

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

Химическая технология в каталитических процессах М2.В.1

Направление подготовки: 020100.68 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Верещагина Я.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 75715

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) профессор, д.н. (профессор) Верещагина Я.А.
Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова ,
Jana.Vereschagina@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

сформировать основные представления о проектировании химического реактора, научить студента понимать взаимосвязи между эффективностью работы химического реактора и закономерностями управления химико-технологическим процессом, представлять принципы выбора типа химического реактора для различных химико-технологических процессов

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.68 Химия и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

учебный цикл М2.В.1 "Профессиональные (специальные) дисциплины" для профиля "Нефтехимия и катализ".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

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-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
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

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

понимать взаимосвязи между эффективностью работы химического реактора и закономерностями управления химико-технологическим процессом, представлять принципы выбора типа химического реактора для различных химико-технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 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. Предмет и задачи дисциплины	2	1	1	0	0	
2.	Тема 2. Химический реактор	2	2-4	2	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Режимы работы реактора	2	5-8	2	6	0	устный опрос
4.	Тема 4. Тепловые характеристики реактора	2	9-10	1	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Промышленные реакторы	2	11	1	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Контактные аппараты	2	12-14	2	4	0	устный опрос
7.	Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж	2	15-18	1	2	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			10	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Предмет и задачи дисциплины ?Химическая технология в каталитических процессах?. Инженерная химия каталитических процессов. Способы осуществления каталитических процессов в промышленности. Типы каталитических реакторов

Тема 2. Химический реактор

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Химический реактор ? предмет промышленной кинетики. Технологические и конструкционные параметры реактора. Показатели эффективности работы реактора (производительность, пропускная способность, интенсивность, мощность, удельная производительность). Классификация реакторов (конструктивная форма, организационная структура, фазовое состояние реагентов и катализаторов, тип гидродинамического режима, тип теплового режима, тип защиты материала реактора).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Реакторы периодические, полупериодические, непрерывные. Обоснование выбора организационной структуры реактора. Реакторы одно- и многофазные.

Тема 3. Режимы работы реактора

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Стационарный и нестационарный режимы. Гидродинамический режим. Идеальные и неидеальные течения. Гидродинамические модели реакторов (модель ИВ, модель ИС, ячеечная модель, диффузионные модели). Материальный баланс реактора. Характеристические уравнения для реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Сравнительный анализ эффективности работы идеальных реакторов разных гидродинамических типов.

Тема 4. Тепловые характеристики реактора

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Температурный режим реактора. Режим постоянных и переменных температур. Обоснование выбора температурного режима для реакций разных технологических классов. Тепловой режим реактора. Изотермический тепловой режим. Адиабатический тепловой режим. Автотермический тепловой режим. Политропический тепловой режим.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тепловой баланс реактора. Тепловой баланс периодического реактора. Тепловой баланс изотермических и адиабатических реакторов ИС и ИВ. Расчет неизотермических реакторов.

Тема 5. Промышленные реакторы

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Требования, предъявляемые к конструкции реактора. Факторы, влияющие на элементы конструкции реактора. Конструкционные материалы. Элементы защиты материала реактора от термических и коррозионных воздействий.

Тема 6. Контактные аппараты

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора. Достоинства и недостатки. Ограничения при конструировании реакторов с неподвижным слоем катализатора. Динамические свойства гетерогенно-каталитических реакций

практическое занятие (4 часа(ов)):

Нестационарность режима контактного аппарата. Устойчивые и неустойчивые режимы функционирования. Температурная устойчивость реактора. Диаграммный метод исследования устойчивости реактора.

Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Высокотемпературные реакторы. Промышленные печи. Типы камер. Жидкофазные реакторы. Системы Т-Ж. Системы Ж-Ж. Системы Г-Ж. Реакторы для систем Т-Т. Виброкавитационные мельницы. Типы камер. Электрохимические реакторы. Реакторы под давлением. Автоклавы. Трубчатые реакторы.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Реакторы с нетрадиционными источниками энергии: биохимические, плазмохимические, сонохимические, механохимические, фотохимические.

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
2.	Тема 2. Химический реактор	2	2-4	подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Режимы работы реактора	2	5-8	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
4.	Тема 4. Тепловые характеристики реактора	2	9-10	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
5.	Тема 5. Промышленные реакторы	2	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Контактные аппараты	2	12-14	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж	2	15-18	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

балльно-рейтинговая система, предусматривается разбор конкретных ситуаций, основанных на практических примерах; использование компьютерных презентаций лекций

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

Тема 1. Предмет и задачи дисциплины

Тема 2. Химический реактор

устный опрос , примерные вопросы:

1.Химический реактор, требования к промышленному реактору. 2.Классификация химических реакторов по организационной структуре процесса, гидродинамическому и тепловому режиму, фазовому состоянию реакционной смеси и конструктивным характеристикам. 3.Основные принципы выбора реактора.

Тема 3. Режимы работы реактора

устный опрос , примерные вопросы:

4.Материальный баланс химического реактора. 5.Характеристические уравнения РИВ и РИС. 6.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-Н

Тема 4. Тепловые характеристики реактора

устный опрос , примерные вопросы:

7.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИВ-Н. 8.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-П. 9.Гидродинамические модели реакторов. Каскад РИС-П.

Тема 5. Промышленные реакторы

устный опрос , примерные вопросы:

10. Однопараметрическая и двухпараметрическая диффузионные модели реактора. 11.Отклонение гидродинамического режима в реальных реакторах от идеального. Экспериментальное определение среднего времени пребывания частиц в реакторе. 12.Реакторы для гомогенных процессов 13.Реакторы для проведения реакций в системе ?Г-Т? и ?Ж-Т?.

Тема 6. Контактные аппараты

устный опрос , примерные вопросы:

14.Реакторы для проведения реакций в системе ?Г-Ж? и ?Ж-Ж?. 15.Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов. 16.Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора.

Тема 7. Реакторы в системах Г-Т, Ж-Ж, Г-Ж, Т-Ж

устный опрос , примерные вопросы:

17.Тепловой баланс химического реактора. 18.Изотермический реактор. Уравнение теплового баланса. 19.Адиабатический реактор. Уравнение теплового баланса.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Итоговый контроль знаний студентов (вопросы к зачету)

- 1.Химический реактор, требования к промышленному реактору.
- 2.Классификация химических реакторов по организационной структуре процесса, гидродинамическому и тепловому режиму, фазовому состоянию реакционной смеси и конструктивным характеристикам.
- 3.Основные принципы выбора реактора.
- 4.Материальный баланс химического реактора.
- 5.Характеристические уравнения РИВ и РИС.
- 6.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-Н
- 7.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИВ-Н.
- 8.Гидродинамические модели реакторов. Характеристическое уравнение РИС-П.
- 9.Гидродинамические модели реакторов. Каскад РИС-П.
- 10.Однопараметрическая и двухпараметрическая диффузионные модели реактора.
- 11.Отклонение гидродинамического режима в реальных реакторах от идеального. Экспериментальное определение среднего времени пребывания частиц в реакторе.
- 12.Реакторы для гомогенных процессов
- 13.Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Т" и "Ж-Т".
- 14.Реакторы для проведения реакций в системе "Г-Ж" и "Ж-Ж".
- 15.Реакторы для гетерогенно-каталитических процессов.
- 16.Реакторы с неподвижным, движущимся и кипящим слоем катализатора.
- 17.Тепловой баланс химического реактора.
- 18.Изотермический реактор. Уравнение теплового баланса.
- 19.Адиабатический реактор. Уравнение теплового баланса.
- 20.Политропический реактор. Уравнение теплового баланса
- 21.Устойчивость режима работы адиабатического реактора.
- 22.Устойчивость режима работы изотермического реактора.
- 23.Способы организации теплообмена в реакторах.
- 24.Теплоносители и хладоагенты.

7.1. Основная литература:

- 1.Тимофеев, В.С. 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, с.
- 2.Харлампиди Х.Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826

7.2. Дополнительная литература:

1. Кузнецова И.М., Харлампики 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:

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МАССООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ И ТЕХНОЛОГИИ -
<http://wavetechno.narod.ru/gdu.htm>
общая химическая технология - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=32826
ТГТУ технологическое оборудование - <http://macp.web.tstu.ru/soder.html>
техноинфа - <http://www.tehnoinfo.ru>
химическая технология органических веществ -
<http://window.edu.ru/resource/870/56870/files/diachkov.pdf>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Химическая технология в каталитических процессах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Персональный компьютер и проектор для демонстрации иллюстративного материала по всем разделам дисциплины и компьютерных симуляций

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

Автор(ы):

Верещагина Я.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Соломонов Б.Н. _____

"__" _____ 201__ г.