройство и принцип действия электродегидратора. Технологическая схема блока электрообессоливающей установки (ЭЛОУ).

4. Классификация трубчатых установок. Атмосферные трубчатые (АТ) установки для первичной переработки нефти. Технологическая схема установки атмосферной перегонки нефти (АТ). Температурный режим ректификационных колонн первичной переработки нефти. Поддержание температурного режима ректификационной колонны. Способы подвода и отвода теплоты.

5. Комбинированные установки - атмосферно-вакуумные трубчатые (АВТ). Технологическая схема установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти (АВТ).

6. Технологическая схема атмосферного блока установки АВТ. Роль отбензинивающей колонны. Простая и сложная ректификационные колонны.

7. Технологическая схема блока стабилизации и четкой ректификации бензина установки АВТ.

8. Вакуумные трубчатые (ВТ) установки для перегонки ма-

зута: топливные и масляные. Блок вакуумной перегонки мазута. Схема работы вакуумной колонны.

9. Установки ЭЛОУ-АВТ. Технологическая схема установки вторичной перегонки широкой бензиновой фракции.

10. Стабилизация газового бензина и выделение индивидуальных углеводородов.

11. Классификация вторичных процессов переработки нефтяного сырья. Технологические особенности вторичных процессов (глубокой переработки нефти). Особенности аппаратурного оформления вторичных процессов.

12. Термические процессы, термодеструктивные процессы, их назначение и общая характеристика. Применяемое сырье. Особенности механизма, термодинамики и кинетики термических реакций нефтяного сырья. Основные факторы процессов термического превращения нефтяного сырья (температура, давление, время контакта и др.).

13. Пиролиз нефтяного сырья. Назначение и сущность процесса, характеристика получаемых продуктов и их использование. Основные факторы процесса пиролиза, их влияние на выход и качество получаемых продуктов. Принципы промышленного оформления пиролиза. Пиролиз в трубчатых печах. Параметры и технологическая схема процесса.

14. Нефтяные коксы. Основные показатели качества и области применения. Коксование тяжелых нефтяных остатков, назначение и сущность процесса. Разновидности коксования. Влияние основных факторов на процесс коксования. Технологическое и аппаратурное оформление процесса полунепрерывного (замедленного) коксования. Технологическая схема установки замедленного коксования (УЗК). Качество продуктов коксования и их применение.

15. Висбрекинг тяжелого сырья (гудрона), назначение, параметры процесса, технологическая схема.

16. Каталитический крекинг нефтяного сырья. Назначение, сущность процесса, характеристика получаемых продуктов. Сырье каталитического крекинга, основные показатели качества и предъявляемые требования. Способы подготовки (облагораживания) сырья для каталитического крекинга.

17. Основы механизма и химизма процесса каталитического крекинга. Типы реакторов каталитического крекинга, применяемых в промышленности, их краткая характеристика. Типы реакторно-регенеративных блоков установок каталитического крекинга, применяемых в промышленности, их краткая характеристика.

Технологическая схема установки каталитического крекинга с лифт-реактором.

18. Каталитический риформинг бензинов. Назначение, сущность процесса, получаемые продукты, их качество и использование. Основы химизма и термодинамики процесса каталитического риформинга. Классификация и характеристика катализаторов риформинга. Основные факторы процесса каталитического риформинга и их влияние на выход и качество продуктов.

19. Разновидности промышленных реакторов каталитического риформинга, их сравнительная характеристика. Технологическая схема установки каталитического риформинга со стационарным слоем катализатора.

20. Технологическая схема установки каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Особенности работы установок каталитического риформинга, предназначенных для получения ароматических углеводородов.

21. Каталитическая изомеризация легких *n*-алканов. Назначение, сущность, разновидности и основные параметры процесса. Технологическая схема установки каталитической изомеризации.

23. Гидрогенизационные процессы переработки нефтяного сырья. Назначение, сущность, классификация. Химизм, термодинамика, кинетика и основные параметры гидрогенизационных процессов. Катализаторы гидрогенизационных процессов, их характеристика.

24. Основные факторы процессов гидрооблагораживания (гидроочистки) нефтяных дистиллятов, их влияние на выход и глубину обессеривания продуктов. Технологическая схема установки и режим процесса гидроочистки дизельных фракций.

25. Гидрокрекинг нефтяного сырья. Сущность, назначение и разновидности процесса. Технологическая схема установки гидрокрекинга высокого давления. Особенности химизма и механизма реакций гидрокрекинга. Характеристика катализаторов процесса гидрокрекинга. Основные параметры процессов гидрокрекинга и их влияние на выход и качество продуктов.

26. Термоокислительные процессы. Нефтяные битумы. Основные показатели качества и области применения. Производство нефтяных битумов. Сущность и разновидности процессов. Качество сырья и получаемых продуктов. Технологическая схема установки по производству битумов. Влияние основных факторов на выход и качество битума в окислительном процессе.

27. Производство технического углерода – сажи. Особенно-

сти технологического процесса. Технологическая схема установки. Основные параметры процесса.

28. Природные и искусственные газы. Свойства газов. Подготовка газов к переработке. Поточные схемы газоперерабатывающих заводов. Основные продукты первичной переработки природных газов. Требования к качеству продуктов газопереработки. Показатели качества широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

29. Очистка газов от механических примесей. Очистка природных газов от сероводорода и двуокиси углерода. Технологическая схема установки очистки газа раствором моноэтаноламина. Сушка газов. Разновидности процесса осушки. Технологическая схема установки абсорбционной и адсорбционной осушки газа.

30. Отбензинивание попутных углеводородных газов. Компрессионный метод. Технологическая схема установки компрессионного отбензинивания (УКО) газа. Технологическая схема маслоабсорбционной установки отбензинивания газа (МАУ).

31. Низкотемпературные процессы разделения углеводородных газов: низкотемпературная абсорбция (НТА), низкотемпературная конденсация (НТК), низкотемпературная ректификация (НТР), НТ-адсорбция. Технологическая схема установки НТК с внешним и с комбинированным холодильным циклом.

32. Нефтезаводские газы, их ресурсы и состав. Разделение газа на компоненты. Основные параметры и особенности процесса разделения газовых смесей. Технологическая схема газодиффузионной установки (ГДУ). Технологическая схема абсорбционно-газодиффузионной установки (АГДУ). Способы извлечения тяжелых углеводородов (отбензинивания) из попутного газа. Технологическая схема и режим процесса абсорбционного отбензинивания газов.

33. Газовый конденсат. Способы очистки газовых конденсатов от сернистых соединений. Процессы переработки газовых конденсатов в товарные топлива (реактивные, дизельные).

34. Производство серы. Химия и технология процесса Клауса. Технологическая схема производства газовой серы методом Клауса. Технологический режим установки получения серы по методу Клауса.

35. Извлечение гелия из природных газов: криогенный способ, абсорбционный способ, способ гидратообразования, мембранный способ. Получение гелиевого концентрата.

Дополнительные вопросы

Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование

1. Химическая природа, состав и физические свойства нефти и газоконденсата. Компонентный состав нефти и нефтяных фракций. Способы его выражения.

2. Парафиновые углеводороды, олефины, церезины, нефтеновые, ароматические углеводороды. Другие (неуглеродные) соединения в нефтях: сера, азотсодержащие соединения, нефтеновые кислоты, фенолы, асфальто-смолистые вещества.

3. Технологическая классификация нефтей.

4. Вредные примеси в нефтях. Нефтяные эмульсии. Механизм образования эмульсий. Факторы, определяющие устойчивость нефтяных эмульсий. Методы разрушения нефтяных эмульсий: механические, химические, электрические. Применяемые деэмульгаторы и механизм их действия.

5. Фракционирование нефтей. Основные нефтяные фракции

6. Перегонка нефти с постепенным, однократным и многократным испарением. Сравнительная характеристика способов. Перегонка нефти в присутствии испаряющего агента – водяного пара.

7. Ректификация. Азеотропная и экстрактивная ректификация. Схема ректификационной установки непрерывного действия.

8. Аппаратурное и технологическое оформление процессов первичной переработки нефти и газа.

9. Ректификационные колонны: периодического и непрерывного действия; простые и сложные. Виды орошения: горячее; холодное; циркуляционное. Способы подвода тепла в колонны.

10. Основные направления использования нефти. Глубина переработки нефти. Поточная схема глубокой переработки нефти по топливному варианту.

11. Общая характеристика катализаторов, применяемых в нефтепереработке (активность, селективность, стабильность и т.д.)

12. Промышленные катализаторы крекинга. Основные характеристики и предъявляемые к ним требования. Особенности состава и структуры современных катализаторов крекинга.

13. Производство водорода методом паровой конверсии. Сущность, назначение, химизм и параметры процесса. Технологическая схема установки получения водорода паровой конверсией углеводородного газа. Сущность и основные условия процесса адсорбционного концентрирования водорода. Технологическая схема установки адсорбционного концентрирования водорода.

14. Твердые нефтяные парафины и церезины. Их основные свойства и области применения.

Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование

15. Методы осушки природного газа. Абсорбционная осушка, сущность, параметры процесса, применяемые растворители, технологическая схема. Осушка природных газов с помощью адсорбции, сущность, параметры процесса, применяемые адсорбенты, технологическая схема.

16. Характеристика природных и попутных углеводородных газов. Газовый фактор. Свойства и применение газового конденсата. Вредные примеси в природных газах. Физико-химические основы и параметры процесса моноэтаноламиновой очистки, технологическая схема.

17. Адсорбционный метод отбензинивания газов. Технологическая схема углеадсорбционной установки отбензинивания газа (УАУ).

18. Стабилизация газового бензина. Основные параметры процесса, технологическая схема.

19. Каталитическое алкилирование изобутана олефинами. Назначение, сущность, разновидности и закономерности протекания процесса. Требования к сырью. Основные факторы процесса алкилирования и их влияние на выход и качество продуктов. Сравнительная оценка серноокислотного и фтористоводородного алкилирования. Достоинства и недостатки способов.

20. Состав и краткая характеристика современного комплекса по производству ароматических углеводородов. Принципиальная поточно-блочная схема типового комплекса по производству бензола и параксилола.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов / С.А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2002.– 672 с.

2. Алиева Р.Б., Газовые конденсаты/Р.Б. Алиева, Г.Ф. Мираламов. – Баку: Заман, 2000. – 331 с.

3. Ахметов, С.А. Технология переработки нефти, газа и твёрдых горючих ископаемых : учебное пособие / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман. – СПб: Недра, 2009.– 832 с.

4. Александров, И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке: учебное пособие / И.А. Александров. – М.: Химия, 1981. – 352 с.

5. Александров, И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты: методы расчёта и основы конструирования/ И.А. Алек-

Нефтегазовая переработка: процессы, установки, оборудование

сандров. – Изд. 3-е перераб. – М.: Химия, 1978. – 280 с.

6. Бекиров, Т.М. Технология обработки газа и конденсата/ Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков– М.: Недра, 1999. – 595 с.

7. Бекиров, Т.М. Первичная переработка природных газов / Т.М. Бекиров. - М. : Химия, 1987. - 256 с.

8. Берлин, М.А. Переработка нефтяных и природных газов: монография / М.А. Берлин, В.Г. Гореченков, Н.П. Волков. - М.: Химия, 1981. - 471 с.

9. Гунн, Р.Б. Нефтяные битумы / Р.Б. Гунн. – М.: Химия, 1973. – 432 с.

10. Гуревич, И.Л. Технология переработки нефти и газа/ И.Л. Гуревич. - М.: Химия, 2000. – 811 с.

11. Гуреев, А.А., Производство нефтяных битумов / А.А. Гуреев, Е.А.Чернышева., А.А. Коновалов, Ю.В. Кожевникова - М.: Изд. Нефть и газ, 2007. - 102 с.

12. Мстиславская, Л. П. Нефть и газ - от поисков до переработки : (введение в спец. по нефтегазовым технологиям)/ Л. П. Мстиславская - М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012. – 112 с.

13. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учебное пособие для вузов / А.К. Мановян. – М.: Химия, 2001. – 568 с.

14. Макаров, Ю.И. Технологическое оборудование химических и нефтега-зоперерабатывающих заводов. 2-е изд., перераб. и доп. / Ю.И. Макаров, А.Э. Генкин. - М.: Машиностроение, 1976. - 368 с.

15. Николаев В.В., Бусыгина Н.В. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа – М.: Недра, 1998. – 184 с.

16. Персиянцев, М.Н. Совершенствование процессов сепарации нефти от газа в промысловых условиях./ М.Н. Персиянцев. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 1999. - 283 с.

17. Поконова, Ю.В. Нефть и нефтепродукты / Ю.В. Поконова - СПб.: Изд. «Профессионал», 2003. – 902 с.

18. Рабинович, Г.Г. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник / Г.Г. Рабинович [и др.] / Под ред. Е.Н. Судакова – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: «Химия», 1979. – 568 с.

Справочник нефтепереработчика: Справочник/Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. - Л.: Химия, 1986. – 648 с.

19. Скобло, А.И. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехмии/ А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров,

В.А. Щелкунов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2000. – 677 с

20. Технологические схемы по подготовке и первичной переработке нефти и газа. Учебное пособие./И.Ю. Жукова, И.Н. Тягливая. - Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2014. — 61 с.

21. Тетельмин, В.В. Нефтегазовое дело. Полный курс.: учебное пособие/ В.В. Тетельмин, В.А. Язев. - Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009. – 639 с.

22. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти / под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400 с.

23. Тронов, В.П. Промысловая подготовка нефти./ В.П. Тронов. – Казань: Фэн, 2000. – 416 с.

24. Танатаров, М.А. Технологические расчёты установок переработки нефти: учебное пособие для вузов / М.А. Танатаров, М.Н. Ахметшина, Р.А. Фасхутдинов, Н.Д. Волошин.– М.: Химия, 1987. – 352 с.

25. Чуракаев, А.М. Газоперерабатывающие заводы и установки / А.М. Чуракаев . - М. : Недра, 1994. - 336 с.