

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Термодинамика и кинетика в химической технологии

по направлению подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:

Цифровая химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер-исследователь

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А. С. Князев

Председатель УМК
В.В. Шелковников

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения.

ПК-2 Способен к реализации и управлению химическими и биомедицинскими процессами на базе математического прогнозирования и моделирования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает основные теоретические положения, экспериментальные и расчетные методы, применяемые в выбранной области химии

РООПК-1.4 Умеет использовать современное научное оборудование, расчетно-теоретические методы и профессиональное программное обеспечение для решения задач в избранной области химии или смежных наук

РОПК-2.1 Знает современные технологии производства химической продукции

2. Задачи освоения дисциплины

- Освоить общие закономерности кинетики реакций гетерогенного катализа;
- Освоить закономерности протекания реакций при гомогенном катализе;
- Освоить принципы и подходы к выбору состава, фазового состояния и размеров зерна и пор катализатора;
- Освоить термодинамические закономерности протекания химических процессов;
- Освоить методы оценки эффективности протекания химического процесса с точки зрения термодинамических параметров;
- Освоить подходы и методы расчета термодинамических параметров процесса.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Термодинамика химико-технологических процессов

Предмет и задачи технической термодинамики, закономерности фазового перехода и параметры состояния, химическая термодинамика, термодинамические законы (в том числе для кругового процесса), понятие эксергии, современные термодинамические модели, описание, условия применения и ограничения. Термодинамический анализ ХТС.

Тема 2. Введение в кинетику химических процессов

Введение в кинетику химических процессов. Влияние термодинамических параметров на глубину протекания химико-технологических процессов. Расчет равновесного состава смесей. Кинетика гомогенного и гетерогенного процесса, основные отличия и методы расчета кинетических параметров химических реакций. Связь термодинамических и кинетических параметров, методы математического моделирования простых химических реакторов.

Тема 3. Интенсификация химических процессов

Гомогенные и гетерогенные процессы, общие закономерности и отличия. Лимитирующая стадия и способы ее определения. Способы интенсификации гомогенных процессов.

Гетерогенные химико-технологические процессы, классификация. Гетерогенные процессы в системе газ-твердое, газ-жидкое. Основные стадии гетерогенного процесса, области протекания гетерогенного процесса. Способы интенсификации гетерогенных процессов в системах газ-твердое, газ-жидкое.

Тема 3. Макрокинетика

Понятие цель и объекты макрокинетики, перенос вещества в гомогенных и гетерогенных процессах, методы математического моделирования химических процессов в зернах катализатора, методы расчета реальных реакторов гомогенных и гетерогенных процессов.

Тема 4. Термодинамические расчеты.

Основные термодинамические модели, принятые для расчета ХТС. Модели состояния и модели активности. Типы и классификация моделей состояния. Типы и классификация моделей активности. Основные расчетные формулы. Отличия и случаи применимости каждого типа моделей.

Тема 5. Углубленный курс физико-химических основ процессов

Промышленные реакторы, переход от идеальных моделей к моделям и расчету промышленных реакторов. Политропные, адиабатические и другие типы процессов и их расчет, связь расчета с промышленными типами реакторов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекций и практических занятий, проведения занятий с презентациями студентов по индивидуальному заданию и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO
- <https://lms.tsu.ru/enrol/index.php?id=35558>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М.: Наука, 1987. – 502 с.

– Бесков В.С., Флокк В. Моделирование каталитических процессов и реакторов. – М.: Химия, 1991. – 256 с.

– Иоффе И.И., Письмен Л.М. Инженерная химия гетерогенного катализа. – Л.: Химия, 1972. – 464 с.

– Жоров Ю.М. Кинетика промышленных органических реакций: справочное издание. – М.: Химия, 1989. – 384 с.

– Жоров Ю.М. Термодинамика химических процессов. – М.: Химия, 1985. – 459 с.

– Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей./под ред. Б.И. Соколова – Л.: Химия, 1982. – 591 с.

– Ермакова А. Методы макрокинетики применяемые при математическом моделировании химических процессов и реакторов. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2001. – 188 с.

– Воробьев А.Х. Диффузионные задачи в химической кинетике: учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. Университета, 2003. – 98 с.

– Новиков И. И. Термодинамика. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.

– Чечеткин А. В., Занемонец Н. А. Теплотехника. – М.: Высш. шк. 1986. – 344 с.

– Теплотехника. /Под ред. А. П. Баскакова. – М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 225 с.

– Делягин Г. Н., Лебедев В. И., Пермяков Б. А. Теплогенерирующие установки. М.: Стройиздат. – 1986. – 242 с.

– Сидельковский Л. Н., Юренев В. Н. Парогенератора промышленных предприятий. – М.: Энергия, Энергия, 1978. – 326 с.

– Лейтес И. Л. и др. Теория и практика химической энерготехнологии – М.: Химия, 1988. – 280 с.

– Бродянский В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 246 с.

– Семененко И. А., Куперман Л. И., Романовский С. А. и др. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое оборудование в промышленности. – Киев: Высш. шк., 1979. – 296 с.

б) дополнительная литература:

– Кафаров В.В., Михайлов Г.В. Введение в инженерные расчеты реакторов с неподвижным слоем катализатора. – М.: Химия, 1969. – 89 с.

– Расчеты аппаратов кипящего слоя./ под ред. И.П. Мухленова, Б.С. Сажина, В.Ф. Фролова – Л.: Химия, 1986. – 352 с.

– Стефогло Е.Ф., Жукова О.П., Кучин И.В. Моделирование газожидкостных процессов на суспендированном катализаторе. – Кемерово: Кузбассиздат, 2000. – 427 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://elibrary.ru>
– <https://login.webofknowledge.com>
– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.
<http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

– ...

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитория для выполнения практических занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации, а также персональными компьютерами с установленным пакетом MS Office (MS Word, MS Excel, MS Visio), доступом в интернет для выполнения практических заданий (ауд. 402 или 405 корпуса № 6 ТГУ)

Аудитории для проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Норин Владислав Вадимович, ассистент кафедры неорганической химии НИ ТГУ, ведущий специалист отдела предпроектной подготовки ООО «ИХТЦ»\$

Галанов Сергей Иванович, к.х.н., доцент, кафедра неорганической химии НИ ТГУ/