

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИнБиоХим
Лазуткина

Ю.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.7.1 «Гетерогенный катализ и каталитические системы»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.01**

Химическая технология

Направленность (профиль, специализация): **Технология химических производств**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

| Статус | Должность | И.О. Фамилия |
|---------------|---|---------------------|
| Разработал | доцент | М.П. Чернов |
| Согласовал | Зав. кафедрой «ХТ» | В.В. Коньшин |
| | руководитель направленности (профиля) программы | А.М. Маноха |

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|--|---|--|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| ОПК-3 | готовностью 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 | строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма каталитических химических процессов и пути их протекания | выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики и энергетику каталитических процессов | методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях в том числе в каталитических процессах |
| ПК-10 | способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа | методы исследований аналитической химии и материаловедения для определения физических и химических характеристик катализаторов, способы стандартизации и сертификации катализаторов | использовать методики анализа сырья и готовой продукции для определения физических характеристик катализаторов | |
| ПК-4 | способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | порядок проведения стандартных сертификационных испытаний согласно нормативной технической документации в производстве катализаторов | подготовить стандартное оборудование к работе, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий, важнейших каталитических процессов | стандартными и сертификационными методами решения практических задач при использовании испытания гетерогенного катализа в технологическом процессе |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|---|--|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины. | Общая и неорганическая химия, Общая химическая технология, Процессы и аппараты химической технологии, Физическая химия |
| Дисциплины (практики), для | Технология минеральных солей и удобрений, |

| | |
|--|---|
| которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Технология основного неорганического синтеза, Технология связанного азота, Технология серы и серной кислоты |
|--|---|

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| очная | 17 | 0 | 17 | 38 | 40 |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Лекционные занятия (17ч.)

1. Модуль 1

Теоретические основы катализа, основанные на знаниях о строении вещества, природе химической связи. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,3] Тема 1 Вводная лекция.

1.1 Роль каталитических процессов в насыщении рынка товарами химической промышленности.

1.2 Экологические проблемы и разработка новых катализаторов.

1.3 Основные понятия и определения в катализе.

1.4 Термодинамика и энергетика каталитических процессов. Пути протекания процессов.

1.5 Классификация и выбор катализаторов. Промышленные гетерогенные катализаторы.

Тема 2 Адсорбция.

2.1 Характеристика типов адсорбции.

2.2 Изотермы физической адсорбции. Теплота адсорбции

Тема 3 Уравнения адсорбционных изотерм.

3.1 Изотерма Ленгмюра.

3.2 Изотерма Фрейдлиха.

3.3 Изотерма Темкина.

3.4 Хемосорбция

2. Модуль 2

Кинетика каталитических реакций. Механизм химических каталитических процессов, протекающих в окружающем мире.(2ч.)[2,3] Тема 4 Скорости и кинетические модели каталитических реакций.

4.1 Эмпирические корреляция.

4.2 Формальные кинетические модели.

4.3 Ограничения кинетических моделей и некоторые примеры их применения.

4.4 Отравление и индукционный период.

4.5 Компенсация. Ложная компенсация.

4.6 Реагирующие смеси.

3. Модуль 3 Методы получения и производство катализаторов. Технические решения при разработке технологических процессов получения катализаторов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3] Тема 5 Методы получения и производство катализаторов.

5.1 Основные методы получения катализаторов.

5.2 Метод осаждения.

5.3 Метод пропитки.

5.4 Специальные методы приготовления катализаторов.

5.5 Носители для катализаторов. Промоторы

4. Модуль 4

Определение физических характеристик катализаторов. Анализ сырья для производства катализаторов, материалов и готовой продукции, оценка результатов анализа.(4ч.)[2,3] Тема 6 Определение физических характеристик катали-заторов.

6.1 Измерение удельной поверхности. Объем пор. Распределение пор по размерам.

6.2 Механические свойства

6.3 Инструментальные методы определения физических характеристик катализаторов.

Тема 7 Нанесенные металлические катализаторы.

7.1 Активность металлов.

7.2 Дисперсность металлов.

7.3 Катализ и спекание.

7.4 Коксообразование.

7.5 Отравление металлических катализаторов.

Тема 8 Кислотные и цеолитные катализаторы.

8.1 Принципы появления кислотности.

8.2 Сила кислотных центров.

8.3 Корреляция между кислотностью и каталитической активностью.

8.4 Цеолиты. Молекулярно-ситовой катализ.

5. Модуль 5

Важнейшие каталитические процессы. Технические решения при разработке технологических процессов с использованием катализаторов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (5ч.)[2,3,5,6,7] Тема 9 Каталитическое окисление.

9.1 Окислительно-восстановительный механизм.

9.2 Получение серной кислоты.

9.3 Окисление аммиака.

9.4 Очистка выхлопных газов.

9.5 Катализаторы для удаления оксидов азота.

9.6 Каталитическое горение.

Тема 10 Получение и переработка синтез-газа и связанные с ним процессы.

10.1 Конверсия с паром.

10.1 Синтез Фишера-Тропша.

10.2 Конверсия монооксида углерода с водяным паром

10.3 Синтез метанола.

10.4 Синтез аммиака.

10.5 Метанирование.

Практические занятия (17ч.)

1. Практическое занятие 1.(2ч.)[1,4] Тема 1 Особенности расчёта каталитических процессов и каталитических реакторов

2. Практическое занятие 2.(2ч.)[1,4] Тема 2 Определение кинетического уравнения и расчёт константы скорости для каталитических реакций

3. Практическое занятие 3. {работа в малых группах} (2ч.)[1,4] Тема 3 Расчёт производительности катализатора.

4. Практические занятия 4, 5.(4ч.)[1,4] а) Контрольный опрос № 1.

б) Тема 4 Расчёт объёма катализатора для различных химико-технологических процессов

5. Практические занятия 6, 7.(4ч.)[1,4] Тема 5 Расчёт размеров реакторов для проведения каталитических процессов.

а) Контрольный опрос № 2.

б) Продолжение темы 5.

6. Практические занятия 8, 9.(3ч.)[1,4] Тема 6 Расчёт каталитических процессов в кипящем слое

Самостоятельная работа (38ч.)

1. Проработка теоретического лекционного материала.(8,5ч.)[2,3,5,6,7]

2. Подготовка к практическим занятиям.(8,5ч.)[1,4]

3. Подготовка к контрольным опросам.(2ч.)[2,3]

4. Подготовка к зачёту.(19ч.)[2,3]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Свит Т.Ф. Технологическое оборудование химических производств: Учебное пособие / Т.Ф. Свит, В.В. Зацепин; – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/tnv/Svit-Zac-texobor.pdf>.

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102250>. — Загл. с экрана.

3. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : [учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки специалистов] / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампици. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - Москва [и др.] : Лань, 2013. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=37357

6.2. Дополнительная литература

4. Расчеты химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов/ Туболкин А.Ф., Тумаркина Е.С., Тарат Э.Я. и др.; Под редакцией И.П. Мухленова - изд. 2-е - Л.: Химия, 1982. - 245 с.- 26 экз.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

5. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>

6. Сайт о химии для химиков <http://www.ximik.ru>

7. Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| №пп | Используемое программное обеспечение |
|------------|---|
| 1 | LibreOffice |
| 2 | Windows |
| 3 | Антивирус Kaspersky |

| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы |
|------------|--|
| 1 | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru) |
| 2 | Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/) |

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|--|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа |
| учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций |
| учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации |
| помещения для самостоятельной работы |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».