

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Особенности эксплуатации катализаторов М2.ДВ.3

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Ламберов А.А.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 201__г

Регистрационный No 724714

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по связям с промышленностью и коммерциализации Ламберов А.А. директорат химического института им. А.М. Бутлерова Химический институт им. А.М. Бутлерова, Alexander.Lamberov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- определению оптимальных условий осуществления каталитических процессов и реализации этих условий в реакторах различного типа;
- получение знаний в области аппаратурного оформления промышленных каталитических процессов;
- знания о химических и физических процессах, протекающих в каталитических реакторах;
- выявление особенностей эксплуатации катализаторов в промышленных процессах;
- установление основных способов предсказания срока службы каталитических систем, и способов регенерации катализаторов

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

относится к профессиональному циклу М2, его вариативной М2.ДВ.3 части и опирается на основные разделы общенаучных дисциплин: высшая математика, неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, химическая технология, строение вещества, каталитические методы в органическом синтезе; естественнонаучных и специальных дисциплин: химическая термодинамика, кинетика химических реакций, современные химические производства, перспективные промышленные каталитические процессы, техника каталитических экспериментов, физико-химические методы исследования в катализе

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2 (общекультурные компетенции)	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

методы проведения эксперимента в лабораторных условиях, критерии эффективности каталитического процесса, особенности эксплуатации различных катализаторов, современные каталитические производства и тенденции их развития

2. должен уметь:

при изучении нового химического каталитического процесса получить в лабораторных условиях экспериментальные данные, пригодные для экстраполяции к промышленным условиям, в промышленных условиях подбирать и регулировать условия наиболее благоприятные для применяемого катализатора

3. должен владеть:

представлением о химических и физических процессах, протекающих как на поверхности и в отдельной грануле катализатора, так и в реакторах различного типа

4. должен демонстрировать способность и готовность:

при изучении нового химического каталитического процесса получить в лабораторных условиях экспериментальные данные, пригодные для экстраполяции к промышленным условиям

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Применение гетерогенных катализаторов в химической промышленности	3	1-2	0	3	0	устный опрос
2.	Тема 2. Кинетика каталитических реакций	3	3-5	0	3	1	устный опрос
3.	Тема 3. Процессы переноса в грануле и слое катализатора	3	6-8	0	3	2	контрольная работа
4.	Тема 4. Особенности эксплуатации промышленных катализаторов	3	9-13	0	3	2	устный опрос
5.	Тема 5. Каталитические реакторы и особенности эксплуатации катализаторов	3	14-16	0	3	1	контрольная работа
6.	Тема 6. Особенности эксплуатации катализаторов на примере промышленных каталитических процессов	3	17-18	0	3	2	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			0	18	8	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Применение гетерогенных катализаторов в химической промышленности

практическое занятие (3 часа(ов)):

Классификация каталитических процессов и катализаторов по механизму, подбор катализаторов. Основные стадии катализа.

Тема 2. Кинетика каталитических реакций

практическое занятие (3 часа(ов)):

Этапы кинетических исследований. Экспериментальные методы определения скоростей реакций, требования к условиям проведения экспериментов.

лабораторная работа (1 часа(ов)):

Требования к кинетическим моделям.

Тема 3. Процессы переноса в грануле и слое катализатора

практическое занятие (3 часа(ов)):

Внутридиффузионное торможение скорости реакции. Методы определения коэффициентов диффузии в пористых катализаторах. Влияние переноса вещества внутри пористой частицы и размера зерна на наблюдаемую скорость реакции. Оценка влияния внутренней диффузии при промышленной реализации процесса. Оптимальные размеры пор.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Тема 4. Особенности эксплуатации промышленных катализаторов

практическое занятие (3 часа(ов)):

Основные требования к промышленному катализатору. Пористая структура катализаторов. Форма и размер гранул катализаторов. Механическая прочность катализаторов. Состав катализаторов, выбор носителя, активного компонента и промотора.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Тема 5. Каталитические реакторы и особенности эксплуатации катализаторов

практическое занятие (3 часа(ов)):

Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора. Оптимальные температурные режимы для необратимых и обратимых реакций. Способы регулирования температуры, давления, скорости подачи, массо-теплопереноса в промышленных условиях

лабораторная работа (1 часа(ов)):

Тема 6. Особенности эксплуатации катализаторов на примере промышленных каталитических процессов

практическое занятие (3 часа(ов)):

Примеры промышленных каталитических процессов: переработка нефти и природного газа; производство метанола, формальдегида, окиси этилена. Особенности эксплуатации катализаторов.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Применение гетерогенных катализаторов в химической промышленности	3	1-2	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Кинетика каталитических реакций	3	3-5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Процессы переноса в грануле и слое катализатора	3	6-8	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Особенности эксплуатации промышленных катализаторов	3	9-13	подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Каталитические реакторы и особенности эксплуатации катализаторов	3	14-16	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
6.	Тема 6. Особенности эксплуатации катализаторов на примере промышленных каталитических процессов	3	17-18	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- демонстрацией слайдов с применением мультимедийной техники,
- использованием раздаточного материала с изображением различных графиков зависимостей, принципиальных технологических схем промышленных каталитических процессов, конструкций промышленного оборудования, наглядных материалов.
- использованием интернет-ресурсов различных поисковых систем, таких как www.google.com, www.yandex.ru, www.rushim.ru, www.scirus.com, www.sciencedirect.com, www.springerlink.com, а также сайтов государственных ВУЗов: МГУ, СПбГУ, СПбГТУ, РГТУ им. Губкина, РХТУ им. Менделеева, УНГТУ, ТюмГНГУ, КНИТУ, Scientopica, ChemWeb, ResearchIndex, ScientificWorld
- использованием программных пакетов ChemCad и MathCad

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Применение гетерогенных катализаторов в химической промышленности

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация каталитических процессов и катализаторов по механизму, подбор катализаторов. Основные стадии катализа.

Тема 2. Кинетика каталитических реакций

устный опрос , примерные вопросы:

Кинетика на основе теории стационарных реакций.

Тема 3. Процессы переноса в грануле и слое катализатора

контрольная работа , примерные вопросы:

Процессы переноса вещества и тепла между наружной поверхностью зерен катализатора и реакционным потоком.

Тема 4. Особенности эксплуатации промышленных катализаторов

устный опрос , примерные вопросы:

Основные требования к промышленному катализатору.

Тема 5. Каталитические реакторы и особенности эксплуатации катализаторов

контрольная работа , примерные вопросы:

Конструкции каталитических реакторов в современных химических производствах, их основные характеристики. Требования к конструкции реакторов. Факторы, определяющие выбор типа реактора.

Тема 6. Особенности эксплуатации катализаторов на примере промышленных каталитических процессов

контрольная работа , примерные вопросы:

Гидрирование непредельных соединений для очистки мономеров для промышленности СК. Особенности эксплуатации катализаторов. Гидрокрекинг, изомеризация, алкилирование. Особенности эксплуатации катализаторов. Гидродесульфуризация сернистых соединений, дожиг топливных газов, окислительное хлорирование. Особенности эксплуатации катализаторов.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Темы рефератов.

Методы исследования пористой структуры катализаторов и их сопоставление.

Деактивация катализаторов. Причины дезактивации. Способы восстановления активности катализаторов.

Процессы дегидрирования в промышленности. Особенности эксплуатации катализаторов и аппаратное оформление.

Моделирование каталитических процессов. Сопоставление лабораторных и промышленных экспериментов.

Будущее каталитических технологий. История катализа, проблемы развития и перспективы.

Практические занятия (36 ч)

Обучение базовым знаниям использования программных пакетов MathCad и ChemCad.

Способы моделирования и оптимизации химико-технологических систем (20 ч). Проведение анализа чувствительности для колонны ректификации смесей углеводородного сырья.

Решение практических задач исходя из опытов эксплуатации катализаторов в промышленных условиях дегидрирования

7.1. Основная литература:

1. Миначев, Хабиб Минаевич. Избранные труды: гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского; ред.-сост. д.х.н., проф. Н. Я. Усачев; предисл. чл.-кор. РАН А. Л. Лapidуса и д.х.н., проф. Н. Я. Усачева. ?Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2011]. ?844 с

2. Modern heterogeneous oxidation catalysis: design, reactions and characterization / ed. by Noritaka Mizuno. ?[Weinheim]: Wiley-VCH, [cop. 2009]. ?XV, 341 с.

3. Боруцкий, Павел Николаевич. Каталитические процессы получения углеводородов разветвленного строения, Изомерия и катализ синтеза углеводородов разветвленного строения / П. Н. Боруцкий. ?Санкт-Петербург: Проффессионал, 2010. ?745 с.:

4. Чоркендорф, Иб (1955-) . Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт ; пер. с англ. В. И. Ролдугина . ? 2-е изд. ? Долгопрудный : Интеллект, 2013 . ? 500, [1] с.

5. Тимофеев, Владимир Савельевич. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Химическая технология и биотехнология" / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов, А. В. Тимошенко. ?Изд. 3-е, перераб. и доп.. ?Москва: Высшая школа, 2010. ?406, [2] с.:

6. Бокштейн Б.С., Менделев М.И.

Физическая химия: термодинамика и кинетика. - М.:МИСИС, 2012.- 258 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47443

7.2. Дополнительная литература:

1. Кузнецова И.М., Харлампиди Х. Э.

Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 384 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973

2. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). <http://znanium.com/bookread.php?book=468690>

7.3. Интернет-ресурсы:

Кинетика и катализ, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147>

Нефтехимия, периодический журнал - <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7920>

Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов - <http://znanium.com/bookread.php?book=468690>

Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826

Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45973

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Особенности эксплуатации катализаторов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

- 1) Средства визуальной информации: проектор, ноутбук;
- 2) Раздаточный и наглядный материал;
- 3) программное обеспечение пакеты MathCad, ChemCad

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.68 "Химия" и магистерской программе Нефтехимия и катализ .

Автор(ы):

Ламберов А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. _____

"__" _____ 201__ г.