

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
3.	Направленность (профили)	Биология. Химия
4.	Дисциплина (модуль)	К.М.03.09 Прикладная химия
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

I. Методические рекомендации по организации работы студентов

1.1 Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и электронные презентации, производить эксперименты, работать с таблицами и графиками. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения текущих и контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, практические занятия и лабораторные работы.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для выполнения лабораторных работ и указания на самостоятельную работу.

II. Планы практических и лабораторных занятий

Практическое занятие № 1-2 (4 ч)

Тема: Химизация производства.

План:

- 1) Структура химической промышленности.
- 2) Химическая продукция и ее классификация.
- 3) Основные направления химизации в России и за рубежом.
- 4) Химико-технологические показатели.
- 5) Материальный и тепловой баланс химического производства.

- 6) Применение энергии в химическом производстве.
- 7) Сырье химической промышленности.
- 8) Сырьевая база химической промышленности Мурманской области.

Вопросы для обсуждения:

1. Структура химической промышленности страны, региона.
2. Экономическая эффективность химизации.
3. Химическая продукция и ее классификация.
4. Условия осуществления химизации.
5. Основные направления химизации в России и за рубежом.
6. Химико-технологические показатели.
7. Материальный и тепловой баланс химического производства.
8. Виды и источники энергии.
9. Применение энергии в химическом производстве.
10. Экономия и пути использования энергии и теплоты реакции.
11. Сырье химической промышленности.
12. Вторичное сырье и перспективы его использования.
13. Классификация химического сырья.
14. Способы обогащения сырья.

Задания для самостоятельной работы:

1. Охарактеризуйте химико-технологические показатели: расходный коэффициент, степень превращения сырья, выход продукта, селективность процесса, производительность и интенсивность, приведите примеры расчета.
2. Подготовьте сообщение и презентацию на тему «Химические аспекты ядерной энергетики».
3. Охарактеризуйте понятия целевой продукт, полупродукты, промежуточные продукты, побочные продукты, отходы производства, приведите примеры.
4. Подготовьте сообщение и презентацию на тему «Сырьевая база химической промышленности Мурманской области».
5. Используя приведенные ниже данные о тепловых эффектах реакций ($\Delta_r H^0_{298}$): $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \Delta_r H^0_{298} = -1170 \text{ кДж}$; $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \Delta_r H^0_{298} = -1530 \text{ кДж}$, вычислите стандартную энтальпию образования ($\Delta_f H^0_{298}$) NO и сравните полученную величину с табличной.
6. Рассчитайте производительность печи обжига колчедана, если ее диаметр 4,2 м, высота 8 м, а интенсивность $1000 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{сут}$.
7. Вычислите расходный коэффициент аммиака на 1 т 60 %-ной азотной кислоты при выходе 96 %.
8. Оксид железа (III) массой 130 кг нагревали в токе 31 л (н.у.) оксида углерода (II). Составьте материальный баланс процесса.

Литература

Основная литература

2. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: / А.Ю.Закгейм — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2012. — 304 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
3. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П.; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2003, 2010. - 527 с.
4. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст]: учебник для студ. вузов / Семчиков Ю. Д. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. – 368 с.

Дополнительная литература

- а) Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: в 2 т. / Р.С. Соколов. - М.: Владос, 2000. - 367 с.
- б) Абалонин, Б.Е. Основы химических производств [Текст]/ Б.Е.Абалонин, И.М.Кузнецова, Х.Э.Харлампиди. - М.: Химия, 2001. - 472 с.
- в) Нифантьев, Э.Е. Основы прикладной химии [Текст] / Э.И.Нифантьев, Н.Г.Парамонова. - М.: Владос, 2002. - 140 с.
- г) Гончаренко, Е.Е. Химическая кинетика и катализ [Текст] / Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Голубев А.М. - М.: МГТУ, 2012. — 52 с.
- е) Каржавин, В. К. Основы физической химии [Текст]: учеб. пособие / Каржавин В. К. ; М-во образования и науки РФ. - Апатиты : Изд. Кольского науч. центра РАН, 2005. – 184 с.

Практическое занятие № 3-4 (4 ч) **Тема: Химико-технологические процессы.**

План:

- 1) Классификация химико-технологических процессов.
- 2) Основные аппараты химико-технологических процессов.
- 3) Равновесие в химико-технологических процессах.
- 4) Гомогенные и гетерогенные процессы.
- 5) Процессы в химических реакторах.
- 6) Катализ в химической промышленности.

Вопросы для обсуждения:

2. Классификация химико-технологических процессов: механические и гидромеханические, теплообменные, массообменные.
3. Основные аппараты химико-технологических процессов.
4. Периодические и непрерывные процессы.
5. Равновесие в химико-технологических процессах.
6. Применение принципа Ле-Шателье для определения параметров химико-технологического режима.
7. Гомогенные и гетерогенные процессы.
8. Влияние температуры на скорость реакции.
9. Влияние концентрационного фактора на скорость процессов и выход целевого продукта. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная и переходная области. Высокотемпературные гетерогенные процессы.
10. Процессы в химических реакторах.
11. Виды реакторов: реакторы непрерывного и периодического действия (идеального вытеснения и идеального смешения).
12. Классификация реакторов по тепловому режиму: адиабатические, изотермические, политропические.
13. Значение катализа в химической промышленности.
14. Типы каталитических процессов: гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ.
15. Стадии гетерогенного катализа, состав контактных масс.

Задания для самостоятельной работы:

1. Охарактеризуйте основные параметры: активность, температура зажигания, селективность, пористость, механическая прочность, устойчивость к каталитическим ядам; приведите примеры для химических производств неорганических и органических веществ.

2. Опишите принципы работы контактных аппаратов: с неподвижным слоем, с движущимся слоем, с псевдосжиженным слоем.
3. Приведите алгоритмы расчетов параметров режима работы контактных аппаратов: времени контактирования, объемной скорости, удельной производительности (интенсивности).
4. Годовая производительность установки по производству уксусной кислоты составляет 20 тыс. тонн в год. Вычислите часовую производительность, если цех работает 365 дней в году, из них 32 дня отводятся на ремонты.
5. Производственная башня имеет высоту 16 м и диаметр 5,5 м. Полезный объем башни составляет 85%. Производительность башни составляет 90 т в сутки. Рассчитайте интенсивность процесса.
6. На получение 1 тонны метанола расходуется 2500 м³ синтез-газа. Рассчитайте выход метанола.
7. Рассчитайте, сколько можно получить формальдегида, если на процесс окисления подано 1,8 т метанола, степень конверсии метанола составляет 85%.
8. Рассчитайте производительность реактора по готовому продукту – уксусной кислоте. В реактор поступает 37000 м³/ч альдегидо-воздушной смеси с объемной долей ацетальдегида 13,8%, селективность по уксусной кислоте 95%.

Литература

Основная литература

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: / А.Ю.Закгейм — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2012. — 304 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для студ.вузов, обуч. по хим. спец. / Стромберг А. Г., Семченко Д. П. ; под ред. А. Г. Стромберга. - М.: Высш. шк., 2003, 2010. - 527 с.
3. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения [Текст]: учебник для студ. вузов / Семчиков Ю. Д. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2010. – 368 с.

Дополнительная литература

6. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: в 2 т. / Р.С. Соколов. - М.: Владос, 2000. - 367 с.
7. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии [Текст] / ред. В.Г.Айнштейн - М.: Физматкнига: Логос, 2006. - 868 с.
8. Абалонин, Б.Е. Основы химических производств [Текст]/ Б.Е.Абалонин, И.М.Кузнецова, Х.Э.Харлампики. - М.: Химия, 2001. - 472 с.
9. Нифантьев, Э.Е. Основы прикладной химии [Текст] / Э.И.Нифантьев, Н.Г.Парамонова. - М.: Владос, 2002. - 140 с.
10. Гончаренко, Е.Е. Химическая кинетика и катализ [Текст] / Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф.З., Голубев А.М. - М.: МГТУ, 2012. — 52 с.
11. Каржавин, В. К. Основы физической химии [Текст]: учеб. пособие / Каржавин В. К. ; М-во образования и науки РФ. - Апатиты : Изд. Кольского науч. центра РАН, 2005. – 184 с.

Практическое занятие №5-7 (6 ч)

Тема: Производство неорганических соединений.

План:

- 1) Производство серной кислоты.
- 2) Производство аммиака.
- 3) Производство азотной кислоты.

- 4) Электрохимическое производство гидроксида натрия и соляной кислоты.
- 5) Производство минеральных удобрений.
- 6) Производство силикатных материалов.

Вопросы для обсуждения:

Производство серной кислоты

- 1) Свойства и области применения серной кислоты.
- 2) Сырье сернокислой промышленности и его комплексное использование.
- 3) Подготовка сырья.
- 4) Контактный способ производства серной кислоты.
- 5) Обжиг колчедана как гетерогенный, некаталитический, высокотемпературный процесс.
- 6) Печь кипящего слоя.
- 7) Очистка и осушка обжигового газа.
- 8) Окисление оксида серы (IV) как пример простого обратимого гетерогенно-каталитического процесса: влияние температуры, давления, концентрации, объемной скорости на степень превращения и выход продукта.
- 9) Промышленные катализаторы.
- 10) Контактные аппараты со стационарными и кипящими слоями катализатора.

Производство аммиака

1. Соединения азота и их значение в народном хозяйстве.
2. Синтез оксида азота (II), методы его осуществления и перспективы.
3. Методы получения водорода и азотоводородной смеси для синтеза аммиака.
4. Получение азота из воздуха глубоким охлаждением и ректификацией жидкого воздуха. Ректификационная колонна.
5. Производство водорода и азотоводородной смеси из природного газа.
6. Типовые методы очистки газов, применяемые в производстве синтетического аммиака.
7. Синтез аммиака как пример каталитического процесса с небольшим равновесным выходом продукта, осуществляемого по циклической (круговой) схеме.
8. Теоретические основы синтеза аммиака: принцип Ла-Шателье, кинетические уравнения.
9. Принципиальная схема производства при среднем давлении.
10. Устройство колонны синтеза – каталитического реактора, работающего при высоких температурах и давлениях.

Производство азотной кислоты

1. Свойства и применение азотной кислоты.
2. Теория каталитического окисления аммиака в оксид азота (II).
3. Избирательный катализ как основной прием осуществления этого процесса.
4. Оптимальные условия каталитического окисления аммиака.
5. Промышленные катализаторы.
6. Устройство контактного аппарата поверхностного контакта (с сетками из сплавов платины).
7. Переработка нитрозных газов в разбавленную и концентрированную азотную кислоту.
8. Условия совместного проведения гомогенного окисления оксида азота (II) и гетерогенного процесса абсорбции оксидов азота.
9. Схема производства разбавленной азотной кислоты как пример технологической схемы с открытой цепью.
10. Концентрирование разбавленной азотной кислоты.

Производство минеральных удобрений

1. Классификация минеральных удобрений.
2. Фосфорные удобрения и их классификация.
3. Фосфатное сырье.
4. Гетерогенные процессы и реакции в производстве простого и двойного суперфосфата. Суперфосфатная камера непрерывного действия.
5. Нейтрализация и гранулирование простого суперфосфата.
6. Фосфорная кислота.
7. Экстракционный и электротермический методы получения фосфорной кислоты, их сравнение.
8. Фосфорнокислотное разложение фосфатного сырья.
9. Концентрированные фосфорные удобрения. Двойной суперфосфат.
10. Хемосорбционные процессы, сопровождаемые быстрой необратимой реакцией в производстве аммиачной селитры.
11. Использование теплоты нейтрализации в реакторе (нейтрализаторе) и схемах производства аммиачной селитры.
12. Калийные удобрения, их применение.
13. Физико-химические основы разделения смеси природных солей на примере получения хлорида калия из сильвинита.
14. Галлургический и флотационный способы производства.

Производство силикатных материалов

1. Классификация и характеристика продуктов силикатной промышленности.
2. Силикатные материалы, их свойства и значение в народном хозяйстве.
3. Сырье для производства силикатных материалов, общие приемы его подготовки.
4. Физико-химические основы типовых процессов технологии силикатов.
5. Типовые процессы технологии силикатов в производстве керамических изделий, портландцемента, стекла и ситаллов.
6. Технологическая схема производства портландцемента: химические процессы при затвердевании цемента.
7. Производство силикатного кирпича.
8. Стекла, их классификация, зависимость свойств от состава, способа формования стеклоизделий; вытягивание, литье, прокат; выдувание, прессование.

Задания для самостоятельной работы:

1. Сформулируйте принцип Ле-Шателье. Объясните его действие на примере экзотермической реакции: $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$. Напишите уравнение изобары химической реакции. Как изменяется константа равновесия для этой реакции с увеличением температуры?
2. Приведите технологическую схему производства серной кислоты контактным способом.
3. Приведите технологическую схему производства серной кислоты из серы и сероводорода, охарактеризуйте особенности производства.
4. Приведите технологическую схему производства аммиака при среднем и высоких давлениях, охарактеризуйте особенности производства.
5. Приведите технологическую схему прямого синтеза концентрированной азотной кислоты.
6. Подготовьте сообщение и презентацию на тему «Ядохимикаты: инсектициды, фунгициды, зооциды, гербициды (значение, способы применения, меры предосторожности при пользовании ими, в частности по защите водоемов).
7. Подготовьте сообщение и презентацию на тему «Фарфор, и фаянс: свойства, сырье, производство, химические процессы при обжиге, применение».

8. Определить объем и состав обжигового газа при сжигании 380 кг серы, если коэффициент избытка воздуха 1,62, степень выгорания серы 99,8%.
9. Рассчитать производительность катализатора (т/ч) и объемную скорость ($\text{нм}^3/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$) при синтезе аммиака, если количество азотно-водородной смеси, проходящей через колонну, равно $2,0 \text{ нм}^3/\text{сек}$. Объем катализатора равен $1,5 \text{ м}^3$. Содержание аммиака в газе на выходе из колонны – 24%.
10. Определить концентрацию азотной кислоты, стекающей с первой тарелки абсорбционной колонны, если в колонну подается 1821 кг воды и $27916 \text{ м}^3/\text{ч}$ нитрозных газов, содержащих (по объему) 9% оксида азота (IV) и 0,24 % паров воды. Степень абсорбции NO_2 на первой тарелке 98%.

Литература

Основная литература

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: / А.Ю.Закгейм — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2012. — 304 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.