

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



И.Г. Ибрагимов

2022

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности 1.4.12.
«Нефтехимия» (отрасль науки - технические)

Утверждена на заседании кафедры
«Нефтехимия и химическая технология»

Протокол заседания № 11 от 25.04.2022

Заведующий кафедрой Т.Р. Просочкина

Уфа-2022

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности 1.4.12.
«Нефтехимия» (отрасль науки - технические)

1. Химический состав и свойства нефти.

Происхождение нефти. Генезис и химическая эволюция нефтей. Органическая теория происхождения нефти. Нефтематеринское вещество и его преобразование в нефть. Биodeградация нефти в природных условиях. Процесс нефтеобразования и химический состав нефти. Биомаркеры. Влияние температуры и природных катализаторов. Минеральная теория происхождения нефти.

Свойства, состав и классификация нефтей. Физические свойства нефтей. Химический состав нефти. Фракционный состав нефти. Элементный, индивидуальный и структурно-групповой состав нефти. Классификация нефтей.

Методы исследования нефтей. Физические и физико-химические методы. Ректификация. Хроматографические методы. Термическая диффузия. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов. Спектры комбинационного рассеяния. Молекулярная масс- и хроматомасс-спектроскопия. Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс.

Исторический обзор исследований по химии углеводородов нефти. Работы Д.И. Менделеева, В.В. Марковникова, Д.П. Коновалова, Н.Д. Зелинского, С.С. Наметкина, Б.А. Казанского, А.В. Топчиева и др.

Нефтяные углеводороды ряда метана (парафины). Их содержание в нефтях и природном газе. Физические и химические свойства парафинов нормального и разветвленного строения. Газообразные парафины. Природный газ. Жидкие и твердые парафины. Парафин и церезин. Нафтены (циклические углеводороды нефти).

Углеводороды ряда циклогексана и циклопентана, их содержание в нефтях. Важнейшие реакции. Синтез модельных углеводородов. Бициклические углеводороды нефти. Конденсированные и мостиковые би- и полициклические углеводороды. Адамантан и его гомологи. Тритерпаны, стераны и гопаны. Термодинамическая устойчивость цикланов. Конформационный анализ циклических углеводородов.

Ароматические углеводороды нефти. Моно-, би- и полициклические ароматические углеводороды нефти. Их содержание в нефтях и нефтяных фракциях. Поучение ароматических углеводородов и их важнейшие реакции.

Сернистые соединения нефти. Характеристика сернистых соединений и их определение в нефтях. Перспективы их практического использования. Содержание серы в различных нефтях и нефтепродуктах. Методы удаления сернистых соединений из нефти и нефтяных фракций.

Азотистые соединения нефти. Основные типы, их характеристики и определение в нефтях. Порфириновые соединения в нефти.

Кислородсодержащие соединения нефти. Нефтяные кислоты. Характеристика и содержание в нефти.

Смолистые и асфальтовые вещества (САВ) нефти. Классификация САВ их разделение и характеристика.

Металлсодержащие соединения нефти. Микроэлементы.

2. Нефтеперерабатывающая и газоперерабатывающая промышленность, как источник производства основных видов нефтехимического сырья, жидких топлив и масел

Нефть и газ как источники производства основной группы исходных веществ для промышленного органического и нефтехимического синтеза (парафинов, олефинов, ароматических углеводородов, ацетилен, оксида углерода и синтез-газа), жидких топлив и смазочных масел.

Нефтяные топлива. Общая характеристика основных видов топлива (автомобильное, дизельное, авиационное, реактивное, котельное и др.). Основные требования, предъявляемые к моторным топливам. Октановое число. Цетановое число. Основные тенденции улучшения экологических показателей моторных топлив.

Нефтяные масла. Смазочные масла и их основные характеристики. Синтетические присадки к смазочным маслам (антиокислители, депрессоры, моющие, вязкостные, противоизносные и др.). Промышленные процессы первичной переработки нефти и газа.

Электрообессоливание и первичная перегонка нефти. Установки ЭЛОУ-АВТ. Основные направления совершенствования процесса.

Сырье, характеристика стандартных нефтей, технология переработки и основные продукты.

Подготовка в промыслах и переработка природного газа и газовых конденсатов. Переработка попутного газа.

Термические процессы переработки нефти. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Свободно-радикальный механизм термического крекинга углеводородов.

Термический крекинг (висбрекинг) нефтяных остатков. Продукты термического крекинга остаточных фракций способы их облагораживания. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций. Коксование нефтяных остатков. Основные направления совершенствования процесса.

Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов. Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза. Пиролиз метана и других углеводородов для получения ацетилен. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз. Электрокрекинг. Состав газов пиролиза и их разделение.

Каталитический крекинг. Сырье и его подготовка. Продукты крекинга.

Катализаторы крекинга, строение алюмосиликатов и природа их каталитической активности. Роль протонной и апротонной кислотности. Цеолиты. Механизм протекающих реакций.

Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга. Промышленные установки каталитического крекинга и основные технологические параметры. Основные направления совершенствования процесса.

Каталитический риформинг. Сырье и его подготовка. Продукты риформинга. Получение высокооктановых компонентов бензина и ароматических углеводородов. Катализаторы риформинга, основные реакции и механизм каталитического превращения нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов.

Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе риформинга. Промышленные установки каталитического риформинга и основные технологические параметры. Основные направления совершенствования процесса.

Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. Основное назначение, катализаторы, химические основы и механизм гидрогенизационных процессов.

Гидроочистка моторных топлив, смазочных масел, парафинов, вакуумных дистиллятов и вторичных газойлей. Реакторы и технология процессов гидроочистки. Основные направления совершенствования процесса.

Гидрообессеривание нефтяных остатков. Гидрокрекинг бензиновых фракций с получением моторных топлив, сжиженных газов и изопарафиновых углеводородов. Основные направления совершенствования процесса.

Гидрогенизационные процессы в производстве смазочных масел. Гидродеалкилирование и другие гидрогенизационные процессы в производстве ароматических углеводородов.

Производство парафинов. Производство жидких парафинов депарафинизацией дизельных фракций. Депарафинизация масляных фракций для получения твердых парафинов.

Производство оксида углерода и синтез-газа. Каталитическая конверсия метана и других углеводородов. Научные основы процесса и технологические параметры.

Окислительная конверсия. Высокотемпературная окислительная конверсия углеводородов в отсутствие катализаторов. Очистка синтез-газа, получение концентрированного оксида углерода и водорода.

Проблема замены нефтяного сырья в производстве жидких топлив и масел. Ограниченность и невозпроизводимость нефтяных ресурсов. Возможности и перспективы использования углей, торфа, горючих и битуминозных сланцев, растительного сырья для производства искусственного жидкого топлива.

3. Основные промышленные нефтехимические процессы

Процессы галогенирования. Научные основы процессов галогенирования парафинов, олефинов, ацетилена, ароматических и алкилароматических углеводородов. Заместительное и присоединительное хлорирование.

Галогенирующие агенты, катализаторы и инициаторы, условия галогенирования. Термическое, фотохимическое и окислительное галогенирование и механизм этих реакций. Гидрохлорирование олефинов и ацетилена.

Получение хлорметанов, хлорэтанов, аллилхлорида, хлорбутенов, хлорпарафинов, винилхлорида, хлор- и полихлорбензолов.

Гидратация олефинов и ацетилена. Термодинамика, катализаторы и механизмы реакций гидратации. Синтез этанола, изопропанола, втор- и трет-бутанолов, ацетальдегида.

Процессы алкилирования. Алкилирование олефинами ароматических углеводородов. Катализаторы, механизм и кинетика реакции. Получение этил-, диэтил- и изопропилбензолов.

Алкилирование бензола высшими олефинами. Алкилароматические пластификаторы, смазочные масла, присадки и сырье для поверхностно-активных веществ. Алкилирование фенолов, производство стабилизаторов полимеров и масел.

Алкилирование изобутана олефинами, катализаторы и механизм реакции. Синтез высокооктановых моторных топлив. о-Алкилирование олефинами и ацетиленом.

Синтез метил- трет-бутилового эфира, винилацетата и виниловых эфиров спиртов. Винилирование ацетиленом.

Синтезы винилацетилена, акрилонитрила и винилпирролидона. Основные направления совершенствования процессов.

Димеризация и олигомеризация олефинов. Катализаторы димеризации и олигомеризации олефинов. Производство разветвленных высших олефинов.

Алюминийорганические соединения и синтезы на их основе.

Производство линейных α -олефинов. Синтез линейных первичных спиртов.

Метатезис (диспропорционирование) олефинов. Гомогенные и гетерогенные катализаторы. Механизм. Влияние положения кратной связи. Практическое использование и перспективы.

Процессы окисления и эпоксидирования. Окислительные агенты (молекулярный кислород, азотная кислота, пероксидные соединения). Радиально-цепное окисление парафиновых и алкилароматических углеводородов. Кинетика и катализ реакции.

Получение гидропероксидов трет-бутилбензола, этилбензола и изопропилбензола.

Получение спиртов и кислот окислением парафинов. Окисление нафтенов в спирты и кетоны. Окисление метилбензолов в ароматические кислоты.

Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных. Окисление ароматических и других углеводородов с образованием внутренних ангидридов ди- и тетракарбоновых кислот.

Окислительный аммонолиз олефинов и других углеводородов с образованием нитрилов. Окисление олефинов с сохранением двойной связи.

Получение акролеина. Окисление этилена до оксида этилена. Катализаторы окисления в перечисленных процессах, механизм и кинетика реакций.

Металлокомплексный катализ окисления олефинов. Эпоксидирование олефинов пероксикислотами, пероксидом водорода и гидропероксидами.

Получение оксида пропилена и глицидола. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена.

Процессы дегидрирования и гидрирования. Термодинамика реакций дегидрирования и гидрирования. Катализаторы, механизм и кинетика реакций дегидрирования и гидрирования.

Каталитическое и термическое дегидрирование. Дегидрирование алкилароматических соединений.

Получение стирола, α -метилстирола, дивинилбензола. Дегидрирование парафинов и олефинов.

Получение бутадиена и изопрена. Окислительное дегидрирование олефинов.

Гидрирование ароматических углеводородов. Получение циклогексана.

Синтезы на основе оксида углерода. Синтез углеводородов из CO и водорода. Катализ, условия и механизм реакции. Синтез спиртов из CO и водорода.

Получение метанола. Синтез альдегидов и спиртов C_3-C_9 из олефинов, CO и водорода (оксосинтез).

Синтез карбоновых кислот на основе реакции карбонилирования олефинов, ацетилен и спиртов. Перспективы синтезов с использованием оксида и диоксида углерода.

Процессы сульфирования, сульфатирования, сульфоокисления и сульфохлорирования. Сульфирующие агенты и условия их применения. Механизм реакций.

Получение алкилсульфонатов, олефинсульфонатов, алкилбензолсульфонатов, алкилсульфатов. Их значение в синтезе поверхностно-активных веществ. Области применения ПАВ, включая нефтедобычу.

Процессы нитрования. Нитрование парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов.

Процессы полимеризации. Полимеризация олефинов. Получение полиэтилена, химизм и механизм процесса. Катализаторы и принципы их

действия. Лицензиары производства полиэтилена. Варианты применяемых реакторов полимеризации и технологического оформления процесса.

Получение пролипропилена, химизм и механизм процесса. Катализаторы и принципы их действия. Лицензиары производства полипропилена. Варианты применяемых реакторов полимеризации и технологического оформления процесса.

Процессы поликонденсации. Получение полиэтилентерефталата. Варианты применяемых реакторов поликонденсации и технологического оформления процесса.

Рекомендуемая литература.

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. -Уфа: «Гилем», 2002, -590 с.

2. Капустин С.М.и др. Технология переработки нефти и газа. В 2ч. Часть 1. –М.: КомосС, 2005. -354 с.

3. Капустин С.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти и газа. В 2ч. Часть 2. –М.: КомосС, 2008. -334 с.

4. Черножуков.Н.И. Технология переработки нефти и газа, ч.3. – М.: Химия, 1998. – 424 с.

5. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: Учебник для вузов.- 3-е изд. - М.: Химия.—1988, 605с.

6. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для вузов – СПб.: ХИМИЗДАТ, – 2003, 912 с.

7. Адельсон С.В. и др. Технология нефтехимического синтеза. - М.: Химия.- 1973, 608.

Составитель: зав. кафедрой НХТ

Т.Р. Просочкина