

Програма з навчальної дисципліни

Екотехнологія

Метою навчального предмету “Екотехнологія” є опанування загальними закономірностями гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, основними типами одиничних процесів, хімізмом, механізмом і основними хіміко-технологічними схемами переробки сировини та одержання найважливіших хімічних продуктів.

Основне завдання навчального предмету – формування знань, умінь і навиків для створення ефективних науково обґрунтованих, економічно доцільних і екологічно безпечних хіміко-технологічних процесів.

Базовими курсами для цієї дисципліни є “Математика”, “Фізика”, “Неорганічна хімія”, “Аналітична хімія”, “Органічна хімія”, “Фізична хімія”, “Хімія високомолекулярних сполук”, “Основи наукової діяльності”.

Навчальна дисципліна “Хімічна технологія та моделювання технологічних процесів” є базовою для професійно-орієнтованих та нормативно-навчальних дисциплін підготовки бакалавра, спеціаліста і магістра.

I. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОТЕХНОЛОГІЇ

1.1. Зміст і завдання екотехнології. Найважливіші технологічні поняття та визначення.

Охорона природи та раціональне використання природних ресурсів. Основні види впливу людини на природу. Актуальні проблеми та напрями розвитку технології виробництва та природокористування. Природокористування. Класифікація шкідливої дії виробництва на біосферу. Шляхи узгодженого розвитку виробництва та природокористування. Поняття про екотехнологію. Поняття про безвідходну технологію. Основні напрями створення безвідходних технологій.

Класифікація процесів за фазовою ознакою.

Схеми руху матеріальних та енергетичних потоків. Періодичні, напівнеперервні та неперервні процеси. Суть методи складання і зображення матеріальних та енергетичних балансів: Визначення виходів продукції та коефіцієнтів корисного використання енергії. Визначення потужності, продуктивності та інтенсивності виробництва, Економічні вимоги, які ставляться перед раціональним хімічним процесом.

Основні відмінності у вивченні промислових хіміко-технологічних процесів порівняно з лабораторними (хімічними та фізико-хімічними).

1.2. Закономірності та методи хімічної технології.

Значення термодинамічних та кінетичних (мікро- та макро-) закономірностей для технології. Фактори, що визначають швидкість гомогенних та гетерогенних реакцій. Роль концентрації реагентів, температури, тиску та оновлення поверхні контакту реагуючих фаз та інших

фізико-хімічних факторів на перебіг хіміко-технологічних процесів; найважливіші способи їх регулювання.

Вплив макрокінетичних факторів: гідродинаміки, тепло- та масообміну.

Технологічні засоби прискорення та сповільнення реакцій. Каталіз. Виробничі процеси з використанням твердих, рідких та газоподібних каталізаторів. Значення форми, дисперсності, пористості, міцності та інших властивостей твердих каталізаторів. Основні типи контактних апаратів.

1.3. Сировина.

Основні види та ресурси сировини. Збагачення мінеральної сировини, його значення та основні принципи. Фізико-хімічні властивості сировини, на яких засновані процеси збагачення.

Суть комплексного використання сировини. Боротьба за усунення відходів промисловості, за використання місцевої сировини. Вторинна сировина та її переробка.

1.4. Значення води у хімічній технології.

Промислові та санітарні вимоги до води. Промислова підготовка води. Хімічні, механічні, фізико-хімічні та біологічні методи очищення води від природних домішок. Накипи, шляхи запобігання та усунення. Знесолення та опріснення води. Шляхи водообігу у промисловості. Основні методи очистки води від шкідливих домішок шляхом співосадження, сорбції, іонного обміну та ін. Стічні води та методи їх очищення.

1.5. Енергетика у хімічній промисловості.

Види та джерела, енергії, що використовуються у хімічних виробничих процесах. Суть комплексного енергохімічного використання горючих копалин та використання тепла екзотермічних процесів, регенерації та повторного використання енергії. Енерго-технологічні схеми. Перспективи використання різноманітних енергоджерел у хімічних виробництвах.

2. ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Класифікація процесів в залежності від основних законів, що визначають швидкість цих процесів: гідромеханічні, теплові, масообмінні (дифузійні), механічні та хімічні (реактивні).

2.1. Гідромеханічні процеси.

Основи гідравліки. Фізичні властивості рідин. Диференційні рівняння рівноваги Ейлера. Основне рівняння гідростатики та його практичне значення. Основні характеристики руху рідини. Характеристика встановленого та невстановленого потоків. Поняття про субстанційну похідну. Режим руху рідин. Витрата рідин при встановленому ламінарному потоці.

Рівняння Стокса та Пуазейля, Рівняння нерозривності потоку. Диференційні рівняння руху Ейлера. Рівняння Бернуллі. Використання рівняння Бернуллі для виміру швидкості та витрати рідини. Диференційні рівняння На.в'є-Стокса.

Переміщення рідин та газів. Загальні відомості про насоси та компресорні машини. Основні параметри насосів. Порівняння та вибір насосів і компресорних машин.

2.2. Теплові процеси.

Значення теплових процесів у хімічній технології. Основні види передачі тепла. Теплові баланси. Передача тепла теплопровідністю (закон Фур'є). Диференційне рівняння теплопровідності. Рівняння теплопровідності плоскої та циліндричної стінки. Конвективний теплообмін (закон охолодження Ньютона). Диференційне рівняння конвективного теплообміну Фур'є-Кірхгофа. Основне рівняння теплопередачі.

Теплопередача через плоску та циліндричну стінки. Визначення температурного напору при прямотечії та протитечії теплоносіїв.

Нагрівні агенти та способи нагрівання. Конструкція теплообмінних апаратів.

2.3. Масообмінні процеси.

Характеристика, процесів масопередачі. Способи вираження складу фаз. Фазова рівновага. Матеріальний баланс процесів масопередачі. Робочі лінії.

Молекулярна дифузія та конвективний переніс. Диференційне рівняння конвективної дифузії. Механізм процесів масопереносу. Рівняння масовіддачі.

Залежність між коефіцієнтами масопередачі та масовіддачі. Середня рушійна сила та методи розрахунку процесів масопередачі.

Абсорбція. Фізичні основи процесу абсорбції. Матеріальний та тепловий баланс процесу. Кінетичні закономірності процесу абсорбції. Будова абсорбційних апаратів.

Перегонка рідин. Загальні відомості про просту перегонку (дистиляцію) та ректифікацію. Характеристика двофазних систем рідина-пара. Фазова, рівновага бінарних систем. Класифікація бінарних систем. Диференційне рівняння простої перегонки.

Ректифікація. Характеристика процесів ректифікації. Неперервна ректифікація бінарних сумішей. Матеріальний та тепловий баланс процесу. Розрахунок числа теоретичних тарілок колони неперервної дії за методом Мак-Кеба та Тіле. Будова ректифікаційних колон.

3. МОДЕЛЮВАННЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Значення та взаємозв'язок теоретичних та експериментальних методів дослідження хіміко-технологічних процесів. Моделювання як метод дослідження процесів та шлях до скорочення термінів переходу від лабораторних досліджень до проектних розробок.

Подібність як основа моделювання. Види подібності та. класифікація моделей (реальні та уявні, символічні). Види моделювання: фізичне, математичне та ін.

Фізичне моделювання. Теорія подібності як наукова основа фізичного моделювання. Теореми подібності Ньютона, Бекінгема-Федермана-Афанасьєва-Еренфеста, Кірпічова-Гукмана. Подібне перетворення диференціальних рівнянь. Загальний вигляд критеріальних рівнянь. Сфери використання та обмеження фізичного моделювання.

Суть математичного моделювання. Принцип аналогії та ізоморфізм диференціальних рівнянь. Основні етапи математичного моделювання: побудова математичної моделі, створення алгоритму, встановлення адекватності моделі та досліджуваного процесу. Переваги математичного моделювання на ЕОМ.

4. ВИРОБНИЧІ ПРОЦЕСИ

4.1. Виробництво сульфатної кислоти.

Види сірковмісної сировини. Типи печей для обпалювання сульфідних руд та елементарної сірки. Печі з псевдозрідженням (киплячим шаром). Використання побічних сірчистих газів кольорової металургії та теплових електростанцій, сірки та сірководню при переробці сірчистої нафти.

Фізико-хімічні основи та схеми контактного способу виробництва сульфатної кислоти: рівноважні та кінетичні умови, каталізатори. Будова контактної вузла та абсорбційної апаратури. Шляхи інтенсифікації сульфатно-кислотного виробництва. Використання кисню та тиску.

4.2. Технологія зв'язаного азоту.

Синтез аміаку. Способи одержання азото-водневої суміші: виробництво азоту, водню та кисню розділенням газових сумішей шляхом глибокого охолодження; конверсійні способи одержання азото-водневої суміші з генераторного і природного газів; способи одержання водню з коксового газу, води та ін. Очистка газів.

Фізико-хімічні основи процесу синтезу аміаку (термодинамічні та кінетичні особливості). Каталізатори синтезу аміаку. Вибір оптимальних умов синтезу. Технологічна (циркуляційна.) схема виробництва аміаку.

Колонна синтезу. Використання тепла реакції. Збільшення одиничної потужності апаратури

Виробництво азотної кислоти. Окиснення аміаку та оксидів азоту. Хемосорбція оксидів азоту. Фізико-хімічні основи технологічних процесів. Використання тиску, кисню. Особливості концентрування азотної кислоти.

Виробництво нітрату амонію. Використання тепла реакції. Методи поліпшення його фізичних властивостей.

Синтез сечовини. Фізико-хімічні умови та схема виробництва.

4.3. Виробництво фосфору та фосфорних кислот.

Види та основні родовища фосфатної сировини (апатити та фосфорити). Кислотні, термічні та гідротермічні процеси переробки природних фосфатів, їх суть та перспективи.

Електротермічне виробництво фосфору. Будова електропечей. Фізико-хімічні основи одержання фосфору із природних фосфатів. Схема одержання

елементного фосфору. Процеси переробки фосфору у фосфорні та поліфосфорні кислоти. Кислотні способи переробки фосфатної сировини. Екстракційна фосфорна кислота., способи її концентрування. Гідротермічна переробка фосфатів.

4.4. Технологія солей та добрив.

Мінеральні солі у сільському господарстві. Мінеральні добрива та їх класифікація. Основні процеси виробництва комплексних та концентрованих добрив: подвійного суперфосфату та фосфатів амонію, нітроамофосу та нітроамофоски.

Виробництво калійних солей. Процеси політермічні та флотаційні. Основні апарати для одержання хлористого калію з сильвініту. Методи покращення властивостей добрив: гранулювання, концентрування, капсулювання та ін. Значення та перспективи виробництва рідких добрив.

Аміачний спосіб виробництва соди. Механізм і фізико-хімічні основи карбонізації аміачно-сольового розчину. Схема виробництва соди. Основні технологічні стадії та їх особливості.

4.5. Переробка нафти та нафтопродуктів.

Роль нафти у енергетичному балансі країни. Запаси нафти. Склад та властивості нафти. Підготовка, нафти до переробки. Фізичні та хімічні методи переробки нафти. Пряма атмосферно-вакуумна перегонка нафти. Термічний крекінг нафтопродуктів. Механізм крекінгу. Каталітичний крекінг, умови крекінгу, каталізатори. Одержання високооктанових палив та вуглеводневої сировини для хімічної промисловості. Каталітичний риформінг та платформінг. Піроліз нафтопродуктів. Характеристика палив і змазочних масел, очистка та стабілізація палив.

5. ТЕХНОЛОГІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Промисловий органічний синтез, його розвиток та значення. Сировинна база та вихідні речовини.

5.1. Виробництво ненасичених вуглеводнів. Ацетилен. Виробництво ацетилену методом електропіролізу та у плазмі. Фізико-хімічні основи процесу. Сировина. Умови процесу та технологічна схема. Одержання ацетилену термоокислювальним піролізом. Фізико-хімічні основи процесу. Конструктивні особливості реакторних пристроїв. Переробка ацетилену. Виробництво етилену та пропілену. Сировина. Фізико-хімічні основи процесу дегідрування вуглеводнів. Виробництво етилену з етану та пропілену з пропану та бутану. Виробництво етилену та пропілену піролізом бензину. Методи виділення та тонкої очистки етилену та пропілену. Технологічна схема. Шляхи використання.

5.2. Виробництво дієнових вуглеводнів. Виробництво бутадієну-1,3. Виробництво дивінілу дегідруванням бутану у одно- та двоступеневому процесі. Фізико-хімічні основи процесу. Каталізатори, технологічна, схема.

Виробництво ізопрену. Значення ізопрену. Огляд промислових методів синтезу ізопрену. Виробництво ізопрену дегідруванням ізопентану. Фізико-

хімічні основи процесу. Каталізатори. Тонке очищення ізопрену. Технологічна схема. Виробництво ізопрену діоксановим методом.

5.3. Виробництво кисневмісних органічних сполук. Синтези на основі оксиду вуглецю. Промислові джерела оксиду вуглецю. Синтез-газ. Синтез метанолу. Фізико-хімічні основи процесу. Каталізатори. Контактний апарат. Виділення метанолу. Синтези на основі метанолу. Перспективи виробництва метанолу. Виробництво формальдегіду на основі метанолу. Фізико-хімічні основи процесу. Каталізатори. Технологічна схема, використання формальдегіду.

Синтез вуглеводнів на основі синтез-газу. Фізико-хімічні основи процесу. Каталізатори, технологічна, схема. Склад продуктів синтезу, їх використання та можливості їх наступної хімічної переробки.

5.4. Окислення парафінів. Переробка карбонових кислот. Переробка ненасичених вуглеводнів. Гідратація етилену - сірчанокислотна та пряма. Фізико-хімічні основи процесу. Технологічні схеми та каталізатори. Виробництво ацетальдегіду окисленням етилену та гідратацією ацетилену.

5.5. Виробництво галогенпохідних органічних сполук. Хлорування метану. Виробництво дихлоретану. Виробництво хлорвінілу дегідрохлоруванням дихлоретану. Виробництво хлоропрену на основі ацетилену та бутадієну.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Солтис М., Закордонський В. Теоретичні основи процесів хімічної технології. Навч. посібник. Львів: Вид. ЛНУ. 2002. 400 с.
2. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: Владос. 2003. Т. 1. 368 с. Т. 2. 448 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник М.: Химия. 2004. 753 с.
4. Кандауров Б.П. Общая химическая технология. Учебн. Пос. 2005. – 336 с.
5. Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии. Учебн. Пос. 2004. – 271 с.
6. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія. – 2005. 552 с.
7. Кутепов А. М., Бондарева. Т. Й. Общая химическая технология. М.: Академкнига, 2005. 528 с.
8. Мухленов И. П. и др. Общая химическая технология: Учебн. пособие в 2 частях. 4-е издание. М. : Высшая школа, 1984. 1-2 т.
9. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза: М.: Химия, 1988. – 592 с..
10. Гончаров А.І., Серета. І. П., Хімічна, технологія. Підр. Київ: Вища школа, 1979. частина. І. 288с. частина. ІІ. 1980. 280с.
11. Позин М. Е. Технология минеральных удобрений: Учебн. 5-е изд. Л.: Химия, 1983. 335с.