



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

Реутов В.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)
13 июля 2018 г.



«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий базовой кафедрой
химических и ресурсосберегающих технологий
(название кафедры)

Реутов В.А.
(Ф.И.О. зав. каф.)
13 июля 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Катализ и каталитические процессы

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
профиль «Технология химических и нефтеперерабатывающих производств»
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8
лекции 20 час.
практические занятия нет
лабораторные работы 30 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр.0 /лаб. 10 час.
всего часов аудиторной нагрузки 50 час.
в том числе с использованием МАО 10 час.
самостоятельная работа 58 час.
в том числе на подготовку к экзамену нет
контрольные работы (количество) 1
зачет 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 21.10.2016 № 12-13-2030

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической и аналитической химии, протокол № от 201 г.

Заведующий кафедрой: д.х.н., профессор Н.Б. Кондриков
Составитель: Кондриков Н.Б., д.х.н., профессор

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 18.03.01 Chemical Technology

Study profile "Technology of chemical and oil refineries"

Course title: Catalysis and Catalytic Processes

Basic (variable) part of Block, 3 credits

Instructor: professor Kondrikov N.B.

At the beginning of the course a student should be able to: Course "Catalysis and catalytic processes" precede necessary for its understanding of the courses: "General and Inorganic Chemistry", "Organic Chemistry", "Physical Chemistry", "Physics" general professional undergraduate cycle, as well as preliminary competence. formed in the course of development of the previous courses.

GC-4 Ability creatively receive and use the achievements of science and technology in the professional sphere, in accordance with the needs of regional and global labor market

GC-13 Readiness for self-development, improving their qualifications and skills, the ability to acquire new knowledge in the field of engineering and technology, mathematics, natural sciences, humanities, social and economic sciences

GPC-5 The ability to justify the adoption of specific technical solutions in the development of technological processes; choose the technical means and technologies, taking into account the environmental consequences of their application

Learning outcomes: Code and the wording of competence:

GPC-1 He knows basic laws of natural sciences.

GPC-3 Ability count norms of material costs of raw materials, reagents and catalysts used in the production of the product

PC-12 Know the basics of the structure of matter, the nature of the chemical bond in the various classes of chemical compounds and chemical processes mechanisms

PC-22 Use knowledge of basic physical theories to solve the physical problems arise, independent acquisition of physical knowledge, for understanding the principles of operation of instruments and devices, including beyond the competence of a particular oriental

Content of discipline: The content of the theoretical part of the course is divided into two sections, which provide information that is relevant to the study of theoretical research questions adsorption processes as applied to heterogeneous catalysis and modern concepts in the theory of catalysis, the theoretical foundations of the study of catalytic processes.

Main course literature:

Recommended reading

1. Tolmachev, A. M. Adsorption of Gases, Vapors and Liquids / A. M. Tolmachev. M . : Granica, 2012. - 214 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:689394&theme=FEFU>
2. Lukomskii, U.Y. Physical and chemical bases of electrochemistry, Y.Y. Lukomskii, Y.D. Hamburg - Dolgoprudny: Intel-Lect, 2013. - 446 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:719079&theme=FEFU>
3. Bond A.M. Electroanalytical methods. Theory and practice / A.M. Bond, D. Intselt, Sh. Komorski-Lovrich, R.J. Compton, M. Lovrich, H. Lohse, F. Marken, A. Neudeck, U. Retter, Stoyek C., D. A. Fidler, F. Scholz // Ed. F. Scholz. Trans. from English. ed. VN Maystrenko. . - M: Binom. Laboratory Knowledge, 2012. - 326 p. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:253266&theme=FEFU>
4. Chorkendorf, Ib. Sovremenniy kataliz i himicheskaya kinetika [Modern catalysis and chemical kinetics]. – Dolgoprudny: Intellect, 2010. – 501p. (rus) – Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:289588&theme=FEFU>

Form of final knowledge control: credit.

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Катализ и каталитические процессы» разработана для студентов 4 курса направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина Б1.В.ДВ.6.2 «Катализ и каталитические процессы» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетные единицы (108 часа). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (20 час.) и лабораторные занятия (30 час.), самостоятельная работа (58 час.). Дисциплина реализуется в 8 семестре 4 курса.

Курсу «Катализ и каталитические процессы» предшествуют необходимые для его понимания курсы: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Физика» общепрофессионального цикла бакалавриата., а также предварительные компетенции, сформированные в процессе освоения предшествующих курсов.

Для успешного изучения дисциплины «Химические реакторы и макрокинетика» у обучающихся должны быть сформированы следующие общекультурные (ОК) и профессиональные (ПК) предварительные компетенции, элементы компетенций:

ОК-4 способность творчески воспринимать и использовать достижения науки, техники в профессиональной сфере в соответствии с потребностями регионального и мирового рынка труда;

ОК-13 готовностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью приобретать новые знания в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук;

ПК-5 владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

Цель освоения дисциплины «Катализ и каталитические процессы» - дать систематизированное представление о возможностях каталитических методов для реализации важных химических процессов, о роли катализа в нефтехимических производствах, теоретических представлениях в катализе и механизмах каталитических реакций, каталитических методах защиты окружающей среды методах приготовления и исследования катализаторов. исследования состава, структуры и физико-химических свойств веществ, различных материалов анализа соединений, о подходах к выбору

соответствующих методов в зависимости от исследовательских задач. В настоящее время без использования современных методов исследования катализаторов и каталитических процессов невозможна разработка новых каталитических процессов и успешная реализация нефтехимических производств.

Задачи:

- освоить сущность и возможности важнейших каталитических процессов,
- освоить методы исследования активности катализаторов для целенаправленного выбора оптимальных катализаторов для конкретного процесса и производства.
- быть подготовленным для разработки новых каталитических процессов и реализации их в производстве.

Для успешного изучения дисциплины «Катализ и каталитические процессы» у обучающихся должны быть сформированы следующие общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) предварительные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Знает	Основные законы естественнонаучных дисциплин
	Умеет	Использовать законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
	Владеет	Владеет навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-3 использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Знает	Основы строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений и механизмов химических процессов
	Умеет	Использовать эти знания для понимания свойств материалов и механизма химических процессов в окружающем мире
	Владеет	Навыками использования указанных знаний для понимания свойств материалов и механизма химических процессов

ПК-12 способностью рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов и катализаторов, используемых в производстве продукции	Знает	Методики расчета нормативов материальных затрат, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве химической и нефтехимической продукции
	Умеет	Рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве продукции
	Владеет	Навыками расчетов нормативов материальных затрат сырья, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве продукции
ПК-22 готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Знает	Свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе
	Умеет	Использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности
	Владеет	Навыками использования свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности и выходящих за пределы компетентности конкретного направления

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Катализ и каталитические процессы» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: работа по индивидуальному заданию (на лабораторных занятиях); работа в малых группах (на лабораторных занятиях).

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Содержание теоретической части курса разбивается на два раздела, в которых приводятся сведения, относящиеся к изучению теоретических вопросов исследования адсорбционных процессов применительно к гетерогенному катализу и современным представлениям в теории катализа, теоретическим основам исследования каталитических процессов.

Раздел 1 Теоретические вопросы исследования адсорбционных процессов в применении к катализу.

Тема 1. Введение. Компоненты сорбционных систем и их свойства (4 ч часа)

1.1. Структурные характеристики адсорбентов.

1.2. Экспериментальные методы изучения процессов из газовой фазы и из растворов.

1.3. Взаимодействие полярных молекул с полярной поверхностью, ориентационная составляющая адсорбционных сил, формула Кеезома. Механизм индукционного взаимодействия молекул с поверхностью. Взаимодействие неполярных молекул с неполярной поверхностью, дисперсионная составляющая адсорбционных сил, уравнение Лондона. Уравнение Леннарда-Джонсона, учитывающее основные составляющие адсорбционных сил. Потенциальная диаграмма взаимодействия молекулы с поверхностью адсорбента. Примеры проявления составляющих адсорбционного взаимодействия в конкретных системах.

1.4. Условия адсорбционного равновесия. Выражения поверхностной энергии. Фундаментальные уравнения Гиббса для поверхностного слоя. Свободная энергия адсорбции.

Тема 2. Основы теории равновесных сорбционных систем (3 часа)

2.1 Теория мономолекулярной адсорбции. Анализ изотермы Лэнгмюра (область Генри, область полного заполнения поверхности, смысл константы адсорбции). Использование изотермы Лэнгмюра для определения теплоты адсорбции, удельной поверхности адсорбента. Капиллярное давление, закон Лапласа. Зависимость давления пара и растворимости от кривизны поверхности; законы Кельвина и Гиббса–Оствальда.

2.2 Применимость уравнения БЭТ в качестве стандартного метода определения удельной поверхности адсорбентов, а также для определения чистой теплоты адсорбции. Недостатки теории БЭТ.

Тема 3. Неравновесные адсорбционные системы (3 часа)

3.1. Кинетические закономерности собственно адсорбционной и диффузионной стадии. Влияние пористой структуры адсорбентов на кинетику адсорбции.

3.2. Методы расчета кинетических параметров процессов адсорбции.

3.3. Математическое описание динамики адсорбции. Формула Шилова. Уравнение материального баланса. Факторы, влияющие на форму выходной кривой: природа органического адсорбата, пористая структура адсорбента, гидродинамический режим

Раздел 2. Современные представления в теории катализа, теоретические основы исследования каталитических процессов. Промышленный катализ

Тема 4. Теоретические основы катализа. Фундаментальные вопросы катализа (4 часа)

Краткий исторический очерк. Основные этапы развития катализа. Феноменология катализа. Роль катализа в современной химической промышленности и в живой природе. Общие принципы катализа. Катализ и равновесие. Промежуточные соединения в катализе, катализатор как астехиометрический реагент. Каталитический цикл.

5.1 Новый реакционный путь, открываемый катализатором. Факторы, определяющие скорость каталитической реакции. Эффекты компенсации и дополнительного связывания.

Взаимодействие реакционной среды и катализатора. Активные формы гомогенных и гетерогенных катализаторов. Стационарное состояние катализатора. Обратная связь и саморегулирование в катализе.

Принципы классификации катализаторов и каталитических процессов. Основные характеристики катализаторов: активность, селективность, стабильность.

5.2 Методы исследования катализаторов и каталитических процессов

Типы каталитических реакторов: статические, проточные и проточно-циркуляционные системы. Микрокаталитические реакторы. Интегральный и дифференциальные методы, безградиентные методы. Политермические методы: ТПД, ТПР.

5.3 Методы идентификации и количественного анализа продуктов каталитических реакций: хроматография, хроматомасс-спектрометрия

Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы. Термогравиметрия.

Методы исследования текстуры пористых катализаторов. Адсорбционные методы, ртутная порометрия. Газохроматографические методы.

Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Электронная микроскопия. Туннельная и атомно-силовая микроскопия.

Изотопные методы в катализе. Кинетический изотопный эффект. Изотопный обмен, меченые соединения.

ИК-, КР- и УФ-спектроскопия. Радиоспектроскопия: ЭПР и ЯМР. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-спектроскопия.

Катализ и адсорбция. Кинетика гетерогенных реакций. Кинетические модели гетерогенных реакции, Лэнгмюра-Хиншельвуда и Ридила-Эли. Стадийные и слитные механизмы в гетерогенном катализе, примеры процессов. Степень компенсации и потенциальные профили для этих механизмов.

Электронные представления в катализе. Элементы зонной теории полупроводников. Слабые и сильные формы хемосорбционной связи на поверхности полупроводниковых катализаторов, их реакционная способность. Радикальные механизмы реакций в полупроводниковом катализе.

Отравление, промотирование, модифицирование катализаторов в рамках электронной теории. Роль уровня Ферми, как регулятора скорости, селективности реакций на поверхности полупроводников.

Тема 5. Актуальные проблемы катализа (1 час)

Активация малых молекул (азот, диоксид углерода, низшие алканы). Биомиметика.

Катализ и экология, катализ и новые источники энергии. Запасание энергии. Водородные технологии. Катализ и новые материалы. Каталитические способы переработки биомассы.

Тема 6. Основы гетерогенного катализа (2 часа)

Характеристика гетерогенных катализаторов – активность, селективность, избирательность. Отдельные стадии в гетерогенном катализе. Адсорбция. Диффузия. Кинетика и механизмы реакций. Энергетические аспекты. Электронные факторы в гетерогенном катализе. Промоторы и яды. Проблема дезактивации и регенерации катализаторов

Примеры промышленных процессов

Основные процессы нефтепереработки – пиролиз, крекинг, риформинг. Гидрирование в производстве метанола, альдегидов и кетонов, аминов. Дегидрирование в производстве стирола, бутадиена.

Процессы окисления – производство оксида этилена, формальдегида, малеинового и фталевого ангидридов, акролеина, окислительный аммонолиз.

Алкилирование, деалкилирование. Получение этилбензола и кумола, алкилирование парафинов олефинами.

Получение синтез-газа. Процесс Фишера–Тропша. Синтез метанола. Карбонилирование спиртов. Получение бензинов и индивидуальных углеводородов на базе метанола (6 ч)

Тема 7. Модифицирование поверхности твердых тел (3 часа)

Особенности поверхностных свойств твердых тел различной химической природы. Влияние химического состояния поверхности на физические и химические свойства твердых тел.

Методы модифицирования поверхности: физическое (легирование, ионная имплантация, нанесение тонких пленок и покрытий) и химическое (изменение функционального покрова) модифицирование.

Химическое модифицирование поверхности. Требования к модификаторам. Якорная группа и стабильность поверхностно-модифицированных материалов. Привитый слой – важнейший элемент химически модифицированного материала. Строение привитых слоев. Распределение привитых молекул в слое. Двумерность, макромолекулярность и полифункциональность привитого слоя. Взаимное влияние привитых молекул.

Химическое модифицирование гидроксильных носителей металлоорганическими соединениями – путь синтеза гетерогенных металлокомплексных катализаторов.

Применение поверхностно-модифицированных материалов: селективные сорбенты, катализаторы, ионообменники, сенсоры, наполнители пластмасс, стабилизаторы и т. д.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (30 час.)

1. Определение адсорбционных параметров

Занятие 1-2. Определение параметров пористой структуры сорбентов (6 часов).

Классические и современные методы определения пористости, удельной поверхности, распределения объемов пор по радиусам пор.

Занятие 3. Теоретический расчет кинетики адсорбции по уравнениям кинетики адсорбции (3 часа).

2. Катализ

Занятие 4. Приготовление адсорбционных катализаторов и определение их активности (6 часов).

Занятие 5. Определение теплоты адсорбции методом газовой хроматографии (3 часа).

3. Электрокаталитические и электрохимические методы защиты окружающей среды.

Занятие 6. Формирование электродов-катализаторов термическим и гальваническим способами (6 часов).

Занятие 7. Получение гипохлорита натрия (активного хлора), как обеззараживающего агента электролизом разбавленных хлоридных растворов (3 часа).

Занятие 8. Электрохимическое управление адсорбционно-десорбционными процессами (3 часа).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Катализ и каталитические процессы» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	1. Вводное занятие: знакомство со способами проведения эксперимента по изучению адсорбции в статических и динамических условиях, приготовление растворов, определение концентраций на фотоколориметре и построение калибровочных кривых. Оформление отчета. Построение и обработка графиков	ОПК-1	Знает:	Проверка готовности к лабораторным работам № 1-5. Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Вопросы №№1-10
			Умеет	Проверка домашних заданий и отчетов по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№1-10
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№1-10

	<p>Сорбционные процессы и электрокатализ</p> <p>2. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – раствор красителя.</p> <p>3. Определение типа изотермы адсорбции в системе силикагель – раствор красителя</p> <p>4. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – бензойная кислота</p> <p>Сорбционные процессы и электрокатализ</p> <p>5. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на активном угле</p> <p>Сорбционные процессы и электрокатализ</p>				
2	<p>6. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на силикагеле</p> <p>Сорбционные процессы и</p>	ОПК-3	Знает	<p>Проверка готовности к лабораторным работам № № 6-12</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Тестирование (ПР-1).</p>	<p>Вопросы №№10-15</p>

	<p>электрокатализ</p> <p>7. Построение изотермы адсорбции по данным динамики адсорбции. Сорбционные процессы и электрокатализ</p>		<p>Умеет</p>	<p>Проверка домашних заданий и отчетов по лабораторным работам №№ 6-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1).</p>	<p>Вопросы №№10-15</p>
			<p>Владеет</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам №№ 6-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1).</p>	<p>Вопросы №№10-15</p>
3	<p>8. Сравнение эффективности использования различных адсорбентов в очистке воды от примесей Сорбционные процессы и электрокатализ</p>	<p>ПК-12</p>	<p>Знает</p>	<p>Проверка готовности к лабораторным работам № 13-16. Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).</p>	<p>Вопросы №№15-20</p>
			<p>Умеет</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).</p>	<p>Вопросы №№15-20</p>
			<p>Владеет</p>	<p>Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).</p>	<p>Вопросы №№15-20</p>

		ПК-22	Знает	Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№15-20
	Умеет				
	Владеет				

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Физическая химия : учебник для высшего профессионального образования / Ю. Я. Харитонов. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:695584&theme=FEFU>
2. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 203 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448449>

3. Каталитические, сорбционные, микробиологические и интегрированные методы для защиты и ремедиации окружающей среды: Монография / Алтунина Л.К.; Под ред. Таран О. - Новоси�.:СО РАН, 2013. - 298 с.

<http://znanium.com/catalog/product/925167>

Дополнительная литература

1. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов / Золотов, Г. И. Цизин, С. Г. Дмитриенко / Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии. Москва : Наука , 2007.-320 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:259976&theme=FEFU>

2. Адсорбенты и носители катализаторов. Научные основы регулирования пористой структуры: Монография / В.С. Комаров, С.В. Бесараб. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 203 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=448449>

3. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах / Российская академия наук, Отделение химии и наук о материалах, Институт физической химии и электрохимии РАН [и др.] ; [под ред. А. Ю. Цивадзе]. - М.: Граница, 2011. - 492 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663077&theme=FEFU>

4. Фрумкин, А.Н. Потенциалы нулевого заряда / А. Н. Фрумкин; Академия наук СССР, Институт электрохимии.- М.: Наука, 1982. – 260с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:46517&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Васильев, С. Ю. Электрохимия. Структура, системы и материалы. История. http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_1.pdf

2. Васильев, С. Ю. Равновесные свойства полярных растворителей и растворов электролитов http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_2.pdf

3. Васильев, С. Ю. Неравновесные явления в растворах электролитов http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_3.pdf

4. Васильев, С. Ю. Строение заряженных межфазных границ. Понятия, термодинамика, феноменология http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_56.pdf

5. Васильев, С. Ю. Кинетика стадии массопереноса http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_7.pdf

6. Васильев, С. Ю. Кинетика стадии переноса заряда и сложных электрохимических реакций http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_8.pdf

7. Васильев, С. Ю. Кинетика стадии переноса заряда и сложных

электрохимических реакций http://www.elch.chem.msu.ru/rus/fnm/fnm13_9.pdf

8. Прохорова, Г. К. Введение в электрохимические методы анализа / Г. К. Прохорова, под. ред. П. К. Агасян, В. М. Иванова. – М. : МГУ, 1991. – 97 с. <http://www.chem.msu.ru/rus/books/prochor/all.pdf>

9. Двойной электрический слой и адсорбция: Методические указания к выполнению лабораторной работы по электрохимии / Сост. Никифорова Т.Г.; кафедра электрохимии химического факультета Санкт-Петербургского гос. ун-та. – СПб., 2009. – 13 с. <http://window.edu.ru/resource/031/74031/files/Pt1-1.pdf>

10. <http://e.lanbook.com>

11. <http://www.studentlibrary.ru>

12. <http://znanium.com>

13. <http://www.nelbook.ru>

V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Подготовка к лабораторным занятиям.

Задание на дом к лабораторным занятиям №1-4

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовить ответы на вопросы по сорбционным равновесиям

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лабораторным занятиям №5-7

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории неравновесных процессов адсорбции.

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Задание на дом к лабораторному занятию №8

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить отчет и выступление с сообщением о применении и регенерации сорбентов.

Просмотреть материал лекций, учебники и методические пособия, подготовить отчет по методам приготовления катализаторов и определению их активности

Просмотреть материал лекций, учебники и методические пособия, подготовить отчет по методам приготовления электрокатализаторов и испытаниям их в качестве устойчивых электродов

Примеры вопросов для обсуждения:

- ✓ Современные способы регенерации сорбционных материалов.
- ✓ Методы получения эффективных сорбционных материалов
- ✓ Современные сорбционные материалы в процессах очистки воды
- ✓ Проблемы и требования к электродным материалам
- ✓ Основы применения хроматографии, как физико-химического метода исследования для определения адсорбционных параметров

Методические пособия к лабораторным работам находится в Приложении 3.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Имеющаяся материальная база обеспечивает выполнение курса химическими реактивами, лабораторной посудой, учебно-научным и научным оборудованием в соответствии с реализуемой научной тематикой лабораторий.

Выполнение обучающимися исследований структуры и свойств адсорбентов и катализаторов обеспечивается предоставлением возможности использования научного оборудования вуза: жидкостной хроматограф 1200 AgilentTechnologies, жидкостной хроматограф 1100 AgilentTechnologies, газовые хроматографы 6890 с детектором 5975N, газовый хроматограф 6890 с детектором 5973N, газовый хроматограф 6850 с пламенно –ионизационным детектором и детектором по теплопередачи, ИК-Фурье спектрофотометр Vertex 70 с приставкой комбинационного рассеивания RAMII и ИК-микроскопом Hyperion 1000 (Bruker), ИК-Фурье спектрометр SpektrumBX (PerkinElmer), дуолучевой сканирующий спектрофотометр УФ\видимого диапазона Cintra 5 (JBCScientificequipment), анализатор углерода, водорода и азота(ThermoFinnigan), а также использования научного оборудования в центрах коллективного пользования ДВФУ и ДВО РАН.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Катализ и каталитические процессы»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Профиль "Технология нефтеперерабатывающих и химических производств"

Форма подготовки очная

**Владивосток
2018**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	(1-2 нед.)	Подготовка к собеседованию	4 часа	Тестирование по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение (ПР-1).
1.	(1-2 нед.) (1-4 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ №№ 1-2, выполнение отчета по ним	8 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6).
2.	(5-6 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ № 3, 4, 5, выполнение отчета по ним	8 часа	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)
2.	(7-8 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ № 6,7, выполнение отчета по ним	8 часов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6).
3.	(9 нед.)	Подготовка к выполнению лабораторных работ № 8, выполнение отчета по ним	8 часов	Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1)

Задание на дом к лабораторным занятиям №1-4

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовить ответы на вопросы по сорбционным равновесиям

Задание на дом к лабораторным занятиям №5-7

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие,

подготовить ответы на вопросы по теории неравновесных процессов адсорбции

Задание на дом к лабораторному занятию №8

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить отчет и выступление с сообщением о применении и регенерации сорбентов.

Примеры вопросов для обсуждения:

- ✓ Современные способы регенерации сорбционных материалов.
- ✓ Методы получения эффективных сорбционных материалов
- ✓ Современные сорбционные материалы в процессах очистки воды

Методическое пособие к лабораторным работам находится в Приложении 3.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Катализ и каталитические процессы»
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология.
Профиль "Технология нефтеперерабатывающих и химических производств"
Форма подготовки очная/ заочная

Владивосток
2018

Паспорт ФОС

Паспорт оценочных средств по дисциплине «Катализ и каталитические процессы»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности - ОПК-1	Знает	<ul style="list-style-type: none"> Условия применимости тех или иных моделей адсорбционных и каталитических систем. Физический смысл получаемых параметров структуры сорбентов и катализаторов.
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> Предлагать или предполагать адекватность адсорбционных и каталитических моделей.
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> Базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.
использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире - ОПК-3	Знает	<ul style="list-style-type: none"> Основы строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений и механизмов химических процессов
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> Использовать эти знания для понимания свойств материалов и механизма химических процессов в окружающем мире
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> Навыками использования указанных знаний для понимания свойств материалов и механизма химических процессов
способностью рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов и катализаторов, используемых в производстве продукции - ПК-12	Знает	<ul style="list-style-type: none"> методики расчета нормативов материальных затрат, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве химической и нефтехимической продукции
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве продукции
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> навыками расчетов нормативов материальных затрат сырья, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве продукции
использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и	Знает	<ul style="list-style-type: none"> основы физических теорий для решения возникающих физических задач, а также самостоятельного приобретения физических знаний
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> Использовать указанные знания для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, “выходящих” за пределы компетентности конкретного направления
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> Навыками использования физических теорий и знаний для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, “выходящих” за пределы

устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления - ПК-22	компетентности конкретного направления
--	--

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	<p>1. Вводное занятие: знакомство со способами проведения эксперимента по изучению адсорбции в статических и динамических условиях, приготовление растворов, определение концентраций на фотоколориметре и построение калибровочных кривых. Оформление отчета. Построение и обработка графиков Сорбционные процессы и электрокатализ</p> <p>2. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – раствор красителя.</p> <p>3. Определение типа изотермы</p>	ОПК-1	Знает:	Проверка готовности к лабораторным работам № 1-5. Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Вопросы №№1-10
			Умеет:	Проверка домашних заданий и отчетов по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№1-10
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам № 1-5 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№1-10

	<p>адсорбции в системе силикагель – раствор красителя</p> <p>4. Определение типа изотермы адсорбции в системе активированный уголь – бензойная кислота</p> <p>Сорбционные процессы и электрокатализ</p> <p>5. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на активном угле</p> <p>Сорбционные процессы и электрокатализ</p>				
2	<p>6. Исследование кинетики адсорбции метиленового голубого из раствора на силикагеле</p>	ОПК-3	Знает	<p>Проверка готовности к лабораторным работам № № 6-12</p> <p>Собеседование (УО-1).</p> <p>Тестирование (ПР-1).</p>	<p>Вопросы №№10-15</p>

	Сорбционные процессы и электрокатализ 7. Построение изотермы адсорбции по данным динамики адсорбции. Сорбционные процессы и электрокатализ		Умеет	Проверка домашних заданий и отчетов по лабораторным работам №№ 6-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№10-15
				Проверка отчета по лабораторным работам №№ 6-12 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№10-15
3	8. Сравнение эффективности использования различных адсорбентов в очистке воды от примесей Сорбционные процессы и электрокатализ	ПК-12	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам № 13-16. Собеседование (УО-1). Тестирование (ПР-1).	Вопросы №№15-20
			Умеет	Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№15-20
			Владеет	Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№15-20
		ПК-22			

			Знает	Проверка отчета по лабораторным работам № 13-16 (ПР-6), Собеседование (УО-1).	Вопросы №№15-20
			Умеет		
			Владеет		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности-ОПК-1	знает (пороговый уровень)	Имеет представления об основных законах естественнонаучных дисциплин и возможности их использования в профессиональной деятельности	Знает некоторые модели адсорбционных и каталитических систем, частично. физический смысл получаемых параметров структуры сорбентов и катализаторов	Знание некоторых основных законов естественнонаучных дисциплин, а также частично возможности их использования в профессиональной деятельности.
	умеет (продвинутой)	Умеет анализировать значимость основных законов естественнонаучных дисциплин	Умеет применять знания об основных законах естественнонаучных дисциплин и возможностях их использования в	Проводить выбор основных законов естественнонаучных дисциплин и оценивать их возможности для использования в профессиональной

		и возможности их использования в профессиональной деятельности	профессиональной деятельности	деятельности
	владеет (высокий)	Навыками владения основными законами естественнонаучных дисциплин и возможностями их использования в профессиональной деятельности	Навыками применения знаний основных законов естественнонаучных дисциплин и их использования в профессиональной деятельности	Рациональные знания основных законов естественнонаучных дисциплин и уверенное владение их использованием в профессиональной деятельности
использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире-ОПК-3	знает (пороговый уровень)	Основы строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, необходимые для понимания свойств материалов и механизма химических процессов	Теоретические основы строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений частично понимает как использовать эти знания для анализа свойств материалов и механизма химических процессов и	Знание некоторых основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, частичное понимание возможностей использования этих знаний для понимания свойств материалов и механизма химических процессов
	умеет (продвинутый)	Умеет анализировать значимость основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, для понимания свойств материалов и механизма химических процессов	Умеет применять знания об основах строения вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений, для понимания свойств материалов и механизма химических процессов	Умение производить выбор необходимых основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений для оценки, возможностей использования этих знаний для понимания свойств материалов и механизма химических процессов

		процессов		
	владеет (высокий)	Владеет навыками применения основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, для понимания свойств материалов и механизма химических процессов	Уверенное владение навыками применения основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, для понимания свойств материалов и механизма химических процессов	Владение навыками рационального применения основ строения вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений, для понимания свойств материалов и механизма химических процессов
способностью рассчитывать нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов и катализаторов , используемых в производстве продукции-ПК-12	знает (пороговый уровень)	Знает основные методики расчета нормативов материальных затрат, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве химической и нефтехимической продукции структуры сорбентов и катализаторов.	Знание основных методик расчета нормативов материальных затрат, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве химической и нефтехимической продукции структуры сорбентов и катализаторов	Знание необходимых методик расчета нормативов материальных затрат, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве химической и нефтехимической продукции
	умеет (продвинутой)	Применять знания об основных нормативах, материальных затрат сырья, материалах реагентов, катализаторах ,используемых в производстве продукции	Умеет рассчитывать основные нормативы материальных затрат сырья, материалов, реагентов, катализаторов, используемых в производстве продукции	Проводить расчеты на основе необходимых нормативов, материальных затрат сырья, материалах реагентов, катализаторах ,используемых в производстве продукции.
	владеет (высокий)	Навыками правильного применения	Уверенными навыками расчетов, на	Проведение необходимых расчетов, на основе нормативов

		знаний об основных нормативах, материальных затрат сырья, материалах реагентов, катализаторах ,используемых в производстве продукции	основе нормативов „материальных затрат сырья, материалах реагентов, катализаторах ,используемых в производстве продукции.	„материальных затрат сырья, материалах реагентов, катализаторах ,используемых в производстве продукции.
готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности - ПК-22	знает (пороговый уровень)	Обладает знаниями основных физических теорий для решения возникающих физических задач и свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе	Имеет некоторые знания в области основных физических теорий для решения возникающих физических задач	Знает основы физических теорий для решения возникающих физических задач; -свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе
	умеет (продвинутый)	Умеет использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельно о приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	Умение использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач; использовать указанные знания для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, “выходящих” за пределы компетентности конкретного направления	Умеет использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств
	владеет (высокий)	Владение навыками использования	Уверенное владение навыками	Использование знаний основных физических теорий для решения

		свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности и выходящих за пределы компетентности конкретного направления	использования знаний основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний	возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств,
--	--	--	---	---

Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке

I. Оценка устных ответов:

Отметка "Отлично"

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

Отметка "Хорошо"

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

II. Оценка письменных (лабораторных) работ:

Критерии те же. Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.

Примерный перечень оценочных средств (ОС)

I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

II. Письменный опрос

1. Тестирование

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Механизм индукционного взаимодействия молекул с поверхностью. Взаимодействие неполярных молекул с неполярной поверхностью, дисперсионная составляющая адсорбционных сил, уравнение Лондона
2. Условия адсорбционного равновесия. Выражения поверхностной энергии. Фундаментальные уравнения Гиббса для поверхностного слоя. Свободная энергия адсорбции
3. Теория мономолекулярной адсорбции. Анализ изотермы Лэнгмюра.
4. Применимость уравнения БЭТ в качестве стандартного метода определения удельной поверхности адсорбентов
5. Кинетические закономерности собственно адсорбционной и диффузионной стадии
6. Методы исследования катализаторов и каталитических процессов. Типы каталитических реакторов: статические, проточные и проточно-циркуляционные системы
7. Каталитические модели гетерогенных реакций, механизмы Лэнгмюра-Хиншельвуда и Ридила-Или.
8. Слитные и стадийные механизмы в катализе.
9. Физические основы электронной теории, типы хемосорбционных связей.
10. Радикальные механизмы гетерогенных реакций по электронной теории.
11. Роль уровня Ферми в модифицировании катализаторов.
12. Роль катализа в очистке газовых выбросов:
 - Стационарные реакторы;
 - «реверс»-процессы.
13. Роль катализа в очистке выхлопных газов автотранспорта – каталитическое «дожигание».

14. Предмет электрокатализа. Научные и практические задачи электрокатализа. Типичные электрокаталитические реакции.
15. Влияние материала электрода на скорость электрохимических реакций. Работа выхода электрона из металла в раствор. Фотоэмиссия. «Исправленные» тафельские зависимости.
16. Классификация электродных материалов, требования к ним, проблема анода.
17. Мало изнашиваемые аноды (DSA), их особенности, структура и свойства.
18. Электрокатализ и электросинтез. Роль оксидных хемосорбционных слоев и адсорбции при высоких анодных потенциалах (ВАП).
19. Роль адсорбционных слоев, анион-радикалов в селективности электрокаталитических реакций при ВАП.
20. Направленный электрокаталитический низкотемпературный электролиз, примеры.

Оценочные средства для текущей аттестации

Примеры тестовых заданий

1. ВЕЩЕСТВО, НАХОДЯЩЕЕСЯ В АДСОРБИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ
 - 1) адсорбат
 - 2) адсорбтив
 - 3) адсорбент

2. ПОГЛОЩЕНИЕ ВЕЩЕСТВА ВСЕМ ОБЪЕМОМ ПОГЛОТИТЕЛЯ
 - 1) абсорбция
 - 2) адсорбция
 - 3) хемосорбция

3. АДСОРБЦИЯ, СОПРОВОЖДАЕМАЯ РАЗЛОЖЕНИЕМ АДСОРБАТА НА АТОМЫ, РАДИКАЛЫ, ИОНЫ, НАЗЫВАЕТСЯ
 - 1) диссоциативной
 - 2) полислоистой
 - 3) монослоистой

4. КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ В СОСТОЯНИИ АДСОРБЦИОННОГО РАВНОВЕСИЯ
 - 1) избыточная (гиббсовская адсорбция)
 - 2) адсорбционный потенциал
 - 3) степень заполнения

5. СООТНОШЕНИЕ $\theta = \alpha + v \ln P$ НАЗЫВАЕТСЯ ИЗОТЕРМОЙ
 - 1) Лэнгмюра
 - 2) Темкина-Шлыгина
 - 3) БЭТ
 - 4) Фрейндлиха

6. СООТНОШЕНИЕ $\theta = \frac{\nu P}{1 + \nu P}$ НАЗЫВАЕТСЯ ИЗОТЕРМОЙ
- 1) Темкина-Шлыгина
 - 2) Фрейндлиха
 - 3) Лэнгмюра
 - 4) БЭТ
7. КАТАЛИЗ, ПРОТЕКАЮЩИЙ В УСЛОВИЯХ, КОГДА ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА И КАТАЛИЗАТОР НАХОДЯТСЯ В ОДНОЙ ФАЗЕ
- 1) гомогенный
 - 2) гетерогенный
 - 3) кислотно-основной
8. ПОРЫ, ИМЕЮЩИЕ РАЗМЕРЫ ОТ 2 ДО 20 НМ
- 1) микропоры
 - 2) мезопоры
 - 3) макропоры
9. ЛИМИТИРУЮЩЕЙ СТАДИЕЙ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПО ТЕОРИИ БАЛАНДИНА ПРИ МАЛЫХ ЗАПОЛНЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) адсорбция исходных веществ
 - 2) химическое взаимодействие
 - 3) десорбция продуктов реакции
10. ЛИМИТИРУЮЩЕЙ СТАДИЕЙ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПО ТЕОРИИ БАЛАНДИНА ПРИ ВЫСОКИХ ЗАПОЛНЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) адсорбция исходных веществ
 - 2) десорбция продуктов реакции
 - 3) химическое взаимодействие
11. ОСНОВНОЙ ПРИЧИНОЙ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ПРИ ГЕТЕРОГЕННОМ КАТАЛИЗЕ ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) образование поверхностных соединений с катализатором
 - 2) увеличение концентрации вещества на поверхности
 - 3) действие сил межмолекулярного взаимодействия
12. СУЩНОСТЬ ЭФФЕКТА АГГРАВАЦИИ В КАТАЛИЗЕ СОСТОИТ
- 1) в сгущении вещества на поверхности
 - 2) в увеличении каталитической активности катализатора при усложнении (утяжелении) его структуры
 - 3) в образовании промежуточных хемосорбционных соединений
13. ПОРЯДОК МОНОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПРИ МАЛЫХ ДАВЛЕНИЯХ ГАЗООБРАЗНОГО РЕАГЕНТА ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) нулевым
 - 2) дробным
 - 3) первым

14. ПОРЯДОК МОНОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ ГАЗООБРАЗНОГО РЕАГЕНТА ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) первым
 - 2) нулевым
 - 3) дробным
15. ПОРЯДОК МОНОМОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПРИ СРЕДНИХ ДАВЛЕНИЯХ (ЗАПОЛНЕНИЯХ) ГАЗООБРАЗНОГО РЕАГЕНТА ЯВЛЯЕТСЯ
- 1) нулевым
 - 2) дробным
 - 3) первым
16. ГЕТЕРОГЕННЫЕ РЕАКЦИИ, МЕДЛЕННОЙ СТАДИЕЙ КОТОРЫХ ЯВЛЯЕТСЯ СТАЦИОНАРНАЯ ДИФФУЗИЯ, ИМЕЮТ ПОРЯДОК
- 1) нулевой
 - 2) первый
 - 3) дробный
17. СТЕПЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ АДСОРБЕНТА АДСОРБАТОМ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ С ПОВЫШЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ
- 1) понизится
 - 2) увеличится
 - 3) останется неизменной
18. СТЕПЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ АДСОРБЕНТА АДСОРБАТОМ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ АДСОРБЦИИ С Понижением температуры
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) останется неизменной
19. ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ЭНЕРГИЕЙ АКТИВАЦИИ ТОЙ ЖЕ РЕАКЦИИ БЕЗ КАТАЛИЗАТОРА Понижится на величину
- 1) $3/2 RT$
 - 2) $1/2 RT$
 - 3) теплоты адсорбции активированного комплекса ($\Delta H^{\ddagger}_{\text{адс}}$)
20. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КАЖУЩЕЙСЯ И ИСТИННОЙ ЭНЕРГИЯМИ АКТИВАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ $A \rightarrow R$
- 1) $E_{\text{ист}} = E_{\text{каж}}$
 - 2) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} + Q_{\text{адс}}$
 - 3) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}}$
21. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КАЖУЩЕЙСЯ И ИСТИННОЙ ЭНЕРГИЯМИ АКТИВАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ $A \rightarrow R$ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ РЕАГЕНТОМ (A)
- 1) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} + Q_{\text{адс}}$
 - 2) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}}$
 - 3) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}}$

22. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КАЖУЩЕЙСЯ И ИСТИННОЙ ЭНЕРГИЯМИ АКТИВАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ $A + B \rightarrow R$ В СЛУЧАЕ СИЛЬНОЙ АДсорбЦИИ ВЕЩЕСТВА (B)

- 1) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} + Q_{\text{адс}} A$
- 2) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} B$
- 3) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} A + Q_{\text{адс}} B$
- 4) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} B + Q_{\text{адс}} A$

23. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КАЖУЩЕЙСЯ И ИСТИННОЙ ЭНЕРГИЯМИ АКТИВАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ $A + B \rightarrow R$ В СЛУЧАЕ СИЛЬНОЙ АДсорбЦИИ ВЕЩЕСТВА (A) ($v_A \gg v_B$)

- 1) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} A$
- 2) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} B$
- 3) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} + Q_{\text{адс}} A - Q_{\text{адс}} B$
- 4) $E_{\text{каж}} = E_{\text{ист}} - Q_{\text{адс}} A + Q_{\text{адс}} B$

24. ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОБЛАСТИ ПРОТЕКАНИЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕАКЦИИ (ДИФфуЗИОННОЙ ИЛИ КИНЕТИЧЕСКОЙ) НЕОБХОДИМО ИЗУЧИТЬ

- 1) влияние температуры
- 2) влияние перемешивания
- 3) влияние перемешивания и температуры

25. СОГЛАСНО ПРИНЦИПУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ БАЛАНДИНА ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО КАТАЛИЗАТОРА ЭНЕРГИЯ АКТИВАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ АКТИВИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА С КАТАЛИЗАТОРОМ ДОЛЖНА БЫТЬ

- 1) больше энергии его распада
- 2) меньше энергии его распада
- 3) равна энергии его распада

26. УРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ БИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕТЕРОГЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

$$w_{\text{зем}} = \frac{k \cdot \vartheta_A \cdot P_A \cdot P_B}{1 + \vartheta_A \cdot P_A}$$

ОТВЕЧАЕТ

МЕХАНИЗМУ

- 1) Лэнгмюра-Хиншельвуда
- 2) Лэнгмюра-Хиншельвуда при отсутствии адсорбции вещества B
- 3) Ридила-Или

27. ОСНОВНОЙ СТАДИЕЙ ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗА ЯВЛЯЕТСЯ НАЛИЧИЕ

- 1) промежуточных частиц
- 2) электронного переноса
- 3) адсорбции исходных, промежуточных частиц, продуктов реакции

28. ОСНОВНОЕ ТРЕБОВАНИЕ К ЭЛЕКТРОДНЫМ МАТЕРИАЛАМ

- 1) недефицитность
- 2) развитая поверхность
- 3) наличие электронной проводимости

29. АНОДЫ-ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРЫ ПРЕДСТАВЛЯЮТ СОБОЙ

- 1) чистые металлы (без металлов платиновой группы)

- 2) индивидуальные оксиды и композиционные оксидные системы
- 3) ртуть и ртутеподобные металлы

30. В ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРОИСХОДИТ ЗА СЧЕТ

- 1) использования активной массы элемента
- 2) аккумуляирования электрической энергии при ее регенерации
- 3) непрерывного окисления топлива и восстановления окислителя

31. СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАБОТАЮТ В СЛЕДУЮЩЕМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР

- 1) 500 – 1000⁰С
- 2) 80 – 100⁰С
- 3) 100 – 250⁰С



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине «Катализ и каталитические процессы»
Направление подготовки 18ю03.01-Химическая технология.
Профиль Технология нефтеперерабатывающих и химических производств
Форма подготовки очная

Владивосток
2018

А.П. Артемьянов, М.А. Цветнов, Н.П. Моргун, Л.М. Ватрогова

**Исследование физико-химических и адсорбционных свойств пористых
материалов**

Учебно-методическое пособие

Владивосток
2014

А.П. Артемьянов, М.А. Цветнов, Н.П. Моргун, Л.М. Ватрогова

Исследование физико-химических и адсорбционных свойств пористых материалов [Электронный ресурс] : учебно-методич. пособие / А.П. Артемьянов, М.А. Цветнов, Н.П. Моргун, Л.М. Ватрогова. – Электрон. текст. дан. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2014.

И88

В пособии рассматриваются некоторые практические вопросы сорбции, такие как методы определения пористой структуры и сорбционных свойств пористых материалов.

Предназначено для студентов 4-го и 5-го курсов кластера химических и химико-технологических кафедр Школы естественных наук ДВФУ, специализирующихся на кафедрах физической и аналитической химии, химических и ресурсосберегающих технологий, при обучении по спецкурсу «Основы сорбционных процессов».

Министерство образования и науки Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Школа естественных наук
Кафедра физической и аналитической химии

Е.В. Щитовская, Н.Б. Кондриков, В.Ф. Щитовский

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Для проведения лабораторных работ
По спецкурсу «Катализ и электрокатализ»

Владивосток
Дальневосточный федеральный университет
2013

УДК 544.652

ББК 24.57

Щ64

Рецензент

Л.Г. Колзунова, д.х.н., зав. лабораторией
электрохимических процессов ИХ ДВО РАН

Щитовская, Е.В.

Щ64 Практикум к спецкурсу «Катализ» : / Е.В. Щитовская,
Н.Б. Кондриков, В.Ф. Щитовский ; Дальневосточный федеральный
университет, Школа естественных наук, кафедра физической и
аналитической химии. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т,
2013. – 55 с.

Практикум предназначен для выполнения лабораторных работ по
спецкурсу «Катализ и электрокатализ» для студентов 4-го курса
кафедры физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ,
специализирующихся по направлению «Физическая химия».

Пособие будет полезно и для студентов инженерных
специальностей, изучающих курс «Катализ» или «Катализ в
процессах нефтехимического синтеза».

Учебно-методическое пособие подготовлено при поддержке соглашения №
12-03-13003-13/13 «Электрохимическое формирование пленочных
наноструктурных оксидных и полимерных покрытий и исследование их
каталитических и сенсорных свойств»

УДК 544.652

ББК 24.57

© ФГАОУ ВПО «ДВФУ», 2013

© Щитовская Е.В., Кондриков Н.Б.,
Щитовский В.Ф. 2013