

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

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):

Верещагина Я.А.

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

Казань
2013

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) профессор, д.н. (профессор) Ламберов А.А. Кафедра физической химии 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

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 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

№	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. Крылов. О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ "Академкнига", 2004. - 679 с.
2. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. М.: Химия, 1969.
3. Боресков Г. К. Гетерогенный катализ. Новосибирск: Наука, 1986.
4. Катализ в промышленности / под ред. Б. Рич. М.: Мир, 1986.
5. Ч.Сеттерфилд. Практический курс гетерогенного катализа. М.: Мир, 1984. - 520 с.
6. Арис Р. Анализ процессов в химических реакторах. Л.: Химия, 1989.
7. Буянов Р.А. Закоксование катализаторов. Новосибирск: Наука, 1983.
8. Бесков В. С. Общая химическая технология. М.: Химия, 2005.
9. Слинько М. Г. Основы и принципы математического моделирования каталитических процессов. Новосибирск, 2004.
10. Носков А. С. Промышленные каталитические реакторы и их особенности // Промышленный катализ в лекциях. М.: Кал-вис, 2006. Вып. 4. С. 31-66.

7.2. Дополнительная литература:

1. Химия каталитических процессов. Б.Гейтс, Дж.Кетцир, Г.Шуйт. пер.с англ.под ред А.Ф. Платэ. М.: Мир. 1981. 554 с.
2. Handbook of Heterogeneous Catalysis. Ertl G., Knozinger H., Weitkamp J. v.3, Wiley, 1997. 574 p.

3. Aris R. Ends and beginnings in the mathematical modeling of chemical engineering systems. Chemical Engineering Science. 1993. Vol. 48. ♦ 14, 2507–2517.

4. Математическое моделирование химических реакторов / под ред. Г. И. Марчука. Новосибирск: Наука, 1984; 1989.

7.3. Интернет-ресурсы:

Scirus - www.Scirus.com

Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН - catalysis.ru

информационная сеть - www.chem.msu.ru

Нижекамскнефтехим - nknh.ru

электронная библиотека - www.rushim.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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

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):

Верещагина Я.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Лист согласования

N	ФИО	Согласование
1	Соломонов Б. Н.	Согласовано
2	Бычкова Т. И.	Согласовано
3	Чижанова Е. А.	Согласовано с замечаниями Требованиям к обновляемости фонда учебной и научной литературы, издания, указанные в пп.1,2,3,4,5 списка основной литературы, не соответствуют. Литература в пп.6,7,8,9,10 отсутствует в НБ.
4	Соколова Е. А.	
5	Тимофеева О. А.	