

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
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

2022 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.

Программа вступительных испытаний по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.12. Нефтехимия составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям, соответствующим укрупненной группе направлений подготовки 04.00.00 Химия, и, охватывает базовые дисциплины подготовки специалистов и магистров по данным направлениям.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы аспирантуры по научной специальности 1.4.12. Нефтехимия.

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 каждого направления подготовки, 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 ЛИТЕРАТУРЫ

РАЗДЕЛ 1. НЕФТЕХИМИЯ

1.1 Химический состав и свойства нефти

1.1.1 Происхождение нефти

1. Генезис и химическая эволюция нефтей.
2. Органическая теория происхождения нефти.
3. Нефтематеринское вещество и его преобразование в нефть.
4. Биодеградация нефти в природных условиях.
5. Процесс нефтеобразования и химический состав нефти.
6. Биомаркеры. Влияние температуры и природных катализаторов на нефтематеринское вещество.
7. Минеральная теория происхождения нефти.

1.1.2 Свойства, состав и классификация нефтей

- 1 Физико-химические свойства нефтей.
2. Химический состав нефти.
3. Фракционный состав нефтей. Направления переработки фракций.
4. Элементный, индивидуальный и структурно-групповой состав нефти.
5. Классификация нефтей: товарная, химическая, технологическая.

1.1.3 Методы исследования нефтей

1. Физические и физико-химические методы исследования нефтей.
2. Методы разделения и концентрирования компонентов: ректификация, хроматография, термическая диффузия.
3. Оптическая спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.
4. Молекулярная масс- и хромато-масс-спектроскопия в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.
5. Ядерный магнитный и парамагнитный резонанс в анализе углеводородных и гетероатомных компонентов.

1.1.4 Углеводородные компоненты нефтей

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

1.1.5 Гетероатомные компоненты нефтей

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

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

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

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

5. Металлсодержащие соединения нефти. Порфирины. Микроэлементы.

1.2 Нефтеперерабатывающая и газоперерабатывающая промышленность как источник основных видов нефтехимического сырья, жидких топлив и масел

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

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

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

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

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

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

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

1.2.3 Промышленные процессы первичной переработки нефти и газа

1. Электрообессоливание и первичная перегонка нефти.

2. Характеристика типичных нефтей, технология переработки и основные продукты.

3. Типовые схемы нефтеперерабатывающих заводов.

4. Переработка природного газа и газовых конденсатов.

5. Переработка попутного газа.

1.2.4 Промышленные процессы вторичной переработки нефти и газа

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. 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.

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.

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.

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.

6. Реакторы и технология процессов гидроочистки.

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

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

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

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

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

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.

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.

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.

1.3 Основные промышленные процессы нефтехимического синтеза

1.3.1 Процессы галогенирования

1. Научные основы процессов галогенирования парафинов, олефинов, ацетилен, ароматических и алкилароматических углеводородов. Заместительное и присоединительное хлорирование.

2. Галогенирующие агенты, катализаторы и инициаторы, условия галогенирования.

3. Термическое, фотохимическое и окислительное галогенирование и механизм этих реакций.
4. Гидрохлорирование олефинов и ацетилена. Получение хлорметанов, хлорэтанов, аллилхлорида, хлорбутенов, хлорпарафинов, винилхлорида, хлор- и полихлорбензолов.

1.3.2 Процессы гидратации

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

1.3.3 Процессы алкилирования

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.
2. Алкилирование фенолов, производство стабилизаторов полимеров и масел.
3. Алкилирование парафинов, катализаторы и механизм реакции. Синтез высокооктановых моторных топлив.
4. О-алкилирование олефинами и ацетиленом. Синтез МТБЭ, винилацетата и виниловых эфиров спиртов.
5. Винилирование ацетиленом. Синтезы винилацетилена, акрилонитрила и винилпирролидона.

1.3.4 Реакции олефинов с изменением молекулярной массы

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

1.3.5 Процессы окисления и эпоксидирования

1. Окислительные агенты (молекулярный кислород, азотная кислота, пероксидные соединения).
2. Радикально-цепное окисление парафиновых и алкилароматических углеводородов. Кинетика и катализ реакции. Получение гидропероксидов трет-бутилбензола, этилбензола и изопропилбензола.
3. Получение спиртов и кислот окислением парафинов. Окисление нафтенов в спирты и кетоны. Окисление метилбензолов в ароматические кислоты.
4. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов и их производных. Окисление ароматических и других углеводородов с образованием внутренних ангидридов ди- и тетракарбонных кислот.
5. Окислительный аммонолиз олефинов и других углеводородов с образованием нитрилов. Окисление олефинов с сохранением двойной связи. Получение акролеина.
6. Окисление этилена до оксида этилена. Катализаторы окисления, механизм и кинетика реакций.

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

1.3.6 Процессы дегидрирования и гидрирования

1. Термодинамика реакций дегидрирования и гидрирования. Катализаторы, механизм и кинетика реакций дегидрирования и гидрирования.
2. Каталитическое и термическое дегидрирование.
3. Дегидрирование алкилароматических соединений. Получение стирола, α -метилстирола, дивинилбензола.
4. Дегидрирование парафинов и олефинов. Получение бутадиена и изопрена.
5. Окислительное дегидрирование олефинов.
6. Гидрирование ароматических углеводородов. Получение циклогексана.

1.3.7 Синтезы на основе оксида углерода

1. Синтез углеводородов из СО и водорода. Катализ, условия и механизм реакции.
2. Синтез спиртов из СО и водорода. Получение метанола.
3. Синтез альдегидов и спиртов C_3-C_9 из олефинов, СО и водорода (оксосинтез).
4. Синтез карбоновых кислот на основе реакции карбонилирования олефинов, ацетилен и спиртов. Перспективы синтезов с использованием оксида и диоксида углерода.

1.3.8 Процессы сульфирования, сульфатирования, сульфокисления и сульфохлорирования, нитрования

1. Сульфлирующие агенты и условия их применения.
2. Механизм реакций. Получение алкилсульфонатов, олефинсульфонатов, алкилбензолсульфонатов, алкилсульфатов. Их значение в синтезе поверхностно-активных веществ. Области применения ПАВ, включая нефтедобычу.
3. Нитрующие агенты и условия их применения.
4. Механизм реакций. Нитрование парафинов, нафтен 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.
20. 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. Облещикова, А.Ю. Килякова, 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., Максимов Н.М., Пимерзин А.А. Методы очистки нефтяных фракций. Учебное пособие. Самара: СамГТУ, 2014. – 292 с.
30. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст] : справочник / [И.Г.Анисимов, К.М.Батыштова, С.А.Бнатов и др.]; Под ред. В.М.Школьников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техинформ, 1999. - 596 с.
31. Физические методы исследования в химии [Текст] : учеб. / Ю.А.Пентин, Л.В.Вилков. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 683 с.
32. Химия нефти и газа [Текст]: учеб.пособие / В. Д. Рябов. - М.: ФОРУМ, 2009. - 336 с.
33. 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.
34. Чаудури У.Р. Нефтехимия и нефтепереработка. Процессы, технологии, интеграция. – СПб.: Профессия, 2014. - 432с.
35. Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика [Текст] : пер.с англ.:учеб. пособие / И. Чоркендорф, Х Наймантсведрайт. - 2-е изд. - Долгопрудный: ИД Интеллект, 2013. - 501 с.