

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов**

по дисциплине **Б1.О.18 Химия нефти и газа**

для направления подготовки (специальности)

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

Направленность/специализация
Физические процессы нефтегазового производства

Квалификация выпускника, уровень подготовки специалист

Форма обучения: очная

Мурманск
2021

Составитель - Берестова Г. И., доцент кафедры химии, к.т.н.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии

_____ г. протокол № _____

Зав. кафедрой химии,
кандидат химических наук, профессор

Дякина Т.А.

Рецензент – Коновалова И.Н., профессор кафедры химии, к.т.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....3
2. Тематический план.....4
3. Список рекомендуемой литературы.....6
4. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....6

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденным приказом № 981 от 12.08.2020 г. и УП, утвержденным Ученым советом МГТУ (Протокол № 12 от 26.03.2021), а также рабочей программой по химии нефти и газа, утвержденной на заседании кафедры химии МГТУ _____ 2021 г., протокол № _____.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом базового высшего профессионального образования по направлению 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства обязательный минимум содержания дисциплины «Химия нефти и газа» для самостоятельной работы составляет 76 часов для очной формы обучения: «Химический состав нефти, нефтепродуктов, природных, попутных газов и газов нефтепереработки; основные физико-химические методы исследования химического состава нефти, нефтепродуктов и газов; углеводороды нефти: алканы, нафтены, арены, гетероатомные соединения; нефть и нефтепродукты как дисперсные системы; гипотезы происхождения нефти».

В результате освоения программы дисциплины «Химия нефти и газа» специалист должен:

Знать:

- химический состав нефти и газа;
- основные физико-химические методы исследования химического состава нефти;
- углеводороды нефти: алканы, нафтены, арены, гетероатомные соединения;
- нефть как дисперсные системы;
- гипотезы происхождения нефти.

Уметь:

- использовать физические, химические и эксплуатационные свойства нефти
- применять полученные знания для экспертизы проектов, технологий и производств, сертификации продукции с целью достижения максимальной экологической безопасности хозяйственной деятельности человека;

Владеть: навыками основных методов разделения, очистки и идентификации компонентов нефти.

Процесс изучения дисциплины «Химия нефти и газа» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства:

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции |
|-------|-----------------|--|
| 1 | ОПК- 2 | Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр на суше, на шельфе морей и на акваториях мирового океана |

Целью дисциплины «Химия нефти и газа» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом направления 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, что предполагает освоение обучаемыми теоретических знаний в области химии нефти и газа.

Задачи дисциплины: дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам химии нефти и газа, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование тем и содержание самостоятельной работы | Кол-во часов |
|-------|--|--------------|
| 1. | <i>Введение. Роль нефти и газа в современном мире. Гипотезы происхождения нефти.</i> | 6 |
| 2. | <i>Состав и классификации нефтей.</i> Фракционный и химический состав нефтей. Классификации: химические, технологическая. <i>Физико-химические свойства нефти:</i> плотность, молекулярная масса, вязкость, температуры кристаллизации, помутнения, застывания, вспышки, воспламенения. Опти-ческие свойства. Нефть как дисперсная система. | 7 |
| 3. | <i>Алканы нефти.</i> Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание алканов в нефти и газе. Получение алканов из нефти и природного газа. Химические свойства: реакции галогенирования, нитрования, сульфохлорирования, окисления и дегидрирования. | 7 |
| 4. | <i>Циклоалканы (нафтены) нефти.</i> Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание циклоалканов в нефтях. Моноциклические и полициклические циклоалканы. Методы получения (синтез из дигалогенопроизводных и гидрированием ароматических углеводородов) и химические свойства циклоалканов. Теория напряжения Байера об относительной прочности циклов. | 7 |
| 5. | <i>Арены нефти.</i> Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Получение гомологов бензола реакцией алкилирования Фриделя-Крафтса. Химические свойства: реакции электрофильного замещения и их механизм, правила замещения в бензольном ядре. Реакции присоединения и окисления. Многоядерные ароматические углеводороды с конденсированными ядрами. Использование аренов в нефтехимическом синтезе. | 7 |
| 6. | <i>Гетероатомные соединения и минеральные компоненты нефти.</i> Кислородсодержащие соединения: нефтяные кислоты, нефтяные фенолы, нейтральные соединения. Серосодержащие соединения: распределение по фракциям нефти, меркаптаны, сульфиды, тиофен и его производные. Использование их в промышленности. Азотсодержащие соединения: азотистые основания, гомологи анилина, производные пиридина, производные пиррола и амиды кислот. Нефтяные порфирины. Смолисто-асфальтеновые вещества: строение, свойства. Использование битумов в промышленности. | 7 |

| | | |
|-----|---|---|
| | Минеральные компоненты нефти: классификация по Камьянову, влияние содержания микроэлементов в нефти на процессы ее переработки и дальнейшее использование нефтепродуктов. | |
| 7. | <i>Непредельные углеводороды, образующиеся при переработке нефти.</i> Алкены, алкины, диены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Промышленные способы получения. Химические свойства. Использование в нефтехимическом синтезе. | 7 |
| 8. | <i>Методы переработки нефти и газа.</i> Теоретические основы термических процессов. Термические превращения углеводородов в газовой и жидкой фазах. Крекинг. Каталитический крекинг и риформинг. Синтез высокооктановых компонентов топлив. Гидрокрекинг. Пиролиз. Коксование. Гидроочистка. | 7 |
| 9. | <i>Методы разделения компонентов нефти.</i> Классификация методов разделения: химические, физические, простые и сложные методы. Перегонка, ректификация (азеотропная, экстрактивная), абсорбция, экстракция, хроматография. Кристаллизация. Экстрактивная кристаллизация. Разделение нефтяных фракций на адсорбентах. Образование аддуктов и комплексов, проблемы забивки трубопроводов. Использование цеолитов. Химические методы разделения компонентов нефти и газа. | 7 |
| 10. | <i>Основные физико-химические методы исследования состава нефти и газа.</i> Определение элементного состава. Определение группового состава: групповой состав бензина, структурно-групповой состав керосиновых и масляных фракций. <i>Хроматографические методы.</i> Виды хроматографии. Анализ прямогонных бензиновых фракций методом газо-жидкостной хроматографии. Ультрафиолетовая и инфракрасная спектроскопия. Показатель ароматизированности нефтей. Ядерный магнитный и электронный парамагнитный резонанс. | 7 |
| 11. | <i>Классификация нефтепродуктов. Методы очистки нефти и нефтепродуктов.</i> Химические методы очистки: очистка серной кислотой, щелочью. Адсорбционные и каталитические методы очистки. Методы очистки с применением избирательных растворителей. Селективная очистка. Депарафинизация топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов. | 7 |

Всего:

76 ч.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.1. Свойства, состав и классификация нефтей и газов: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2013. - 120 с. (100 экз.)
2. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.2. Методы переработки и исследования нефти и газа: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2014. – 144 с. (100 экз.)

Дополнительная литература:

1. Лутошкин, Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды : учебник для вузов / Г. С. Лутошкин. - Изд. 3-е, стер. - Перепечатка со 2-го изд. 1979 г. - Москва : Альянс, 2005. - 318, [1] с. (39 экз.)
2. Владимиров, А. И. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки : учеб. пособие для вузов / А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов, С. А. Круглов. - Москва : Недра, 2002. - 227 с. (3 экз.)
3. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа : учеб. пособие / С. А. Ахметов [и др.] ; под ред. С. А. Ахметова. - Москва : Химия, 2005. - 735 с. (2 экз.)
4. Патин, С. А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы / С. А. Патин; Федер. агентство по рыболовству, ФГУП "Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии" (ВНИРО). - Москва : Изд-во ВНИРО, 2008. - 507 с. (2 экз.)

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Состав и свойства нефти и нефтепродуктов. Общие свойства и классификация нефтей.

Необходимо обратить внимание на классификации нефтей: химические, технологические, а также на важные показатели качества нефти: фракционный и химический состав; физико-химические свойства: плотность, молекулярная масса, вязкость, температуры кристаллизации, помутнения, застывания, вспышки, воспламенения.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Дробкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 29-37)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие классы углеводородов входят в состав нефти?
2. Перечислите основные физико-химические свойства нефти
3. Какие классификации нефти вы знаете?
4. Какие углеводороды входят в состав газов?
5. Перечислите наиболее важные показатели качества нефти.

2. Непредельные углеводороды, образующиеся при переработке нефти.

При изучении данного раздела следует учитывать то, что непредельные соединения встречаются в сырой нефти редко и в незначительных количествах, в основном в высококипящих фракциях. Однако они образуются в процессах переработки нефти и являются важнейшим сырьем для нефтехимического и органического синтеза. Обратите внимание на номенклатуру органических соединений (систематическую и рациональную), на применение правил Зайцева и Марковникова, реакции электрофильного присоединения и их механизм.

(Нечаев А.П., Еременко Т.В. Органическая химия: учебник для вузов.-М.: Высшая школа, 1985. – с. 65–105)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие углеводороды называются непредельными, алкенами, алкинами?
2. Напишите структурную формулу вещества по названию: 2,2-диметилектен-3; 3-изопропилгексен-2. К какому классу углеводородов они принадлежат?
3. В чем заключаются правила Зайцева и Марковникова? Приведите примеры.
4. Какие углеводороды называются сопряженными диенами? Охарактеризуйте их химические свойства.
5. Какой тип реакций наиболее характерен для непредельных углеводородов?

3. Методы разделения компонентов нефти и газа.

Для облегчения анализа нефтей и нефтепродуктов используют разнообразные методы их предварительного разделения как по молекулярным массам, так и по химическому составу. Для разделения нефти и выделения различных групп углеводородов и гетероатомных компонентов применяют химические и физические методы. Необходимо обратить внимание на классификацию методов разделения. Сочетание эффективных приемов разделения с современными инструментальными методами анализа позволило создать информативные экспресс-методики определения качественного и количественного состава нефтей и нефтепродуктов. (Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 72 - 110)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Классификация методов разделения компонентов нефти и нефтепродуктов: химические, физические, простые и сложные методы.
2. Перегонка, ректификация (азеотропная, экстрактивная),
3. Абсорбция, экстракция.
4. Кристаллизация. Экстрактивная кристаллизация.

4. Исследование состава нефти, газов и нефтепродуктов.

Химический и фракционный состав нефтей необходимо знать для выбора наиболее рационального комплекса процессов нефтепереработки, их моделирования, обоснования мощности нефтеперерабатывающих установок, а также для развития представлений о генезисе нефти и решения задач нефтяной геологии.

Различают несколько видов анализа нефтей и нефтяных фракций: элементный, индивидуальный, групповой, структурно-групповой.

Развитие техники современных физико-химических методов анализа смесей позволило перейти от определения элементного состава нефтей к исследованиям группового и индивидуального состава нефтяных фракций. Разработаны методы изучения индивидуального состава газа и бензиновых фракций (до C_{10}), группового состава и идентификации ряда индивидуальных компонентов керосино-газойлевых фракций (до C_{20}).

Следует обратить внимание на хроматографические методы, виды хроматографии, анализ прямогонных бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 111 – 144.)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие методы анализа и разделения веществ называются хроматографическими?
2. Какие виды хроматографии вы знаете?

3. Как проводится анализ прямогонных бензиновых фракций методом газожидкостной хроматографии?
4. Что в теории хроматографии называется «тарелкой»?

5. Методы очистки нефтепродуктов.

Получаемые в различных процессах переработки нефти фракции в большинстве случаев не являются готовыми товарными продуктами. Они содержат всевозможные примеси, присутствие которых делает эти фракции некондиционными. Для удаления нежелательных примесей нефтепродукты подвергают очистке. При изучении данного раздела необходимо обратить внимание на адсорбционные и каталитические методы очистки, методы очистки с применением избирательных растворителей, депарафинизацию топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с.395 – 409.)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какой процесс называется гидроочисткой?
2. Как из нефтяных фракций удаляется сера?
3. Почему высокое содержание серы в нефтепродукте нежелательно?
4. Что называется адсорбцией?

6. Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив и масел.

Следует обратить внимание на классификацию и свойства бензинов: детонационная стойкость, октановое число, фракционный состав, химическая стабильность, содержание серы.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 410 – 438)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что называется октановым числом?
2. Что называется цетановым числом?
3. Какие виды нефтепродуктов получают из нефти?

7. Происхождение нефти.

Обратите внимание на гипотезы минерального происхождения нефти, предложенные Д.И. Менделеевым, Н.А. Соколовым; геологические доказательства минеральной гипотезы происхождения нефти. Студенты должны иметь представления об органическом происхождении нефти, отраженные в работах Н.Д. Зелинского, И.М. Губкина; понятие о макронепти.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с.38 – 59)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какие факты подтверждают гипотезы минерального происхождения нефти?
2. Какие факты подтверждают гипотезы органического происхождения нефти?
3. Что называется «биомаркерами»?
4. Современные представления об образовании нефти и газа.
5. Образование основных классов углеводородов нефти.
6. Факторы, влияющие на состав углеводородов нефти.

РЕЦЕНЗИЯ

на методические указания
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине «Химия нефти и газа»
для направления подготовки

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Химия нефти и газа» для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства соответствуют требованиям ФГОС ВО к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалиста данной специальности.

Методические указания к самостоятельной работе студентов содержат общие организационно-методические указания, тематический план, список рекомендуемой литературы, вопросы и задания для самопроверки по каждой теме дисциплины.

Рекомендую к использованию Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Химия нефти и газа» для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства.

Профессор кафедры химии

И.Н. Коновалова