

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавардени

Должность: Ректор

Дата подписания: 04.10.2023 15:05:00

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52d0c07971a86865a3823191a4304cc

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**«Грозненский государственный нефтяной технический университет**  
**имени академика М. Д. Миллионщикова»**



« 21 » 06 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

### **«ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ»**

#### **Направление подготовки**

18.03.01 «Химическая технология»

#### **Профиль**

«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

#### **Квалификация**

Бакалавр

#### **Год начала подготовки**

2023

Грозный 2023

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью и задачами преподавания дисциплины «Гетерогенный катализ и производство катализаторов» является обучение обработке и обобщения новейшей научно-технической информации о значении катализа, в области переработки нефти и газа; получение знаний, умения и опыта, в области современных исследований катализа и катализаторах на основе переработки нефти, газа и угля; проведение научно-исследовательской работы, основными направлениями которой являются изучение особенностей протекания катализа.

Важное место в программе уделяется изучению экологических проблем в производстве катализаторов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Для изучения курса требуется знание: высшей математики; информатики; физики; общей и неорганической химии; органической химии; физической химии; физико-химических методов анализа и аналитической химии; метрологии, стандартизации и сертификации; процессов и аппаратов химической технологии; общей химической технологии; химии нефти и газа; введения в химическую технологию топлив и углеродных материалов; теоретических основ химической технологии топлив и углеродных материалов.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: химическая технология топлив и углеродных материалов; УИРС; перспективные процессы получения топлив.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ПК-5. Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	ПК-5.1 Проводит научные исследования и эксперименты испытаний новой техники и технологии в производстве продукции	<b>знать</b> свойства химических элементов, соединений и материалов <b>уметь</b> организовывать проведение лабораторных анализов и испытаний нефти и продуктов ее переработки в соответствии с существующими стандартами; <b>владеть</b> навыками по обеспечению качества выпускаемых компонентов и продукции
	ПК-5.2. Анализирует и систематизирует научно-техническую информацию.	

	ПК-5.3. Руководит проведением внедренческих работ и работ по освоению вновь разрабатываемых технологических процессов	
	ПК-5.4. Работает на современном технологическом и лабораторном оборудовании	
ПК-6 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	ПК-6.1. Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	
	ПК-6.2. Руководство группой работников при исследовании самостоятельных тем	
	ПК-6.3 Занимается деятельностью, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач	
	ПК-6.4 Осуществляет анализ и оптимизацию процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	

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

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестр	
			7	7
	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
<b>Контактная работа (всего):</b>	<b>51/1,4</b>	<b>51/1,4</b>	<b>51/1,4</b>	<b>51/1,4</b>
В том числе:				

Лекции		34/0,9	34/0,9	34/0,9	34/0,9
Лабораторные работы (ЛР)		17/0,5	17/0,5	17/0,5	17/0,5
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>93/2,6</b>	<b>93/2,6</b>	<b>93/2,6</b>	<b>93/2,6</b>
В том числе:					
Реферат		20/0,6	20/0,6	20/0,6	20/0,6
Темы для самостоятельного изучения		30/0,8	30/0,8	30/0,8	30/0,8
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам		22/0,6	22/0,6	22/0,6	22/0,6
Подготовка к экзамену		21/0,6	21/0,6	21/0,6	21/0,6
Вид отчетности		<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в Часах.	144	144	144	144
	ВСЕГО в зач. единицах	4	4	4	4

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Всего часов	
		ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
1.	Общие понятия о катализе и катализаторах	4	4	-	-	4	4
2.	Гомогенные каталитические процессы	4	4	-	-	4	4
3.	Теоретические основы гетерогенного катализа.	8	8	-	-	8	8
4.	Понятие об активном комплексе, носителе (матрице) и промоторах.	8	8	6	6	14	14
5.	Синтез и производство катализаторов.	10	10	11	11	21	21
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>51</b>	<b>51</b>

### 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Общие понятия о катализе и катализаторах	Введение. Общие понятия о катализе и катализаторах. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Основные характеристики катализаторов. Значение катализа в переработке нефти и газа.
2	Гомогенные каталитические процессы.	Особенности протекания гомогенных каталитических процессов. Особенности кинетики гомогенных каталитических процессов.

3	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Существующие теории катализа. Геометрические теории. Мультиплетная теория и теория активных ансамблей. Электронные теории. Химические теории. Влияние катализатора на энергию активации и скорость реакции.
4	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Стадии гетерогенного катализа. Влияние внешней и внутренней диффузии на скорость реакций. Виды адсорбции в катализе и методы их исследования.
5	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Кинетика реакций углеводородов. Формальные кинетические модели каталитических реакций. Степенные кинетические уравнения. Условные модели каталитических процессов. Градиент температуры внутри зерна катализатора.
6	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Кислотный катализ. Кислотные центры и их участие в реакциях. Центры Бренстеда, Льюиса и суперкислотные. Корреляция между кислотностью и каталитической активностью. Образование и свойства карбокатионов. Типы катализируемых реакций.
7	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Окислительно-восстановительный катализ. Типы катализируемых реакций. Катализ на металлах и полупроводниках. Активность и дисперсность металлов. Теория валентной связи. Зонные модели. Теории кристаллических полей и теория поля лигандов.
8	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Координационно-комплексный катализ. Бифункциональные катализаторы и природа их действия. Окисные катализаторы. Типы катализируемых реакций, промышленные процессы.
9	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Теоретические основы подбора катализаторов.
10	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Деактивация катализаторов и ее сущность. Регенерация катализаторов. Промышленные катализаторы и их характеристика.
11	Понятие об активном комплексе, носителе (матрице) и промоторах.	Основные характеристики твердых катализаторов и методы их определения. Краткая характеристика основных носителей промышленных катализаторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- активная окись алюминия,</li> <li>- аморфные алюмосиликаты,</li> <li>- активный уголь,</li> <li>- силикагель.</li> </ul>
12	Понятие об активном комплексе, носителе (матрице) и промоторах.	Введение структурных и текстурных промоторов каталитических реакций: галогенирование, сульфирование, добавка других металлов, оксидов металлов.

13	Понятие об активном комплексе, носителе (матрице) и промоторах.	Активные компоненты катализаторов. Цеолиты. Химический состав, структура, ионнообменные свойства, термостабильность, пористость и удельная поверхность. Цеолитсодержащие катализаторы. Состав, катализируемые реакции. Природа каталитически активных центров. Особенности активации, дезактивации и регенерации.
14	Понятие об активном комплексе, носителе (матрице) и промоторах. Активные компоненты катализаторов	Оксидные катализаторы. Краткая характеристика катализаторов окисления, гидродесульфуриации, гидроде-ароматизации. Особенности активации, дезактивации и регенерации таких катализаторов. Бифункциональные катализаторы. Активные компоненты, носители и промоторы; используемые материалы. Краткая характеристика свойств современных катализаторов риформинга, изомеризации, гидрокрекинга, гидроизомеризации. Особенности активации, дезактивации и регенерации таких катализаторов.
15	Синтез и производство катализаторов.	Основные способы производства твердых катализаторов. Сплавление, золь-гель метод, смешение гидрогелей, прививка на носитель, пропитка, ионный обмен. Основные технологические операции, аппаратура.
16	Синтез и производство катализаторов.	Производство носителей и адсорбентов. Производство активной окиси алюминия. Производство цеолитов.
17	Синтез и производство катализаторов.	Производство катализаторов. Синтез и технология производства аморфных алюмосиликатов. Синтез и технология производства цеолитсодержащих катализаторов.
18	Синтез и производство катализаторов.	Синтез и технология производства оксидных катализаторов: алюмокобальтовых, алюмомолибденовых, АКМ, алюмоникелевых, АНМ, никельвольфрамовых, цеолитных алюмоникельмолибденкремнекислородных.  Технология производства металлических и бифункциональных металнанесенных катализаторов.

### 5.3. Лабораторные занятия

Таблица 5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1		Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и противопожарным мероприятиям. Ознакомление с методами выполнения анализов и требования к оформлению отчетов.

2	Теоретические основы гетерогенного катализа.	Определение некоторых физико-механических характеристик катализаторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- насыпная плотность,</li> <li>- гранулометрический состав,</li> <li>- размер экструдатов,</li> <li>- общий объем пор,</li> <li>- массовая доля потерь при прокаливании.</li> </ul>
3	Синтез и производство катализаторов.	Получение катализаторов гидроочистки методом пропитки
4	Синтез и производство катализаторов.	Определение кобальта в алюмокобальтмолибденовом катализаторе

#### 5.4. Практические (семинарские) занятия

Учебным планом не предусмотрены

### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

#### 6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

1. Полимерные катализаторы: органометаллосилоксаны, органохлорсиланы как катализаторы гомогенных и гетерогенных процессов.
2. Производство силикагелей.
3. Технология производства органометаллосилоксанов, органохлорсила-нов.
4. Введение структурных и текстурных промоторов каталитических реакций: галогенирование, сульфирование, добавка других металлов, оксидов металлов, органометаллосилоксанов.
5. Краткая характеристика катализаторов гидродеметаллизации, конверсии углеводородов, синтеза
6. метанола.
7. Синтез и технология производства оксидных катализаторов: железохромовых, цинкхромовых, медь-алюминий-цинк оксидных катализаторов; ванадиевых, ванадий-титановых, ванадий-вольфрамовых оксидных катализаторов
8. Проблемы экологии в производстве катализаторов.
9. Создание замкнутых циклов в производстве и безотходных технологий. Охрана труда и техника безопасности на катализаторных фабриках.

#### 6.2 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Панченков Г.М., Лебедев В.П.. Химическая кинетика и катализ. М.: Изд.МГУ.1961
2. Романовский Б.В.. Основы химической кинетики. М.: Экзамен, 2006
3. Агеев Е.П.. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. 2-е изд., М.: МЦНМО, 2005
4. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: Академкнига, 2004
5. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. М.: Академия, 2003
6. Интернет-ресурсы:

NIST <http://www.nist.gov>

### 7. Оценочные средства

#### 7.1 Вопросы к рубежным аттестациям

##### Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Каково значение катализа в нефте- и газопереработке?

2. Дайте определение катализатора, кто ввел это понятие?
3. Назовите основные характеристики катализаторов, дайте их краткое определение.
4. Дайте определение гомо- и гетерогенного катализа. Приведите примеры процессов или реакций.
5. Что такое отрицательный катализ, приведите примеры.
6. Какие классификации каталитических процессов вы знаете?
7. Опишите существующие теории катализа.
8. Какие критерии используют для классификации пористых веществ?
9. Как отличаются твердые тела по удельной поверхности?
10. От чего зависит скорость гетерогенно-каталитических реакций?
11. Какова роль катализатора в химической реакции?
12. Назовите характерные черты гетерогенно-каталитических процессов.
13. Дайте краткое описание геометрических теорий, приведите примеры.
14. В чем заключается принцип энергетического и геометрического соответствия в катализе?
15. Что является носителем каталитической активности согласно теории активных ансамблей?
16. На чем основаны представления о катализе согласно электронным теориям?
17. Как влияет катализатор на энергию активации и скорость реакции?
18. Что такое активные центры катализатора, кто ввел определение активных центров?
19. Как происходит адсорбция и хемосорбция в гетерогенном катализе и каковы методы их исследования?
20. Чем характеризуют адсорбцию, какие изотермы адсорбции Вы знаете?
21. Назовите экспериментальные методы определения адсорбции. Какой метод получил большее распространение?
22. Каковы стадии гетерогенного катализа?
23. Какие виды диффузии различают в гетерогенном катализе и чем они характеризуются?
24. Какие виды внешней диффузии Вы знаете и чем они характеризуются?
25. Какие виды внутренней диффузии Вы знаете и чем они характеризуются?
26. Какие кинетические закономерности характерны для реакций углеводородов на пористом катализаторе?
27. От чего зависит градиент температуры внутри гранул катализатора?
28. На чем основаны формальные кинетические модели каталитических реакций, каковы наиболее распространенные модели?
29. На чем основаны условные кинетические модели промышленных реакций, как их составляют, определяют скорость процесса?
30. Дайте характеристики кислотного катализа и активных кислотных центров.
31. Что характеризует функция Гаммета и чем она определяется?
32. Какая корреляция существует между кислотностью и каталитической активностью?
33. Как образуются карбокатионы, каковы их свойства?
34. Как осуществляется катализ на металлах и полупроводниках?
35. От чего зависит активность металланесенных катализаторов?
36. Что Вы знаете о дисперсности металланесенных катализаторов?
37. Опишите типы реакций, катализируемых металланесенными катализаторами.
38. Как происходит и от чего зависит спекание металланесенных катализаторов?
39. В чем заключается теория валентной связи?
40. В чем заключается теория зонных моделей металлов и полупроводников?



*Образец билета к 1 –й рубежной аттестации*

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

кафедра «Химическая технология нефти и газа»

Билет №1

Дисциплина **«ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ»**

**Институт нефти и газа** группа \_\_\_\_\_ семестр \_\_\_\_\_

1. Каково значение катализа в нефте- и газопереработке?
2. Назовите экспериментальные методы определения адсорбции. Какой метод получил большее распространение

*Утверждаю:*

*Лектор* \_\_\_\_\_ *Зав. кафедрой «ХТНГ»* \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Какие катализаторы являются оксидными, каков механизм их действия, какие типы реакций катализируют?
2. Что Вы знаете о теоретических основах подбора катализатора?
3. Дайте характеристики активного комплекса, его функции в катализе.
4. Дайте характеристики носителя, его функции в катализе.
5. Дайте характеристики промоторов катализаторов, их функции в катализе.
6. По каким причинам происходит дезактивация катализатора?
7. Охарактеризуйте причины физической дезактивации катализаторов.
8. Охарактеризуйте причины химической дезактивации катализаторов.
9. Как происходит дезактивация катализатора при закоксовывании?
10. Как проявляется каталитическая активность самого кокса?
11. Как осуществляется регенерация катализаторов?
12. Назовите основные характеристики твёрдых катализаторов и методы определения физико-механических характеристик.
13. Назовите основные характеристики твёрдых катализаторов и методы определения физико-химических характеристик.
14. Назовите основные характеристики твёрдых катализаторов и методы определения технологических характеристик.
15. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику активной окиси алюминия.
16. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику активных углей.
17. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику аморфных алюмосиликатов.
18. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику кремнеземов.
19. Что представляют собой цеолиты? Каковы их ионообменные свойства, термостабильность, кислотность?
20. Что представляет собой цеолитсодержащие катализаторы. в каких процессах используются?
21. Какова природа каталитически активных центров цеолитов, какие реакции ими катализируются?
22. Дайте характеристику оксидных катализаторов, природы их действия.
23. Как происходит активация, дезактивация и регенерация катализаторов гидроочистки.
24. Что представляют собой бифункциональные катализаторы, какова природа их действия?

25. Что является активным компонентом, носителем и промотором бифункциональных катализаторов?
26. Что является ядами для бифункциональных катализаторов?
27. Дайте классификацию каталитических реакций и катализаторов, приведите примеры.
28. Дайте краткую характеристику свойств катализаторов риформинга, изомеризации и гидрокрекинга.
29. Каковы основы синтеза и технологии производства аморфных алюмосиликатов?
30. Как формируют шариковые синтетические алюмосиликаты, назовите их основные характеристики?
31. Каковы основы синтеза и технологии производства цеолитов?
32. Каковы основы технологии получения цеолитсодержащих кислотных катализаторов?
33. Каковы основы технологии получения активной окиси алюминия, характеристики сырья и готовой продукции?
34. Каковы основы технологии получения оксидных катализаторов на основе активной окиси алюминия?
35. Как происходит формирование гранул различной формы?
36. Каковы основы технологии получения бифункциональных металланесенных катализаторов?
37. Назовите основные методы модифицирования цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов.
38. Дайте краткое описание основной аппаратуры, применяемой при производстве.
39. Каковы проблемы экологии в производстве катализаторов, как утилизируют отходы производства?
40. Создание замкнутых циклов и безотходных технологий в производстве катализаторов.

**Образец билета к 2 –й рубежной аттестации**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

кафедра «Химическая технология нефти и газа»

Билет №20

Дисциплина **«ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ»**

**Институт нефти и газа** группа \_\_\_\_\_ семестр \_\_\_\_\_

1. Какие катализаторы являются оксидными, каков механизм их действия, какие типы реакций катализируют?
2. Какова природа каталитически активных центров цеолитов, какие реакции ими катализируются?

**Утверждаю:**

**Лектор** \_\_\_\_\_ **Зав. кафедрой «ХТНГ»** \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**7.2 Вопросы к экзамену**

1. Каково значение катализа в нефте- и газопереработке?
2. Дайте определение катализатора, кто ввел это понятие?
3. Назовите основные характеристики катализаторов, дайте их краткое определение.
4. Дайте определение гомо- и гетерогенного катализа. Приведите примеры процессов или реакций.
5. Что такое отрицательный катализ, приведите примеры.
6. Какие классификации каталитических процессов вы знаете?
7. Опишите существующие теории катализа.
8. Какие критерии используют для классификации пористых веществ?
9. Как отличаются твердые тела по удельной поверхности?

10. От чего зависит скорость гетерогенно-каталитических реакций?
11. Какова роль катализатора в химической реакции?
12. Назовите характерные черты гетерогенно-каталитических процессов.
13. Дайте краткое описание геометрических теорий, приведите примеры.
14. В чем заключается принцип энергетического и геометрического соответствия в катализе?
15. Что является носителем каталитической активности согласно теории активных ансамблей?
16. На чем основаны представления о катализе согласно электронным теориям?
17. Как влияет катализатор на энергию активации и скорость реакции?
18. Что такое активные центры катализатора, кто ввел определение активных центров?
19. Как происходит адсорбция и хемосорбция в гетерогенном катализе и каковы методы их исследования?
20. Чем характеризуют адсорбцию, какие изотермы адсорбции Вы знаете?
21. Назовите экспериментальные методы определения адсорбции. Какой метод получил большее распространение?
22. Каковы стадии гетерогенного катализа?
23. Какие виды диффузии различают в гетерогенном катализе и чем они характеризуются?
24. Какие виды внешней диффузии Вы знаете и чем они характеризуются?
25. Какие виды внутренней диффузии Вы знаете и чем они характеризуются?
26. Какие кинетические закономерности характерны для реакций углеводородов на пористом катализаторе?
27. От чего зависит градиент температуры внутри гранул катализатора?
28. На чем основаны формальные кинетические модели каталитических реакций, каковы наиболее распространенные модели?
29. На чем основаны условные кинетические модели промышленных реакций, как их составляют, определяют скорость процесса?
30. Дайте характеристики кислотного катализа и активных кислотных центров.
31. Что характеризует функция Гаммета и чем она определяется?
32. Какая корреляция существует между кислотностью и каталитической активностью?
33. Как образуются карбокатионы, каковы их свойства?
34. Как осуществляется катализ на металлах и полупроводниках?
35. От чего зависит активность металлнанесенных катализаторов?
36. Что Вы знаете о дисперсности металлнанесенных катализаторов?
37. Опишите типы реакций, катализируемых металлнанесенными катализаторами.
38. Как происходит и от чего зависит спекание металлнанесенных катализаторов?
39. В чем заключается теория валентной связи?
40. В чем заключается теория зонных моделей металлов и полупроводников?
41. Какие катализаторы являются оксидными, каков механизм их действия, какие типы реакций катализируют?
42. Что Вы знаете о теоретических основах подбора катализатора?
43. Дайте характеристики активного комплекса, его функции в катализе.
44. Дайте характеристики носителя, его функции в катализе.
45. Дайте характеристики промоторов катализаторов, их функции в катализе.
46. По каким причинам происходит дезактивация катализатора?
47. Охарактеризуйте причины физической дезактивации катализаторов.
48. Охарактеризуйте причины химической дезактивации катализаторов.
49. Как происходит дезактивация катализатора при закоксовывании?
50. Как проявляется каталитическая активность самого кокса?
51. Как осуществляется регенерация катализаторов?
52. Назовите основные характеристики твердых катализаторов и методы определения физико-механических характеристик.
53. Назовите основные характеристики твердых катализаторов и методы определения физико-химических характеристик.
54. Назовите основные характеристики твердых катализаторов и методы определения технологических характеристик.

55. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику активной окиси алюминия.
56. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику активных углей.
57. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику аморфных алюмосиликатов.
58. Перечислите основные носители катализаторов, адсорбенты и хемосорбенты, дайте характеристику кремнеземов.
59. Что представляют собой цеолиты? Каковы их ионообменные свойства, термостабильность, кислотность?
60. Что представляет собой цеолитсодержащие катализаторы. в каких процессах используются?
61. Какова природа каталитически активных центров цеолитов, какие реакции ими катализируются?
62. Дайте характеристику оксидных катализаторов, природы их действия.
63. Как происходит активация, дезактивация и регенерация катализаторов гидроочистки.
64. Что представляют собой бифункциональные катализаторы, какова природа их действия?
65. Что является активным компонентом, носителем и промотором бифункциональных катализаторов?
66. Что является ядами для бифункциональных катализаторов?
67. Дайте классификацию каталитических реакций и катализаторов, приведите примеры.
68. Дайте краткую характеристику свойств катализаторов риформинга, изомеризации и гидрокрекинга.
69. Каковы основы синтеза и технологии производства аморфных алюмосиликатов?
70. Как формируют шариковые синтетические алюмосиликаты, назовите их основные характеристики?
71. Каковы основы синтеза и технологии производства цеолитов?
72. Каковы основы технологии получения цеолитсодержащих кислотных катализаторов?
73. Каковы основы технологии получения активной окиси алюминия, характеристики сырья и готовой продукции?
74. Каковы основы технологии получения оксидных катализаторов на основе активной окиси алюминия?
75. Как происходит формирование гранул различной формы?
76. Каковы основы технологии получения бифункциональных металланесенных катализаторов?
77. Назовите основные методы модифицирования цеолитов и цеолитсодержащих катализаторов.
78. Дайте краткое описание основной аппаратуры, применяемой при производстве.
79. Каковы проблемы экологии в производстве катализаторов, как утилизируют отходы производства?
80. Создание замкнутых циклов и безотходных технологий в производстве катализаторов

*Образец билета к экзамену*

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова

кафедра «Химическая технология нефти и газа»

Билет №1

Дисциплина **«ГЕТЕРОГЕННЫЙ КАТАЛИЗ И ПРОИЗВОДСТВО КАТАЛИЗАТОРОВ»**

Институт нефти и газа группа \_\_\_\_\_ семестр \_\_\_\_\_

1. Каково значение катализа в нефте- и газопереработке?
2. Чем характеризуют адсорбцию, какие изотермы адсорбции Вы знаете?
3. Как происходит формирование гранул различной формы?

*Утверждаю:*

*Лектор* \_\_\_\_\_ *Зав. кафедрой «ХТНГ»* \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

### 7.3. Текущий контроль

**Вопросы к лабораторной работе для проведения текущего контроля.**

1. Определение катализ, катализаторы;
2. Гомогенные и гетерогенные системы;
3. Интенсивность и активность катализатора;
4. Селективность катализатора;
5. Требования, предъявляемые к катализатору (состав катализатора, примесей; частота катализатора; механические свойства катализатора; механические характеристики; требования к термической стабильности; требования к размерам гранул и форме гранул катализатора; теплопроводность катализатора; срок службы катализатора);
6. Текстуальные характеристики катализатора (величина поверхности, объём пор, форма и размер пор, распределение пор по размерам);
7. Методы приготовления гетерогенных катализаторов;
8. Производство осаждённых катализаторов (достоинства метода, недостатки метода, общая схема получения);
9. Получение силикагеля – носителя катализаторов;
10. Производство активного оксида алюминия;
11. Цеолиты, типы цеолитов, классификация цеолитов, промышленные способы их получения.
12. Получение катализаторов нанесением активного компонента на носитель;
13. Методы приготовления катализаторов основанные на механическом смешении компонентов, сухой и мокрый метод смешения;
14. Методы приготовления плавных и скелетных каталитических систем.

### *Образец лабораторной работы*

#### **1. Отбор средней пробы катализатора**

От того, насколько правильно выполнена операция отбора проб катализатора, зависит представительность средней пробы, по качеству; которой судят о качестве партии в целом.

Проба катализатора, поступающая в лабораторию на анализ, отбирается из каждой пятой бочки, в которые загружен катализатор, при помощи щупа с разных слоев.

Для отбора средней лабораторной пробы исходную пробу сокращают методом квартования (сущность метода изложена ниже).

## 1.1 Приборы, посуда, материалы и реактивы

### 1.1.1 Приборы, посуда

- секундомер (ГОСТ 5072-79)
- твердая пластина или фанера (ОСТ 3801130-95)
- линейка длинен не менее 25 см (ОСТ 3801130-95)
- стакан химический В (Н)-1-200 (ГОСТ 25336)

### 1.1.2 Материалы, реактивы

- катализатор или адсорбент анализируемый

## 1.2 Проведение отбора средней пробы

1.2.1 Исходную пробу катализатора высыпают на ровную поверхность и тщательно и осторожно перемешивают в течение 5-6 мин 1.-2.2 Перемешанный катализатор формуют в виде конуса, насыпая катализатор со всех сторон в центр, на вершину.

1.2.3 Полученный конус сплющивают, надавливая на вершину твердой пластиной и получают цилиндрический слой.

1.2.4 Слой катализатора делят боковой частью пластины на весь катализатор.

1.2.5 Оставшиеся две части катализатора смешивают. Если объем пробы оказался слишком большим,  $>250 \text{ см}^3$ ), то его сокращают последовательным квартованием.

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Гетерогенный катализ и производство катализаторов», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка рефератов;
- подготовка к письменным опросам и контрольным работам;
- подготовка к экзамену.

### *Контроль самостоятельной работы*

№	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	Работа с лекционным материалом	Проверка конспектов
2	Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	Письменный опрос или контрольная работа
3	Подготовка рефератов	защита рефератов
4	Подготовка к письменным опросам и контрольным работам	Письменный опрос и контрольная работа
5	Подготовка к экзамену	Экзамен

### Темы рефератов

1. Общие сведения из истории катализа, вклад русских ученых в развитие катализа.
2. Классификация каталитических реакций в химическом процессе.
3. Стадии гетерогенного катализа. Адсорбция как необходимая стадия гетерогенного катализа.

4. Осажденные контактные массы. Приготовление катализаторов методом пропитки.
5. Технология смешанных катализаторов. Приготовление катализаторов методом плавления исходных компонентов.
6. Цеолиты и катализаторы на их основе.
7. Способы формования катализаторов. Основные направления развития технологии катализаторов.

### **Вопросы к самостоятельной работе**

1. Что представляют собой полимерные катализаторы: органометаллосилоксаны, органохлорсиланы как катализаторы гомогенных и гетерогенных процессов?
2. Опишите производство силикагелей.
3. Какова технология производства органометаллосилоксанов, органохлорсиланов?
4. Как производится введение структурных и текстурных промоторов каталитических реакций: галогенирование, сульфирование, добавка других металлов, оксидов металлов, органометаллосилоксанов?
5. Какова краткая характеристика катализаторов гидродеметаллизации, конверсии углеводородов, синтеза метанола?
6. Каковы синтез и технология производства оксидных катализаторов: железохромовых, цинкхромовых, медь-алюминий-цинк оксидных катализаторов; ванадиевых, ванадий-титановых, ванадий-вольфрамовых оксидных катализаторов?
7. В чем состоят проблемы экологии в производстве катализаторов?
8. Как лучше производить утилизацию и обезвреживание отходов производства катализаторов?
9. Опишите принципы создания замкнутых циклов в производстве и безотходных технологий.
10. Каковы особенности охраны труда и техники безопасности на катализаторных фабриках?

#### 7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>ПК-5.</b> Способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности					
<b>знать</b> свойства химических элементов, соединений и материалов	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы и билеты к текущим и рубежным аттестациям и к экзамену
<b>уметь</b> организовывать проведение лабораторных анализов и испытаний нефти и продуктов ее переработки в соответствии с существующими стандартами	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>владеть</b> навыками по обеспечению качества выпускаемых компонентов и продукции	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b>ПК-6.</b> Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и					



экспериментального исследования.					
<b>знать</b>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	вопросы для контрольной и самостоятельной работы, тестовые задания .
<b>уметь</b>	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
<b>владеть</b>	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- для слепых: задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо 14 надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- для слабовидящих: обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания

выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **9.1 Литература**

#### **а) основная литература**

1. Романовский Б.В. Основы катализа. М.: Бинوم, 2013
2. Абраменков А.В., Агеев Е.П., Атякшева Л.Ф., Борзенко М.И., Васильев С.Ю., Голубина Е.В., Каргов С.И., Коробов М.В., Леванов А.В., Майорова А.Ф., новаковская Ю.В., Новоселов А.И., Романовский Б.В., Словохотов Ю.Л., Чухрай Е.С., Цирлина Г.А. Практикум по физической химии: Кинетика и катализ. Электрохимия. М.: Академия, 2012
3. Чоркендорф И., Наймонтсведрайт Дж., Основы кинетики и современного катализа. М.: Интеллект, 2011

#### **б) дополнительная литература**

1. Твердые катализаторы, их структура, состав и каталитическая активность. И.М.Колесников, Г.И.Вяхирев, М.Ю.Кильянов, В.А.Винокуров, С.И.Колесников. М.: ГУП Из-во "Нефть и газ", 2000.- 372 с.
2. Промышленный катализ в лекциях. Вып.1:Катализ. Введение и основные понятия / В.А. Лихолобов. Введение в физическую химию формирования текстуры гетерогенных катализаторов. Ч.1 / В.Б. Фенелонов, В.Н. Пармон. Научные основы приготовления катализаторов/ Н.А. Пахомов/ под общ.ред. А.С. Носкова. — М.:Калвис,2005. — 132с. — ISBN 5-89530-004-9;5-89530-005-7.
3. Промышленный катализ в лекциях. Вып.2:Введение в физическую химию формирования текстуры гетерогенных катализаторов. Ч.2 / В.Б. Фенелонов, В.Н. Пармон. Нанесенные металлические катализаторы/ В.А. Семиколенов/ под общ.ред. А.С. Носкова. — М.:Калвис, 2005. — 117с. — ISBN 5-89530-004-9; 5-89530-006-5.
4. Промышленный катализ в лекциях. Вып.3: Катализ и физико-химические методы/ В.И. Бахтияров. Экспериментальные методы изучения свойств катализаторов и сорбентов / Н.Н.Бобров. Адсорбционные методы ... /В.Б.Фенелонов, В.Н.Пармон/ под общ. ред. А.С. Носкова. — М.:Калвис,2006. — 128с.:ил. — ISBN 5-89530-008-1;5-89530- 004-9.

#### **в) программное обеспечение и Интернет – ресурсы**

1. Электронный конспект лекций
2. [www.e-library.ru](http://www.e-library.ru);
3. [www.chemindustry.ru](http://www.chemindustry.ru)
4. [www.mirnefti.ru](http://www.mirnefti.ru);
5. [www.neftekhimiya.ips.ac.ru](http://www.neftekhimiya.ips.ac.ru);

## **9.2 Методические указания по освоению дисциплины «Гетерогенный катализ и производство катализаторов» (Приложение )**

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория, предназначенная для выполнения работ по каталитическим процессам.

**Методические указания по освоению дисциплины**  
**«Гетерогенный катализ и производство катализаторов»**

**1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Гетерогенный катализ и производство катализаторов» состоит из 8 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала. Обучение по дисциплине «Гетерогенный катализ и производство катализаторов» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (вопросы для самостоятельного изучения, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету).
3. Интерактивные формы проведения занятий (групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 - 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 -15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

**2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине **«Гетерогенный катализ и производство катализаторов»** - это углубление и расширение знаний в области приготовления и анализа товарной продукции; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Вопросы для самостоятельного изучения
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

**Составитель:**

Доценткафедры «ХТНГ»



/ М.Н. Басханова /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав.кафедрой «ХТНГ»



/ Махмудова Л.Ш. /

Директор ДУМР



/ Магомаева М.А. /