

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. академика М. Д. Миллионщикова



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков

09 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«КАТАЛИЗАТОРЫ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ»
Направление подготовки
04.06.01 - «Химические науки»
профиль
«Нефтехимия»

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Грозный -2020

1. Цель и задачи дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Дисциплина «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки» призвана углубленно изучить аспирантом теорию и технологию процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки, закономерностей протекания этих процессов; усвоить методологические подходы научного исследования по выбранной специальности.

1.2. Задачи дисциплины «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»:

- усвоение знаний по теории и технологии процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки;
- ознакомление с промышленными технологическими установками производства катализаторов, конструкцией основных аппаратов технологических установок и особенностями аппаратурно-технологического оформления процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки, их эксплуатации, расчета и технико-экономической оценки;
- выработка умения активного использования полученных знаний по теории и технологии процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки в научных исследованиях в процессе подготовки кандидатской диссертации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»: является вариативной частью цикла дисциплин программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 04.06.01 «Химические науки».

Изучение дисциплины «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки» основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении курсов «Химическая технология топлив и углеродных материалов»; «Химическая технология переработки газа и получения из них топлива»; «Общей химической технологии»; «Химической технологии органических веществ»; «Химических реакторов»; «Теории химико-технологических процессов»; «Химической технологии мономеров и полупродуктов органического синтеза»; «Введение в специальность»; «Технологии переработки нефти»; «Химической технологии производства полиолефинов»; «Основы производства катализаторов органического синтеза»; «Основы научных исследований»; «Производства поверхностно-активных веществ»; «Оборудования высокотемпературных процессов»; «Технологии производства эластомеров и высокомолекулярных соединений» в бакалавриате и магистратуре.

В свою очередь, данная дисциплина, помимо самостоятельного значения, является предшествующей или параллельно читаемой дисциплиной для курсов:

- Методология научных исследований.
- Инженерная педагогика.
- Теория и технология перспективных процессов нефтехимии и нефтепереработки.
- Интеллектуальная собственность.
- Коммерциализация РИД.
- Хроматографические методы разделения жидких нефтепродуктов.
- Экологические аспекты производства продуктов нефтехимии и нефтепереработки.
- Научно-исследовательская работа.

3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины

3.1. Процесс изучения дисциплины: «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки» направлен на формирование следующих **универсальных компетенций** (УК):

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе и междисциплинарных областях (УК-1);

3.2. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями**:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

3.2. Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

- готовностью самостоятельно осуществлять комплексную переработку нефти и природного газа: производство жидких топлив, масел, мономеров, синтез-газа, полупродуктов и продуктов технического назначения (растворители, поверхностно-активные вещества, синтетические присадки и др.) (ПК-2);

- способностью к изучению глубокой переработки нефти, утилизации побочных продуктов и отходов; к изучению мероприятий по охране окружающей среды в процессах нефтехимии (ПК-3);

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- основные процессы производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки, соответствующие им аппараты и реакторы; конструкцию, режимы и методы их расчета; основные принципы организации каталитических процессов нефтехимии и нефтепереработки; общие закономерности теории и технологии процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки (УК-1);

уметь:

- осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области (производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки) с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- выбирать оборудование и аппаратуру для конкретного каталитического процесса; рассчитывать основные характеристики каталитических процессов нефтехимии и нефтепереработки, выбирать рациональную схему производства заданного катализатора; оценивать технологическую эффективность производств катализаторов (ПК-2);

- проводить экспериментальные работы, связанные с подготовкой сырья и реагентов для производства катализаторов, синтезом и анализом получаемых катализаторов (ПК-2).

владеть:

- навыками анализа и оценки современных научных достижений в области производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки; методами анализа эффективности работы производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки; методами выполнения инженерных расчетов и навыками проектирования аппаратов производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки; методами аналитического контроля и исследования свойств сырья, реагентов и продуктов процессов производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки (ПК-2, ПК-3).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.		Курс 2		
			Семестры		
	ОФО	ЗФО	4 ОФО	4 ЗФО	
Аудиторные занятия (всего):	24/0,67	16/0,44	24/0,67	16/0,44	
В том числе:					
Лекции	24/0,67	16/1	24/0,67	16/1	
Практические занятия	-		-		
Лабораторные работы	-		-		
Самостоятельная работа (всего)	48/1,33	56/1,56	48/1,33	56/1,56	
В том числе:					
- подготовка к обсуждению вопросов по теме занятия	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17	
- составление конспекта, тезисов	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17	
- подготовка к экспресс-опросу	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17	
- подготовка доклада	6/0,16	6/0,16	6/0,16	6/0,16	
- написание рефератов	6/0,16	6/0,16	6/0,16	6/0,16	
- участие в научных конференциях	6/0,17	6/0,17	6/0,17	6/0,17	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам	-		-		
Подготовка к практическим занятиям	-		-		
Подготовка к зачету	12/0,33	20/0,56	12/0,33	20/0,56	
Вид промежуточной аттестации	опрос	опрос	опрос	опрос	
Вид отчетности	зачет	зачет	зачет	зачет	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	72	72	72	72
	ВСЕГО в зачетных единицах	2,0	2,0	2,0	2,0

5. Содержание разделов дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекции ОФО	Лекции ЗФО	Всего часов ОФО	Всего Часов ЗФО
4 семестр					
1	Катализ и катализаторы в современной технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки. Задачи в области создания современных катализаторов.	1	1	1	1
2	Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. Методы исследования катализаторов.	1	1	1	1
3	Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции.	2	1	2	1
4	Гетерогенный катализ. Характеристика и методы	1	1	1	1

	синтеза катализаторов.				
5	Методы синтеза и приготовления катализаторов и носителей. Сырье и реагенты для производства катализаторов	1	1	1	1
6	Катализаторная фабрика.	1	1	1	1
7	Синтетические цеолиты.	1	1	1	1
8	Синтез и технология мелкодисперсного цеолита типа У	1	1	1	1
9	Синтез и технология цеолитов типа Аи У	1	1	1	1
10	Производства катализаторов крекинга	1	1	1	1
11	Моно- и биметаллические катализаторы риформинга	1	1	1	1
12	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов	1	-	1	-
13	Катализаторы процесса изомеризации	1	-	1	-
14	Катализаторы гидроочистки процессов	1	1	1	1
15	Катализаторы процесса гидрокрекинга.	1	-	1	-
16	Катализаторы процесса алкилирования	1	1	1	1
17	Катализаторы дегидрирования парафиновых и олефиновых углеводородов.	1	1	1	1
18	Катализаторы гидратации этилена	1	-	1	-
19	Катализаторы процессов на основе оксида углерода и водорода. Синтез метанола.	1	1	1	1
20	Катализаторы полимеризационных процессов	1	1	1	1
21	Катализаторы процессов окисления, получения СМС и другие	2	-	2	-
		24	16	24	16

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Содержание дисциплины
1	2	3
4 семестр		
1	Катализ и катализаторы в современной технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки. Задачи в области создания современных катализаторов.	<p>Определение катализа. Положительный и отрицательный катализ. Классификация катализатора и каталитических реакций.</p> <p>Три класса катализа по природе промежуточного химического взаимодействия.</p> <p>Гомолитический и гетеролитический катализ.</p> <p>Гетерогенные катализаторы. Требования технологии каталитического процесса.</p> <p>Активность, селективность, стабильность катализатора. Физическая и химическая дезактивация катализатора.</p> <p>Носители катализаторов.</p> <p>Адсорбция и катализ. Теории гетерогенного катализа. Ионный катализ. Электронный катализ. Бифункциональный катализ.</p>

2	<p>Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. Методы исследования катализаторов.</p>	<p>Удельная поверхность катализатора. Пористость и текстура катализатора. Методы исследования пористой структуры. Активность и селективность катализатора. Методы испытания. Механическая прочность катализатора. Испытания механической прочности при разных видах нагружения. Термостойкость катализатора. Стабильность при эксплуатации. Устойчивость катализатора к отравлению. Регенерируемость и восстановление катализаторов. Насыпная плотность и гранулометрический состав катализатора. Методы испытания. Химический и фазовый состав катализаторов, методы испытания.</p>
3	<p>Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции.</p>	<p>Краткая история становления катализа. Промежуточные активные частицы. Карбокатионы и карбанионы. Кислоты и основания Бренстеда. Кислоты и основания Льюиса. Современная классификация кислот и оснований. Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда). Катализ апротонными кислотами. Основной катализ. Нуклеофильный катализ.</p>
4	<p>Гетерогенный катализ. Характеристика и методы синтеза катализаторов.</p>	<p>История развития гетерогенно-каталитических процессов и катализа. Классификация гетерогенных катализаторов. Модифицирование катализаторов и требования, предъявляемые к катализаторам. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Внешняя диффузионная область. Внутренняя диффузионная область. Физическая и химическая адсорбция при катализе. Изотермы адсорбции.</p>
5	<p>Методы синтеза и приготовления катализаторов и носителей. Сырье и реагенты для производства катализаторов. Производство адсорбентов и носителей.</p>	<p>Осажденные катализаторы и носители. Нанесенные (пропиточные) катализаторы. Нанесение одних фаз на другие. Синтез катализаторов прививкой соединений на твердый носитель. Скелетные катализаторы. Цеолитные катализаторы. Имобилизованные катализаторы – ионообменные смолы и закрепленные металлокомплексы на носителе. Основные способы производства твердых катализаторов. Синтез катализаторов сплавлением. Получение коллоидных растворов катализаторов. Золь-гель метод. Химические методы приготовления катализаторов. Синтез катализаторов смешением. Сухое разложение солей. Основные виды сырья, реагентов и промежуточных продуктов, используемых в производстве катализаторов, адсорбентов и</p>

		носителей (Оксид алюминия. силикагель и алюмосиликаты. Цеолиты. Соли металлов. Твердые суперкислоты. Силикат натрия. Технический гидроксид алюминия. Сульфат алюминия. Нитрат алюминия. Аллюминат натрия. Серная и азотная кислота. Щелочь, глины и каолин. Соединения никеля, кобальта, вольфрама, платины, палладия, рения, титана, редкоземельные элементы).
6	Катализаторная фабрика.	Основные операции в производстве катализаторов. Катализаторная фабрика, ее отделения: сырьевое, формовочно-промывное и сушильно-прокалочное. Основные технологические схемы отделений производства катализаторов.
7	Синтетические цеолиты.	Синтетические цеолиты. Структура, состав, ионнообменные и адсорбционные свойства цеолитов типа А, Х, У, морденитов, пентасилов. Изотермы адсорбции паров цеолитами при повышенных температурах. Молекулярно-ситовые свойства цеолитов.
8	Синтез и технология мелкодисперсного цеолита типа У	Синтез и технология цеолитов и цеолитных катализаторов. Синтез и технология производства мелкодисперсного цеолита типа У-активного компонента катализаторов.
9	Синтез и технология цеолитов типа Аи У	Синтез и технология мелкодисперсных и гранулированных со связующими цеолитов типа А и У. Получение гранулированных цеолитов, не содержащих связующих веществ
10	Производства катализаторов крекинга	Краткая история применения катализаторов крекинга. Производства катализаторов крекинга. Технологические схемы производства шариковых и микросферических катализаторов, основанные на исследовании редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа У. Коксообразование и регенерация катализатора крекинга.
11	Моно- и биметаллические катализаторы риформинга	Краткая историческая справка становления производств катализаторов риформинга. Алюмоплатиновые катализаторы риформинга и введение добавок для увеличения их активности, селективности действия и стабильности. Монометаллические и биметаллические катализаторы риформинга и их свойства. Применение реакторов для проведения процесса риформинга со стационарным или движущимся слоем катализатора.

		Регенерация катализатора риформинга.
12	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов методом риформинга бензиновых фракций. Технология получения алюмооксидного носителя.
13	Катализаторы процесса изомеризации	Катализаторы изомеризации. Состав бифункционального катализатора. Катализатор высокотемпературной изомеризации. Катализатор низкотемпературной изомеризации. Механизм изомеризации парафиновых углеводородов на бифункциональных катализаторах. Катализаторы среднетемпературной изомеризации. Катализаторы изомеризации ароматических углеводородов.
14	Катализаторы гидроочистки процессов	Катализаторы гидроочистки: алюмокобальтмолибденовые (АКМ) и алюмоникельмолибденовые (АНМ). Химический состав, технология, получения, свойства этих катализаторов. Регенерация катализаторов гидроочистки.
15	Катализаторы процесса гидрокрекинга.	Варианты процесса осуществления процесса гидрокрекинга. Бифункциональные и полифункциональные катализаторы гидрокрекинга. Характеристика катализаторов гидрооблагораживания и гидрокрекинга газойля.
16	Катализаторы процесса алкилирования	Кислотные и цеолитсодержащие катализаторы. Алкилирование на твердых катализаторах с применением различных форм и типов цеолитов. инженерное оформление процесса на твердых катализаторах.
17	Катализаторы дегидрирования парафиновых и олефиновых углеводородов.	Алюмохромовые катализаторы, их химический состав, технология, свойства. Реактора процесса дегидрирования.
18	Катализаторы гидратации этилена	Катализаторы гидратации этилена. Состав, получения, свойства.
19	Катализаторы процессов на основе оксида углерода и водорода. Синтез метанола.	Катализаторы синтеза метанола на основе СО и Н ₂ . Катализаторы синтеза алифатических спиртов на основе Катализаторы синтеза углеводородов из СО и Н ₂ .
20	Катализаторы полимеризационных процессов	Катализаторы полимеризационных процессов. Состав, получения, свойства и новые направления в технологии катализаторов для производства полиолефинов.
21	Катализаторы процессов окисления, получения СМС и другие	Катализаторы процессов окисления углеводородов (парафиновых, олефиновых,

	ароматических углеводов, метанола и т. д.). Катализаторы для получения СМС и другие.
--	--

5.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен

5.4. Практические занятия - не предусмотрены

6. Самостоятельная работа аспирантов по дисциплине «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»

Изучение учебного материала, частично перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку.

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям:

- библиография по перспективным процессам производства катализаторов нефтехимии и нефтепереработки;
- публикации (в том числе электронные) по направлениям «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»;
- научно-исследовательская литература по направлениям «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки» «Перспективные технологии для нефтепереработки и нефтехимии»;

Конспектирование и реферирование первоисточников и научно-исследовательской литературы по тематическим блокам.

6.1. Темы и вопросы для самостоятельного изучения

1. Задачи в области создания катализаторов в отечественной нефтехимии и нефтепереработки.

- 1.1. Основные направления развития современной отрасли производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
- 1.2. Основные катализаторы для производства авиабензинов.
- 1.3. Тенденции производства дизельных топлив и катализаторы для их производства.
- 1.4. Катализаторы производства альтернативных моторных топлив (спиртовые топлива, оксигенатные кислородсодержащие добавки).

2. Производство адсорбентов и носителей.

- 2.1. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
- 2.2. Золь-гель для приготовления силикагеля. Принципиальная технологическая схема производства силикагеля.
- 2.3. Влияние условий производства силикагелей на их свойства.
- 2.4. Производство оксида алюминия.
- 2.5. Тригидроксиды алюминия и модификация оксида алюминия.
- 2.6. Структуры модификаций оксида алюминия.
- 2.7. Промышленное производство активного оксида алюминия.
- 2.8. Свойства оксидов алюминия.
- 2.9. Синтез оксида алюминия сферической формы.

3. Основное оборудование для производства катализаторов.

- 3.1. Реакторы с перемешивающими устройствами.
- 3.2. Аппараты для выпаривания.

- 3.3. Аппараты для сгущения и разделения суспензий – отстойники-сгустители, гидроциклоны, фильтры и т. д.
- 3.4. Аппараты для промывки осадков катализаторов.
- 3.5. Аппараты для проведения механических операций – дробилки и мельницы.
- 3.6. Смесители пастообразных материалов, машины для формовки и гранулирования катализаторов и т. д.
- 3.7. Аппараты для сушки и термообработки катализаторов.

4. Катализаторная фабрика и ее отделения.

- 4.1. Технологическая схема сырьевого отделения катализаторной фабрики.
- 4.2. Технологическая схема формовочно-промывного отделения.
- 4.3. Технологическая схема сушильно-прокалочного отделения.

5. Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.

- 5.1. Состав, структура и свойства цеолитов.
- 5.2. Структура и классификация цеолитов.
- 5.3. Активность катализаторов при изменении модуля.
- 5.4. Кремнезольный метод производства цеолита.
- 5.5. Силикатный метод производства цеолита NaY. Технологическая схема производства.
- 5.6. Производство цеолита в редкоземельной форме. Технологическая схема производства.
- 5.7. Производство морденита.

6. Производство цеолитсодержащих катализаторов крекинга.

- 6.1. Тип промышленных катализаторов крекинга
- 6.2. Технология синтеза шарикового цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
- 6.3. Технология синтеза микросферического цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
- 6.4. Влияние условий приготовления и обработки катализаторов на их свойства (влияние pH золя на время коагуляции).
- 6.5. Синерезис гелей. Активация гидрогелей. Промывка гидрогелей.
- 6.6. Сушка частиц катализатора. Прокаливание частиц .
- 6.7. Влияние концентрации оксида алюминия в алюмосиликате на его активность.
- 6.8. Влияние РЗЭУ в цеолитсодержащем катализаторе на его активность).

7. Катализаторы, применяемые в производстве полимеров и полиолефинов.

- 7.1. Катализаторы, применяемые в производстве полиэтилена.
- 7.2. Катализаторы производства полиэтилен низкого давления.
- 7.3. Катализаторы производства полиэтилена высокого давления.
- 7.4. Катализаторы производства полиэтилена среднего давления.
- 7.5. Катализаторы производства полиизобутилена.

8. Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром.

- 8.1. Технология медь-алюминий – цинк- шпинельоксидного катализатора. Технологическая схема медь-алюминий – цинк- шпинельоксидного катализатора.
- 8.2. Производство алюмоникелевого катализатора (ГИАП). Технологическая схема производства алюмоникелевого катализатора (ГИАП).
- 8.3. Производство цинк-хромового катализатора для синтеза метанола. Технологическая схема производства цинк-хромового оксидного катализатора для синтеза метанола.

8.4. Производство железохромового оксидного катализатора для паровоздушной конверсии CO и H₂O в водород и CO₂.

9. Производство катализаторов процесса окисления.

9.1. Производство серебряного катализатора для окисления метанола и синтеза оксида этилена.

9.2. Катализатор (железо-молибденовый оксидного типа) окисления метанола в формальдегид.

9.3. Катализатор окисления ксилолов во фталевые кислоты (ванадий – титановый катализатор).

9.4. Технология получения ванадий – вольфрамового оксидного катализатора на носителе.

9.5. Технология получения катализатора закиси меди на оксиде для окисления нафталина во фталевый ангидрид.

10. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.

10.1. Состав катализаторов гидрогенизационных процессов.

10.2. Роль носителей в катализаторах гидрогенизационных процессов.

10.3. алюмокобальтмолибденовые (АКМ), алюмоникельмолибденовые (АНМ) и смешанные алюмоникелькобальтмолибденовые катализаторы (АНМС).

10.4. Алюмоникель или алюмокобальтвольфрамовые катализаторы (АНВ или АКВ) для глубокого гидрирования азотсодержащих и ароматических соединений парафинов и масляных фракций.

10.5. Катализаторы ГО-30-70 и ГО-117. Катализаторы Г-168 и ГК-35. ГКД -202.

Характеристика отечественных катализаторов гидроочистки дистиллятных фракций.

10.6. Катализаторы процесса гидрокрекинга, их ассортимент.

10.7. Регенерация катализаторов гидроочистки.

11. Катализаторы риформинга углеводородов.

11.1. Выбор носителя катализаторов платформинга.

11.2. Механизм влияния добавок металлов на свойства катализаторов платформинга.

11.3. Типы катализаторов риформинга.

11.4. Технология приготовления катализаторов риформинга. Принципиальная технологическая схема производства Pt, Re /γ- Al₂O₃. Прокаливание, хлорирование, осернение, предварительная обработка сырья.

12. Катализаторы процессов дегидрирования.

12.1. Алюмохромовые катализаторы, их химический состав, технология, свойства.

12.2. Активность алюмохромовых катализаторов процессов дегидрирования.

13. Катализаторы процесса алкилирования.

13.1. Процессы алкилирования на хлористом алюминии. Механизм действия катализатора .

13.2. Процессы алкилирования бензола олефинами на гетерогенных катализаторах: оксиде алюминия, модифицированном трехфтористом боре, цеолитах, содержащих редкоземельные элементы.

14. Катализаторы для производства поверхностно-активных веществ

14.1. Алкилирование бензола высшими олефинами для производства поверхностно-активных веществ – линейных алкилбензолсульфонатов на катализаторах AlCl₃, HF.

15. Катализаторы производства МТБЭ на основе ионообменных смол.

6.2. Проверка конспектов и тезисов

Тема 1.

- 1.1. Основные черты и перспективы развития производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
- 1.2. Состояние и проблемы производства современных катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
- 1.3. Задачи в области создания и совершенствования технологических производств катализаторов нефтепереработки и нефтехимии.

Тема 2. Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей.

- 2.1. Пористость адсорбентов и катализаторов.
- 2.2. Фракционный состав твердых катализаторов.
- 2.3. Плотность твердых катализаторов.
- 2.4. Влагоемкость образцов катализаторов.
- 2.5. Механическая прочность катализаторов.
- 2.6. Термостойкость твердых катализаторов и адсорбентов.
- 2.7. Теплопроводность и теплоемкость твердых катализаторов.

Тема 3. Каталитические свойства катализаторов.

- 3.1. Активность твердых катализаторов.
- 3.2. Стабильная активность катализаторов.
- 3.3. Регенерация катализаторов.
- 3.4. Воспроизводимость качества катализаторов.

Тема 4. Методы исследования катализаторов.

- 4.1. Методы исследования пористой структуры катализаторов.
- 4.2. Методы испытания активности и селективности катализаторов.
- 4.3. Испытания механической прочности при разных видах нагружения.
- 4.4. Методы изучения химического состава катализаторов:
классические качественные и количественные методы синтеза и анализа;
 - х-флуоресценция;
 - Активационная нейтронография;
 - Эмиссионный спектральный анализ;
 - Атомная адсорбция;
 - Пламенная фотоспектрометрия.
- 4.5. Природа и структура химических соединений катализаторов (фазовый состав, полиэдрический состав и структура полиэдров и т. д.) :
 - рентгеноструктурный анализ;
 - рентгенофлуоресцентный анализ;
 - элетрофотометрический анализ;
 - ЯМР, ЭПР, квадрупольный ЯМР;
 - инфракрасная спектроскопия;
 - спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области;
 - магнитные методы;
 - Оже-спектроскопия;
 - термогравиметрические методы;
 - хемосорбция;
 - калометрия.

4.6. Определение текстуры катализаторов и носителей (пористость, удельная поверхность, распределение пор по радиусам, полиэдрический состав):

- метод БЭТ и другие адсорбционные методы;
- порозиметрия, насыпная и истинная плотность;
- испытание износостойкости, твердости, сыпучести и др.
- хемосорбция
- рентгеноструктурный анализ.

Тема 5. Гомогенный кислотный и основной катализ.

- 5.1. Промежуточные активные частицы: карбокатионы и карбанионы.
- 5.2. Кислоты и основания Бренстеда.
- 5.3. Кислоты и основания Льюиса.
- 5.4. Катализ протонными кислотами.
- 5.5. Катализ апротонными кислотами.
- 5.6. Основной катализ.
- 5.7. Нуклеофильный катализ.

Тема 6. Методы синтеза катализаторов.

- 6.1. Приготовление осажденных катализаторов.
- 6.2. Нанесенные катализаторы.
- 6.3. Синтез катализаторов прививкой соединений на твердый носитель.
- 6.4. Скелетные катализаторы.
- 6.5. Синтез плавленных катализаторов.
- 6.6. Получение коллоидных растворов катализаторов.
- 6.7. Синтез катализаторов смешением.
- 6.8. Синтез катализаторов сухим разложением солей.

Тема 7. Сырье и реагенты для производства катализаторов.

- 7.1. Основные носители, используемые в производстве катализаторов (оксид алюминия, силикагель, алюмосиликаты).
- 7.2. Промежуточные продукты и реагенты, используемые в производстве катализаторов (соли металлов, твердые суперкислоты, силикат натрия, гидроксид алюминия, серная и азотная кислота, щелочи, соединения никеля, кобальта, вольфрама, платины, палладия, рения, титана и т. д.)

6.3. Экспресс – опрос

1. Катализ и катализаторы в современной технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки. Задачи в области создания современных катализаторов.
2. Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. Методы исследования катализаторов.
3. Катализаторная фабрика и ее отделения. Основные операции в производстве катализаторов.
4. Синтетические цеолиты. Технология синтеза шарикового цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
5. Технология синтеза микросферического цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
6. Производство катализаторов крекинга. Технология производства шариковых и микросферических катализаторов в редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа У.
7. Коксообразование и регенерация катализаторов крекинга.

8. Алюмоплатиновые катализаторы риформинга с добавками, повышающими активность, селективность, стабильность катализатора.
9. Конструкция реакторов риформинга с катализатором в стационарном и движущемся слое.
10. Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов.
11. Катализаторы процесса алкилирования: серная кислота, HF, AlCl₃, цеолитсодержащие катализаторы. Технологические схемы этих процессов.
12. Катализаторы гидратации этилена: серная кислота, фосфорная кислота на носителе, цеолитсодержащие катализаторы. Схемы процессов.
13. Катализаторы полимеризационных процессов: получения полиэтилена при низком давлении, получения полиэтилена при высоком давлении. Получение полиэтилена при среднем давлении.
14. Катализаторы синтеза метанола на основе CO и H₂.
15. Алкилирование бензола высшими олефинами для производства поверхностно-активных веществ – линейных алкилбензолсульфонатов на катализаторах AlCl₃, HF.

6.4. Темы рефератов

1. Положительный и отрицательный катализ. Классификация катализатора и каталитических реакций.
2. Классы катализа по природе промежуточного химического взаимодействия.
3. Гомолитический и гетеролитический катализ. Гетерогенные катализаторы.
4. Адсорбция и катализ. Теории гетерогенного катализа. Ионный катализ. Электронный катализ. Бифункциональный катализ.
5. Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей.
6. Методы исследования катализаторов.
7. Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции. Промежуточные активные частицы. Карбокатионы и карбанионы
8. Кислоты и основания Бренстеда.
9. Кислоты и основания Льюиса. Современная классификация кислот и оснований.
10. Кислотный катализ протонными кислотами (кислотами Бренстеда).
11. Катализ апротонными кислотами.
12. Основной катализ. Нуклеофильный катализ
13. Классификация гетерогенных катализаторов. Модифицирование катализаторов и требования, предъявляемые к катализаторам.
14. Физическая и химическая адсорбция при катализе. Изотермы адсорбции.
15. Методы синтеза и приготовления катализаторов и носителей. Сырье и реагенты для производства катализаторов.
16. Цеолитные катализаторы.
17. Имобилизованные катализаторы – ионообменные смолы и закрепленные металлокомплексы на носителе.
18. Основные способы производства твердых катализаторов. Синтез катализаторов сплавлением. Получение коллоидных растворов катализаторов. Золь-гель метод. Химические методы приготовления катализаторов. Синтез катализаторов смешением. Сухое разложение солей.
19. Основные операции в производстве катализаторов. Катализаторная фабрика, ее отделения: сырьевое, формовочно-промывное и сушильно-прокалочное .
20. Производство катализаторов крекинга. Технология производства шариковых и микросферических катализаторов в редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа У.
21. Синтез и технология производства мелкодисперсного цеолита типа У-активного компонента катализаторов.
22. Катализаторы полимеризационных процессов: получения полиэтилена при низком давлении, получения полиэтилена при высоком давлении. Получение полиэтилена при среднем давлении.

23. Алюмоплатиновые катализаторы риформинга и введение добавок для увеличения их активности, селективности действия и стабильности
24. Катализаторы гидроочистки: алюмокобальтмолибденовые (АКМ) и алюмоникельмолибденовые (АНМ).
25. Катализатор высокотемпературной изомеризации.
26. Катализатор низкотемпературной изомеризации.
27. Варианты процесса осуществления процесса гидрокрекинга. Бифункциональные и полифункциональные катализаторы гидрокрекинга.
28. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами: сернокислотное, фтористоводородное и на твердых катализаторах.
29. Катализаторы процесс алкилирования изобутана олефинами. Недостатки процесса алкилирования на кислотах.
30. Процесс алкилирования изобутана олефинами на гетерогенных катализаторах.
31. Совершенствование процесса алкилирования в настоящее время. Процессы Alky-Clean, ExSact, Fixedbed alkylation, SCA-SCFR, Alkylene, Eurofuel, Ionikylation, InAlk. Технологические схемы этих процессов.
32. Алкилирование метилбензолов на цеолитах структуры пентасила. Синтез п-метилстирола. п-этилтолуола, дуола
33. Алкилирование на твердых катализаторах с применением различных форм и типов цеолитов. Инженерное оформление процесса на твердых катализаторах.
34. Катализаторы синтеза метанола на основе CO и H₂. Катализаторы синтеза алифатических спиртов на основе CO и H₂. Катализаторы синтеза углеводородов из CO и H₂.
35. Катализаторы процессов окисления углеводородов (парафиновых, олефиновых, ароматических углеводородов, метанола и т. д.). Катализаторы для получения СМС и другие.

Кроме перечисленных тем аспирантами могут быть выбраны по своему усмотрению и по согласованию с преподавателем другие темы рефератов по изучаемому курсу «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»

7. Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств измерения уровня освоения аспирантами дисциплины «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки» включает:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
- вопросы проведения текущего контроля;
- вопросы зачета;
- образец билета.

7.1. Паспорт фонда оценочных средств дисциплины «Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4 семестр			
1	Катализ и катализаторы в современной технологии процессов нефтехимии и нефтепереработки. Задачи в области создания современных катализаторов.	УК-1 ОПК-1 ПК-3	Проверка конспектов, экспресс-опрос основных понятий, доклады

2	Основные физические и технологические характеристики катализаторов и носителей. Методы исследования катализаторов.	УК-1 ПК-2	Проверка конспектов, экспресс-опрос, основных понятий
3	Гомогенный кислотный и основной катализ и каталитические реакции.	ПК-2 ПК-3	Проверка конспектов, экспресс-опрос, основных понятий, доклады
4	Гетерогенный катализ. Характеристика и методы синтеза катализаторов.	ПК-2 ПК-3	Проверка конспектов, экспресс-опрос, основных понятий, доклады
5	Методы синтеза и приготовления катализаторов и носителей. Сырье и реагенты для производства катализаторов	ПК-2 ПК-3	Проверка конспектов, Экспресс-опрос, доклады
6	Катализаторная фабрика.	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
7	Синтетические цеолиты.	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, Доклады
8	Синтез и технология мелкодисперсного цеолита типа У	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
9	Синтез и технология цеолитов типа Аи У	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
10	Производства катализаторов крекинга	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
11	Моно- и биметаллические катализаторы риформинга	ПК-2 ПК-3	Экспресс – опрос, доклады
12	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов	ПК-2 ПК-3	Доклады
13	Катализаторы процесса изомеризации	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
14	Катализаторы гидроочистки процессов	ПК-2 ПК-3	Доклады
15	Катализаторы процесса гидрокрекинга.	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
16	Катализаторы процесса алкилирования	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
17	Катализаторы дегидрирования парафиновых и олефиновых углеводородов.	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклад
18	Катализаторы гидратации этилена	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, Доклады
19	Катализаторы процессов на основе оксида углерода и водорода. Синтез метанола.	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады

20	Катализаторы полимеризационных процессов	ПК-2 ПК-3	Экспресс-опрос, доклады
21	Катализаторы процессов окисления, получения СМС и другие	ПК-2 ПК-3	Доклады

7.2. Вопросы текущего контроля

1. Задачи в области создания и совершенствования катализаторов в отечественной нефтехимии и нефтепереработки.
2. Основные направления развития современной отрасли производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
3. Основные черты и перспективы развития производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
4. Состояние и проблемы производства современных катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
5. Методы исследования катализаторов.
 - 5.1. Методы исследования пористой структуры катализаторов.
 - 5.2. Методы испытания активности и селективности катализаторов.
 - 5.3. Испытания механической прочности при разных видах нагружения.
 - 5.4. Методы изучения химического состава катализаторов:
 - классические качественные и количественные методы синтеза и анализа;
 - х-флуоресценция;
 - активационная нейтронография;
 - эмиссионный спектральный анализ;
 - атомная адсорбция;
 - пламенная фотоспектрометрия.
6. Природа и структура химических соединений катализаторов (фазовый состав, полиэдрический состав и структура полиэдров и т. д.):
 - рентгеноструктурный анализ;
 - рентгенофлуоресцентный анализ;
 - элетрофотометрический анализ;
 - ЯМР, ЭПР, квадрупольный ЯМР;
 - инфракрасная спектроскопия;
 - спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области;
 - магнитные методы;
 - ИК-спектроскопия;
 - термогравиметрические методы;
 - хемосорбция;
 - калориметрия.
7. Определение текстуры катализаторов и носителей (пористость, удельная поверхность, распределение пор по радиусам, полиэдрический состав):
 - метод БЭТ и другие адсорбционные методы;
 - порозиметрия, насыпная и истинная плотность;
 - испытание износостойкости, твердости, сыпучести и др.
 - хемосорбция
 - рентгеноструктурный анализ.
8. Гомогенный кислотный и основной катализ.
 - 8.1. Промежуточные активные частицы: карбокатионы и карбанионы.
 - 8.2. Кислоты и основания Бренстеда.
 - 8.3. Кислоты и основания Льюиса.
 - 8.4. Катализ протонными кислотами.

- 8.5. Катализ апротонными кислотами.
- 8.6. Основной катализ.
- 8.7. Нуклеофильный катализ.
9. Основные катализаторы для производства авиабензинов.
10. Тенденции производства дизельных топлив и катализаторы для их производства.
11. Катализаторы производства альтернативных моторных топлив (спиртовые топлива, оксигенатные кислородсодержащие добавки).
12. Производство адсорбентов и носителей.
13. Основные физико-химические свойства адсорбентов и носителей.
14. Пористость адсорбентов и катализаторов.
15. Фракционный состав твердых катализаторов.
16. Плотность твердых катализаторов.
17. Влагоемкость образцов катализаторов.
18. Механическая прочность катализаторов.
19. Термостойкость твердых катализаторов и адсорбентов.
20. Теплопроводность и теплоемкость твердых катализаторов.
21. Активность твердых катализаторов.
22. Стабильная активность катализаторов.
23. Регенерация катализаторов.
24. Воспроизводимость качества катализаторов.
25. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
26. Золь-гель для приготовления силикагеля. Принципиальная технологическая схема производства силикагеля.
27. Влияние условий производства силикагелей на их свойства.
28. Производство оксида алюминия.
29. Тригидроксиды алюминия и модификация оксида алюминия.
30. Структуры модификаций оксида алюминия.
31. Промышленное производство активного оксида алюминия.
32. Свойства оксидов алюминия.
33. Синтез оксида алюминия сферической формы.
34. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
35. Методы синтеза катализаторов.
36. Приготовление осажденных катализаторов.
37. Синтез катализаторов прививкой соединений на твердый носитель.
38. Скелетные катализаторы.
39. Синтез плавленных катализаторов.
40. Получение коллоидных растворов катализаторов.
41. Синтез катализаторов смешением.
42. Синтез катализаторов сухим разложением солей.
43. Катализаторная фабрика и ее отделения. Основные операции в производстве катализаторов.
44. Основные операции в производстве катализаторов. Катализаторная фабрика, ее отделения: сырьевое, формовочно-промывное и сушильно-прокалочное
45. Технологическая схема сырьевого отделения производства катализаторов.
46. Технологическая схема формовочно-промывного отделения производства катализаторов.
47. Технологическая схема сушильно-прокалочного отделения производства катализаторов.
48. Основное оборудование для производства катализаторов: реакторы с перемешивающими устройствами, аппараты для выпаривания, аппараты для сгущения и разделения суспензий – отстойники-сгустители, гидроциклоны, фильтры и т. д.

49. Аппараты для промывки осадков. Аппараты для проведения механических операций – дробилки и мельницы. Смесители пастообразных материалов, машины для формовки и гранулирования т. д. Аппараты для сушки и термообработки
50. Основное оборудование для производства катализаторов.
51. Реакторы с перемешивающими устройствами.
52. Аппараты для выпаривания.
53. Аппараты для сгущения и разделения суспензий – отстойники-сгустители, гидроциклоны, фильтры и т. д.
54. Аппараты для промывки осадков катализаторов.
55. Аппараты для проведения механических операций – дробилки и мельницы.
56. Смесители пастообразных материалов, машины для формовки и гранулирования катализаторов и т. д.
57. Аппараты для сушки и термообработки катализаторов.
58. Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.
59. Состав, структура и свойства цеолитов.
60. Структура и классификация цеолитов.
61. Активность катализаторов при изменении модуля.
62. Кремнезольный метод производства цеолита.
63. Силикатный метод производства цеолита NaY. Технологическая схема производства.
64. Производство цеолита в редкоземельной форме. Технологическая схема производства.
65. Производство морденита.
67. Синтез и технология производства цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов.
68. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных условиях.
69. Отравление катализаторов. Регенерация катализаторов.
70. Производство цеолитсодержащих катализаторов крекинга.
71. Тип промышленных катализаторов крекинга
72. Технология синтеза шарикового цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
73. Технология синтеза микросферического цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
74. Производство катализаторов крекинга. Технология производства шариковых и микросферических катализаторов в редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа Y.
75. Коксообразование и регенерация катализаторов крекинга.
76. Влияние условий приготовления и обработки катализаторов на их свойства (влияние pH золя на время коагуляции).
77. Синерезис гелей. Активация гидрогелей. Промывка гидрогелей.
78. Сушка частиц катализатора. Прокаливание частиц.
79. Влияние концентрации оксида алюминия в алюмосиликате на его активность.
80. Влияние РЗЭУ в цеолитсодержащем катализаторе на его активность).

7.3. Вопросы зачета

1. Задачи в области создания и совершенствования катализаторов в отечественной нефтехимии и нефтепереработки.
2. Основные направления развития современной отрасли производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
3. Основные черты и перспективы развития производств катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.
4. Состояние и проблемы производства современных катализаторов нефтехимии и нефтепереработки.

5. Методы исследования катализаторов.

5.1. Методы исследования пористой структуры катализаторов.

5.2. Методы испытания активности и селективности катализаторов.

5.3. Испытания механической прочности при разных видах нагружения.

5.4. Методы изучения химического состава катализаторов:

- классические качественные и количественные методы синтеза и анализа;
- х-флюоресценция;
- активационная нейтронография;
- эмиссионный спектральный анализ;
- атомная адсорбция;
- пламенная фотоспектрометрия.

6. Природа и структура химических соединений катализаторов (фазовый состав, полиэдрический состав и структура полиэдров и т. д.):

- рентгеноструктурный анализ;
- рентгенофлюоресцентный анализ;
- элетрофотометрический анализ;
- ЯМР, ЭПР, квадрупольный ЯМР;
- инфракрасная спектроскопия;
- спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой области;
- магнитные методы;
- Оже-спектроскопия;
- термогравиметрические методы;
- хемосорбция;
- калориметрия.

7. Определение текстуры катализаторов и носителей (пористость, удельная поверхность, распределение пор по радиусам, полиэдрический состав):

- метод БЭТ и другие адсорбционные методы;
- порозиметрия, насыпная и истинная плотность;
- испытание износостойкости, твердости, сыпучести и др.
- хемосорбция
- рентгеноструктурный анализ.

8. Гомогенный кислотный и основной катализ.

8.1. Промежуточные активные частицы: карбокатионы и карбанионы.

8.2. Кислоты и основания Бренстеда.

8.3. Кислоты и основания Льюиса.

8.4. Катализ протонными кислотами.

8.5. Катализ апротонными кислотами.

8.6. Основной катализ.

8.7. Нуклеофильный катализ.

9. Основные катализаторы для производства авиабензинов.

10. Тенденции производства дизельных топлив и катализаторы для их производства.

11. Катализаторы производства альтернативных моторных топлив (спиртовые топлива, оксигенатные кислородсодержащие добавки).

12. Производство адсорбентов и носителей.

13. Основные физико-химические свойства адсорбентов и носителей.

14. Пористость адсорбентов и катализаторов.

15. Фракционный состав твердых катализаторов.

16. Плотность твердых катализаторов.

17. Влагоемкость образцов катализаторов.

18. Механическая прочность катализаторов.

19. Термостойкость твердых катализаторов и адсорбентов.

20. Теплопроводность и теплоемкость твердых катализаторов.

21. Активность твердых катализаторов.

22. Стабильная активность катализаторов.
23. Регенерация катализаторов.
24. Воспроизводимость качества катализаторов.
25. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
26. Золь-гель для приготовления силикагеля. Принципиальная технологическая схема производства силикагеля.
27. Влияние условий производства силикагелей на их свойства.
28. Производство оксида алюминия.
29. Тригидроксиды алюминия и модификация оксида алюминия.
30. Структуры модификаций оксида алюминия.
31. Промышленное производство активного оксида алюминия.
32. Свойства оксидов алюминия.
33. Синтез оксида алюминия сферической формы.
34. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
35. Методы синтеза катализаторов.
36. Приготовление осажденных катализаторов.
37. Синтез катализаторов прививкой соединений на твердый носитель.
38. Скелетные катализаторы.
39. Синтез плавленных катализаторов.
40. Получение коллоидных растворов катализаторов.
41. Синтез катализаторов смешением.
42. Синтез катализаторов сухим разложением солей.
43. Катализаторная фабрика и ее отделения. Основные операции в производстве катализаторов.
44. Основные операции в производстве катализаторов. Катализаторная фабрика, ее отделения: сырьевое, формовочно-промывное и сушильно-прокалочное
45. Технологическая схема сырьевого отделения производства катализаторов.
46. Технологическая схема формовочно-промывного отделения производства катализаторов.
47. Технологическая схема сушильно-прокалочного отделения производства катализаторов.
48. Основное оборудование для производства катализаторов: реакторы с перемешивающими устройствами, аппараты для выпаривания, аппараты для сгущения и разделения суспензий – отстойники-сгустители, гидроциклоны, фильтры и т. д.
49. Аппараты для промывки осадков. Аппараты для проведения механических операций – дробилки и мельницы. Смесители пастообразных материалов, машины для формовки и гранулирования т. д. Аппараты для сушки и термообработки
50. Основное оборудование для производства катализаторов.
51. Реакторы с перемешивающими устройствами.
52. Аппараты для выпаривания.
53. Аппараты для сгущения и разделения суспензий – отстойники-сгустители, гидроциклоны, фильтры и т. д.
54. Аппараты для промывки осадков катализаторов.
55. Аппараты для проведения механических операций – дробилки и мельницы.
56. Смесители пастообразных материалов, машины для формовки и гранулирования катализаторов и т. д.
57. Аппараты для сушки и термообработки катализаторов.
58. Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.
59. Состав, структура и свойства цеолитов.
60. Структура и классификация цеолитов.

61. Активность катализаторов при изменении модуля.
62. Кремнезольный метод производства цеолита.
63. Силикатный метод производства цеолита NaY. Технологическая схема производства.
64. Производство цеолита в редкоземельной форме. Технологическая схема производства.
65. Производство морденита.
67. Синтез и технология производства цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов.
68. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных условиях.
69. Отравление катализаторов. Регенерация катализаторов.
70. Производство цеолитсодержащих катализаторов крекинга.
71. Тип промышленных катализаторов крекинга
72. Технология синтеза шарикового цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
73. Технология синтеза микросферического цеолитсодержащего катализатора. Технологическая схема производства.
74. Производство катализаторов крекинга. Технология производства шариковых и микросферических катализаторов в редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа Y.
75. Коксообразование и регенерация катализаторов крекинга.
76. Влияние условий приготовления и обработки катализаторов на их свойства (влияние pH золя на время коагуляции).
77. Синерезис гелей. Активация гидрогелей. Промывка гидрогелей.
78. Сушка частиц катализатора. Прокаливание частиц.
79. Влияние концентрации оксида алюминия в алюмосиликате на его активность.
80. Влияние PZЭУ в цеолитсодержащем катализаторе на его активность).
81. Катализаторы риформинга углеводородов.
82. Выбор носителя катализаторов платформинга.
83. Механизм влияния добавок металлов на свойства катализаторов платформинга.
84. Типы катализаторов риформинга.
85. Алюмоплатиновые катализаторы риформинга с добавками, повышающими активность, селективность, стабильность катализатора.
86. Технология приготовления катализаторов риформинга. Принципиальная технологическая схема производства Pt, Re /y- Al₂O₃. Прокаливание, хлорирование, осернение, предварительная обработка сырья.
87. Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов.
88. Конструкция реакторов риформинга с катализатором в стационарном и движущемся слое.
89. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
90. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
91. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
92. Никель-вольфрамовый катализатор гидрирования ароматических углеводородов. Катализаторы процессов дегидрирования.
93. Катализаторы, применяемые для получения низших спиртов.
94. Катализаторы процесса изомеризации.
95. Катализатор высокотемпературной изомеризации.
96. Катализатор низкотемпературной изомеризации
97. Состав бифункционального катализатора. Механизм изомеризации парафиновых углеводородов на бифункциональных катализаторах.
98. Катализаторы среднетемпературной изомеризации.
99. Катализаторы изомеризации ароматических углеводородов.
100. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.

101. Состав катализаторов гидрогенизационных процессов.
102. Роль носителей в катализаторах гидрогенизационных процессов.
103. Алюмокобальтмолибденовые (АКМ), алюмоникельмолибденовые (АНМ) и смешанные алюмоникелькобальтмолибденовые катализаторы (АНМС).
104. Алюмоникель или алюмокобальтвольфрамные катализаторы (АНВ или АКВ) для глубокого гидрирования азотсодержащих и ароматических соединений парафинов и масляных фракций.
105. Катализаторы ГО-30-70 и ГО-117. Катализаторы Г-168 и ГК-35. ГКД -202. Характеристика отечественных катализаторов гидроочистки дистиллятных фракций.
106. Катализаторы процесса гидрокрекинга, их ассортимент.
107. Регенерация катализаторов гидроочистки.
108. Катализаторы процесса алкилирования.
109. Процессы алкилирования на хлористом алюминии. Механизм действия катализатора.
110. Процессы алкилирования бензола олефинами на гетерогенных катализаторах: оксиде алюминия, модифицированном трехфтористым бором, цеолитах, содержащих редкоземельные элементы.
111. Катализаторы процесса алкилирования: серная кислота, HF, AlCl₃, цеолитсодержащие катализаторы. Технологические схемы этих процессов.
112. Основные тенденции развития современных процессов алкилирования изобутана олефинами: сернокислотное, фтористоводородное и на твердых катализаторах.
113. Катализаторы процесса алкилирования изобутана олефинами. Недостатки процесса алкилирования на кислотах.
114. Процесс алкилирования изобутана олефинами на гетерогенных катализаторах.
115. Совершенствование процесса алкилирования в настоящее время. Процессы Alky-Clean, ExSact, Fixedbed alkylation, SCA-SCFR, Alkylene, Eurofuel, Ionikylation, InAlk. Технологические схемы этих процессов.
116. Алкилирование метилбензолов на цеолитах структуры пентасила. Синтез п-метилстирола. п-этилтолуола, дуурола.
117. Катализаторы процессов дегидрирования.
118. Алюмохромовые катализаторы, их химический состав, технология, свойства.
119. Активность алюмохромовых катализаторов процессов дегидрирования.
120. Конструкционное оформление процессов дегидрирования на разных катализаторах.
121. Катализаторы гидратации этилена: серная кислота, фосфорная кислота на носителе, цеолитсодержащие катализаторы. Схемы процессов.
122. Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром.
123. Технология медь-алюминий – цинк-шпинельоксидного катализатора. Технологическая схема медь-алюминий – цинк-шпинельоксидного катализатора.
124. Производство алюмоникелевого катализатора (ГИАП). Технологическая схема производства алюмоникелевого катализатора (ГИАП).
125. Производство цинк-хромового катализатора для синтеза метанола. Технологическая схема производства цинк-хромового оксидного катализатора для синтеза метанола.
126. Производство железохромового оксидного катализатора для паровоздушной конверсии CO и H₂O в водород и CO₂.
127. Катализаторы синтеза метанола на основе CO и H₂.
128. Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром.
129. Цинк-хромовый катализатор синтеза метанола.
130. Катализаторы производства МТБЭ на основе ионообменных смол.
131. Катализаторы на основе ионообменных смол
132. Катализаторы полимеризационных процессов: получения полиэтилена при низком давлении, получения полиэтилена при высоком давлении. Получение полиэтилена при среднем давлении.

133. Катализаторы, применяемые в производстве полимеров и полиолефинов. Катализаторы, применяемые в производстве полиэтилена.
134. Катализаторы производства полиэтилен низкого давления.
135. Катализаторы производства полиэтилена среднего давления.
136. Катализаторы производства полиизобутилена.
137. Производство катализаторов процесса окисления.
138. Производство серебряного катализатора для окисления метанола и синтеза оксида этилена.
139. Катализатор (железо-молибденовый оксидного типа) окисления метанола в формальдегид.
140. Катализатор окисления ксилолов во фталевые кислоты (ванадий –титановый катализатор).
141. Технология получения ванадий – вольфрамового оксидного катализатора на носителе.
142. Технология получения катализатора закиси меди на оксиде для окисления нафталина во фталевый ангидрид.
143. Катализаторы для производства поверхностно-активных веществ.
144. Катализаторы, применяемые в производстве синтетических моющих веществ.
145. Алкилирование бензола высшими олефинами для производства поверхностно-активных веществ – линейных алкилбензолсульфонатов на катализаторах $AlCl_3$, HF.

7.4. Образец экзаменационного билета

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № ____

Дисциплина Катализаторы нефтехимии и нефтепереработки

Специальность Нефтехимия

1. Методы испытания активности и селективности катализаторов.
2. Технология приготовления катализаторов риформинга. Принципиальная технологическая схема производства Pt, Re / γ - Al_2O_3 . Прокаливание, хлорирование, осернение, предварительная обработка сырья.
3. Катализаторы полимеризационных процессов: получения полиэтилена при низком давлении, получения полиэтилена при высоком давлении. Получение полиэтилена при среднем давлении.

УТВЕРЖДАЮ

« ____ » _____ 201 г. Зав. кафедрой _____ Л.Ш. Махмудова

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. И. М. Колесников Катализ и производство катализаторов. М.: Техника, 2004. — 399 с.
2. Ф.А.Селимов, У.М.Джемилев, О.А.Пташко. Металлокомплексный катализ в синтезе пиридиновых оснований - М.: Химия.- 2003. 303 с.
3. Г.А.Толстикова, У.М.Джемилев, А.Г.Толстикова. Алюминийорганические соединения в органическом синтезе. – Новосибирск: Акад. изд. «Гео», 2009. -645 с.
4. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ. - 2010.-С. 504.
4. В. Ю. Курочкин. Катализатор конверсии оксида углерода водяным паром на основе соединений типа перовскита и шпинели. ГОУВПО "Ивановский государственный химико-технологический университет": Иваново, 2009.- 135 с.
5. Промышленный катализ в лекциях /под ред. Проф. В.С. Носкова. – М.: Калвис, 2005-136 с.
6. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А.. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа, 2003.- 536с.
7. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для ВУЗов: Изд.3, перер. и доп. Издательство: Высшая школа, 2010.-530с.
8. Ахметов С. А. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие. — СПб.: Недра, 2007. — 312 с.
10. Козин В.Г., Солодова Н.Л., Башкирцева Н.Ю., Абдулин А.И. Современные технологии производства компонентов моторных топлив. Казань, 2009. – 328 с.
11. Журавлев, В. А. Химия и технология органических веществ: учеб. пособие / В. А. Журавлев, Т. С. Котельникова . Кузбас. гос. техн. ун-т.: Кемерово, 2011. – 215 с.

б) дополнительная литература

1. Технология катализаторов. Под ред. М.П. Мухленова, Л.: Химия, 1989.-360с.
2. Химия цеолитов и катализ на цеолитах т.1., т.2. Под ред. Д. Рабо-М. М.:Мир. 1980.-230с.
3. Радченко Е.Д., Нефедов Б.К., Алиев Р.А. Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки - М.: Химия, 1987.-400с.
4. Маргалис Л.Я. Окисление углеводородов на гетерогенных катализаторах. М.: Химия, 1977.- 327 с.
5. Комаров В.С. Структура и пористость адсорбентов и катализаторов. М.: Наука и техника, 1988. -288 с.
6. И.Е. Неймарк. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. Киев: Наукова думка, 1982.- 216 с.
7. Богословский Б.М., Казакова З.С. Скелетные катализаторы, их свойства и их применение в органической химии. М.: Химия, 1967.-320с.
8. Научные основы приготовления катализаторов. Творческое наследие и дальнейшее развитие работ проф. И.П. Кириллова. Монография/ под ред. А.Г. Ильина. ГОУ ВПО Ивановский гос. хим.- тех. Ун-т.- Иваново. 2008. -156 с.
9. Колесниченко Н.В., Яшина О.В., Маркова Н.А. и др. Конверсия диметилового эфира в олефины $C_2 - C_4$ на цеолитных катализаторах // Нефтехимия – 2009. – Т.49, № 1. – С.45-49.
10. Дьячкова Т. П., Орехов В. С., Субочева М. Ю., Воякина Н. В. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие. Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007.
11. Хаджиев С.Н., Герзелиев И.М., Капустин В.М. и др. Каталитический крекинг в составе современных комплексов глубокой переработки нефти // Нефтехимия. -2011- Т. 51, №1.- С.33-39.

12. Хаджиев С.Н. Наногетерогенный катализ – новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. -2011. –Т.51, №1. –С.3-16.
13. Хаджиев С.Н., Крылова А.Ю. Синтез Фишера –Тропша в трехфазной системе в присутствии наногетерогенных катализаторов // Нефтехимия. -2011. – Т. 51, №2. – С. 84-96.
14. Ф.А.Селимов, У.М.Джемилев, О.А.Пташко. Металлокомплексный катализ в синтезе оснований - М.: Химия.- 2003. 303 с.
15. Г.А.Толстикова, У.М.Джемилев, А.Г.Толстикова. Алюминийорганические соединения в органическом синтезе. – Новосибирск: Акад. изд. «Гео».- 2009. - 645 с.
16. Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х. Современный катализ и химическая кинетика, пер. с англ. 2010.- с. 504.
17. В. Ю. Курочкин. Катализатор конверсии оксида углерода водяным паром на основе соединений типа перовскита и шпинели. ГОУВПО "Ивановский государственный химико-технологический университет": Иваново, 2009.- 135 с.

в) интернет – ресурсы (Сайт - www.twirpx.com.)

г) программное и коммуникационное обеспечение

1. Электронный конспект лекций.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции по дисциплине читаются в учебных аудиториях корпуса ГГНТУ кафедры «Химическая технология нефти и газа».

Аспиранты полностью обеспечены учебными и методическими материалами, в том числе и разработанными на кафедре для организации их обучения и контроля результатов.

Имеется класс с персональными компьютерами для работы в интернете, составления конспектов, тезисов, докладов и их оформления.

Программа составлена в соответствии с утвержденными ФГОС и учебными планами основной профессиональной образовательной программы высшего образования – подготовки кадров высшей квалификации по программе подготовки научно-технических кадров в аспирантуре.

Разработчик:

Проф. кафедры «ХТНГ»



/ Ахмадова Х.Х. /

СОГЛАСОВАНО:

Директор ДУМР, к.ф-м.н., доцент



/Магомаева М.А./

Начальник ОПКВК



/Ахмадова З.Р./

Заведующий выпускающей кафедрой
«Химическая технология нефти и газа»,
д.т.н., профессор



/Л.Ш. Махмудова./