

Программа курса «химическая технология»

VIII семестр 2010 года

Часть I. Анализ энергоэффективности химико-технологических систем (6 лекций)

Раздел 1. Принципы анализа химико-технологических систем

1. Понятие о химико-технологической системе (ХТС), основные типы преобразований материального объекта в ХТС. Принцип многостадийности.
2. Материальные и энергетические потоки в ХТС. Энергосберегающие технологии. Снижение качества энергии в технологических операциях, причины снижения качества энергии.
3. Основные критерии, характеризующие эффективность ХТС: критерий эффективности преобразования энергии, критерий эффективности использования сырья, критерий компактности (интенсивности)
4. Критерий устойчивого развития ноосферы.

Раздел 2. Генерация энтропии в простых системах

1. Аксиомы термодинамики, температура и энтропия
2. Генерация энтропии в простых системах.
 - 2.1. Установление теплового равновесия. Медленный необратимый теплообмен через тонкую перегородку. Обратимый теплообмен.
 - 2.2. Установление равновесия при изотермическом смешении газов. Медленное необратимое смешение газов через тонкий капилляр. Обратимое смешение газов.
 - 2.3. Установление равновесия при газофазной химической реакции. Медленное самопроизвольное протекание реакции. Обратимое протекание химической реакции.

Раздел 3. Генерация энтропии в реагирующих потоках

1. Некоторые полезные соотношения из векторного анализа.
2. Баланс массы и уравнение неразрывности. Диффузионное приближение.
3. Баланс импульса и уравнение движения
4. Баланс кинетической и потенциальной энергий. Сумма кинетической и потенциальной энергии.
5. Сохранение полной энергии, тепловой поток.
6. Балансы внутренней энергии и энтропии.
8. Общее выражение для расчета генерации энтропии в реагирующих потоках.

Раздел 4. Интегральные критерии эффективности химико-технологических систем.

1. Интегральные уравнения баланса вещества, энергии и энтропии в ХТС. Источники энтропии в химико-технологических системах.
2. Понятие эксергии и ее применение для оценки энергетической эффективности химико-технологических систем.
3. Теорема Гюи-Стодолы, диаграммы Грассмана-Шаргута. Эксергетический коэффициент полезного действия.

Часть II. Введение в теорию химических реакторов (4 лекции)

Раздел 1. Элементы механики сплошной среды.

1. Движения невязкой жидкости. Уравнение Эйлера.
 - 1.1. Стационарное движение невязкой жидкости. Уравнение Бернулли
 - 1.2. Скорость звука.
 - 1.3. Стационарное движение газа по трубе переменного сечения.
 - 1.4. Ударная волна и адиабата Гюгонио.
2. Элементы теории горения.
 - 2.1. Медленное горение, фронт пламени.
 - 2.2. Быстрое горение, детонация и ударная волна.
3. Движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса
 - 3.1. Парадокс Даламбера, как пример, демонстрирующий ограниченность модели стационарных движений невязкой жидкости.
 - 3.2. Уравнение Навье-Стокса и их применение к анализу стационарного движения несжимаемой вязкой жидкости.
 - 3.4. Критерий Рейнольдса. Устойчивость и турбулентность. Коэффициент сопротивления. Сопротивление при фильтрации флюидов.
4. Понятие о гидродинамическом пограничном слое. Задача Блазиуса.

Раздел 2. Элементы теории химических реакторов

1. Проблема масштабного перехода в химической технологии.
2. Продольная дисперсия, основные факторы, влияющие на продольную дисперсию, формула Ван-Димтера.
3. Анализ распространения примеси в неравномерных потоках, теория Тейлора.
4. Модельное описание структуры потоков в химических реакторах. Распределение времени пребывания в объеме химического аппарата, I , E – кривые, реакторы идеального перемешивания и вытеснения, каскад реакторов идеального перемешивания.
4. Выбор оптимальной реакторной схемы для разных типов реакций.

Часть III. Введение в теорию прочности твердых тел (6 лекций)

Раздел 1. Напряжение и деформация

1. Описание деформированного состояния тела в механике сплошной среды. Вектор деформации, тензор деформации, геометрический смысл его компонент, инварианты тензора деформации. Тензор напряжений, его симметричность и определение главных осей.
2. Определение изотропного, ортотропного и трансверсально-изотропного тела. Формулировка закона Гука применительно к каждому типу среды. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона в случае изотропной среды, их обобщение на случай анизотропного материала.
3. Два примера расчета деформаций.
 - 3.1. Простое растяжение (сжатие) стержня при заданной нагрузке, расчет деформаций. Одностороннее сжатие стержня, расчет деформаций. Сравнение изменения свободных энергий в обоих случаях.
 - 3.2. Задача Ламе об определении деформаций в стенках круглой трубы при заданном перепаде давлений в трубе и окружающем пространстве.
4. Критерий неустойчивости стержня в условиях сжимающей продольной нагрузки, расчет возможной формы стержня после потери устойчивости.

Раздел 2. Особенности разрушения твердых тел.

1. Типы разрушения твердых тел.

- 1.1. Хрупкое разрушение. Концентраторы напряжений. Увеличение напряжения в окрестности газового пузырька в материале в сравнении с заданным средним растягивающим напряжением.
- 1.2. Вязкое разрушение. Пластическая деформация. Критерии прочности Треска и Мизеса.
2. Энергетическая модель разрушения Гриффитса. Критический размер трещины. Формула Гриффитса.
3. Кинетическая теория Журкова.
4. Влияние температуры и скорости нагружения на характер разрушения. Диаграмма растяжения – сжатия металлов. Влияние пластического деформирования на упрочнение материала (наклеп).

Раздел 3. Структурированные наноматериалы.

1. Атомистические модели наноматериалов. Потенциалы Морзе, Ленарда – Джонсона, гармонические потенциалы, расширенный потенциал Дж. Че и их области применения. Параметры потенциала Морзе для атомов углерода и расчет деформаций на его основе.
2. Углеродные нанотрубки, их получение и свойства. Хиральность нанотрубок и ее влияние на механические и электрические свойства материала.
3. Трансверсально – изотропная модель деформирования нанотрубок. Модуль Юнга нанотрубок, сравнение с известными материалами. Особенности потери устойчивости нанотрубок при сжатии, сравнение с ранее рассмотренной задачей о неустойчивости стержня в условиях сжимающей нагрузки.
4. Дефекты в нанотрубках типа 5 – 7. Влияние хиральности на образование дефектов 5 – 7 в условиях растягивающего напряжения. Механизм разрушения нанотрубок.

Раздел 4. Композитные материалы.

1. Основные проблемы технологии получения композитных материалов.
2. Ортотропная и трансверсально – изотропная модели композитных материалов.
3. Композитные материалы с использованием нанотрубок, их преимущество в сравнении с обычным углеволокном.

Часть IV. Основные химико-технологические процессы и технологии материалов (8 лекций).

1. Технологии получения углеродных материалов (2 лекции).
2. Технологии получения неорганических материалов (2 лекции).
3. Технологии переработки нефти (2 лекции).
4. Технологии разделения и очистки газов (2 лекции).

Лекторы:

доцент, к.ф.м.н. Зеленко В.Л.

ведущий научный сотрудник, д.ф.м.н. Хейфец Л.И.

профессор Авдеев В.В.

профессор Лазорьяк Б.И.

профессор Алентьев А.Ю.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Дытнерский Ю.И.* Процессы и аппараты химической технологии: В 2кн. М.: Химия, 1995.
2. *Кузнецов Л.Д., Дмитренко Л.М., Рабина П.Д., Соколинский Ю.А.,* Синтез аммиака. М.: Химия, 1982.
3. *Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г.,* Общая химическая технология. М.: Высш. шк., 2003.
4. *Лебедев Н.Н.* Химия и технология основного органического и нефтеорганического синтеза. М.: Химия, 1988.
5. Основы технологии переработки пластмасс/ под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. М.: Химия, 1995.
6. Технология пластических масс. Под редакцией В.В.Коршака. М. Химия. 1985.
7. Технология переработки нефти. Под редакцией О.Ф. Глаголевой, В.М. Капустина. М. Химия. 2006.

Дополнительная

1. Биотехнология. Принципы и применение/ Под ред. И. Хиггинса, Д.Беста, Дж. Джорнса. М.: Мир, 1988.
2. *Вольфович С.И., Егоров А.П., Эпштейн Д.А.* Общая химическая технология. Л.: Госхимиздат, 1953; Т.1.
3. *Вольфович С.И., Роговин З.А., Руденко Ю.П., Шманенков И.В.,* Общая химическая технология, М.: Госхимиздат, 1959; Т.2.
4. Избранные главы химической технологии:
 - вып.1. *Сафонов М.С.* Критерии термодинамического совершенства технологических систем. М. : Хим. фак. МГУ, 1998.
 - вып. 3. *Сафонов М.С.* Дифференциальные уравнения сохранения массы, импульса и энергии. М.: Хим. фак. МГУ, 2001;
5. *Якименко Л.М.* Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. М.: 1974.