

Житомирський державний університет імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ /
ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ

Обов'язкової освітньої компоненти

”ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ”

для підготовки здобувачів
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>102 Хімія</i>
Предметна спеціальність	-
Спеціалізація	-
Освітня програма	<i>Хімія</i>
Факультет / ННІ	<i>Природничий</i>

Укладачі:

к.х.н., доцент **Денисюк Роман**
PhD у галузі знань Хімічна та біоінженерія
Писаренко Сніжана,
к.х.н. **Камінський Олександр**

Розглянуто та схвалено

на засіданні кафедри хімії

Протокол від «15» червня 2024 р. № 23

Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2024

Д 33

УДК 54-126:547

Укладачі: доцент кафедри хімії *Денисюк Р.О.*,
асистент кафедри хімії *Писаренко С.В.*,
доцент кафедри хімії *Камінський О.М.*,

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені
Івана Франка
(протокол № 11 від «25» червня 2024 р.)*

Рецензенти:

Кичкирук Ольга – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Бондарєва Антоніна – PhD зі спеціальності Хімічні технології та інженерія асистент кафедри хімічної технології кераміки та скла хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Шелюк Ірина – кандидат хімічних наук, голова циклової комісії хімічних дисциплін Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу Житомирської обласної ради

Д 33 Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М. Методичні рекомендації до організації самостійної / індивідуальної роботи із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 75 с.

В методичних рекомендаціях до організації самостійної / індивідуальної роботи приводяться перелік запитань / завдань для самостійної та індивідуальної роботи та приклади виконання завдань з освітньої компоненти «Основи хімічної технології» та інструкції до виконання завдань відповідно до програми.

© Денисюк Р.О., 2024
© Писаренко С.В., 2024
© Камінський О. М., 2024
© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2024

ЗМІСТ

ВСТУП		4
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ		6
1. Завдання для самостійної роботи №1	Тема: Основні закономірності процесів хімічної технології	7
2. Завдання для індивідуальної роботи №1		9
3. Завдання для самостійної роботи №2	Тема: Переробка сировини	10
4. Завдання для індивідуальної роботи №2		13
5. Завдання для самостійної роботи №3	Тема: Організація хіміко-технологічних процесів при підготовці води	14
6. Завдання для індивідуальної роботи №3		18
7. Завдання для самостійної роботи №4	Тема: Виробництво сульфатної кислоти	19
8. Завдання для індивідуальної роботи №4		22
9. Завдання для самостійної роботи №5	Тема: Виробництво амоніаку та нітратної кислоти	23
10. Завдання для індивідуальної роботи №5		26
11. Завдання для самостійної роботи №6	Тема: Виробництво мінеральних добрив	27
12. Завдання для індивідуальної роботи №6		30
13. Завдання для самостійної роботи №7	Тема: Силікатні вироби	31
14. Завдання для індивідуальної роботи №7		34
15. Завдання для самостійної роботи №8	Тема: Металургія чорних металів	36
16. Завдання для індивідуальної роботи №8		39
17. Завдання для самостійної роботи №9	Тема: Металургія кольорових металів	40
18. Завдання для індивідуальної роботи №9		43
19. Завдання для самостійної роботи №10	Тема: Електрохімічні виробництва	44
20. Завдання для індивідуальної роботи №10		47
21. Завдання для самостійної роботи №11	Тема: Хімічна переробка палива	48
22. Завдання для індивідуальної роботи №11		51
23. Завдання для самостійної роботи №12	Тема: Основний органічний синтез	52
24. Завдання для індивідуальної роботи №12		56
25. Завдання для самостійної роботи №13	Тема: Високомолекулярні сполуки	57
26. Завдання для самостійної роботи №14	Тема: Технологія виробництва пластичних мас	60
27. Завдання для індивідуальної роботи №13		62
28. Завдання для самостійної роботи №15	Тема: Хімічні волокна	63
29. Завдання для індивідуальної роботи №14		66
30. Завдання для самостійної роботи №16	Тема: Виробництво каучуків та гуми	68
31. Завдання для індивідуальної роботи №15		71
Питання для підготовки до екзамену з обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології»		73
ЛІТЕРАТУРА		75

ВСТУП

Освітня компонента «Основи хімічної технології» забезпечує хіміко-технологічну підготовку висококваліфікованих спеціалістів-хіміків, формування базових знань і понять з хімічної технології, вивчення найважливіших хімічних виробництв та хімічних процесів, які використовуються в різних галузях промисловості.

Освітня компонента «Основи хімічної технології» повинен виробити у студентів такі вміння:

- розуміти роль хімічної технології в господарстві; оцінювати економічні, технологічні та технічні показники хімічного виробництва; роботу заводських служб по покращанню технологічних показників, якості продукції та умов праці на хімічному виробництві;
- розуміти хіміко-технологічних процеси, що мають місце при підготовці сировини до переробки, мотивувати принципи раціонального використання сировини, способи забезпечення комплексної переробки сировини та безвідходної технології;
- орієнтуватися в технологічних нормах використання води в хімічній промисловості, знати способи підготовки технологічної води, методи забезпечення замкнутих технологічних циклів по використанню води;
- знати енергетичні затрати хімічних виробництв, способи зниження енергоємності хіміко-технологічних процесів, шляхи раціонального використання енергії та її економії в хімічних виробництвах;
- знати заходи хімічних підприємств по охороні оточуючого середовища, методи очистки газових викидів, очистки забрудненої води, переробки твердих відходів;
- знати схеми хіміко-технологічних процесів, типові виробничі реактори, схеми автоматичного контролю і регулювання виробничих процесів, взаємозв'язок технологічної схеми, конструкції хімічної апаратури та термодинамічно-кінетичних параметрів процесів, що лежать в основі даного хіміко-технологічного виробництва;
- навчити майбутніх хіміків пов'язувати курси хімії з життям, якісно готувати і проводити екскурсії на хімічні і промислові виробництва, проводити дійову професійну орієнтацію хіміків.

Ці задачі можуть бути розв'язані на прикладі конкретних хімічних виробництв, що відображають магістральні напрями сучасної хімічної технології. Технологія хімічних виробництв безперервно розвивається і вдосконалюється на основі наукового підходу, в зв'язку з чим розглянуто теоретичні основи хімічної технології.

Інструктивно-методичні рекомендації до самостійної / індивідуальної роботи з «Основ хімічної технології» забезпечує хіміко-технологічну підготовку висококваліфікованих спеціалістів, формування базових знань і понять з хімічної технології, вивчення найважливіших сучасних хімічних виробництв та хімічних процесів, які використовуються в різних галузях промисловості.

Завдання для самостійної та індивідуальної роботи передбачають виконання таких видів робіт:

Робота з підручником та електронними виданнями

Під час роботи з підручником та електронними виданнями необхідно визначити тему, яку досліджуємо або вивчаємо. Після чого цю тему потрібно знайти в змісті підручника. Якщо дана тема відсутня у змісті, визначаємо ключові слова у темі та шукаємо по предметному покажчику необхідні терміни. У випадку електронних видань, потрібно зайти у пошукову систему та задати ключові слова теми, що вивчається. За посиланнями віднайти потрібну інформацію, при чому не відволікатись на сторонні відомості, що часто мають місце на різних сайтах.

Коли знайдено інформацію по темі, уважно прочитати текст, за необхідності по ходу читання звертати увагу на графіки, малюнки, таблиці. Після прочитання тексту, потрібно ще раз його прочитати і за необхідності зробити невеличкий тезовий конспект або потрібні

записи. При появі незрозумілих слів, формул, речень, визначити суть кожного з слів та сформулювати уявлення про інформацію подану в тексті. За необхідності ще раз прочитати текст, уточнити незрозумілі моменти.

Розв'язування технологічних задач

При розв'язанні задач, потрібно уважно, вдумливо прочитати запитання, визначити головні та другорядні відомості, уявити процес (за необхідності), записати потрібні формули, рівняння реакцій, урівнявши їх, та визначити послідовність розв'язку задачі. Спроектуючи шлях розв'язку завдання, провести необхідні розрахунки та дії. В кінці зробити висновок або дати відповідь на задачу, заповнити таблицю і т.д., в залежності від завдання.

Підготовка рефератів

Для підготовки рефератів потрібно виконати ті ж дії що і під час роботи з підручником, але обов'язково створити конспект прочитаного. Для створення конспекту необхідно скласти план прочитаного матеріалу, визначивши головні та другорядні питання. За складеним планом підібрати текст доповіді, з урахуванням специфіки аудиторії, для якої буде представлений реферат. В кінці всього реферату зробити висновки та узагальнення. Обов'язково вказати список використаних джерел, якщо були використані посилання мережі internet, обов'язково вказати посилання електронної адреси. Реферат оформляється на аркушах формату А4, шрифт тексту Times New Roman 14 пт, інтервал тексту полуторний, параметри сторінки зверху і знизу – 2 см, зліва – 2,5 см та справа – 1,5 см. Література оформляється згідно вимог Державної атестаційної комісії (ДАК).

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Технологічні схеми можуть виконуватись в електронному вигляді або від руки на аркушах паперу формату А5, А4 А3, А1, в залежності від потреби та цілі схеми. Для підготовки технологічної схеми потрібно уважно вивчити процес хімічного виробництва, визначити його етапи, розглянути апарати та обладнання, що використовуються на даному виробництві, визначити умови проведення процесів (температура, тиск, агрегатний стан речовин, склади розчинів, каталізаторів). Будувати технологічну схему потрібно від початку надходження речовин на виробництво (сировина, її збагачення переробка) і до готової продукції, яка іде на склад. На схемі відображаються головні апарати, їх форма, особливості будови, за потреби показується переріз робочої частини. За потреби біля апаратів записується робочі температури, тиск, наявні каталізатори та інші особливості роботи даного устаткування. На схемі необхідно вказати шляхи переміщення сировини та готової продукції, допоміжні речовини та реагенти.

Підготовка презентації на визначену тему

При підготовці презентації потрібно зібрати матеріал з теми, створити реферат, за вказаною методикою, за необхідності побудувати технологічні схеми, таблиці, графіки. Презентація повинна включати тему, відомості про автора, зміст презентації, інформацію про сировину, її підготовку та склад, основні технологічні процеси переробки сировини, власне перетворення речовин з написанням рівнянь реакцій та умов їх проведення, за необхідності можна представити технологічну схему та будову основних апаратів, що використовуються на виробництві, напрями використання готової продукції та висновки. На кожному слайді повинно міститись мінімум тексту, що відображає основні тези інформації, яку озвучує доповідач. Якщо подається великий об'єм матеріалу, то текст розбивається на декілька слайдів або виводиться на екран з використанням анімації (поява або зникання тексту, рисунків, таблиць). Фон, шрифт та розташування на слайді вибирати таким чином, щоб слайд не був порожнім, і не був переповнений інформацією, щоб можна було прочитати текст та значення в таблицях, графіках, малюнках. Часто слайди підписують по тематикам, а рисунки повинні бути обов'язково підписані. Кількість слайдів не лімітується. Основною задачею презентації є розкриття теми доповіді.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання здобувачів вищої освіти з освітньої компоненти «Основи хімічної технології» здійснюється відповідно до «Положення про критерії та порядок оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти Житомирського державного університету імені Івана Франка згідно з Європейською кредитною трансферно-накопичувальною системою»

https://zu.edu.ua/offic/ocinjuvannya_zvo.pdf.

Оцінювання набутих компетентностей здобувачами вищої освіти за всіма видами робіт проводиться під час поточного, модульного та підсумкового контролю.

Кожен здобувач вищої освіти має виконати обов'язкові завдання, передбачені інструктивно-методичними матеріалами до лабораторних занять, методичними рекомендаціями до організації самостійної / індивідуальної роботи, силабусом, навчальною та робочою програмою обов'язкової освітньої компоненти.

Результати учбової діяльності здобувачів вищої освіти оцінюються в балах, відповідно до виду діяльності. Визначений мінімум балів, який необхідно набрати для отримання допуску до екзамену та під час виконання екзаменаційної роботи зазначений в робочій програмі навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання

№	Тема	Т	ТО	ЕР	ПЗ	Д	ТС
		15	20	40	20	5	40
1.	<i>Переробка сировини</i>						
2.	<i>Організація хіміко-технологічних процесів при підготовці води</i>						
3.	<i>Виробництво сульфатної кислоти</i>						
4.	<i>Виробництво амоніаку та нітратної кислоти</i>						
5.	АМКР № 1 «Хімізм технологічних процесів. Виробництво кислот»	100					
6.	<i>Виробництво мінеральних добрив</i>						
7.	<i>Силікатні вироби</i>						
8.	<i>Металургія чорних металів</i>						
9.	<i>Металургія кольорових металів</i>						
10.	<i>Електрохімічні виробництва</i>						
11.	АМКР № 2 «Виробництво мінеральних солей та металургія»	100					
12.	<i>Хімічна переробка палива</i>						
13.	<i>Основний органічний синтез</i>						
14.	<i>Високомолекулярні сполуки</i>						
15.	<i>Технологія виробництва пластичних мас</i>						
16.	<i>Хімічні волокна</i>						
17.	<i>Виробництво каучуків та гуми</i>						
18.	АМКР № 3 «Хімічні технології органічних речовин»	100					
Рейтинг		100					

Види діяльності на занятті: **Т** – тестовий контроль знань; **ТО** – теоретичне опитування; **ЕР** – виконання експериментальної роботи; **ПЗ** – виконання практичних завдань (розв'язування задач та інших завдань); **Д** – презентація підготовленої доповіді; **ТС** – представлення технологічної схеми.

Тема самостійної роботи 1: **ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Поняття хімічної технології: технологія, хімічна технологія, механічна технологія, сировина, напівпродукти, операція.
2. Техно-економічні показники.
3. Класифікація хіміко-технологічних процесів.
4. Показники виробництва: потужність, інтенсивність апарату.
5. Матеріальні і теплові баланси виробництва.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Розрахуйте потужність печі пилового обпалювання колчедану, якщо її діаметр 4,2 м, висота 8 м, а інтенсивність 1000 кг/м³ на добу.
2. Розрахуйте інтенсивність та потужність колони синтезу амоніаку діаметром 140 см, висотою 14 м, якщо за 10 діб вироблено 3000 т амоніаку.
3. Який об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.) утвориться при повному розкладанні доломіту (CaCO₃·MgCO₃) масою 10 г з масовою часткою домішок 8%?
4. Яка маса води теоретично необхідна для розчинення 100 кг технічного кальцій оксиду, який містить 5% магній оксиду і 3% домішок, що не взаємодіють з водою. Складіть матеріальний баланс

Прибуток (debit)	кг	Витрата (credit)	кг
1) Кальцій оксид		1) Кальцій гідроксид	
2) Вода		2).....	
3)		3) Домішки	

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Гранично допустимі концентрації речовин у викидах газів на виробництвах.
2. Гранично допустимі концентрації речовин у рідких викидах на виробництвах.
3. Гранично допустимі концентрації речовин у твердих відходах на виробництвах.
4. Невиробничі матеріальні затрати на виробництвах.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Потужність (P) – називається кількість продукції, що виробляється (G), або переробленої сировини за одиницю часу:

$$P = \frac{G}{t}, \text{ [кг/год, т/год, м}^3\text{/год, або на добу].}$$

Інтенсивність роботи апарату (I) – це потужність, що відноситься до будь-якої величини, що характеризує розміри робочої частини апарату. Зазвичай до об'єму або до площі перетину.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{G}{t \cdot V}, \text{ [кг/год} \cdot \text{м}^3 \text{ або т/год} \cdot \text{м}^3, \text{ м}^3/\text{год} \cdot \text{м}^3 \rightarrow \text{год}^{-1}] \text{ або}$$

$$I = \frac{P}{S} = \frac{G}{t \cdot S}, \text{ [кг/год} \cdot \text{м}^2 \text{ або т/год} \cdot \text{м}^2, \text{ м}^3/\text{год} \cdot \text{м}^2 \rightarrow \text{м/год}].$$

Приклади розв'язування задач

Приклад 1

Визначте потужність та інтенсивність роботи ватержакетної печі для випалювання мідного концентрату діаметром 15 м та висотою 25 м, якщо місячне (30 діб) виробництво штейну становить 500 тис. т.

Розв'язок

Дано:

$$d = 15 \text{ м}$$

$$h = 25 \text{ м}$$

$$t = 30 \text{ діб}$$

$$m \text{ (штейну)} = 500 \text{ тис. т}$$

$$P - ?$$

$$I - ?$$

1. Запишемо формули визначення потужності та інтенсивності:

$$P = \frac{G}{t}, \quad I = \frac{P}{V} = \frac{G}{t \cdot V}$$

2. Визначаємо потужність печі: $P = \frac{G}{t} = \frac{500000 \text{ т}}{30 \text{ діб}} \approx 16667 \text{ т/добу}$

3. Для визначення інтенсивності роботи печі знаходимо об'єм печі:

$$V = S \cdot h, \quad S = \pi \cdot r^2, \quad r = d/2 \Rightarrow V = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h = 3,14 \cdot \frac{15^2 \cdot \text{м}^2}{4} \cdot 25 \text{ м} \approx 4416 \text{ м}^3$$

4. Розраховуємо інтенсивність печі: $I = \frac{500000 \text{ т}}{30 \text{ діб} \cdot 4416 \text{ м}^3} \approx 3,77 \text{ т/м}^3 \cdot \text{добу}$

Відповідь: $P = 16667 \text{ т/добу}$, $I = 3,77 \text{ т/м}^3 \cdot \text{добу}$.

Приклад 2

Визначте масову частку кальцій карбонату у зразку мармуру, якщо при повному термічному розкладанні наважки мармуру масою 5,5 г виділилось 1,12 л вуглекислого газу (н.у.).

Розв'язок

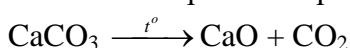
Дано:

$$m \text{ (мармуру)} = 5,5 \text{ г}$$

$$V \text{ (CO}_2\text{)} = 11,2 \text{ л (н.у.)}$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) - ?$$

1. Запишемо рівняння реакції розкладу кальцій карбонату:



2. Знайдемо кількість речовини, яка точно відома – CO_2

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

3. За рівнянням реакції визначаємо кількість речовини кальцій карбонату, який розклався, оскільки лише розклад кальцій карбонату призводить до утворення вуглекислого газу

$$n(\text{CO}_2) : n(\text{CaCO}_3) = 1 : 1 \Rightarrow n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,5 \text{ моль}$$

4. Знаходимо масу кальцій карбонату у мармурі:

$$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ (г/моль)}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 0,5 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 5 \text{ г}$$

5. Визначаємо масову частку CaCO_3 в мармурі:

$$\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{мармуру})} \cdot 100\% = \frac{5 \text{ г}}{5,5 \text{ г}} \cdot 100\% = 90,9\%$$

Відповідь: $\omega(\text{CaCO}_3) = 90,9\%$.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серeda І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 1: **ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСІВ ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ**

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Поняття про рентабельність підприємства.

2. Характеристика оборотних процесів у виробництві.
3. Прилади та апарати, що використовуються для нагрівання речовин.
4. Поняття про масообмінні процеси.
5. Принципи складання матеріального, енергетичного та фінансового балансу.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 2: ПЕРЕРОБКА СИРОВИНИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Сировина та методи її переробки.
2. Методи збагачення сировини.
3. Коефіцієнт використання та ступінь перетворення сировини.
4. Вихід продукту та селективність.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Визначити вихід сульфатної кислоти, якщо для її добування було взято руду, яка містить 49% залізного колчедану, із 1 т якого добуто 0,952 т 76%-вої сульфатної кислоти.
2. Визначити практичний вихід сульфатної кислоти, якщо для її добування було взято 1 т колчедану, що містить 49% піриту (FeS_2), з якого добуто 0,952 т 76%-ої сульфатної кислоти.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Машина для подрібнення та принципи їх роботи.
2. Грохочення мінеральної сировини.
3. Магнітна сепарація.
4. Гравітаційне збагачення у газовій фазі.
5. Принципи роботи флотаційних машин.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Практичний вихід (η) – відношення кількості отриманого продукту до максимально можливої кількості.

$$\eta = \frac{G_B}{G_{B_{\max}}},$$

де G_B – кількість речовини B в даний момент часу, $G_{B_{\max}}$ – максимально можлива кількість отриманої речовини B , а для рівноважної реакції $G_{B_{\max}} = G_{B_{\text{рівн}}}$

Приклад розв'язування задач

З амоніаку масою 1000 кг одержали розчин нітратної кислоти масою 4611,76 кг з масовою часткою розчиненої речовини 70%. Чому дорівнює масова частка виходу нітратної кислоти від теоретично можливого?

Розв'язок

Дано:

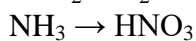
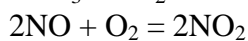
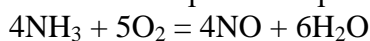
$$m(\text{NH}_3) = 1000 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ну}}(\text{HNO}_3) = 4611,76 \text{ кг}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = 70\%$$

$$\eta(\text{HNO}_3) = ?$$

1. Запишемо рівняння реакцій отримання розчину нітратної кислоти:



2. Знаходимо вміст чистої кислоти в розчині:

$$\omega(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{m_{p-ny}(HNO_3)} \cdot 100\% \Rightarrow m(HNO_3) = \frac{m_{p-ny}(HNO_3) \cdot \omega}{100\%} = \frac{4611,76 \text{ кг} \cdot 70\%}{100\%} = 3228,232 \text{ кг}$$

3. Розраховуємо кількість речовини нітратної кислоти:

$$M(HNO_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 (\text{г/моль})$$

$$n(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{M(HNO_3)} = \frac{3228,232 \text{ г}}{63 \text{ г/моль}} \approx 51242 \text{ моль}$$

4. Визначаємо кількість речовини амоніаку, яка перетворилась в нітратну кислоту:

$$n(NH_3) : n(HNO_3) = 1 : 1 \Rightarrow n(NH_3) = n(HNO_3) = 51242 \text{ моль}$$

5. Розраховуємо масу амоніаку, який перетворився в кислоту:

$$M(NH_3) = 14 + 3 = 17 (\text{г/моль})$$

$$m = \frac{m}{M} \Rightarrow m(NH_3) = n \cdot M = 51242 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 871114 \text{ г} \approx 871 \text{ кг}$$

6. Визначаємо практичний вихід нітратної кислоти:

$$\eta(HNO_3) = \frac{m(NH_3)_{\text{практ}}}{m(NH_3)_{\text{теор}}} \cdot 100\% = \frac{871 \text{ кг}}{1000 \text{ кг}} \cdot 100\% = 87,1\%$$

Варіант 2

2. Розраховуємо кількість речовини амоніаку, що взято для добування:

$$M(NH_3) = 14 + 3 = 17 (\text{г/моль})$$

$$n(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{M(NH_3)} = \frac{1000000 \text{ г}}{17 \text{ г/моль}} \approx 58823,53 \text{ моль}$$

3. За схемою визначаємо кількість речовини нітратної кислоти, що має утворитись:

$$n(NH_3) : n(HNO_3) = 1 : 1 \Rightarrow n(NH_3) = n(HNO_3) = 58823,53 \text{ моль}$$

4. Знаходимо масу кислоти, яка повинна утворитись:

$$M(HNO_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63 (\text{г/моль})$$

$$m = \frac{m}{M} \Rightarrow m(HNO_3) = n \cdot M = 58823,53 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 3705882,39 \text{ г} \approx 3706 \text{ кг}$$

5. Розраховуємо масу розчину нітратної кислоти, яка має утворитись:

$$\omega(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{m_{p-ny}(HNO_3)} \cdot 100\%, \quad m_{p-ny}(HNO_3) = \frac{m(HNO_3) \cdot 100\%}{\omega} = \frac{3706 \text{ кг} \cdot 100\%}{70\%} = 5294,28 \text{ кг}$$

6. Визначаємо практичний вихід нітратної кислоти:

$$\eta(HNO_3) = \frac{m(NH_3)_{\text{практ}}}{m(NH_3)_{\text{теор}}} \cdot 100\% = \frac{4611,76 \text{ кг}}{5294,28 \text{ кг}} \cdot 100\% \approx 87,1\%$$

Відповідь: $\eta(HNO_3) = 87,1\%$.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології»: навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології»

Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.

4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Середа І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 2: ПЕРЕРОБКА СИРОВИНИ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням/завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Класифікація твердотільної сировини.
2. Способи розділення розчинів та емульсій.
3. Процеси агломерації під час хімічних виробництв.
4. Способи очистки та розділення газоподібної сировини.
5. Принципи збагачення мінеральної сировини.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 3: ОРГАНІЗАЦІЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Види природних вод.
2. Вода та її технічні показники.
3. Твердість води.
4. Методи очистки води.
5. Очистка стічних вод.
6. Боротьба з утворенням накипу.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Скільки грамів гашеного вапна необхідно додати до 1 м^3 води, щоб позбавитись тимчасової твердості, що дорівнює $2,9\text{ ммольекв/л}$
2. Твердість води обумовлена наявністю сульфатів кальцію та магнію. При дії на 10 л води розчином з $5,3\text{ г}$ соди утворилось $4,52\text{ г}$ кальцій та магній карбонатів. Визначте твердість води та вміст кальцій та магній сульфатів в 10 л води.
3. Необхідно зменшити постійну твердість води з 12 до 6 мольекв/л. Яку масу Na_2CO_3 потрібно витратити для пом'якшення 100 м^3 води?
4. На титрування 100 мл води витрачено $7,5\text{ мл}$ $0,1\text{ н}$ HCl . Розрахувати карбонатну твердість води.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Характеристика мінеральних вод.
2. Принципи роботи водоочисних споруд в ході підготовки питної води.
3. Використання води в теплотехніці.
4. Використання води для транспортування матеріалів.
5. Особливості роботи йонобмінних матеріалів.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

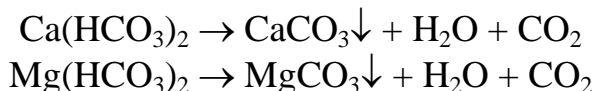
Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Основним показником якості води служить її *твердість*, яка зумовлена наявністю солей кальцію і магнію. Твердість води визначають у міліграм-еквівалентах (або мілімоль-еквівалентах) іонів Ca^{2+} або Mg^{2+} , які містяться у вигляді солей в 1 л води.

$$T_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000, [\text{ммоль екв/л}]$$

Твердість води буває тимчасова, постійна та загальна. Тимчасова твердість зумовлена присутністю у воді кальцій та магній гідрогенкарбонатів і її можна усунути кип'ятінням:



Постійна твердість обумовлена наявністю у воді кальцій і магній сульфатів, хлоридів і нітратів, вона не усувається при кип'ятінні. Сума тимчасової і постійної твердості дає загальну твердість.

Для врахування всіх особливостей того чи іншого виробництва складається *матеріальний баланс*. Він може бути матеріальним балансом економічним, хімічним, енергетичним та іншими, в залежності від потреб, враховувати витрати і прибутки, або отриманий результат підприємства, виробництва. Для складання матеріального балансу встовпчик записуються всі речовини, що

беруть участь у хімічних перетвореннях та домішки, а також всі продукти взаємодії. В наступних двох колонках зазначається маса речовин, використаних (перша колонка) або утворених (друга колонка) за певний період часу (доба, тиждень, місяць, квартал, рік). Часто речовини, які надійшли на виробництво та продукти після хімічних перетворень записують в окремі стовпчики. В кінці балансу підраховується загальна кількість (переважно маса) всіх використаних речовин та всіх отриманих речовин. Енергетичні і фінансові баланси зводяться за таким самим принципом.

Селективність (σ) – відношення кількості цільового продукту до загальної кількості отриманих продуктів. Якщо два процеси паралельні $A \rightarrow B$, $A \rightarrow D$, і B – цільовий продукт, а D – побічний продукт, то селективність:

$$\sigma = \frac{G_B}{G_B + G_D} \quad \text{або} \quad \sigma_B = \frac{G_B}{G_{A_0} - G_A},$$

Приклади розв'язування задач

Приклад 1

Визначте тимчасову твердість води, якщо для її усунення в 10 м^3 використано 600 г натронного вапна.

Розв'язок

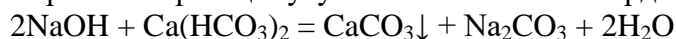
Дано:

$$m(\text{NaOH}) = 600 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ м}^3$$

$T_{\text{H}_2\text{O}} - ?$

1. Запишемо рівняння реакцій усунення тимчасової твердості води:



2. Для знаходження твердості води потрібно визначити кількість еквівалентів йонів кальцію та магнію. Для цього визначаємо кількість еквівалентів NaOH, що вступило в реакцію:

$$M(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 (\text{г/моль})$$

$$M_{\text{екв}}(\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \cdot f_{\text{екв}} = 40 \cdot 1 = 40 (\text{г/моль екв})$$

$$n_{\text{екв}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M_{\text{екв}}(\text{NaOH})} = \frac{600 \text{ г}}{40 \text{ г/моль екв}} = 15 \text{ моль екв}$$

3. За законом еквівалентів $n_{\text{екв}}(\text{NaOH}) = n_{\text{екв}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}) = 15 \text{ моль екв}$

4. Знаходимо тимчасову твердість води:

$$T_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 = \frac{15 \text{ моль екв}}{10000 \text{ л}} \cdot 1000 = 1,5 \text{ ммоль екв/л.}$$

Відповідь: $T_{\text{H}_2\text{O}} = 1,5 \text{ ммоль екв/л.}$

Приклад 2

Яка маса соди необхідна для усунення загальної твердості $5,5 \text{ ммоль екв/л}$ у цистерні об'ємом 4 м^3 ?

Розв'язок

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ м}^3$$

$$T_{\text{H}_2\text{O}} = 5,5 \text{ ммоль екв/л}$$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) - ?$

1. Із значення твердості води визначимо кількість еквівалентів йонів кальцію і магнію у цистерні:

$$T_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 \Rightarrow n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{T_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{1000}$$

$$n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{5,5 \text{ ммоль екв/л} \cdot 4000 \text{ л}}{1000} = 22 \text{ моль екв.}$$

2. За законом еквівалентів $n_{\text{екв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{\text{екв}}(\text{Ca}^{2+}) = 22 \text{ моль екв.}$

3. Знаходимо масу соди:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 = 106 (\text{г/моль})$$

$$M_{\text{екв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot f_{\text{екв}} = 106 \cdot \frac{1}{2} = 53 (\text{г/моль екв})$$

$$n_{\text{екв}} = \frac{m}{M_{\text{екв}}} \Rightarrow m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M_{\text{екв}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 22 \text{ мольекв} \cdot 53 \text{ г/мольекв} = 1166 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1166 \text{ г}$.

Приклад 3

Який об'єм 0,2 н розчину аргентум (I) нітрату необхідно використати для титрування 100 мл води, що містить 71 мг/л хлорид-йонів?

Розв'язок

Дано:

$$C(\text{Cl}^-) = 71 \text{ мг/л}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ мл}$$

$$\frac{C_{\text{екв р-ну}}(\text{AgNO}_3) = 0,2 \text{ н}}{V_{\text{р-ну}}(\text{AgNO}_3) - ?}$$

1. Визначаємо масу хлорид-йонів у воді:

$$C = \frac{m(\text{Cl}^-)}{V_{\text{р-ну}}} \Rightarrow m(\text{Cl}^-) = C(\text{Cl}^-) \cdot V_{\text{р-ну}} = 71 \text{ мг/л} \cdot 0,1 \text{ л} = 7,1 \text{ мг} = 0,0071 \text{ г}$$

2. Знаходимо кількість еквівалентів хлорид-йонів у воді:

$$M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ г/моль.}$$

$$M_{\text{екв}}(\text{Cl}^-) = M(\text{Cl}^-) \cdot f_{\text{екв}} = 35,5 \cdot 1 = 35,5 (\text{г/моль екв})$$

$$n_{\text{екв}}(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Cl}^-)}{M_{\text{екв}}(\text{Cl}^-)} = \frac{0,0071 \text{ г}}{35,5 \text{ г/мольекв}} = 0,0002 \text{ моль екв.}$$

3. За законом еквівалентів $n_{\text{екв}}(\text{AgNO}_3) = n_{\text{екв}}(\text{Cl}^-) = 0,0002 \text{ моль екв.}$

4. Розраховуємо об'єм розчину аргентум (I) нітрату:

$$C(\text{AgNO}_3) = \frac{n(\text{AgNO}_3)}{V_{\text{р-ну}}} \Rightarrow V_{\text{р-ну}}(\text{AgNO}_3) = \frac{n_{\text{екв}}(\text{AgNO}_3)}{C_{\text{екв}}(\text{AgNO}_3)} = \frac{0,0002 \text{ моль}}{0,2 \text{ мольекв/л}} = 0,001 \text{ л} = 1 \text{ мл}$$

Відповідь: $V_{\text{р-ну}}(\text{AgNO}_3) = 1 \text{ мл}$.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології»: навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с.
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.

3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 3: ОРГАНІЗАЦІЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДИ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Хімічний склад та властивості води.
2. Підготовка води для використання в якості теплоносія.
3. Показники якості питної води.
4. Екологічна безпека на підприємствах, що здійснюють скид води в навколишнє середовище.
5. Раціональне використання води на підприємствах.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до

лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.

4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 4: ВИРОБНИЦТВО СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Сировина для виробництва сульфатної кислоти.
2. Хімізм та характер хіміко-технологічного процесу виробництва сульфатної кислоти з піриту. Фактори, що впливають на швидкість хімічних реакцій.
3. Окиснення сировини в поличних печах.
4. Окиснення сировини в печах з киплячим шаром та в печах із завислим шаром.
5. Окиснення сировини в горизонтальних печах.
6. Спеціальна очистка пічного газу.
7. Контактне окиснення SO_2 до SO_3 . Принцип роботи контактного апарату та каталізатору.
8. Поглинання сульфур триоксиду та утворення продукційної сульфатної кислоти.
9. Виробництво сульфатної кислоти з сірки та гідрогенсульфіду.

Розв'язування технологічних задач з теми.

1. Розрахуйте коефіцієнт використання колчедану, що містить 28% сульфуру на 1 т 92%-вої контактної сульфатної кислоти. Виробничі витрати 8%.
2. Скільки 96%-ної сульфатної кислоти можна добути з 60 кг залізного колчедану, якщо вихід 85% від теоретичного.
3. Скільки теоретично можна добути 75%-вого розчину сульфатної кислоти з 1 т сульфідів металів, що містять 0,4 масової частки сульфуру.
4. Розрахуйте коефіцієнт використання сировини (в $\text{м}^3/\text{т}$), що містить 0,85 об'ємної доли H_2S , яка використовується на виробництво 1 т 92% сульфатної кислоти. Врахуйте, що вихід кислоти 98%.

5. Яка добова потреба у повітрі колчеданної печі, що спалює за добу 12 т чистого залізного колчедану (FeS_2), якщо при цьому повітря береться в надлишку з таким розрахунком, що пічні газы містять 0,105 об'ємної частки невикористаного кисню, та 0,07 об'ємної частки SO_2 .

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Виробництво сульфатної кислоти в давні часи.
2. Видобування сірки із земних надр.
3. Добування сульфатної кислоти під час переробки поліметалічних руд.
4. Діаграма стану $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{SO}_3$.
5. Діаграма стану $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Коефіцієнт використання (F) – витрати сировини та енергії по відношенню до одиниці отриманої продукції:

$$F = \frac{G_{\text{сировини}}}{G_{\text{продукту}}}, [m/m, m^3/m, \text{кВат год}/m]$$

Ступінь перетворення (χ) – відношення кількості речовини, що вступило в реакцію до її вихідної кількості.

$$\chi = \frac{G_{A_0} - G_A}{G_{A_0}},$$

де G_{A_0} – початкова кількість сировини, G_A – кількість сировини, що залишилось (є в даний момент часу).

Сировиною для виробництва сульфатної кислоти слугує самородна сірка, гідроген сульфід та сульфідні металів (Fe, Cu, Zn, Pb) або гіпс, при прожарюванні його з вугіллям.

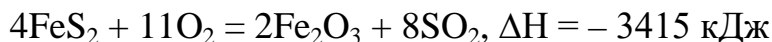
Процес отримання кислоти складається з трьох стадій:

1. Отримання сульфур (IV) оксиду. Сульфур (IV) оксид отримують шляхом спалювання сульфурвмісної сировини в різних печах, в залежності від складу сировини.

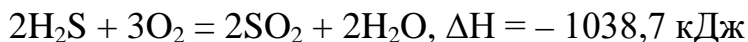
Спалювання сірки. Реакція горіння сірки:



Випалювання сульфідів. Серед сульфідів найчастіше використовують *пірит* FeS₂. Також як сировину використовують руди кольорових металів, наприклад: *сфалерит* (ZnS), *халькопірит* (CuFeS₂).



Спалювання гідрогенсульфіду. Як сировину для одержання SO₂ можна використовувати гідрогенсульфід, який добувають з природного та коксового газів при їх очистці.



Сульфур (VI) оксид утворюється в результаті каталітичного окиснення SO₂ киснем повітря:



Це екзотермічна, оборотна реакція, тепловий ефект її значний та складає при 500°C 94,3 кДж/моль. Змістити рівновагу даної реакції вправо, згідно з принципом Ле Шательє, можна змінивши температуру, тиск чи концентрації речовин.

Каталізаторами є платина, ферум, хром, купрум і ванадій оксиди. Швидкість каталітичної реакції залежить від складу каталізатора. Зокрема із помітною швидкістю на платиновому каталізаторі реакція відбувається вже за температури 250°C, на ванадієвому – за 400°C, на ферум (III) оксиді – за 550°C.

Поглинання сульфур (IV) оксиду (SO₃) відбувається за реакцією:



При використанні води для поглинання сульфур (VI) оксиду, утворюється сульфатна кислота у вигляді туману, що складається з дрібних краплин сульфатної кислоти (оксид розчиняється у воді з виділенням великої кількості тепла, сульфатна кислота настільки нагрівається, що закипає і перетворюється в туман).

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія:

підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 4: ВИРОБНИЦТВО СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Кінетичні особливості окиснення піриту в поличних печах.
2. Принцип роботи ванадієвого каталізатору при окисненні SO_2 .
3. Використання олеуму для поглинання SO_3 .
4. Принципи добування «купоросного масла» з мідного купоросу
5. Каталітичні отрути та способи очистки від них пічного газу.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.

2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серeda І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 5: ВИРОБНИЦТВО АМОНІАКУ ТА НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Способи зв'язування атмосферного азоту. Ціанамідний та дуговий спосіб.
2. Виробництво азоту з повітря шляхом ректифікації. Зрідження повітря.
3. Синтез амоніаку при середньому тиску.
4. Колона синтезу амоніаку. Будова та основні фізико-хімічні процеси, що відбуваються.
5. Умови проведення контактного окиснення амоніаку до нітроген (II) оксиду. Робота контактного апарату при низькому та високому тиску.
6. Хімізм отримання розведеної нітратної кислоти.
7. Хімізм отримання концентрованої нітратної кислоти.
8. Концентрування розведеної нітратної кислоти.
9. Технологічна схема отримання розведеної нітратної кислоти.
10. Технологічна схема отримання концентрованої нітратної кислоти за високого тиску.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Розрахуйте коефіцієнт використання сировини (в м³/т), що містить 0,85 об'ємної частки NH₃, який використовується на виробництво 1 т 70% нітратної кислоти. Врахуйте, що вихід кислоти становить 98%.
- 2 Через колонну синтезу амоніаку пропускають 120 м³/год азотоводневої суміші. Розрахуйте вихід амоніаку (в об.%), якщо добове виробництво колони синтезу 504 м³.
- 3 Який об'єм нітратної кислоти можна добути з 1000 м³ повітря амоніачним способом, якщо синтез амоніаку йде з виходом 15,8%, а інші стадії процесу проходять відповідно рівнянь реакцій? Густина кислоти 1,2 кг/л
- 4 Розрахуйте найвищу теоретично можливу концентрацію розчину нітратної кислоти, що можна отримати при окисненні амоніаку без додаткового додавання води.
- 5 Яка маса води необхідна для синтезу 5 т концентрованої нітратної кислоти, якщо виходити з димеру N₂O₄, води та кисню? Втрати води в процесі виробництва становлять 5 %.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Очистка повітря для добування азоту і кисню.
2. Добування водню для синтезу амоніаку.
3. Каталізатори для синтезу амоніаку.
4. Каталізатори для окиснення амоніаку до нітроген (II) оксиду.
5. Матеріали, що використовуються для обладнання під час синтезу нітратної кислоти.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

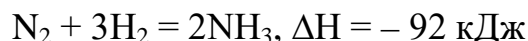
Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запроповану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Дуговий метод зв'язування атмосферного азоту – це відтворення в промислових умовах процесу, який відбувається в природі під час грозових розрядів. У полум'ї електричної дуги N₂ і кисень повітря взаємодіють утворюючи NO:

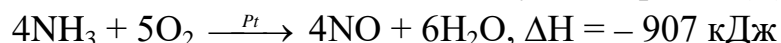


В умовах виробництва синтез амоніаку проходить без утворення побічних продуктів. Зв'язування атмосферного азоту у вигляді NH₃ відбувається за реакцією:



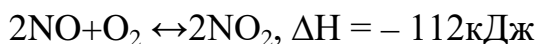
Найбільшого поширення набув спосіб виробництва нітратної кислоти з амоніаку. Виробництво нітратної кислоти з амоніаку складається з наступних стадій:

- 1) каталітичне контактне окиснення амоніаку до нітроген (II) оксиду:

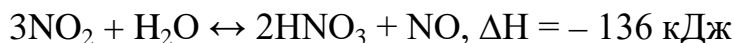


В заводських умовах на NO перетворюється 96-98% амоніаку, а решта окиснюється до азоту.

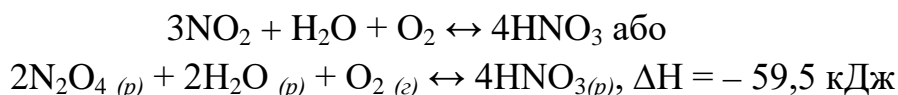
2) окиснення NO до NO₂:



3) абсорбція нітроген діоксиду водою з утворенням нітратної кислоти:



Нітроген (II) оксид, що виділяється при цьому, окислюється киснем до нітроген діоксиду і знову абсорбується. Таким чином, поглинання нітрозного газу відбувається за реакцією:



Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серeda І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 5: **ВИРОБНИЦТВО АМОНІАКУ ТА НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ**

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням/завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Принципи охолодження повітря з метою його зрідження.
2. Використання принципу Ле Шательє для добування концентрованої нітратної кислоти.
3. Особливості роботи платинового каталізатору при окисненні амоніаку.
4. Екологічна безпека при виробництві нітратної кислоти.
5. Вибір оптимальних умов для синтезу амоніаку.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.

2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 6: ВИРОБНИЦТВО МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Класифікація добрив.
2. Нітратні добрива. Одержання амоній нітрату
3. Виробництво сечовини.
4. Калійні добрива. Виробництво калій хлориду методом галургії та флотації.
5. Фосфатні добрива, їх класифікація і шляхи добування.
6. Хімізм отримання суперфосфату та подвійного суперфосфату.
7. Суперфосфатна камера та принцип її роботи.
8. Технологічна схема отримання суперфосфату.
9. Добування екстракційної фосфатної кислоти.
10. Отримання фосфору.
11. Виробництво термічної фосфатної кислоти.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Скільки чистої амоніачної селітри потрібно внести на 1 га, щоб замінити 85 кг натрієвої селітри, в якій міститься 16% нітрогену.
- 2 Яка кількість води (у %) від 52%-вої HNO_3 випаровується в нейтралізаторі, якщо з нього витікає 78%-вий розчин амоніачної селітри.
- 3 Для добування простого суперфосфату масою 379,5 кг використали 117,8 кг кальцій фосфату. Розрахуйте ступінь перетворення кальцій фосфату.
- 4 Яка маса фосфориту необхідна для виробництва 5 т фосфору, якщо масова частка виходу продукту реакції складає 96% від теоретично можливого?
- 5 Скільки сильвініту (20%-вий KCl) необхідно використати для добування калійної добривної солі, що містить 30% K_2O .

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Виробництво рідких азотних добрив в Україні.
2. Виробництво сечовини в Україні.
3. Теплові процеси, що відбуваються під час синтезу амоніачної селітри.
4. Особливості використання фосфатних добрив на різних ґрунтах.

5. Умови транспортування та зберігання фосфору.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Показником якості мінерального добрива є вміст у ньому елементу живлення в розчинній формі. Для характеристики азотних, фосфатних і калійних добрив визначають в них відсотковий вміст нітрогену, фосфору і калію в перерахунку на N_2 , P_2O_5 , K_2O відповідно.

Суперфосфат виробляють, розкладаючи фосфорит або апатит сульфатною кислотою за реакцією:

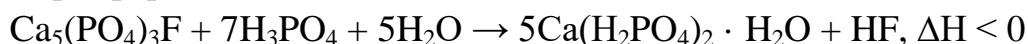


Домішки, які були в природній сировині, і кальцій сульфат, що утворився, не видаляються з суміші і разом з кальцій дигідрогенфосфатом входять до складу добрива, яке називають *суперфосфатом*. Кальцій сульфат, що міститься в суперфосфаті – *баласт*.

Розкладання апатиту або фосфориту відбувається за 30-60 хвилин у дві стадії: перша відбувається швидко з надлишком сульфатної кислоти на поверхні часточок фосфориту або апатиту:

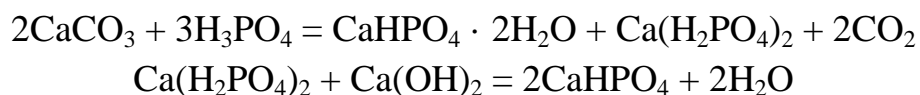


друга – повільна – відбувається між фосфатною кислотою, що утворилася, і апатитом (фосфоритом):



Подвійний суперфосфат – це концентроване водорозчинне фосфорне добриво, яке на відміну від простого суперфосфату не містить домішки $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Утворюється він при розкладанні розмеленого природного кальцій фосфату розчином ортофосфатної кислоти.

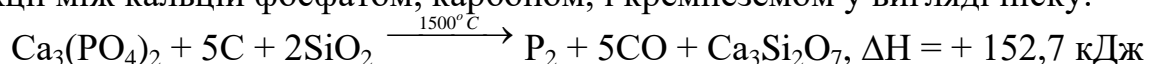
Преципітат, або кальцій гідрогенфосфат, містить 33-44% P_2O_5 в цитратнорозчинній формі. Його добувають взаємодією H_3PO_4 з меленим вапняком або гашеним вапном:



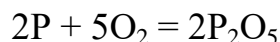
Екстракційна фосфатна кислота утворюється внаслідок обробки подрібнених природних фосфатів розчином сульфатної кислоти.



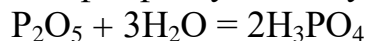
Виробництво термічної фосфорної кислоти базується на проходженні реакції між кальцій фосфатом, карбоном, і кремнеземом у вигляді піску:



Рідкий фосфор ($t_{\text{пл}} = 44^{\circ}\text{C}$) подається в форсунки з хромо-нікелевої сталі і розпилюється повітрям, якого беруть в 2-3 рази більше необхідного для реакції, і спалюють в камері.



При сполученні фосфор (V) оксиду з водою можна отримати ортофосфатну кислоту будь-якої концентрації (переважно додається вода для отримання 85-90%-вої кислоти) або навіть поліфосфатну кислоту.



Амоній нітрат містить до 35% нітрогену у перерахунку на вільний азот. Утворення добрива відбувається в результаті нейтралізації надлишку 44-47%-вої HNO_3 газоподібним амоніаком:



Карбамід $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ містить до 46,6% вільного азоту та є найбільш концентрованим азотним добривом. Його використовують у вигляді 1%-вого водного розчину. Це тверда безбарвна, добре розчинна у воді речовина. Він утворюється при взаємодії карбон (IV) оксиду з надлишком амоніаку за $185-200^{\circ}\text{C}$ і тиску до 200 атм. Реакція є оборотною:



Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Середа І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь, 1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 6: ВИРОБНИЦТВО МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Використання флотації при отриманні калійних добрив.
2. Промислові комплексні мінеральні добрива.
3. Промислові непрямі добрива та області їх застосування.
4. Колооббіг азоту в природі.
5. Принципи гранулювання мінеральних добрив.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської

політехніки, 2020. 448 с.

6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 7: СИЛІКАТНІ ВИРОБИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Класифікація керамічних виробів.
2. Виробництво кераміки, фарфору.
3. Виробництво силікатної цегли.
4. Класифікація в'язучих речовин.
5. Виробництво в'язучих речовин: негашеного та гашеного вапна.
6. Отримання портланд-цементу.
7. Виготовлення різних видів бетону для будівельних робіт.
8. Сировина для виробництва скла. Види скла.
9. Виробництво скла та скляних виробів.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Для виробництва цементу використовують вапняк, що містить 0,92 масової частки CaCO_3 та глину з 0,48 – SiO_2 . Яку масу глини потрібно взяти на кожен тону вапняку, щоб вміст кальцій оксиду в цементі становив 0,62 масової частки, а силіцій оксиду – 0,22?
- 2 Розрахувати масу продукту, який отримують при обпалюванні 1 т доломіту, який містить 0,55 масової частки CaCO_3 , 0,40 – MgCO_3 та 0,05 – SiO_2 .
- 3 Який об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.) утвориться при повному розкладанні доломіту масою 10 г з масовою часткою домішок 8%?
- 4 Найбільш легкоплавке скло складається з 84% PbO_2 , 11,5% V_2O_3 та 4,5% SiO_2 . Скільки потрібно взяти сурику Pb_3O_4 , боратної кислоти та кварцового піску для виготовлення 10 г такого скла?
- 5 Якою масою мірабіліту, що має склад $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, можна замінити 1 т кальцинованої соди у виробництві скла?

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Китайський фарфор.
2. Білий фарфор.
3. Нанесення декору на керамічні вироби.
4. Виробництво газобетону.
5. Виробництво піноблоків.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запроповану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Виготовлення керамічних виробів включає наступні стадії:

1. *Підготовка сировини* включає збагачення, подрібнення (переважно щоківними дробарками), тонкий помол вальцьовими та шаровими млинами, змішування і зволоження, а в деяких випадках підсушування.

2. *Приготування керамічної маси* відбувається при змішуванні з водою до певної консистенції в шафах – змішувачах, мішалках. Залежно від характеру глини або виду виробу змішують різні глини або додають до високопластичних (жирних) глин різні домішки, які роблять глину пісною. Для виготовлення виробів із щільним черепком до глини додають плавні – польовий шпат, доломіт, залізну руду, магнезит та ін. *Плавні* знижують температуру випалювання і спікання глини, підвищують щільність виробів. Вони здатні утворювати з SiO_2 та Al_2O_3 більш легкоплавкі силікатні розплави. Керамічну масу пропускають через сито, очищують (електромагнітом) від домішок заліза і зневоднюють на фільтр-пресах або вакуум-пресах для отримання формувального тіста.

3. При *випалюванні* керамічних виробів калійний польовий шпат розплавляється, утворюючи склоподібну масу, яка заповнює пори керамічної маси, завдяки чому утворюється монолітний матеріал.

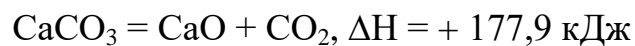
4. *Формування*. При сучасних способах формування вміст вологи у матеріалах змінюється від 4 до 40%. При формуванні пластичним способом – використовується тістоподібна керамічна маса з 18-23% вологи за допомогою стрічкового або формувального пресу (рис. 39). Використовується для виготовлення цегли. Напівсухий і сухий спосіб формування – пресування виробів з порошкоподібної маси з вмістом вологи 4-16%. Здійснюється на механічних, гідравлічних або ящиківих пресах, спочатку під тиском 20-

$40 \cdot 10^5 \text{Па}$, а потім – $100-500 \cdot 10^5 \text{Па}$, що створює кращі умови для сушіння. Штампом видавлюється керамічна маса. Таким способом формується цегла. Відливання проводиться при використанні рідкої керамічної маси, що містить 30-35% вологи. Рідку масу (шлікер) заливають в гіпсові форми. Гіпс при цьому поглинає вологу. Під час твердіння відбувається усадка маси і виріб відділяється від гіпсової форми.

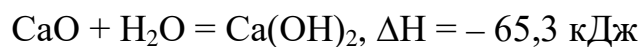
5. *Сушка* відбувається в природних умовах повітрям або димовими газами в камерних, подових, тунельних сушарках при температурі $130-170^\circ\text{C}$, тривалість сушіння становить 30-72 год в залежності від виробу та способу формування.

6. *Обпал* завершує технічний цикл. При цьому відбувається видалення механічної і гігроскопічної вологи та власне відпал. Для цього потрібний певний температурний режим. Так будівельна цегла обпалюється при $1050-1100^\circ\text{C}$, вогнетривкі вироби – $1350-1650^\circ\text{C}$, кислотостійкі – $1250-1350^\circ\text{C}$, фарфор – 1350°C , фаянс – 1270°C .

Серед повітряних в'язучих матеріалів найважливішим є вапно (CaO), яке добувають випалюванням чистих або магнезіальних вапняків, які при $1000-1300^\circ\text{C}$ розкладаються:



Негашене вапно з печей надходить на гасіння водою:

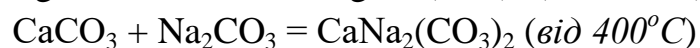


і утворює *гашене вапно*, яке з водою утворює «вапняне тісто» або «вапняне молоко», яке змішане з піском, подрібненим шлаком та іншими домішками використовується при кладці цегли.

Склад більшості видів звичайного скла можна умовно визначити загальною формулою $\text{Na}_2\text{O CaO } 6\text{SiO}_2$. При частковій зміні натрій оксиду на калій оксид збільшується блиск і прозорість скла, полегшується його обробка. Внаслідок введення плюмбум оксидів знижується температура плавлення скла, збільшується блиск і показник заломлення світла. Хімічна стійкість скла залежить від його хімічного складу. Найбільший вплив на підвищення хімічної стійкості стосовно води мають оксиди IV групи елементів: SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 .

Процес варки скломаси умовно ділять на п'ять стадій: *силікатоутворення, склоутворення, освітлення, гомогенізація та охолодження*. При поступовому нагріванні шихти спочатку виділяється волога і починається силікатоутворення при температурі 300°C і закінчується при $800-900^\circ\text{C}$.

Спочатку відбувається часткове утворення подвійних солей:



Які при підвищенні температури реагують з кремнеземом:





Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 7: СИЛІКАТНІ ВИРОБИ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Використання барвників при виготовленні керамічних виробів.

2. Отримання сучасних шпаклівок.
3. Спеціальні види скла та їх склад.
4. Промислова переробка гіпсу та області його використання.
5. Виробництво будівельної цегли.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 8: **МЕТАЛУРГІЯ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ**

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Класифікація металів та їх використання.
2. Методи добування металів: пірметалургія, гідрометалургія, електрометалургія
3. Доменне виробництво чавуну. Фізико-хімічні основи.
4. Сировина для доменного процесу та її обробка.
5. Будова доменної печі та металургійного комбінату.
6. Теоретичні основи доменного виробництва, продукти доменного виробництва.
7. Виробництво сталі. Хімічні основи процесу.
8. Основні способи виплавки сталі.
9. Мартенівський спосіб виготовлення сталі. Вимоги до сировини.
10. Киснево-конверторний спосіб виробництва сталі.
11. Виплавка сталі в електричних печах.
12. Переробка сталі у вироби. Маркування сталі.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Скільки заліза можна отримати з 1 т червоного залізняку, що містить 0,55 масової частки заліза? Виробничі втрати становлять 0,05 масової частки.
- 2 Яка маса силіцій діоксиду вступила в реакцію відновлення в доменній печі при виплавці 1400 т чавуну, що містить 0,04 масової частки силіцію.
- 3 Скільки червоного залізняку потрібно для виплавки 2000 т чавуну, який містить 0,96 масової частки заліза, якщо в склад руди входить 0,80 масової частки червоного залізняку (Fe_2O_3)?
- 4 Скільки заліза в масовій частці міститься в 1000 т чавуну, який виплавлений з 1429 т залізної руди? За аналітичними даними руда містить 0,62 масової частки феруму.
- 5 Скільки руди (Fe_2O_3), коксу та флюсу (CaCO_3) необхідно для виплавки 1500 т чавуну, що містить 94,1% Fe? До складу шихти для виплавки чавуну входить 0,625 масової частки руди, 0,25 – коксу та 0,125 – флюсу. Заліза в руді 0,58 масової частки.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Класифікація металів за властивостями.
2. Виробництво заліза в стародавні часи.
3. Дамаська сталь.
4. Склад спеціальних сортів чавуну.
5. Склад спеціальних сортів сталі.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Для виробництва чавуну використовують залізну руду, горючі матеріали і флюси. Залізо вважається досить поширеним у природі елементом. Його вміст у літосфері становить 4,2%. Воно входить до складу майже всіх гірських порід, але далеко не всі породи придатні для добування заліза. Найважливішими мінералами заліза є:

Гематит (Fe_2O_3) – безводний ферум (III) оксид, що містить 50-70% заліза.

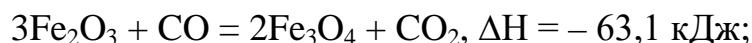
Утворена гематитом руда називається червоним залізнякам.

Магнетит (Fe_3O_4) – магнітний ферум оксид, містить до 50-72,4% заліза. Відрізняється від інших промислових руд магнітними властивостями, які втрачаються при нагріванні вище 570°C . Утворені магнетитом руди називаються магнітними залізняками.

Водні ферум оксиди ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) залежно від величини n утворюють різні гідроксиди, а всі їхні руди називаються бури

Сидерит (FeCO_3) – ферум (II) карбонат, містить 30-42,8% заліза. Руда називається шпатовим залізнякам. ми залізняками.

У процесі агломерації, внаслідок реакцій відновлення і дисоціації, Fe_2O_3 перетворюється у Fe_3O_4 :



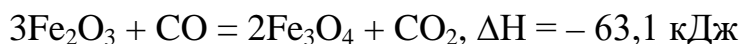
Карбон коксу згоряє. Спочатку утворюється CO_2 :



а далі CO_2 відновлюється надлишком розжареного коксу до CO ;



Завдяки міцності ферум оксидів реакція відновлення відбувається ступінчасто. При температурі $200\text{-}500^\circ\text{C}$ Fe_2O_3 відновлюється до Fe_3O_4 , при 600°C Fe_3O_4 відновлюється до FeO , вище 700°C FeO відновлюється до вільного заліза, яке утворюється в твердому стані (так зване *губчасте залізо*):



Відновлення FeO відбувається чадним газом і карбоном коксу:

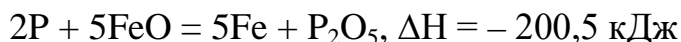
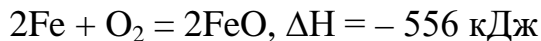


Відновлення заліза з руди закінчується при температурі $1000\text{-}1100^\circ\text{C}$. При цій температурі частково відновлюються й інші елементи із сполук, що входять до складу руди як домішки:

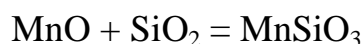




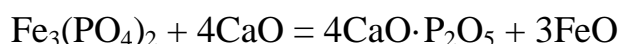
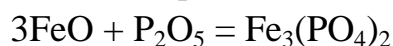
Переробка чавуну у сталь полягає у зменшенні в ньому вмісту карбону, видаленні залишків сірки та фосфору, і доведенні до необхідного вмісту марганцю, кремнію та легуючих елементів. Видалення карбону здійснюється окисненням його киснем повітря або ферум оксидами та оксидами інших елементів, що містяться в шихті.



Метал оксиди, взаємодіючи з SiO_2 , утворювали шлак, який спливав на поверхню заліза:



P_2O_5 та $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ реагує з CaO і переходить в шлак:



Для повного зв'язування фосфору, в розплавлений метал добавляють 10-15% CaCO_3 , в результаті чого утворювався *томасшлак* $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 8: МЕТАЛУРГІЯ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням/завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Маркування чавунів.
2. Маркування сталей.
3. Діаграма стану Fe-C.
4. Принципи роботи повітрянагрівачів (кауперів).
5. Будівництво та запуск доменної печі.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.

6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 9: МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Сировина для виробництва міді.
2. Способи концентрування сировини. Виробництво штейну.
3. Отримання чорної міді.
4. Виробництво титану.
5. Рафінування титану. Транспортні реакції.
6. Виробництво цинку.
7. Добування свинцю. Рафінування свинцю.
8. Значення і класифікація рідкісних металів.
9. Сплави кольорових металів, їх застосування.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Над 25 г плюмбум (II) оксиду пропустили карбон (II) оксид, об'єм якого при н.у. становить 5 л. Таким способом було відновлено 90% маси PbO. Складіть матеріальний баланс відновлення плюмбум (II) оксиду до вільного металу.
2. На розчинення 10 г сплаву магнію з алюмінієм витрачено 138,9 мл 20 % хлоридної кислоти. Обчислити масову частку компонентів в сплаві.
3. Цинкова обманка містить 30 % ZnS. Скільки теоретично можна одержати цинку і 92 % H₂SO₄ з 1 т цієї руди ?
4. Мідна руда складається з борніту Cu₃FeS₃ та пустої породи. Масова частка борніту в руді 10 %. З однієї тони руди виплавляють 50,5 кг міді. Визначте масову частку виходу міді.
5. При розчиненні суміші ошурок міді, заліза і золота у концентрованій нітратній кислоті утворилося 6,72 л газу (н.у.) та 8,55 г твердого залишку. При розчиненні цієї ж наважки суміші у хлоридній кислоті виділилось 3,36 л газу (н.у.). Встановіть масову частку золота в суміші.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

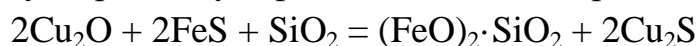
1. Рідкісні метали.
2. Розсіяні метали.
3. Добування золота.
4. Добування срібла.
5. Добування платини.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

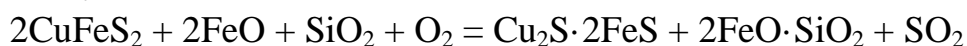
Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

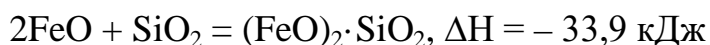
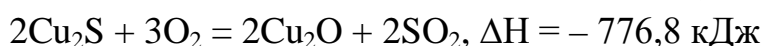
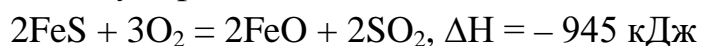
Для отримання міді використовують мідні руди, відходи міді, мідний брухт та сплави, що містять мідь. Мідний концентрат піддають випалюванню у при температурі 750-850°C. При цьому утворюється пориста маса шихти. В порах відбувається утворення сульфідів, силікатів та сірки:



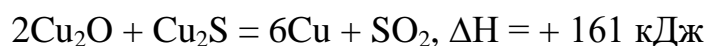
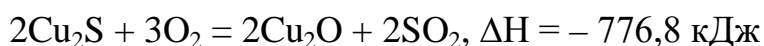
В процесі плавки намагаються відділити купрум сульфідів від ферум оксидів. Цей процес засновано на більшій спорідненості купруму до сульфуру ніж до кисню.



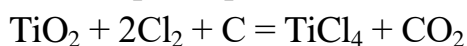
Штейн переплавляється в чорнову мідь в кисневих конверторах при цьому відбувається окиснення сульфідів:



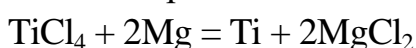
Зливши шлак, проводять подальше дуття киснем повітря в результаті чого утворюється *чорнова мідь*:



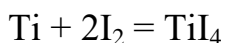
Титанові руди піддають збагаченню, в результаті якого одержують концентрати з підвищеним вмістом TiO_2 . Титановий шлак піддають хлоруванню. Через фурми всередину печі вдувається хлор. За наявності вугілля титан з діоксиду переходить в тетрахлорид:



Титан відновлюється магнієм за реакцією

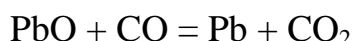
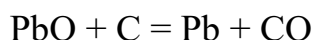
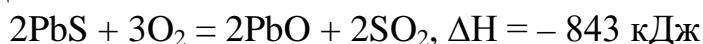


Чистий титан отримують у невеликих кількостях переробкою титанової губки йодидним способом, що використовує оборотність реакції



При температурі 100-200°C рівновага реакції зміщена вправо, а при 1300-1500°C – вліво.

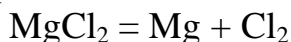
В металургії свинець добувається пірометалургійним способом. Процес складається з двох стадій: випалювання PbS до PbO, і відновлення PbO до металічного свинцю.



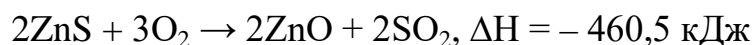
Для добування свинцю з багатих сульфідних концентратів плюмбуму застосовується *метод горнової плавки*



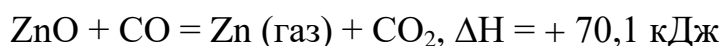
Найпоширеніший спосіб отримання магнію – *електролітичний* – складається з двох процесів: отримання магній хлориду і його електролізу.



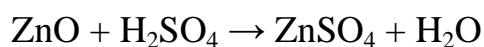
Для добування цинку застосовують два способи: пірометалургійний (*дистиляційний*) і гідрометалургійний. *Дистиляцію* виконують у *ретортах*, де цинковий концентрат обпалюють при 650-1000°C для перетворення сульфідів в оксиди:



У реторті цинк відновлюється:



Для *гідрометалургійної переробки* цинкові концентрати теж обпалюють, а потім вилуговують розбавленою сульфатною кислотою, при чому цинк переходить у розчин:



Електроліз проводять при густині струму 350-450 А/м², напрузі 3,5 В і температурі 30-50°C, а кислотність відпрацьованого електроліту становить 10-12% сульфатної кислоти. В якості анодів слугують свинцеві пластини, а катодами – алюмінієві.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.

3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 9: МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Отримання кобальту та нікелю.
2. Виробництво цинку.
3. Отримання олова.
4. Характеристика поліметалічних руд.
5. Виробництво урану та його сполук.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 10: ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВИРОБНИЦТВА

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Технологія виробництва алюмінію.
2. Попередня підготовка сировини, отримання глинозему.
3. Електроліз криоліт-глиноземного розплаву.
4. Очистка алюмінію.
5. Рафінування міді електролітичним способом.
6. Виробництво металічного натрію з натрій хлориду. Використання амальгами під час отримання натрію.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Сплав містить 1,8% міді. Для електролізу взята наважка масою 3,62 г. Яка маса міді виділиться на катоді при електролізі, якщо вихід за струмом 95%.
- 2 При добуванні алюмінію електролізом глинозему при силі струму 150000 А за добу утворюється 1050 кг металу. Розрахуйте вихід за струмом.
- 3 Електроліз солі свинцю проводили з розчину нітратної кислоти при силі струму 0,25 А протягом 20 хв. Розрахувати масу PbO₂, який виділився на аноді.
- 4 Скільки часу потрібно проводити електроліз електроліту для повного виділення міді при силі струму 0,3 А, якщо вміст міді в електроліті 0,2 г, а вихід міді за струмом 90%.
- 5 Скільки цинку виділиться на катоді при електролізі розчину цинк сульфату, якщо час електролізу 30 хв., сила струму 0,5 А, а вихід за струмом 85%.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Будова електролізера, що використовується для отримання алюмінію.
2. Особливість отримання анодів, що використовуються під час добування алюмінію.
3. Густина струму та її вплив на хід електролізу.
4. Електроліз води.
5. Електроліз водного розчину натрій хлориду.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

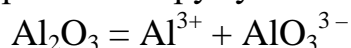
Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

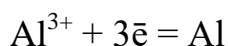
Сировиною для електролітичного виплавлення алюмінію є *глинозем* (Al₂O₃), який добувають із різної мінеральної сировини: бокситів, нефеліну, алуніту тощо.

Щоб добути алюміній, здійснюють електроліз 8-15%-вого розчину алюміній оксиду у кріоліті (Na₃AlF₆).

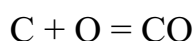
Під час пропускання електричного струму алюміній оксид дисоціює:



До катоду, яким є дно електролітичної ванни, надходять катіони алюмінію:



а до аноду рухаються алюмінат-аніони



Закони Фарадея, або закони електролізу:

Маса речовини, що відновлюється на катоді або окиснюється на аноді, залежить від кількості електричного струму, який пройшов крізь розчин або розплав електроліту.

1) маса речовини, що виділяється на електродах під час електролізу, пропорційна кількості електричного струму, який проходить крізь розчин, і не залежить від інших факторів.

2) однакові кількості електричного струму виділяють на електродах під час електролізу еквівалентні маси різних речовин.

Для того щоб виділити на електроді 1 еквівалент будь-якої речовини, треба витратити **96487 Кл** електричного струму. Ця кількість електричного струму називається **числом** (сталюю) **Фарадея** і позначається **F**.

Математичним вираженням законів Фарадея є рівняння:

$$n = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}, \text{ при умові, що } n = \frac{m}{M}, \text{ отримуємо } \frac{m}{M} = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}, \text{ або}$$

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F},$$

де m – маса відновленої або окисненої речовини, z ;

M – Молярна маса;

F – число Фарадея (≈ 96500 Кл/с);

z – кількість електронів процесу;

I – сила електричного струму, A ;

t – тривалість електролізу, s .

Число Фарадея: $F \approx 96500$ Кл/с; $F \approx 1608$ Кл/хв.; $F \approx 26,8$ Кл/год

Показником ефективності електролізу є вихід за струмом (η), який визначають за відношенням маси речовини, фактично одержаної за даних умов ($m_{\text{факт.}}$), до маси речовини, теоретично розрахованої на основі законів Фарадея ($m_{\text{теор.}}$):

$$\eta = \frac{m_{\text{факт}}}{m_{\text{теор}}}$$

Приклад розв'язування задачі

Електроліз розчину AgNO_3 проводили при силі струму 2 А протягом 4 год. Скільки грамів срібла виділилося на катоді, при виході за струмом 85%?

Розв'язок

Дано:

AgNO_3

$I = 2$ А

$t = 4$ год

$\eta = 85\%$

$V_{\text{р-ну}}(\text{AgNO}_3) - ?$

1. Згідно закону Фарадея, $m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$.

Оскільки $\text{Ag}^+ + 1\bar{e} = \text{Ag}$, то $z = 1$

Таким чином $m(\text{Ag}) = \frac{108\text{г} / \text{моль} \cdot 2\text{А} \cdot 4\text{год}}{1 \cdot 26,8\text{Кл} / \text{год}} = 32\text{г}$

2. Знаходимо масу срібла з урахуванням виходу за струмом:

$$\eta = \frac{m_{\text{факт}}}{m_{\text{теор}}} \Rightarrow m_{\text{факт}}(\text{Ag}) = \frac{\eta \cdot m_{\text{теор}}}{100\%} = \frac{85\% \cdot 32\text{г}}{100\%} = 27,2\text{г}$$

Відповідь: $m(\text{Ag}) 27,2\text{г}$

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 10: ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВИРОБНИЦТВА

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Добування натрію.
2. Отримання магнію.
3. Промислове виробництво лугів.

4. Використання електролізу для хромування деталей.
5. Принципи гальванопластики.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 11: ХІМІЧНА ПЕРЕРОБКА ПАЛИВА

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Переробка твердого палива.
2. Піроліз деревини.
3. Коксування вугілля.
4. Газифікація та гідрогенізація твердого палива.
5. Видобування нафти із земних надр. Основні види нафти та їх склад.
6. Переробка нафти та нафтопродуктів.
7. Види рідкого палива.
8. Октанове та цетанове число палива.
9. Крекінг та ароматизація нафтопродуктів.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Обрахуйте масу та об'єм повітря (н.у.), який необхідно для спалювання 1 кг бензину, приблизний склад якого по масі: С – 0,86 та Н – 0,14. Вміст кисню в повітрі 0,21 за об'ємом та 0,23 за масою.
- 2 В тонні вугілля міститься 0,02 масової частки азоту. Яку масу амоній сульфату можна добути при хімічній переробці 0,2 масових частин такого вугілля?
- 3 Визначте витрату бурого вугілля, який містить 70% карбону, водяної пари та повітря для отримання 1000 м³ генераторного газу наступного складу: 40 об.% СО, 18% – Н₂, 42% – N₂.
- 4 Який об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.) можна одержати з 50 г вугілля, масова частка негорючих домішок у якому складає 4%?
- 5 Карбон (IV) оксид, одержаний при спалюванні 4,48 л метану (н.у.), пропущено через розчин натрій гідроксиду, об'єм якого 100 мл, густина 1,32 г/см³, масова частка розчиненої речовини 28%. Яка сіль утвориться при цьому та яка її маса?

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Напівкокс та його склад
2. Використання мазуту.
3. Особливості переробки хвойної деревини.
4. Каніфоль та лігнін.
5. Принцип роботи газогенератора.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

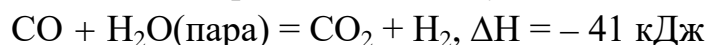
Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

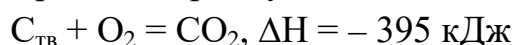
Паливо, яке використовується для спалювання називається *робочим паливом*. Крім горючої маси в паливі містяться шкідливі домішки – *баласт*. До них відноситься вода та мінеральні речовини (глина, вапняк та ін.), які перетворюються в золу або виділяються у вигляді газів. Найважливішою характеристикою палива є *теплотворна здатність* – це кількість тепла, що виділяється при згоранні 1 кг палива. З метою полегшення визначення

калорійної здатності різних видів палива, введено поняття *умовного палива* з теплотворною здатністю 29300 кДж/кг.

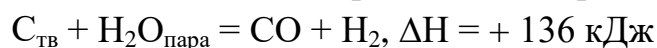
Найчастіше водяний газ разом з водяною парою за температури 400-500°C пропускають над каталізатором (ферум, купрум, нікель чи кобальт оксидом), внаслідок чого карбон (II) оксид взаємодіє з водою, і перетворюється на вуглекислий газ (так звана *конверсія чадного газу*):



Процес перетворення твердого палива у газоподібне називають *газифікацією*, її здійснюють в апаратах, які називають *газогенераторами*. В основі газифікації лежать реакції карбону з киснем:



Для окиснення карбону твердого палива, можна використовувати не лише кисень або повітря, а й інші оксигенвмісні речовини, наприклад водяну пару:



Детонаційну стійкість ізооктану беруть за 100, а *n*-гептану за 0. *Октановим числом* карбюраторного палива визначається ступінь стиснення палива в циліндрі, в суміші з повітрям, при якому відбувається детонація або самозаймання палива. Наприклад при октановому числі 90, детонаційна стійкість бензину буде відповідати суміші ізооктану 90% та 10% *n*-гептану. Бензини, що мають стійкість більшу за стійкість ізооктану, мають октанове число більше за 100. Октанове число знижується із збільшенням карбонового ланцюга та збільшується, при збільшенні розгалуження ланцюга. Наявність подвійних зв'язків та бензенового кільця в складі молекули також підвищують октанове число палива.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 11: ХІМІЧНА ПЕРЕРОБКА ПАЛИВА

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням/завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Поняття про цетанове число
2. Класифікація та властивості масел.
3. Гідрогенізація твердого палива.
4. Ароматизація нафтопродуктів.
5. Використання каталізаторів при крекінгу нафтопродуктів.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого

- (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
 4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
 5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
 6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 12: ОСНОВНИЙ ОРГАНІЧНИЙ СИНТЕЗ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Розвиток промисловості органічного синтезу. Тонкий і основний органічні синтези. Продукти органічного синтезу.
2. Технологія виробництва метилового спирту. Фізико-хімічні умови синтезу.
3. Технологія виробництва етилового спирту:
 - 1) біохімічний спосіб;
 - 2) добування гідролізного та сульфідного спиртів;
 - 3) синтетичний етиловий спирт.
4. Виробництво кальцій карбід
5. Виробництво ацетилену з кальцій карбід.
6. Виробництво ацетилену піролізом метану.
7. Синтез етанової кислоти

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Яку масу вапняку потрібно обпалити, щоб карбідним способом отримати ацетилен, якого б вистачило для синтезу 500 кг 25%-вого розчину ацетальдегіду.

- 2 Який об'єм вінілхлориду утворюється з ацетилену, що добуто з 3 м^3 природного газу ($0,96$ об'ємної частки CH_4)? Вихід вінілхлориду 80% від теоретично можливого. Який об'єм гідроген хлориду (при н. у.) для цього потрібно?
- 3 При обробці водою $9,92$ г суміші кальцій і алюміній карбідів утворюється $4,48$ л (н.у.) суміші метану й ацетилену. Визначте масу кальцій карбїду і алюміній карбїду у суміші.
- 4 При зануренні зразка технічного кальцій карбїду масою $0,08$ кг у воду виділилось $22,4$ л ацетилену (н.у.). Визначте масову частку домішок у технічному кальцій карбїді цього зразка, якщо масову частку практичного виходу ацетилену вважати рівною 100% .
- 5 Суміш одноосновних карбонових кислот масою $26,8$ г розчинили у воді і половину розчину обробили амоніачним розчином аргентум (I) оксидом. При цьому виділилось $21,6$ г срібла. На нейтралізацію всієї суміші кислот потрібно $0,4$ моль натрій гідроксиду. Визначте, які кислоти і в якій кількості були взяті.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Области застосування технічного етанолу.
2. Области застосування метанолу.
3. Отримання оцтового альдегіду.
4. Техніка безпеки під час виробництва етанової кислоти.
5. Льодяна оцтова кислота.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

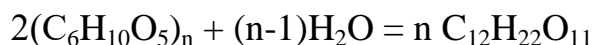
У 1913 р. було розроблено синтетичний спосіб отримання метанолу з карбон (II) оксиду і водню на *цинк-хромовому каталізаторі* ($8\text{ZnO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3\cdot\text{CrO}$).

Сировиною для виробництва метанолу служив водяний газ, отриманий газифікацією коксу.

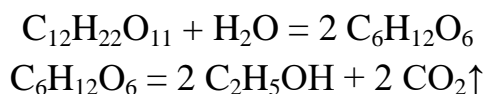


Газ для синтезу метанолу можна отримати майже з усіх видів сировини, які використовують при отриманні водню, наприклад, в процесах синтезу амоніаку і гідрування жирів. Тому виробництво метанолу може базуватися на тих же сировинних ресурсах, що і виробництво амоніаку.

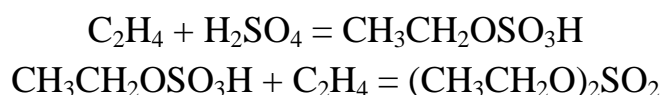
Біохімічний спосіб виробництва етанолу. До крохмального клейстеру додають *солод* – пророслі зерна ячменю та інших зернових. В присутності ферменту амілази, який виробляється організмами, крохмаль перетворюється в результаті гідролізу в мальтозу:



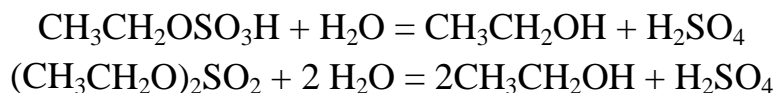
При додаванні до охолодженого до 30°C розчину дріжджів під дією ферментів відбувається гідроліз мальтози з утворенням глюкози, яка піддається спиртовому бродінню, перетворюється в етиловий спирт і карбон (IV) оксид:



Сульфатнокислотний спосіб отримання етанолу складається із 4-х етапів: 1) абсорбція етену сульфатною кислотою з утворенням алкілсульфатних ефірів; 2) гідроліз ефірів; 3) виділення спирту і його ректифікація; 4) концентрування сульфатної кислоти. Абсорбція етену здійснюється 95-98%-вим розчином H_2SO_4 під тиском $10 \cdot 10^5 Pa$:



В ході другої стадії відбувається гідроліз етил- і диетилсульфату:

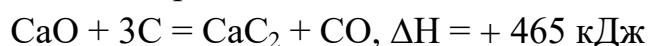


Пряма гідратація етену. Процес гідратації – екзотермічна оборотна реакція:

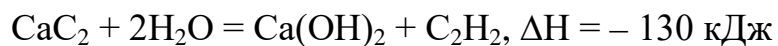


З всіх відомих каталізаторів цієї реакції, найбільш ефективним є ортофосфатна кислота, нанесена на пористі носії: силікагель, кізельгур, алюмосилікат.

Карбідний спосіб виробництва ацетилену при якому кальцій карбід розкладають водою. Для розкладання карбіду застосовують мокрий або сухий метод. Виробництво кальцій карбіду відноситься до електротермічних. Сировиною слугує вапно та карбон:

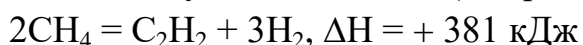


За мокрим методом, який називається ще «*карбід у воду*», карбід подають у *генератор*, заповнений водою.

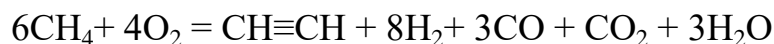


В результаті взаємодії утворюється вапняне молоко, що містить до 70% води.

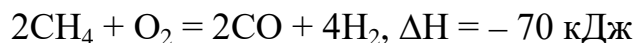
Електрокрекінг природного газу, з метою отримання ацетилену, здійснюється в електродуговій печі. Здійснюючи оберт в електродузі, що створюється постійним струмом при напрузі 8000 В, природній газ нагрівається до 1600°C. Гази і з швидкістю 600-1000 м/с виводяться з печі по вузькій трубці, яка охолоджується водою і знижує температуру до 600°C, та безпосереднім вприскуванням, швидко охолоджується до 150°C (загартовується).



У печах термоокислювального крекінгу висока температура досягається внаслідок часткового спалювання природного газу (співвідношення $CH_4 : O_2 = 3 : 2$):



Основними реакціями є окиснення метану:



Виробництво ацеталю здійснюють шляхом гідратації ацетилену або окисненням етену. Взаємодія відбувається безперервно при 75-100°C і атмосферному тиску.



Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 12: *ОСНОВНИЙ ОРГАНІЧНИЙ СИНТЕЗ*

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Отримання ацетону.
2. Шляхи переробки ацетилену.
3. Добування бензену.
4. Отримання вінілхлориду.
5. Синтез аміносполук.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.

3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь, 1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 13: ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПЛУКИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Класифікація високомолекулярних сполук.
2. Фізико-хімічні властивості ВМС.
3. Методи синтезу полімерів.
4. Поліконденсація та способи полімеризації.
5. Технологія виробництва поліетилену.
6. Технологія виробництва полістиролу.
7. Виробництво полівінілхлориду.
8. Виробництво фторопласту.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Напишіть рівняння реакцій, при яких проходять перетворення та вкажіть умови перетворення: кокс \rightarrow полістирол; кокс \rightarrow поліетилен
- 2 Який об'єм етилену при н.у. потрібно для добування 50 кг поліетилену полімеризацією. Вихід полімеру 92%
- 3 Розрахуйте витрати (в м³, н.у.) вінілхлориду для отримання 15 т полімеру, якщо вихід полівінілхлориду, що містить 3% домішок, становить 95%.
- 4 Скільки ацетилену та гідроген хлориду (н.у.) необхідно для отримання 1 т полівінілхлориду, якщо вихід полімеру становить 96% від теоретичного.
- 5 Інтенсивність отримання поліетилену «НТ» 54 кг/м³ за годину (за полімером). Визначте витрати етилену (в м³, н.у.), якщо відомо, що сумарний ступінь конверсії етилену 80%, об'єм реактора 12 м³, а коефіцієнт його заповнення 0,8, час полімеризації 20 годин, густина етилену 1,26 кг/м³.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Маркування полімерів.
2. Виробництво лаку.
3. Виробництво білої фарби.
4. Способи визначення фізичних властивостей полімерів.
5. Способи визначення хімічних властивостей полімерів.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Високомолекулярні сполуки (ВМС) також називають *полімерами*. Через великі молекулярні маси, які становлять від декількох тисяч до мільйонів атомних одиниць маси, ці речовини отримали назву високомолекулярних речовин. Для полімерних матеріалів характерна велика кількість корисних властивостей, серед яких еластичність, міцність, твердість, прозорість або непрозорість, мала густина, хімічна та термічна стійкість. Тому використання *ВМС* поширилось на машинобудування, електро- та радіотехніку, хімічну, легку, харчову, медичну та інші промисловості. Основну частину полімерів складають органічні речовини, що використовуються для виробництва волокон, пластмас, клеїв, лаків, фарб та інших матеріалів.

Складаються *ВМС* з макромолекул, які містять в собі велику кількість вихідних молекул – *мономерів*. Число ланок мономерів, які визначають розмір молекули називають *ступінь полімеризації*. Всі макромолекули мають різну молекулярну масу, тому отримані полімери характеризуються середньою молекулярною масою *Mr*.

$$Mr = m \cdot n$$

де, *m* – маса мономера, *n* – ступінь полімеризації.

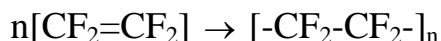
Властивості *ВМС* мають загальних характер:

- малорозчинні або нерозчинні (чим більша *Mr*, тим важче набухають при розчиненні). Процес розчинення відбувається повільно, та проходить стадії набухання і розм'якшення полімеру;
- розчини полімерів мають велику в'язкість;
- нелеткі та не мають чіткої температури плавлення;
- при нагріванні розм'якшуються і плавляться (або розкладаються). Із збільшенням молекулярної маси полімеру, температура плавлення зростає;
- велика молекулярна маса надає високої міцності молекулі;
- здатні до деформації (або жорсткі не деформується). При цьому рухливість молекул є незначною і, відповідно, деформація матеріалу є також малою.

Методи виробництва полімерів з мономерів поділяють на: блочну полімеризацію (полімеризація у масі), полімеризацію в розчині, полімеризацію в емульсії, полімеризацію в суспензії. *ВМС* утворюються в результаті реакції *полімеризації* або *поліконденсації*.

Для проходження процесу утворення полімеру необхідно, щоб у складі мономеру містились кратні зв'язки, або циклічні молекули, що легко руйнуються, і можуть «зшиватись» між собою з утворенням макромолекул. Швидкість процесу, молекулярна маса полімеру залежить від швидкості відводу утвореного продукту, температури, концентрації реагуючих компонентів та часу.

Політетрафторетилен (тефлон, фторопласт-4) утворюється при полімеризації тетрафторетену з емульсії, при 70-80°C і тиску 40-100·10⁵Па, в присутності ініціаторів (K₂S₂O₈).



Тetraфторетилен синтезують піролізом метан дифторхлориду в срібній або платиновій трубці при 600-800°C і атмосферному тиску, при чому вихід за один цикл розкладу становить 50%, а загальний вихід 90-95%:



Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 14: *ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИЧНИХ МАС*

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Синтетичні пластмаси.
2. Склад та властивості пластмас.
3. Пластмаси на основі поліконденсаційних смол.
4. Отримання фенол-формальдегідних смол.
5. Новолачні смоли, їх властивості та технологія виробництва.
6. Властивості та технологія виробництва резольних смол.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Розрахуйте маси компонентів, що необхідні для отримання 31 т кабельного пластика, якщо для його виробництва використовують наступні речовини (в масових частинах): полівінілхлориду 100, діоктилфталату (пластифікатор) 45, середнього плюмбум стеарату (стабілізатор) 8, каоліну (наповнювач) 2. Втрати при виробництві пластика 3%.
- 2 Яку масу формальдегіду та фенолу потрібно для отримання 1000 кг фенол-формальдегідної смоли реакцією поліконденсації?
- 3 Яку масу новолачної смоли можна добути з 50,00 кг фенолу та 45,45 кг 33%-ного розчину формальдегіду.
- 4 Скільки потрібно гексаметилендіаміну ($\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$) та адипінової кислоти ($\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$) для отримання 1 т полі конденсату, якщо виробничі втрати дорівнюють 4 %? Вкажіть ступінь поліконденсації.
- 5 Скільки взято вінілхлориду і води, якщо об'єм автоклаву 25 м^3 , а коефіцієнт заповнення його 0,9. Латекс, що виходить з полімеризатору, має густину 1150 кг/м^3 і містить 0,42 масові частини полівінілхлориду, а конверсія мономеру становить 92%.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Термореактивні пластмаси.
2. Термопластичні пластмаси.
3. Маркування пластмас.
4. Повторна переробка пластмас.
5. Барвники, що використовуються під час виробництва пластмас.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запроповану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Пластичні матеріали – головною складовою, яких є високомолекулярні сполуки, здатні при нагріванні і тиску переходити в пластичний стан, формуватися під дією зовнішніх сил, і після охолодження або твердіння

зберігати отриману форму. За складом пластмаси можна поділити на чисті, або з незначним вмістом домішок, і *наповнені пластики* – це суміші, що містять різні наповнювачі. При виготовленні пластмас, до основної полімерної речовини, яка становить близько 90% маси, і складається переважно з синтетичних смол, додають *наповнювачі*, які надають додаткові фізико-механічні властивості. Наповнювачі зазвичай не володіють пластичністю, при введенні в суміш, покращують властивості пластмас, наприклад, підвищують міцність, термостійкість, водостійкість, покращують зовнішній вигляд та ін. В якості наповнювачів використовуються дешеві продукти, у вигляді порошків (графіт, гіпс, каолін, кремнезем, пісок, тальк, мука з деревини і т.д.), волокон (азбест, бавовна, скловолокно) або шаруватих матеріалів (папір, деревний шпон, бавовнопаперові тканини). До наповнювачів відносяться *пластифікатори* – малолеткі речовини, з температурою кипіння більше 250°C, переважно складні ефіри двохосновних карбонових кислот (фталати, адапінати, себацинати) або фосфатної кислоти, які підвищують пластичність, морозостійкість, еластичність, пружність та ін. *Затверднювачі* – речовини, які зумовлюють перехід пластмас у неплавкий стан, внаслідок утворення полімерів тривимірної структури, до них належить, наприклад, уротропін (гексаметилентетраамін). *Барвники* (органічні або неорганічні пігменти) надають пластмасам кольору. *Стабілізатори* – речовини, що сповільнюють реакції окиснення, конденсації полімеру під дією світла, кисню, повітря, що може призвести до погіршення зовнішнього вигляду та міцності пластмаси. Також для зниження в'язкості полімеру, при формуванні виробу додають *розчинники* – ацетон, спирти, бензен, бензин, які в процесі виготовлення деталей випаровуються. Основною вимогою до вказаних речовин – є незміна властивостей під час формування та використання отриманого виробу. До пластмас можуть вводити прискорювачі, *пороутворювачі* – речовини, що утворюють азот або вуглекислий газ, антисептики, люмінофори.

Поліконденсаційні смоли – полімерні матеріали, що добуті внаслідок поліконденсації. Найбільш поширеними є фенолальдегідні, аміноформальдегідні, поліефірні, епоксидні, поліамідні, кремнійорганічні та ін., більшість таких смол є термореактивні, але зустрічаються і термопластичні.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого

- (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
 4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
 5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
 6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 13: ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИЧНИХ МАС

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням/завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Використання наповнювачів в пластмасах.
2. Пластмаси сітчастої структури, їх використання.
3. Виготовлення текстоліту.
4. Отримання пористих пластмас.
5. Отримання силіконів.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 15: **ХІМІЧНІ ВОЛОКНА**

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Поняття про волокна. Класифікація волокон.
2. Штучні та синтетичні волокна.
3. Стадії виробництва хімічних волокон.
4. Технологія виробництва віскозного волокна. Зобразіть схематично послідовність процесів виробництва.
5. Ацетатне волокно, їх виробництво.
6. Синтез капролактаму та полікапроаміду.

7. Технологія виробництва капрону.
8. Технологія виробництва аніду, лавсану та нітрону.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Напишіть рівняння реакцій та вкажіть умови, при яких проходять перетворення:
кокс \rightarrow нітрон
- 2 Яка маса бензену необхідна для синтезу 5 кг капрону, якщо вихід останнього 94%.
- 3 При непереривній мерсеризації целюлози в бак-мерсеризатор об'ємом 22 м³ поступає пульпа, яка містить 0,05 масової частки целюлози. Розрахуйте добове виробництво баку по целюлозі, якщо коефіцієнт його заповнення 0,8, тривалість мерсеризації 50 хв, густина пульпи 1100 кг/м³.
- 4 Розрахуйте число автоклавів полімеризації капролактаму, потужністю 3000 кг/добу кожний, для цеху, що випускає 8000 кг текстильної капронової нитки на добу. Норма витрат полімеру на 1 кг волокна складає 1,11 кг.
- 5 Визначте коефіцієнт використання капролактаму при виробництві текстильної капронової нитки, якщо за добу випускається 7000 кг нитки, яка містить 4% вологи і 6% замаслюється (по масі). Втрати виробництва становлять 17%.

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Виробництво корду.
2. Скловолокно.
3. Фарбування волокон.
4. Властивості волокон, які визначаються в лабораторії.
5. Маркування штучних та синтетичних волокон.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

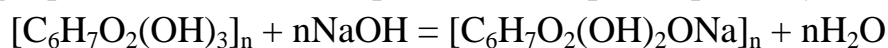
Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Волокна – тіла, довжина яких в багато разів перевищує розміри їх поперечного перерізу. В залежності від походження волокна поділяють на *природні* (натуральні шовки, льон, бавовна, вовна) та *хімічні*. В залежності від природи вихідного полімеру хімічні волокна бувають *штучні* та *синтетичні*. Штучні волокна виробляють з природних полімерів (целюлози, білків), що підлягають попередній обробці. Синтетичні волокна виготовляють із синтезованих полімерів.

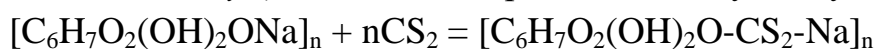
Виробництво волокон включає 4 стадії: отримання вихідного полімеру, виготовлення прядильного розчину; формування волокна; обробка волокна. Для формування волокна використовують в'язкі концентровані розчини або розплави – *прядильні*. Змінюючи умови формування волокна можна в широких межах змінювати структуру і властивості волокна.

Формування волокна з розчину здійснюють мокрим і сухим способами. При *мокрому* – волокна утворюються (застигають) під час взаємодії цівок прядильного розчину, з речовинами, що входять до складу *осаджувальної ванни*. При *сухому* – волокна утворюються внаслідок випаровування при нагріванні органічних розчинників із цівок. Формування волокна з розплаву полягає у застиганні полімеру у вигляді тонких ниток з цівок при охолодженні розплаву. *Цівка* – тонкий струмінь розчину або розплаву полімеру, що виходить з отвору філь'єри. Нитка хімічного волокна утворюється з цівки розчиненого або розплавленого полімеру, що витікає з отвору філь'єри. *Філь'єра* – невеликий циліндр (ковпачок) в дні якого є отвори для утворення тонких цівок прядильного розчину або розплаву. Процес формування волокна залежить від кількості, діаметру та форми отворів філь'єри.

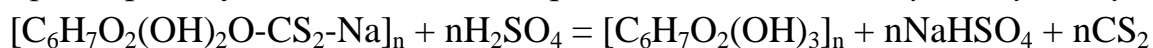
В якості сировини для виробництва *віскозного волокна* використовують деревину та целюлозу (88-94% α -целюлози). Целюлозу з вологістю 5-6% піддають *мерсеризації* 16-20%-вим розчином натрій гідроксиду.



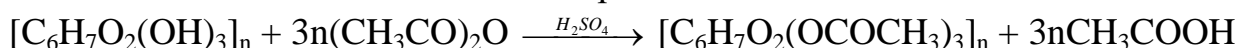
Алкілцелюлозау віджимають від залишку натрій гідроксиду на *гідралічних пресах* і подрібнюють. Отриману суміш обробляють сірковуглецем з утворенням *ксантогенату целюлози*, який розчинний в лугах і у воді:



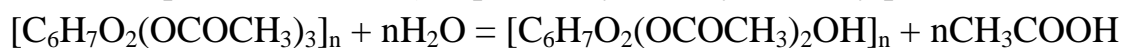
Отриманий розчин віскози відправляють на формування волокна. Насосом по трубопроводі розчин віскози проходить через фільтри по скляній трубці до *філь'єри*, через яку тонкими цівками продавлюється в *осаджувальну ванну*



Ацетатне волокно – це оцтовий ефір целюлози, що утворюється при ацетилюванні целюлози оцтовим ангідридом.



Для підвищення розчинності первинний ацетат частково омилюють в *диацетат (вторинний ацетат)*. При цьому оцтову кислоту розводять водою:



Розчинення вторинного ацетату здійснюють у вертикальних апаратах оснащених мішалками. Волокно формується сухим або мокрим способом.

Поліамідні волокна виготовляються з синтетичних високомолекулярних поліамідів:



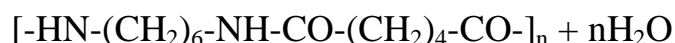
Капрон синтезують з лактаму – ϵ -амінокапронової кислоти (*капролактаму*).

Найлон-6-6 (анід) отримують з смоли найлон, яку добувають реакцією поліконденсації адипінової кислоти та гексаметендіаміну.

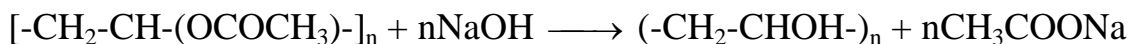
Енант (найлон-7) добувають поліконденсацією з ω -аміноенантової кислоти

$(\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH})$.

Найлон-12 – з лактаму і амінододеканової кислоти (*додекалактаму*):



Волокно *вінол* отримують з полівінілового спирту, який добувають омиленням полівініацетату в метанольному розчині, який містить натрій гідроксид:



Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 14: ХІМІЧНІ ВОЛОКНА

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва в цілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Отримання поліпропіленових ниток.
2. Отримання та очистка прядильних розплавів.
3. Виробництво найлону.
4. Отримання аніду.
5. Філь'єра, її будова та властивості.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серєда І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема самостійної роботи 16: ВИРОБНИЦТВО КАУЧУКІВ ТА ГУМИ

Завдання для самостійної роботи

Робота з підручником та електронними виданнями для підготовки до контрольних питань лабораторного заняття.

Перелік питань на занятті:

1. Основні види каучуків та їх виробництво.
2. Отримання природного каучуку.
3. Виробництво бутадієн-стирольного каучуку.
4. Виробництво ізопренового та дивінілового каучуків.
5. Виготовлення гумової суміші та її інгредієнти.
6. Формування гумових виробів.
7. Процес вулканізації.

Розв'язування технологічних задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Припустивши, що бутадієн-стирольний каучук добувають шляхом полімеризації однакової кількості молекул бутадієну та стиролу, обрахуйте об'єм бутану (н.у.) і стиролу, які необхідні для виробництва 1000 кг бутадієн-стирольного каучуку. Який ступінь полімеризації?
2. Для оцінки мольного співвідношення стирольних і бутадієнових ланок в бутадієн-стирольному каучуку можна використовувати титрування бромом. Визначте співвідношення бутадієнових і стирольних ланок у зразку каучуку, 0,284 г якого приєднують 0,173 г бромом.
3. Який об'єм бутану (н.у.) потрібно для виробництва 1000 кг бутадієнового каучуку. Вкажіть ступінь полімеризації бутадієну.
4. Скільки дивінілового каучуку можна отримати з 200 л 96%-ого етилового спирту ($\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$), якщо практичний вихід дивінілу складає 75% від теоретичного? Який ступінь полімеризації каучуку?

Підготовка рефератів з теми заняття.

За бажанням оберіть запропоноване питання для повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

1. Процеси, що відбуваються під час старіння гуми.
2. Процеси, що відбуваються під час зношування гуми.
3. Перші спроби використання природного каучуку.
4. Прогумовування тканин.
5. Залежність властивості гуми від складу інгредієнтів та вулканізуючих реагентів.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної /

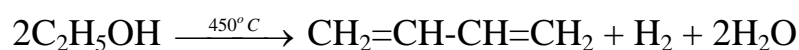
індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Успішне виконання завдання може бути реалізовано з використанням наступного матеріалу.

Каучуки – це еластичні високомолекулярні сполуки, здатні під впливом зовнішніх сил піддаватись значній деформації і швидко повертатися в початкове положення після зняття навантаження. Це явище пояснюється тим, що в нормальному положенні макромолекули згорнуті в глобули. Поряд з еластичністю, каучук ще і пластичний – він зберігає форму, придбану під дією зовнішніх сил (при нагріванні і механічної обробки), цим вони нагадують термопластичні полімери. Пластичність невулканізованого каучуку поступово знижується при вулканізації, а еластичність зростає. У залежності від ступеня вулканізації, співвідношення цих властивостей каучуку поступово змінюється. Каучук є сировиною для виробництва гуми.

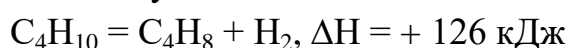
Для виробництва синтетичних каучуків найчастіше використовують бутадієн та ізопрен. Процес полімеризації здійснюється двома методами блокового способу: полімеризація в рідкому стані (добування рідинно-фазового або стержневого каучуку), полімеризацією у газоподібному стані (добування газофазного або безстержневого каучуку)

Натрій бутадієновий каучук (СКБ). Сировиною для виробництва каучуку за методом С.В. Лебедева є етанол, який пропускаючи при 450°C над каталізатором $Al_2O_3 + ZnO$, отримують дивініл (бутадієн):

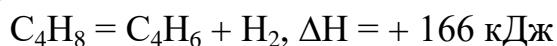


Виробництво бутадієну здійснюють в одну або дві стадії.

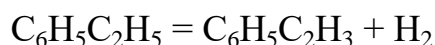
Перша стадія двостадійного процесу відбувається при атмосферному тиску з утворенням бутан-бутенової суміші.



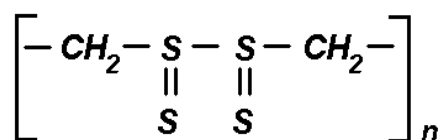
Друга стадія дегідрування відбувається з утворенням бутадієну з вмістом 11-15% від загальної суміші:



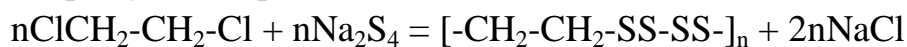
Процес виробництва етилбензену здійснюється безперервно з рідкофазних бензену та етену в дві стадії. В першій стадії отримують етилбензен за реакцією *Фриделя-Крафтса*. В другій стадії здійснюють дегідрування отриманого етилбензену:



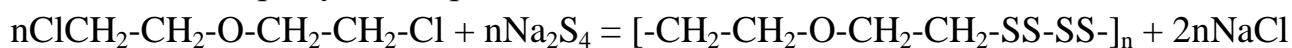
Полісульфідні каучуки (тіоколи) – продукти поліконденсації дигалогенопохідних вуглеводнів або ефірів з полісульфідами лужних металів. В основі полісульфідних каучуків лежить високомолекулярний ланцюг з атомів карбону і сульфуру:



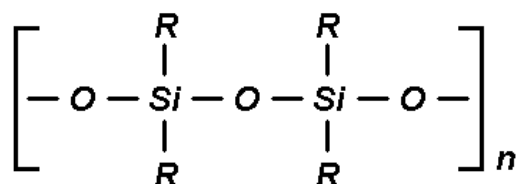
Тіокол А отримують за реакцією



Тіокол В отримують за реакцією



Силіконові каучуки або сілоксани (СКТ – синтетичний каучук термостійкий) є високомолекулярними кремнійорганічними сполуками, ланцюги яких побудовані з атомів силіцію та кисню:



Силіконові каучуки отримують поліконденсацією диметилсиландіолу.

Гума – еластичний матеріал – продукт вулканізації каучуку, здатний до великих (1000%) оборотних деформацій. За ступенем вулканізації гуму поділяють на м'яку (містять 2-3% сірки), напівтверду (3-5% сірки) і тверду (більше 5% сірки). Виробництво гуми складається з кількох окремих операцій: підготовчої, для виготовлення гумової суміші, формування гумової суміші, формування виробів (шпринцювання, каландрування, розкрою деталей і складання виробів), вулканізації і опорядження виробів.

До складу гумової суміші входять різні органічні і мінеральні речовини – *інгредієнти*. Основним компонентом гумової суміші є каучуки, які і визначають властивість гуми, а також: вулканізуючі реагенти, прискорювачі вулканізації, наповнювачі, пластифікатори (пом'якшувачі), речовини, що запобігають старінню, барвники, деякі спеціальні добавки. Інгредієнти поліпшують технологічні властивості гумових сумішей і підвищують якість виготовлених виробів.

Вулканізація є найважливішим завершальним процесом гумового виробництва. При вулканізації відбувається поперечне «зшивання» макромолекул каучуку внаслідок дії вулканізуючих речовин. Більшість гумових виробів вулканізується під тиском в прес-формах. При цьому відбувається відпресовування внутрішніх деталей і профілювання зовнішньої поверхні виробу. Таким чином, фізико-хімічний процес вулканізації часто поєднується з механічним процесом завершального формування виробу. Внаслідок вулканізації, пластичний сирий каучук перетворюється на еластичну гуму, яка має набагато кращі, фізико-механічні і експлуатаційні властивості. Під час термічного розкладання вулканізуючого агента або прискорювача, чи внаслідок реакції між сіркою і прискорювачем, утворюються вільні радикали. Радикали

приєднуються до подвійних зв'язків або забирають атом гідрогену від α -метильної групи вуглецевого ланцюга полімеру. Вільний полімерний радикал приєднується за місцем подвійного зв'язку до сусіднього полімерного ланцюга, і може далі реагувати з іншими радикалами або групами атомів, утворюючи поперечні зв'язки між макромолекулами каучуку.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Тема індивідуальної роботи 15: **ВИРОБНИЦТВО КАУЧУКІВ ТА ГУМИ**

Завдання для індивідуальної роботи

Підготовка технологічних схем виробництва та апаратів

Підготуйте технологічну схему одного з процесів або виробництва вцілому по контрольним запитанням / завданням наведеним вище та представте її аудиторії.

Підготовка презентації на визначену тему

За бажанням оберіть запропоноване питання для підготовки презентації з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми для підготовки презентації:

1. Класифікація каучуків за структурою.
2. Модифікація синтетичних каучуків.
3. Поліуретани.
4. Виготовлення прогумованих матеріалів.
5. Принципи роботи гумозмішувачів.

Методичні рекомендації до виконання завдань індивідуальної роботи

Для успішного виконання індивідуального завдання скористайтесь рекомендаціями наданими у вступі щодо кожного виду робіт, які пропонуються для виконання самостійної / індивідуальної роботи. Використайте запропоновану літературу, або інші достовірні джерела з метою глибшого розуміння та кращого розкриття запропонованого питання.

Технологічна схема може бути як окремого апарату чи обладнання, що використовується у виробництві, так і загального циклу виробництва цеху або всього підприємства.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

Питання для підготовки до екзамену з обов'язкової освітньої компоненти
«Основи хімічної технології»

1. Предмет хімічної технології. Виникнення і розвиток хімічної технології. Зв'язок хімічної технології з іншими науками. Завдання хімічної технології. Хімічна промисловість, як галузь матеріального виробництва, її особливості. Значення хімічної технології. Сучасний стан хімічної промисловості і її роль в господарстві. Хімізація – важливий фактор науково-технічного прогресу.

2. Економічні, технологічні та технічні показники хімічного виробництва: собівартість продукції, витратні коефіцієнти по сировині і матеріалах, матеріальний баланс та енергетичний баланси, продуктивність роботи апаратів, інтенсивність роботи апаратів. Шляхи покращання технологічних показників, якості продукції та умов праці на хімічному виробництві.

3. Поняття про сировину, напівфабрикати, основні матеріали, проміжні продукти, побічні продукти, вторинну сировину, відходи виробництва. Види і класифікація сировини. Запаси сировини для хімічної промисловості. Способи добування сировини. Підготовка сировини до переробки. Збагачення сировини. Принципи раціонального використання сировини. Комплексна переробка сировини.

4. Вода і її використання в хімічній промисловості. Характеристика природніх вод і домішок, які в них містяться. Тимчасова і постійна твердість води, окислювальне число води. Вимоги до якості технологічної (промислової) води та питної води. Методи пом'якшення води. Очистка питної води на водопровідних станціях.

5. Охорона оточуючого середовища в хімічних виробництвах. Очистка газових викидів. Методи очистки забрудненої води. Переробка твердих відходів. Поняття про ГДК (гранично допустима концентрація).

6. Властивості, промислові сорти і області використання сульфатної кислоти. Основні види сировини. Продукти сульфатного виробництва. Виробництво сульфатної кислоти з сірки і гідроген сульфіду.

7. Випалювання колчедану як приклад гетерогенного некаталітичного високотемпературного процесу в системі тверда фаза–газ. Піч з киплячим шаром і її переваги. Загальна і спеціальна очистка випалювального газу.

8. Окиснення сульфур (IV) оксиду як приклад оборотного гетерогенного каталітичного процесу. Теоретичні основи окиснення сульфур (IV) оксиду. Каталізатори, які використовуються при окисненні сульфур (IV) оксиду. Контактний спосіб виробництва сульфатної кислоти.

9. Сполуки Нітрогену і їх значення. Проблема зв'язаного Нітрогену. Методи фіксації атмосферного азоту і їх порівняльна характеристика.

10. Синтез амоніаку. Теоретичні основи синтезу амоніаку. Склад каталізатору і каталітичні отрути. Синтез амоніаку як приклад каталітичного процесу, що здійснюється за круговою (циклічною) схемою. Принципова схема виробництва амоніаку при середньому тиску.

11. Нітратна кислота, її властивості, промислові сорти і області використання. Теоретичні основи каталітичного окиснення амоніаку. Основні стадії виробництва нітратної кислоти з амоніаку і оптимальні умови їх проведення. Виробництво розведеної нітратної кислоти.

12. Методи виробництва концентрованої нітратної кислоти. Теоретичні основи та технологічна схема виробництва.

13. Хімізація сільського господарства. Використання мінеральних добрив, засобів захисту рослин та синтетичних кормових добавок для інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Класифікація мінеральних добрив.

14. Фосфатні добрива, їх класифікація. Сировина для виробництва фосфатних добрив. Теоретичні основи виробництва простого суперфосфату, подвійного суперфосфату, преципітату. Технологія виробництва простого суперфосфату.

15. Нітратні добрива, їх класифікація. Виробництво амоній нітрату, карбаміду та інших продуктів.
16. Калійні добрива. Сировина для виробництва. Технологія виробництва калійних добрив.
17. Класифікація металів і форми знаходження їх у природі. Методи збагачення і попередньої обробки руд. Методи відновлення металів. Одержання чистих кольорових металів.
18. Теорія та технологія виробництва титану з ільменіту.
19. Сировина для виробництва алюмінію, її переробка. Одержання алюмінію електролізом кріоліто–глиноземних розплавів.
20. Технологія виробництва міді.
21. Виробництво цинку та свинцю.
22. Виробництво чавуну. Теоретичні основи виробництва. Доменний процес: конструкція домни, здійснення безперервності процесу, продукти виробництва.
23. Виробництво сталі. Основні методи виробництва: мартенівський, киснево-конверторний, електросталеплавильний. Обробка сталевих виробів.
24. Класифікація керамічних виробів. Виробництво кераміки. Технологія фарфорового та фаянсового виробництва. Вогнетривкі матеріали. Виробництво силікатної цегли.
25. Виробництво скла та скляних виробів. Фізико-хімічні властивості скла. Основні стадії процесу утворення скла. Способи формування виробів із скла.
26. Виробництво в'язучих речовин: вапна, гіпсу, цементу. Виготовлення різних видів бетону для будівельних робіт.
26. Основні види палива та їх склад. Переробка твердого палива. Коксування кам'яного вугілля. Газифікація та гідрогенізація.
27. Термічна переробка нафти. Процес ректифікації. Основні продукти переробки нафти. Крекінг нафтопродуктів.
28. Виробництво метанолу. Біохімічний спосіб виробництва етилового спирту.
29. Методи виробництва синтетичного етанолу та його гомологів.
20. Виробництво бутадієну (дивінілу).
21. Методи і технологія одержання ацетилену.
22. Виробництво ацетатної кислоти.
23. Класифікація полімерів, їх склад і будова. Властивості полімерів в залежності від будови: механічні, термічні, здібність до утворення розчинів. Способи одержання високомолекулярних сполук: полімеризація, поліконденсація.
24. Склад, властивості та використання пластмас. Одержання пластмас на основі полімеризаційних смол. Виробництво поліетилену, полівінілхлориду, полістиролу, фторопласту.
24. Поліконденсаційні смоли та вироби з них. Новолачні та резольні смоли фенол-формальдегідні смоли. Одержання смол в промисловості.
25. Основні види каучуків. Виробництво синтетичних каучуків (СК): бутадієн-стирольного, стереорегулярного ізопренового та СК спеціального призначення.
26. Технологія виробництва гуми та гумотехнічних виробів.
27. Класифікація волокнистих матеріалів та основні стадії виробництва. Виробництво поліамідного волокна (капрону).
28. Технологія виробництва віскозного волокна, ацетатного волокна.
29. Проблеми та перспективи біотехнологічних виробництв. Фізико-хімічні та біохімічні основи біотехнологій. Апаратура для здійснення процесів біотехнології.
30. Промислова мікробіологія. Одержання органічних речовин, харчових продуктів, фармацевтичних препаратів.

ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 344 с.
2. Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Основи хімічної технології» : навчально-методичний посібник для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 60 с.
3. Денисюк Р. О., Камінський О. М., Чайка М. В. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни «Хімічні аспекти сучасної технології» Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 54 с.
4. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. 144 с
5. Братичак М. М., Гунька В. М. Хімія нафти і газу: Підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 448 с.
6. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія: підручник. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2014. 540 с

Додаткова

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. К.: Вища школа, 1982. 246 с.
2. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. К.:Вища школа. 1979. 568с.
3. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. К.: Либідь,1993. 544с.
4. Лялін В.В. Мотняк А.А., Голиков В.І. Конспект лекцій з курсу «Загальна хімічна технологія» Ч.1. Одеса: ОНПУ, 2001. 34с.

Інтернет-ресурси:

1. Бібліотека Житомирського державного університету імені Івана Франка [Електронний ресурс] – режим доступу до ресурсу: <http://irbis.zu.edu.ua>
2. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>