

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2023 00:20:03

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«Основы производства катализаторов органического синтеза»**

**Направления подготовки**

18.03.01 Химическая технология

**Профиль**

**«Химическая технология органических веществ»**

**Квалификация**

Бакалавр

Грозный – 2019

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью преподавания дисциплины** «Основы производства катализаторов органического синтеза» является познакомить студента с принципами и основами производства катализаторов органического синтеза, способами производства, их составами и свойствами, основами получения синтетических цеолитов, адсорбентов, носителей, методами испытания катализаторов, определения их каталитической активности, селективности, прочности,

**Задачами преподавания дисциплины** «Основы производства катализаторов органического синтеза» является овладение знаниями по основам производства катализаторов органического синтеза, проведения современных инженерных методов расчета оборудования катализаторных установок отрасли; составления материальных и тепловых балансов технологических процессов получения катализаторов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание:

математики; информатики; физики; общей и неорганической химии; органической химии; аналитической химии и ФХМА; физической химии; коллоидной химии; экологии; информационные технологии в отрасли; поверхностных явлений в НДС; химии нефти; технической термодинамики и теплотехники; метрологии, стандартизации и сертификации; современных принципов приготовления и методы анализа топлив и продуктов; гидравлики; основы адсорбции; методы разделения нефтепродуктов; процессов и аппаратов химической технологии; общей химической технологии; безопасности жизнедеятельности; моделирования химико-технологических процессов; химических реакторов; системы управления химико-технологическими процессами; электротехники и промэлектроники; материаловедения и защиты от коррозии; теории химико-технологических процессов; введение в специальность; химической технологии мономеров и полупродуктов органического синтеза; химической технологии органических веществ; технологии переработки нефти

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: проектирование предприятий отрасли, УИРС, технологии производства полиолефинов, производство поверхностно-активных веществ, оборудование высокотемпературных процессов, химических реакторов; технологии эластомеров и высокомолекулярных соединений; основы научных исследований.

## 3. Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины: «Основы производства катализаторов органического синтеза» направлен на формирование следующих **компетенций**:

- способности и готовности осуществлять технологический процесс производства катализаторов органического синтеза в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

- способностью обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов производства катализаторов органического синтеза, выбирать технические средства и технологии производства катализаторов органического синтеза с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-12);

**В результате освоения дисциплины студент должен знать:**

- конкретные технические решения и основные принципы организации химического производства катализаторов органического синтеза; основные технические средства, технологии и методы оптимизации производства катализаторов органического синтеза с учетом экологических последствий их применения (ПК-4);

**уметь:**

- анализировать технологический процесс производства катализаторов как объект управления с выбором рациональной системы регулирования (ПК-12);

**владеть:**

- методами управления и регулирования химико-технологическими процессами производств катализаторов органического синтеза в соответствии с регламентом, знаниями и навыками для использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции производств катализаторов органического синтеза (ПК-1).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач. ед.		Семестры	
			7	7
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>51/1,41</b>	<b>34/0,94</b>	<b>51/1,41</b>	<b>34/0,94</b>
В том числе:				
Лекции	34/0,94	17/0,47	34/0,94	17/0,47
Практические занятия				
Семинары				
Лабораторные работы	17/0,47	17/0,47	17/0,47	17/0,47
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>57/1,59</b>	<b>74/2,06</b>	<b>57/1,59</b>	<b>74/2,06</b>
<b>В том числе:</b>				
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-
ИТР	-	-	-	-
Рефераты	10/0,28	10/0,28	10/0,28	10/0,28
Доклады	-	-	-	-
Презентации	-	-	-	-
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам	10/0,28	10/0,28	10/0,28	10/0,28
Подготовка к практическим занятиям	-	-	-	-
Подготовка к экзамену	37/1,03	54/1,5	37/1,03	54/1,5
Вид отчетности	Экз.	Экз.	Экз.	Экз.
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	ВСЕГО зачетных единиц	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>

## 5. Содержание разделов дисциплины

### Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий	Часы лабораторных занятий	Всего часов
1	Катализ в современной технологии процессов органического синтеза.	2	-	2
2	Основные характеристики катализаторов Методы исследования катализаторов	2	6	8
3	Активность и селективность катализаторов	2	6	8
4	Сырье, реагенты для производства катализаторов	2	5	7
5	Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	2	-	2
6	Способы производства катализаторов	2	-	2
7	Катализаторная фабрика.	2	-	2
8	Синтетические цеолиты.	2	-	2
9	Синтез и технология мелкодисперсного цеолита типа У	2	-	2
10	Синтез и технология цеолитов типа Аи У	2	-	2
11	Производства катализаторов крекинга	2	-	2
12	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов	2	-	2
13	Моно- и биметаллические катализаторы риформинга	2	-	2
14	Катализаторы гидрогенизационных процессов	2	-	2
15	Катализаторы гидратации этилена	2	-	2
16	Катализаторы полимеризационных процессов	2	-	2
17	Катализаторы процессов окисления, получения СМС и другие	2	-	2
		34	17	51

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Катализ в современной технологии процессов органического синтеза.	Вводная лекция. Катализ в современной химической технологии и в процессах органического синтеза. Гомогенный, гетерогенный и металлокомплексный катализ. Основные типы катализаторов, используемых в процессах органического синтеза и переработки углеводородного сырья. Получение катализаторов, как область тонкой химической технологии.
2	Основные характеристики катализаторов. Методы исследования катализаторов	Гетерогенные катализаторы, адсорбенты и носители, как высокопористые высокодисперсные вещества. Параметры пористой структуры: насыпная, истинная и кажущаяся. Плотность, удельная поверхность, объем пор, средний радиус пор и распределение объема пор по радиусам. Методы исследования пористой структуры. Испытания механической прочности при разных видах нагружения. Гранулометрический состав. Фазовый состав.
3	Активность и селективность катализаторов	Каталитическая активность и селективность катализаторов. Методы испытания. Стабильность при эксплуатации. Химический и фазовый состав катализаторов, методы испытания.
4	Сырье, реагенты для производства катализаторов	Основные виды сырья, реагентов и промежуточных продуктов, используемых в производстве катализаторов, адсорбентов и носителей (силикат натрия, технический гидроксид алюминия, сульфат алюминия, нитрат алюминия, алюминат натрия, серная и азотная кислота, щелочь, глины и каолин, соединения никеля, кобальта, вольфрама, платины, палладия, рения, титана, редкоземельные элементы).
5	Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	Основные типы адсорбентов, носителей, цеолитов, используемых в химической технологии органического синтеза и переработки углеводородного сырья.
6	Способы производства катализаторов	Способы производства катализаторов: осажденные, на носителях полученные механическим смешением компонентов, плавленые скелетные, природные, цеолитные.
7	Катализаторная фабрика.	Основные операции в производстве катализаторов. Катализаторная фабрика. Основные технологические схемы производства катализаторов.
8	Синтетические цеолиты.	Синтетические цеолиты. Структура, состав, ионнообменные и адсорбционные свойства цеолитов типа А, X, Y, морденитов, пентасилов. Изотермы адсорбции паров цеолитами при повышенных температурах. Молекулярно-ситовые свойства цеолитов.
9	Синтез и технология мелкодисперсного цеолита типа Y	Синтез и технология цеолитов и цеолитных катализаторов. Синтез и технология производства мелкодисперсного цеолита типа Y-активного компонента катализаторов.

10	Синтез и технология цеолитов типа Аи У	Синтез и технология мелкодисперсных и гранулированных связующими цеолитов типа А и У. Получение гранулированных цеолитов, не содержащих связующих веществ
11	Производства катализаторов крекинга	Производства катализаторов крекинга. Технологические схемы производства шариковых и микросферических катализаторов, основанные на исследовании редкоземельной и ультрастабильной форм цеолита типа У.
12	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов	Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов методом риформинга бензиновых фракций. Технология получения алюмооксидного носителя.
13	Моно- и биметаллические катализаторы риформинга	Монометаллические и биметаллические катализаторы риформинга и их свойства.
14	Катализаторы гидрогенизационных процессов	Катализаторы гидрогенизационных процессов и производства водорода. Химический состав, технология, получения, свойства.
15	Катализаторы гидратации этилена	. Катализаторы гидратации этилена. Состав, получения, свойства
16	Катализаторы полимеризационных процессов	Катализаторы полимеризационных процессов. Состав, получения, свойства и новые направления в технологии катализаторов для производства полиолефинов.
17	Катализаторы процессов окисления, получения СМС и другие	Катализаторы процессов окисления углеводородов (парафиновых, олефиновых, ароматических и т. д.). Катализаторы для получения СМС и другие.

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1		<b><u>Синтез катализаторов</u></b>
1.1	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	<p><b>Приготовление скелетного никелевого катализатора методом полного выщелачивания сплава Ренея</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет и приготовление компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>2. Выщелачивание сплава (способ 1 или 2).</li> <li>3. Анализ катализатора на нейтральную реакцию ( по универсальному индикатору или фенолфталеину).</li> <li>4.Создание условий хранения синтезированного катализатора.</li> <li>5. Активация и восстановление никелевого катализатора.</li> <li>6.Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора.</li> </ol>
1.2	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	<p><b>Приготовление скелетного никелевого катализатора методом частичного выщелачивания сплава (никель по Багу)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет количества компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>2. Приготовление компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>3.Синтез катализатора частичным выщелачиванием сплава катализатора.</li> <li>3. Анализ катализатора на нейтральную реакцию ( по универсальному индикатору или фенолфталеину).</li> <li>4. Создание условий хранения синтезированного катализатора</li> <li>5. Активация и восстановление никелевого металлического катализатора.</li> <li>6.Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора.</li> </ol>
1.3	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	<p><b>Приготовление катализаторов методом осаждения</b> <i>Приготовление никелевого катализатора (50% Ni, 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) методом осаждения</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Расчет количества компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>2.Приготовление компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>3. Синтез катализатора смешением соответствующих компонентов</li> <li>4. Декантация или центрифугирование, промывка и фильтрация осадка катализатора.</li> <li>5. Формовка катализатора.</li> <li>6. Сушка катализатора.</li> <li>7.Активация и восстановление никелевого катализатора.</li> </ol>

1.4	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	<p><b>Приготовление окисных и щелочных катализаторов</b>  <b><i>I. Приготовление алюмомолибденового катализатора методом пропитки (MoO<sub>3</sub>: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 20: 80 мол. %)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Расчет количества компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>2.Приготовление компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>3. Активация оксида алюминия.</li> <li>4.Пропитка оксида алюминия раствором парамолибдата аммония.</li> <li>5. Выпаривание катализатора от избытка воды на водяной бане</li> <li>6. Сушка катализатора в сушильном шкафу при 100<sup>0</sup>С и при 150<sup>0</sup>С.</li> <li>7. Охлаждение катализатора</li> <li>8. Активация и восстановление готового катализатора в токе водорода</li> <li>9. Прогрев катализатора в токе водорода при 500<sup>0</sup>С перед проведением каталитической реакции</li> <li>10. Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора.</li> <li>11. Определение удельной поверхности катализатора методом тепловой десорбции азота</li> </ol>
1.5	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза	<p><b>Приготовление окисных и щелочных катализаторов</b>  <b><i>II. Приготовление алюмохромовокалиевого катализатора методом пропитки (CrO<sub>3</sub>: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:K<sub>2</sub>O = 8:90:2 мол. %)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Расчет количества компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>2.Приготовление компонентов для синтеза катализатора.</li> <li>3. Активация оксида алюминия.</li> <li>4. Пропитка оксида алюминия раствором хромового ангидрида и концентрированным раствором углекислого калия.</li> <li>5.Сушка синтезированного катализатора.</li> <li>6. Прогрев синтезированного катализатора в каталитической трубке: <ul style="list-style-type: none"> <li>до 150<sup>0</sup>С - 2 ч</li> <li>при 150<sup>0</sup>С - 2 ч</li> <li>до 55<sup>0</sup>С - 4 ч.</li> </ul> </li> <li>7. Активация и восстановление готового катализатора в токе водорода</li> <li>9. Прогрев катализатора в токе водорода при 520-530<sup>0</sup>С перед проведением каталитической реакции</li> <li>10. Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора.</li> <li>11. Определение удельной поверхности катализатора методом тепловой десорбции азота.</li> </ol>
	2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и	<p><b>Приготовление окисных и щелочных катализаторов</b>  <b><i>III. Приготовление хлористого цинка (20%), нанесенного на оксид алюминия)</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Расчет количества компонентов для синтеза катализатора.</li> </ol>



1.6	<p>селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза</p>	<p>2.Приготовление компонентов для синтеза катализатора. 3. Активация оксида алюминия. 4. Синтез хлористого цинка пропиткой прокаленного оксида алюминия раствором хлорида цинка . 5. Прокалка синтезированного катализатора. 6. Создание условий хранения катализатора. 7. Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора. 8. Определение удельной поверхности катализатора методом тепловой десорбции азота. 9.Определение механической прочности катализатора: - статические испытания (метод раздавливания гранул); - динамические испытания (на копрах).</p>
1.7	<p>2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза</p>	<p><b>Приготовление окисных и щелочных катализаторов IV. <i>Приготовление хлористого цинка (20%), нанесенного на оксид алюминия</i></b> 1.Расчет количества компонентов для синтеза катализатора. 2.Приготовление компонентов для синтеза катализатора. 3. Активация оксида алюминия. 4. Синтез хлористого цинка пропиткой прокаленного оксида алюминия раствором хлорида цинка. 5. Прокалка синтезированного катализатора 6. Создание условий хранения катализатора. 7. Определение истинной и кажущейся плотности катализатора. Расчет удельного объема катализатора. 8. Определение удельной поверхности катализатора методом тепловой десорбции азота. 9.Определение механической прочности катализатора - статические испытания (метод раздавливания гранул); - динамические испытания (на копрах).</p>
2	<p>2.Основные характеристики катализаторов. 4.Активность и селективность катализаторов 6.Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза</p>	<p><b><u>Регенерация катализаторов</u></b> <b><i>I. Регенерация катализатора - никель по Багу</i></b> 1. Обработка дезактивированного катализатора 10%-ным раствором щелочи. 2.Отмывка катализатора от щелочи 3. Активация и восстановление катализатора в токе водорода при 350<sup>0</sup>С. <b><i>II. Регенерация платины на носителях</i></b> Активация и восстановление катализатора в токе водорода при 300<sup>0</sup>С. <b><i>III. Регенерация палладия на носителях</i></b> Активация и восстановление катализатора в токе водорода при 300<sup>0</sup>С. <b><i>IV. Регенерация никеля на оксиде алюминия</i></b> Активация и восстановление катализатора в токе водорода при 350<sup>0</sup>С <b><i>V. Регенерация алюмомолибденового и алюмохромового катализатора.</i></b> 1.Продувка азотом поверхности катализаторов для вытеснения</p>

		<p>водорода и паров углеводородов.</p> <p>2. Прогрев в токе сухого воздуха при 500<sup>0</sup>С алюмомолибденовый катализатор).</p> <p>3. Прогрев в токе сухого воздуха при 500<sup>0</sup>С алюмохромовый катализатор).</p> <p>4. Активация и восстановление катализатора в токе водорода при 300<sup>0</sup>С.</p>
3	<p>2. Основные характеристики катализаторов.</p> <p>4. Активность и селективность катализаторов</p> <p>6. Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза</p> <p>2. Основные характеристики катализаторов.</p> <p>4. Активность и селективность катализаторов</p> <p>6. Адсорбенты, носители, цеолиты в процессах органического синтеза</p>	<p><b><u>Методы анализа и испытания катализаторов</u></b></p> <p>1. Изучение методов определения активности катализаторов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статический метод;</li> <li>- проточные (динамические) методы (проточный и безградиентный, проточно-циркуляционный);</li> <li>- метод изучения кинетики реакций во взвешенном слое катализатора;</li> <li>- импульсные методы исследования активности катализаторов;</li> </ul> <p>2. Исследование структуры катализатора</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адсорбция как способ определения поверхности</li> </ul> <p>3. Методы определения поверхности по изотермам адсорбции</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объемные;</li> <li>- весовые;</li> <li>- методы, основанные на измерении теплопроводности.</li> <li>- хроматографический метод определения поверхности.</li> </ul> <p>4. Определение удельной поверхности катализаторов методом тепловой десорбции азота.</p> <p>5. Определение объема и размера пор</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адсорбционный метод определения радиусов пор.</li> <li>- ртутная порометрия</li> </ul> <p>6. Определение истинной и кажущейся плотности катализатора</p> <p>7. Определение механической прочности катализаторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистические методы испытания;</li> <li>- динамические испытания;</li> <li>- метод истирания;</li> <li>- определение механической прочности в условиях протекания реакции.</li> </ul> <p>8. Общие сведения о методах определения кислотности катализаторов</p>

За семестр студентом в лабораторном практикуме выполняются три лабораторных работы: 1, 2, 3. По синтезу катализаторов выполняется одна из работ 1.1 -1.7, для этого же катализатора проводятся работы по регенерации и методам анализа и испытания.

**Практические занятия отсутствуют**

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### Вопросы для самостоятельного изучения

№п/п	Наименование тем, их содержание
1	2
1	Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
2	Катализаторная фабрика и ее отделения. Технологические схемы каждого отделения.
3	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.
4	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
6	Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.
7	Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных условиях. Отравление катализаторов. Регенерация катализаторов.
8	Катализаторы, применяемые в производстве полимеров и полиолефинов. Катализаторы, применяемые в производстве полиэтилена
9	Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром
10	Цинк-хромовый катализатор синтеза метанола
11	Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
12	Никель-вольфрамовый катализатор гидрирования ароматических углеводородов. Катализаторы процессов дегидрирования.
13	Катализаторы, применяемые для получения низших спиртов.
14	Катализаторы процесса алкилирования.
15	Катализаторы, применяемые в производстве синтетических моющих веществ
16	Катализаторы галогенирования и нитрования
17	Катализаторы на основе ионообменных смол

### Темы рефератов

1. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
2. Катализаторная фабрика и ее отделения.
3. 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.
4. 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.

5. Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.
6. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных условиях. Отравление катализаторов. Регенерация катализаторов.
7. Катализаторы, применяемые в производстве полимеров и полиолефинов. Катализаторы, применяемые в производстве полиэтилена.
8. Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром.
9. Катализаторы синтеза метанола.
10. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
11. Никель-вольфрамовый катализатор гидрирования ароматических углеводородов. Катализаторы процессов дегидрирования.
12. Катализаторы, применяемые для получения низших спиртов.
13. Катализаторы процесса алкилирования.
14. Катализаторы, применяемые в производстве синтетических моющих веществ.
15. Катализаторы галогенирования и нитрования.
16. Катализаторы на основе ионообменных смол

#### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов**

1. И. М. Колесников Катализ и производство катализаторов. М.: Техника, 2004. — 399 с.  
На кафедре.
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. Л.А. Яновская, С.С. Юфит. Органический синтез в двухфазных системах. М.: Химия, 1982. - 184 с.
6. Р.А. Шелдон. Химические продукты на основе синтез-газа. Под ред. С.М. Локтева. М.: Химия, 1987. 248 с.
7. Катализ в С-химии. Под ред. Кийла. Л.: химия, 1987. 296с.
8. Промышленный катализ в лекциях /под ред. Проф. В.С. Носкова. – М.: Калвис, 2005-136 с.
9. Л.Я. Маргалис. Окисление углеводородов на гетерогенных катализаторах. М.: Химия, 1977, 327 с.
10. Комаров В.С. Структура и пористость адсорбентов и катализаторов. М.: Наука и техника, 1988. 288 с.
11. И.Е. Неймарк. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. Киев: Наукова думка, 1982. 216 с.
12. Б.М. Богословский, З.С. Казакова. Скелетные катализаторы, их свойства и их применение в органической химии. М.: Химия. 1967.
13. 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.

## 7. Фонды оценочных средств

### Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Основные понятия о катализе
2. Как делится катализ по типам реакций.
3. Гетеролитический или ионный катализ.
4. Гетерогенные катализаторы.
5. Активность, селективность и стабильность катализатора.
6. Гомогенные катализаторы.
7. Смешанные катализаторы.
8. Роль носителей гетерогенных катализаторов.
9. Теории гетерогенного катализа.
10. Основные процессы в производстве катализаторов.
11. Способы формовки катализаторов и носителей.
12. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленности.
13. Получение катализаторов, классификация по методу приготовления.
14. Получение катализаторов методом осаждения
15. Получение катализаторов на носителях, получаемых методом пропитки.
16. Катализаторная фабрика.
17. Сырьевое отделение катализаторной фабрики.
18. Формовочно-промывное отделение катализаторной фабрики.
19. Сушильно-прокалочное отделение катализаторной фабрики.
20. Производство микросферического алюмосиликатного катализатора. Блок – схема приготовления алюмосиликатного катализатора.
21. Схема приготовления раствора жидкого стекла.
22. Схема приготовления раствора сульфата алюминия.
23. Сырьевое отделение катализаторной фабрики. Схема формовки микросфер катализатора
24. Синерезис. Процесс активации.
25. Формовочно-промывное отделение катализаторной фабрики
26. Сушильно-прокалочное отделение катализаторной фабрики. Вертикальная сушильная колонна:

### Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Цеолитные катализаторы. Схема производства гранулированных цеолитов:
2. Цеолит типа Y. Схема производства гранулированного цеолита, не содержащего связующего.
3. Ионный обмен. Пропитка обезвоженного цеолита. Введение каталитически активного компонента в момент синтеза (кристаллизации) цеолита
4. Катализаторы крекинга.
5. Матрица катализаторов крекинга.
6. Вспомогательные добавки.
7. Промышленные цеолитсодержащие катализаторы крекинга.
8. Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов методом риформинга бензиновых фракций.
9. Технология получения алюмооксидного носителя. Монометаллические и биметаллические катализаторы риформинга и их свойства.
10. Катализаторы и механизм их каталитического действия
11. Катализаторы гидратации этилена. Состав, свойства, получение.
12. Катализаторы и инициаторы процесса окисления.
13. Катализаторы гидрогенизационных процессов и механизм их действия.
14. Катализаторы гидрокрекинга.
15. Характеристика катализаторов полимеризации.
16. Синтез металлоорганического катализатора для получения полиэтилена при низком давлении.
17. Катализаторы получения полиизобутилена.
18. Катализаторы процесса дегидрирования.

19. Катализаторы прямой гидратации этилена.
20. Примеры производства катализаторов на носителях
21. Катализаторы конверсии углеводородов водяным паром
22. Катализаторы окисления метанола в формальдегид и гидрирования сераорганических примесей нефтяных фракций
23. Катализаторы риформинга
24. Катализаторы на основе активного угля
25. Катализаторы, применяемые в процессе дегидрирования изобутана в изобутилен
26. Роль носителей гетерогенных катализаторов.
27. Теории гетерогенного катализа.
28. Катализаторы, получаемые механическим смешением катализаторов.
29. Примеры приготовления катализаторов смешением.
30. Цинк-хромовый катализатор смешения
31. Никель – вольфрамный катализатор гидрирования ароматических углеводородов
32. Получение катализаторов методом осаждения
33. Получение катализаторов на носителях.
34. Производство микросферического алюмосиликатного катализатора.
35. Катализаторная фабрика.
36. Цеолиты – общие сведения.
37. Классификации цеолитов.
38. Катализаторы крекинга.
39. Структура цеолитов
40. Состав катализаторов крекинга.
41. Матрица катализаторов крекинга.
42. Активный компонент катализаторов крекинга.
43. Вспомогательные добавки в катализатор крекинга.

## Вопросы к экзамену

1. Основные понятия о катализе
2. Как делится катализ по типам реакций.
3. Гетеролитический или ионный катализ.
4. Гетерогенные катализаторы.
5. Активность, селективность и стабильность катализатора.
6. Гомогенные катализаторы.
7. Смешанные катализаторы.
8. Роль носителей гетерогенных катализаторов.
9. Теории гетерогенного катализа.
10. Основные процессы в производстве катализаторов.
11. Способы формовки катализаторов и носителей.
12. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленности.
13. Получение катализаторов, классификация по методу приготовления.
14. Получение катализаторов методом осаждения
15. Получение катализаторов на носителях, получаемых методом пропитки.
16. Катализаторная фабрика.
17. Сырьевое отделение катализаторной фабрики.
18. Формовочно-промывное отделение катализаторной фабрики.
19. Сушильно-прокалочное отделение катализаторной фабрики.
20. Производство микросферического алюмосиликатного катализатора. Блок – схема приготовления алюмосиликатного катализатора.
21. Схема приготовления раствора жидкого стекла.
22. Схема приготовления раствора сульфата алюминия.
23. Сырьевое отделение катализаторной фабрики. Схема формовки микросфер катализатора
24. Синерезис. Процесс активации.

- 25.Формовочно-промывное отделение катализаторной фабрики
26. Сушительно-прокалочное отделение катализаторной фабрики. Вертикальная сушильная колонна:
27. Цеолитные катализаторы. Схема производства гранулированных цеолитов:
- 28.Цеолит типа Y. Схема производства гранулированного цеолита, не содержащего связующего.
- 29.Ионный обмен. Пропитка обезвоженного цеолита. Введение каталитически активного компонента в момент синтеза (кристаллизации) цеолита
30. Катализаторы крекинга.
31. Матрица катализаторов крекинга.
32. Вспомогательные добавки.
33. Промышленные цеолитсодержащие катализаторы крекинга.
- 34 Производство катализаторов для получения ароматических углеводородов методом риформинга бензиновых фракций.
35. Технология получения алюмооксидного носителя. Монометаллические и биметаллические катализаторы риформинга и их свойства.
36. Катализаторы и механизм их каталитического действия
37. Катализаторы гидратации этилена. Состав, свойства, получение.
38. Катализаторы и инициаторы процесса окисления.
39. Катализаторы гидрогенизационных процессов и механизм их действия.
40. Катализаторы гидрокрекинга.
41. Характеристика катализаторов полимеризации.
42. Синтез металлоорганического катализатора для получения полиэтилена при низком давлении.
43. Катализаторы получения полиизобутилена.
44. Катализаторы процесса дегидрирования.
45. Катализаторы прямой гидратации этилена.
46. Примеры производства катализаторов на носителях
47. Катализаторы конверсии углеводородов водяным паром
48. Катализаторы окисления метанола в формальдегид и гидрирования сераорганических примесей нефтяных фракций
49. Катализаторы риформинга
50. Катализаторы на основе активного угля
51. Катализаторы, применяемый в процессе дегидрирования изобутана в изобутилен
52. Роль носителей гетерогенных катализаторов.
53. Теории гетерогенного катализа.
54. Катализаторы, получаемые механическим смешением катализаторов.
55. Примеры приготовления катализаторов смешением.
56. Цинк-хромовый катализатор смешения
57. Никель –вольфрамовый катализатор гидрирования ароматических углеводородов
58. Получение катализаторов методом осаждения
59. Получение катализаторов на носителях.
60. Производство микросферического алюмосиликатного катализатора.
61. Катализаторная фабрика.
62. Цеолиты – общие сведения.
63. Классификации цеолитов.
64. Катализаторы крекинга.
65. Структура цеолитов
66. Состав катализаторов крекинга.
67. Матрица катализаторов крекинга.
68. Активный компонент катализаторов крекинга.
69. Вспомогательные добавки в катализатор крекинга.
70. Характеристика и способы производства важнейших носителей. Силикагели, способы их получения. Характеристика.
71. Катализаторная фабрика и ее отделения. Технологические схемы каждого отделения.

72. 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.
73. 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.
74. Синтез и технология производства цеолитов, цеолитных и цеолитсодержащих катализаторов.
75. Основные требования к катализаторам при эксплуатации в промышленных условиях. Отравление катализаторов. Регенерация катализаторов.
76. Катализаторы, применяемые в производстве полимеров и полиолефинов. Катализаторы, применяемые в производстве полиэтилена.
77. Производство катализаторов конверсии оксида углерода. Катализаторы конверсии углеводородов с водяным паром.
78. Цинк-хромовый катализатор синтеза метанола.
79. Катализаторы гидрогенизационных процессов: гидроочистки, гидрокрекинга, риформинга, гидрообессеривания и т. д.
80. Никель-вольфрамовый катализатор гидрирования ароматических углеводородов. Катализаторы процессов дегидрирования.
81. Катализаторы, применяемые для получения низших спиртов.
82. Катализаторы процесса алкилирования.
83. Катализаторы, применяемые в производстве синтетических моющих веществ.
84. Катализаторы галогенирования и нитрования
85. Катализаторы на основе ионообменных смол.

#### 7.4 Образцы билетов

##### Образец экзаменационного билета на первую рубежную аттестацию

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Технология производства катализаторов ОС

Институт нефти и газа \_\_\_\_\_ Специальность НТС семестр VI

1. Цеолитные катализаторы. Схема производства гранулированных цеолитов

2. Схема приготовления раствора жидкого стекла

3. Синерезис. Процесс активации

**УТВЕРЖДАЮ**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

*Зав. кафедрой* \_\_\_\_\_ **Л.Ш. Махмудова**



Образец экзаменационного билета на вторую рубежную аттестацию

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

---

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Технология производства катализаторов ОС

Институт нефти и газа \_\_\_\_\_ Специальность НТС семестр VII

1. Гомогенные катализаторы. Основные понятия о катализе. Сущность ускоряющего действия катализаторов.

2. Катализаторы процесса дегидрирования.

3. Катализаторная фабрика.

УТВЕРЖДАЮ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г. Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Ш. Махмудова

7.4.3. Образец экзаменационного билета

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

---

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Технология производства катализаторов ОС

Институт нефти и газа \_\_\_\_\_ Специальность НТС семестр VII

1. Катализ в современной химической технологии и в процессах органического синтеза. Основные понятия о катализе. Сущность ускоряющего действия катализаторов.

2. Получение катализаторов. Классификация по методу приготовления. Примеры производства катализаторов на носителях.

3. Производство микросферического алюмосиликатного катализатора. Блок –схема приготовления алюмосиликатного катализатора.

УТВЕРЖДАЮ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г. Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Ш. Махмудова

7.4. 4. Опрос по темам реферата

## **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.

### **б) дополнительная литература**

1. Технология катализаторов. Под ред. М.П. Мухленова, Л., Химия, 1989г.
2. Химия цеолитов и катализ на цеолитах т.1, т.2. Под ред. Д. Рабо - М, Мир. 1980г.  
Е.Д. Радченко, Б. К. Нефедов, Р.А. Алиев, Промышленные катализаторы гидрогенизационных процессов нефтепереработки - М., Химия, 1987.
3. Л.Я. Маргалис. Окисление углеводородов на гетерогенных катализаторах. М.: Химия, 1977, 327 с.
4. Комаров В.С. Структура и пористость адсорбентов и катализаторов. М.: Наука и техника, 1988. 288 с.
5. И.Е. Неймарк. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. Киев: Наукова думка, 1982. 216 с.
6. Б.М. Богословский, З.С. Казакова. Скелетные катализаторы, их свойства и их применение в органической химии. М.: Химия. 1967.
7. 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.

### **в) интернет – ресурсы (Сайт - [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com).)**

1. Ф.А.Селимов, У.М.Джемилев, О.А.Пташко. Металлокомплексный катализ в синтезе 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.
3. 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.

**г) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций.
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лаборатория для проведения различных синтезов по органическому синтезу, в том числе и по синтезу катализаторов органического синтеза.
2. Класс с персональными компьютерами для проведения практических расчетов по данным, полученным в ходе лабораторных работ и их оформления.

**Составитель:**

  
\_\_\_\_\_

Подпись

\_\_\_\_\_ /Ахмадова Х.Х., профессор кафедры «ХТНГ»/  
ФИО, должность

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

**СОГЛАСОВАНО:**


**Заведующий кафедрой «ХТНГ»:**

  
\_\_\_\_\_

Подпись

\_\_\_\_\_ / Махмудова Л.Ш. /  
ФИО

**Директор ДУМР :**

  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ / Магомаева М.А. /