

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,

Д.т.н., профессор



Д. Е. Быков

12 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру СамГТУ**

по научной специальности

1.4.12. Нефтехимия

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СамГТУ допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура).

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по данной научной специальности.

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией СамГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на вопросы и (или) решить задачи в соответствии с экзаменационными заданиями, которые охватывают содержание разделов и тем программы вступительных испытаний. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые впоследствии хранятся в их личном деле.

При приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре результаты каждого вступительного испытания оцениваются **по пятибалльной шкале**.

Минимальное количество баллов для каждой научной специальности, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет **3 балла**.

Шкала оценивания:

«Отлично» – выставляется, если поступающий представил развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«Хорошо» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета;

«Удовлетворительно» – выставляется, если поступающий представил относительно развернутые, четкие ответы на основные вопросы экзаменационного билета, при этом некоторые ответы раскрыты не полностью;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если при ответе поступающего основные вопросы билета не раскрыты.

4. ПЕРЕЧЕНЬ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА НЕФТИ

1.1 Происхождение нефти

1.1.1 Генезис и химическая эволюция нефтей.

1.1.2 Органическая теория происхождения нефти.

1.1.3 Нефтематеринское вещество и его преобразование в нефть.

1.1.4 Биодegradация нефти в природных условиях.

1.1.5 Процесс нефтеобразования и химический состав нефти.

1.1.6 Биомаркеры. Влияние температуры и природных катализаторов на нефтематеринское вещество.

1.1.7 Минеральная теория происхождения нефти.

1.2 Свойства, состав и классификация нефтей

1.2.1 Физико-химические свойства нефтей.

1.2.2 Химический состав нефти.

1.2.3 Фракционный состав нефтей. Направления переработки фракций.

1.2.4 Элементный, индивидуальный и структурно-групповой состав нефти.

1.2.5 Классификация нефтей: товарная, химическая, технологическая.

1.3 Методы исследования нефтей

1.3.1 Физические и физико-химические методы исследования нефтей.

1.3.2 Методы разделения и концентрирования компонентов: ректификация, хроматография, термическая диффузия.

1.3.3 Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.

1.3.4 Молекулярная масс- и хромато-масс-спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.

1.3.5 Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.

1.4 Углеводородные компоненты нефтей

1.4.1 Алканы нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Физические и химические свойства парафинов нормального и разветвленного строения. Газообразные парафины. Природный газ. Жидкие и твердые парафины. Парафин и церезин. Изопренаны нефти.

1.4.2 Циклоалканы нефти. Распределение в нефтяных фракциях. 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.

1.4.3 Арены нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Типы ароматических углеводородов нефти и их определение в нефтях.

1.5 Гетероатомные компоненты нефтей

1.5.1 Сернистые соединения нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Характеристика сернистых соединений и их определение в нефтях. Перспективы их практического использования.

1.5.2 Азотистые соединения нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Основные типы, их характеристики и определение в нефтях.

1.5.3 Кислородные соединения нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Нефтяные кислоты. Характеристика и содержание в нефти.

1.5.4 Смолистые и асфальтовые компоненты нефти. Распределение в нефтяных фракциях. Разделение и характеристика.

1.5.6 Металлсодержащие соединения нефти. Порфирины. Микроэлементы.

РАЗДЕЛ 2. НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ И ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ КАК ИСТОЧНИК ОСНОВНЫХ ВИДОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ, ЖИДКИХ ТОПЛИВ И МАСЕЛ

2.1 Нефть и газ как источники сырья для промышленного органического и нефтехимического синтеза

2.1.1 Углеводородные газы: природный, попутный нефтяной, технологический. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.1.2 Прямогонный бензин. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.1.3 Прямогонные керосиновые фракции. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.1.4 Прямогонные дизельные фракции. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.1.5 Вакуумный газойль. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.1.6 Гудрон, нефтяные остатки. Состав и химические свойства. Направления переработки.

2.2 Промышленные процессы первичной переработки нефти и газа

2.2.1 Электрообессоливание и первичная перегонка нефти.

2.2.2 Характеристика типичных нефтей, технология переработки и основные продукты.

2.2.3 Типовые схемы нефтеперерабатывающих заводов.

2.2.4 Переработка природного газа и газовых конденсатов.

2.2.5 Переработка попутного газа.

2.3 Промышленные процессы вторичной переработки нефти и газа

2.3.1 Термический крекинг. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Свободнорадикальный механизм термического крекинга углеводородов. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, улучшение качества котельного топлива, получение термогазойля и нефтяного кокса.

2.3.2 Пиролиз. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. 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 ацетилена. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз. Электрокрекинг. Состав газов пиролиза и их разделение.

2.3.3 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.

2.3.4 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.

2.3.5 Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. Основное назначение, катализаторы, химические основы и механизм гидрогенизационных процессов. Гидроочистка моторных топлив, смазочных масел, парафинов, вакуумных дистиллятов и вторичных газойлей.

2.3.6 Реакторы и технология процессов гидроочистки.

2.3.7 Гидрообессеривание нефтяных остатков. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

2.3.8 Гидрокрекинг бензиновых фракций с получением моторных топлив, сжиженных газов и изопарафиновых углеводородов. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

2.3.9 Гидрогенизационные процессы в производстве смазочных масел. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

2.3.10 Гидродеалкилирование и другие гидрогенизационные процессы в производстве ароматических углеводородов. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

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

2.3.12 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.

2.3.13 Нефтяные топлива. Общая характеристика основных видов топлива (автомобильное, дизельное, авиационное, реактивное, котельное и др.). Поведение и превращения углеводородов при сгорании в двигателях. Антидетонаторы и механизм их действия. Октановое число. Цетановое число.

2.3.14 Нефтяные масла. Смазочные масла и их основные характеристики. Синтетические присадки к смазочным маслам (антиокислители, депрессоры, моющие, вязкостные, противоизносные и др.), механизм их действия. Комплексные присадки. Технические масла.

РАЗДЕЛ 3. ОСНОВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

3.1 Процессы галогенирования

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

3.1.2 Галогенирующие агенты, катализаторы и инициаторы, условия галогенирования.

3.1.3 Термическое, фотохимическое и окислительное галогенирование и механизм этих реакций.

3.1.4 Гидрохлорирование олефинов и ацетилена. Получение хлорметанов, хлорэтанов, аллилхлорида, хлорбутенов, хлорпарафинов, винилхлорида, хлор- и полихлорбензолов.

3.2 Процессы гидратации

3.2.1 Гидратация олефинов. Термодинамика, катализаторы и механизмы реакций гидратации.

3.2.2 Гидратация ацетилена. Термодинамика, катализаторы и механизмы реакций гидратации.

3.2.3 Синтез этанола, изопропанола, втор- и трет-бутанолов, ацетальдегида.

3.3 Процессы алкилирования

3.3.1 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.

3.3.2 Алкилирование фенолов, производство стабилизаторов полимеров и масел.

3.3.3 Алкилирование парафинов, катализаторы и механизм реакции. Синтез высокооктановых моторных топлив.

3.3.4 о-алкилирование олефинами и ацетиленом. Синтез МТБЭ, винилацетата и виниловых эфиров спиртов.

3.3.5 Винилирование ацетиленом. Синтезы винилацетилена, акрилонитрила и винилпирролидона.

3.4 Реакции олефинов с изменением молекулярной массы

3.4.1 Димеризация и олигомеризация олефинов. Катализаторы димеризации и олигомеризации олефинов. Алюминийорганические соединения и синтезы на их основе. Производство линейных α -олефинов. Синтез линейных первичных спиртов.

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

3.5 Процессы окисления и эпоксидирования

3.5.1 Окислительные агенты (молекулярный кислород, азотная кислота, пероксидные соединения).

3.5.2 Радикально-цепное окисление парафиновых и алкилароматических углеводородов. Кинетика и катализ реакции. Получение гидропероксидов трет-бутилбензола, этилбензола и изопропилбензола.

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

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

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

3.5.6 Окисление этилена до оксида этилена. Катализаторы окисления, механизм и кинетика реакций.

3.5.7 Эпоксидирование олефинов пероксикислотами, пероксидом водорода и гидропероксидами. Получение оксида пропилена. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена.

3.6 Процессы дегидрирования и гидрирования

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

3.6.2 Каталитическое и термическое дегидрирование.

3.6.3 Дегидрирование алкилароматических соединений. Получение стирола, α -метилстирола, дивинилбензола.

3.6.4 Дегидрирование парафинов и олефинов. Получение бутадиена и изопрена.

3.6.5 Окислительное дегидрирование олефинов.

3.6.6 Гидрирование ароматических углеводородов. Получение циклогексана.

3.7 Синтезы на основе оксида углерода

3.7.1 Синтез углеводородов из CO и водорода. Катализ, условия и механизм реакции.

3.7.2 Синтез спиртов из CO и водорода. Получение метанола.

3.7.3 Синтез альдегидов и спиртов C₃-C₉ из олефинов, CO и водорода (оксосинтез).

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

3.8 Процессы сульфирования, сульфатирования, сульфоокисления и сульфохлорирования, нитрования

3.8.1 Сульфирующие агенты и условия их применения.

3.8.2 Механизм реакций. Получение алкилсульфонатов, олефинсульфонатов, алкил-бензолсульфонатов, алкилсульфатов. Их значение в синтезе поверхностно-активных веществ. Области применения ПАВ, включая нефтедобычу.

3.8.3 Нитрующие агенты и условия их применения.

3.8.4 Механизм реакций. Нитрование парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов. Области применения продуктов нитрования.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке [Текст] / И.А. Александров. - М.: Химия, 1981. - 351 с.
- 2 Анализ нефти [Текст]: справ. :пер.с англ. / Дж. Г. Спейт. - СПб.: Профессия, 2010. - 479 с.
- 3 Атомная и молекулярная спектроскопия [Текст]: атом.спектроскопия / М.А. Ельяшевич. - 5-е изд. - М. : ЛИБРОКОМ, [2009]. - 527 с.
- 4 Берг Г.А. Каталитическое гидрооблагораживание нефтяных остатков [Текст] / Г.А. Берг, С.Г. Хабибуллин. - Л. : Химия, 1986. - 189 с.
- 5 Власов В.Г. Физико-химические свойства нефтей, нефтяных фракций и товарных нефтепродуктов [Текст]: учеб.пособие / Гос. образоват. учреждение высш. проф. Образования Самар. гос. техн. ун-т. - 4-е изд., испр.и доп. - Самара: [б. и.], 2009.-204 с.
- 6 Власов В.Г. Гидроочистка, гидрообессеривание и гидрокрекинг нефтяного сырья [Текст]: учеб.-метод. пособие / В.Г. Власов; Самар.гос.техн.ун-т. - 2-е изд., испр. - Самара: [б. и.], 2014. - 139 с.
- 7 Гидрогенизационные процессы нефтепереработки и физико-химические методы анализа получаемых продуктов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Пимерзин [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа. - Электрон. дан. - Самара: [б. и.], 2012.
- 8 Гордадзе Г.Н., Гируц М.В., Кошелев В.Н. Углеводороды нефти и их анализ методом

- газовой хроматографии: Учебное пособие.–М.: Изд. центр РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2010. – 237 с.
- 9 Горючие смазочные материалы [Текст]: энциклопед.толковый слов.-справ. / под ред. В. М. Школьников. - 2-е изд. - М.: Техинформ, 2010. - 753 с.
 - 10 Гуревич И.Л. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа [Текст]: учеб. / И.Л. Гуревич; ред. А.Г. Сарданашвили, ред. А.И. Скобло. - 3-е изд., перераб.и доп. - М.: Химия, 1972. - 379 с.
 - 11 Гуреев А.А. Химмотология [Текст]: [Учеб.для вузов] / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи. - М.: Химия, 1986. - 366 с.
 - 12 Данилов А.М. Применение присадок в топливах [Текст] / А.М. Данилов. - М.: Мир, 2005. - 287 с.
 - 13 Заботин Л.И. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти [Текст]: учеб. пособие / Л.И. Заботин ;Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2014. - 331 с.
 - 14 Казакова Л.П., Крейн С.Э., Физико-химические основы производства нефтяных масел. – М.: Химия, 1978. – 320 с.
 - 15 Камнева А.И. Химия горючих ископаемых [Текст]: [Учеб.пособие] / А.И. Камнева. - М.: Химия, 1974. - 271 с.
 - 16 Катализ в С1-химии [Текст] :пер.с англ.; Под ред.В.Кайма / Под ред.В. Кайма ; ред. В. Кайм. - Л. : Химия, 1987. - 296 с.
 - 17 Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах [Текст] / Под ред. С.Н. Хаджиева. - М. : Химия, 1982. - 277 с.
 - 18 Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст]: учеб. / Н. Н. Лебедев. - 4-е изд., перераб. и доп.-Репр. изд. - М.: Альянс, 2013. - 589 с.
 - 19 Мановян, А.К. Технология переработки природных энергоносителей [Текст]: учеб. пособие / А.К. Мановян. - М.: Химия, 2004. - 455 с.
 - 21 Маслянский Г.Н. Каталитический риформинг бензинов [Текст]: химия и технология / Г.Н. Маслянский, Р.Н. Шапиро. - Л.: Химия, 1985. - 221 с.
 - 21 Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки [Текст] : справ. / Р.А. Мейерс ; пер. с 3-го англ. изд., под ред.: О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. - СПб.: Профессия, 2011. - 940 с.
 - 22 Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Барабаш С.Е. Пиролиз углеводородного сырья [Текст]/ Т.Н. Мухина, Н.Л. Барабанов, С.Е. Барабаш.- М.:Химия, 1987.-240 с.
 - 23 Нефтепродукты. Топлива, смазочные масла и пластичные смазки. Определение основных показателей качества/В.А. Дорогочинская, И.Р. Облащикова, А.Ю. Киякова, Е.В. Голованова: Учебно-метод. пособие. - М.: ФГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. – 74 с.
 - 24 Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы [Текст]: пер.с англ. / Х. Анчита, Дж. Спейт. - СПб.: ЦОП "Профессия", 2013. - 380 с.
 - 25 Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / В.М. Потехин, В.В. Потехин. – СПб.: Лань, 2014. – 887 с.
 - 26 Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке [Текст] / В.П. Суханов. - 2-е изд., перераб.и доп. - М.: Химия, 1973. - 414 с.
 - 27 Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы [Текст] / Пер. с яп. П.А.Образцова; Под ред. А.Л.Клячко. - М.: Мир, 1993. - 172 с.
 - 28 Технология производства смазочных масел и спецпродуктов [Текст] : учеб. пособие / В.А. Тыщенко [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т. - М.: ЛЕНАНД, 2014. - 234 с.
 - 29 Томина Н.Н. Методы очистки нефтяных фракций: учебное пособие / Н.Н. Томина, Н.М. Максимов, В.А. Тыщенко, А.А. Пимерзин. – Ч. 1. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2021. – 151 с.
 - 30 Томина Н.Н. Методы очистки нефтяных фракций: учебное пособие / Н.Н. Томина, Н.М. Максимов, В.А. Тыщенко, А.А. Пимерзин. – Ч. 2. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара:

- Самар. гос. техн. ун-т, 2021. – 259 с.
- 31 Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст] : справочник / [И.Г. Анисимов, К.М. Бадыштова, С.А. Бнатов и др.]; Под ред. В.М. Школьникова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техинформ, 1999. - 596 с.
 - 32 Тыщенко В.А. Современные технологии производства нефтяных дорожных вяжущих: учебное пособие / В.А. Тыщенко, П.М. Тюкилина, А.А. Гуреев, Н.М. Максимов. – Самара: Самар. гос.техн.ун-т, 2022. – 294 с.
 - 33 Физические методы исследования в химии [Текст] : учеб. / Ю.А. Пентин, Л.В. Вилков. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 683 с.
 - 34 Химия нефти и газа [Текст]: учеб.пособие / В.Д. Рябов. - М.: ФОРУМ, 2009. - 336 с.
 - 35 Химия нефти и газа (в вопросах и ответах): учеб. пособие / Рябов В.Д., Сафиева Р.З., Гордадзе Г.Н., Чернова О.Б., Гируц М.В.- М.: ИЦ РГУ нефти и газа, 2014. - 169 с.
 - 36 Чаудури У.Р. Нефтехимия и нефтепереработка. Процессы, технологии, интеграция. – СПб.:Профессия,2014.-432с.
 - 37 Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика [Текст] :пер.сангл.:учеб. пособие / И. Чоркендорф, Х Наймантсведрайт. - 2-е изд. - Долгопрудный: ИД Интеллект, 2013. - 501 с.