

Житомирський державний університет
імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО
ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

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>

Автори:

к.х.н., доцент **Денисюк Роман**
Писаренко Сніжана,
к.х.н. **Камінський Олександр**,
к.х.н., доцент **Чумак Володимир**

Розглянуто та схвалено
на засіданні кафедри хімії
Протокол від «08» червня 2022 р. № 17
Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2022

I-70

УДК 54:378.22(076)

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

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені
Івана Франка
(протокол № 10 від «24» червня 2022 р.)*

Рецензенти:

Кичкирук Ольга – доцент кафедри хімії, кандидат хімічних наук, доцент «Житомирський державний університет імені Івана Франка».

Чигиринець Олена – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії Національний технічний університет 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

I-70 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 / Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 60 с.

В інструктивно-методичних матеріалах до лабораторних занять приводяться інструкції до виконання лабораторних робіт відповідно до програм з навчальної дисципліни основи хімічної технології для здобувачів вищої освіти природничих спеціальностей. Підготовлено вказівки до виконання лабораторних робіт, завдання для самопідготовки та індивідуальні завдання. Розроблено форми для запису результатів експериментальних досліджень для кожної роботи.

© Денисюк Р.О., 2022
© Писаренко С.В., 2022
© Камінський О. М., 2022
© Чумак В. В., 2022
© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП		4
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ		4
1. Лабораторна робота №1-2	Тема: <i>Переробка сировини</i>	6
2. Лабораторна робота №3-4	Тема: <i>Організація хіміко-технологічних процесів при підготовці води</i>	7
3. Лабораторна робота №5-6	Тема: <i>Виробництво сульфатної кислоти</i>	14
4. Лабораторна робота №7-9	Тема: <i>Виробництво амоніаку та нітратної кислоти</i>	18
5. Лабораторна робота №10	Тема: <i>Аудиторна модульна контрольна робота № 1 «Хімізм технологічних процесів. Виробництво кислот»</i>	22
6. Лабораторна робота №11-12	Тема: <i>Виробництво мінеральних добрив</i>	23
7. Лабораторна робота №13-14	Тема: <i>Силікатні вироби</i>	26
8. Лабораторна робота №15-16	Тема: <i>Металургія чорних металів</i>	30
9. Лабораторна робота №17-18	Тема: <i>Металургія кольорових металів</i>	33
10. Лабораторна робота №19	Тема: <i>Електрохімічні виробництва</i>	37
11. Лабораторна робота №20	Тема: <i>Аудиторна модульна контрольна робота № 2 «Виробництво мінеральних солей та металургія»</i>	38
12. Лабораторна робота №21-22	Тема: <i>Хімічна переробка палива</i>	39
13. Лабораторна робота №23-24	Тема: <i>Основний органічний синтез</i>	42
14. Лабораторна робота №25	Тема: <i>Високомолекулярні сполуки</i>	47
15. Лабораторна робота №26	Тема: <i>Технологія виробництва пластичних мас</i>	50
16. Лабораторна робота №27-28	Тема: <i>Хімічні волокна</i>	52
17. Лабораторна робота №29	Тема: <i>Виробництво каучуків та гуми</i>	56
18. Лабораторна робота №30	Тема: <i>Аудиторна модульна контрольна робота № 3 «Хімічні технології органічних речовин»</i>	57
Питання для підготовки до екзамену		58
ЛІТЕРАТУРА		60

ВСТУП

Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять "Основи 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.

Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять "Основи хімічної технології" направлені на здобуття у студентів наступних вмінь та навичок:

- 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 пониження 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 пов'язувати шкільний курс хімії з життям, якісно готувати і проводити екскурсії учнів та студентів на хімічні і промислові виробництва, проводити дійову професійну орієнтацію учнів, організовувати різні позакласні заходи з використанням матеріалів хімічної технології.

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 сучасної хімічної технології.

Під час виконання робіт закріплюються і поглиблюються знання хіміко-технологічних процесів. Лабораторний практикум включає роботи з усіх важливих розділів курсу. Для конкретизації вмінь і удосконалення знань студентів використовуються задачі хіміко-технологічного змісту.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання здобувачів вищої освіти на лабораторних роботах 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 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.

Модуль 1. Хімізм технологічних процесів. Виробництво кислот

Лабораторна робота №1-2

Тема: ПЕРЕРобКА СИРОВИНИ

Мета: сформуванати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, підготовки, переробки сировини, визначити основні хіміко-технологічні процеси, що при цьому використовуються. Визначити місце води у процесах підготовки, використання та переробки сировини.

Основні поняття: технологія, хімічна технологія, операція, сировина, концентрат, хвости, подрібнення, збагачення, сепарація, флотація, агломерація, матеріальний баланс, енергетичний баланс, потужність, коефіцієнт використання, селективність, практичний вихід, ступінь вилучення, ступінь перетворення.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Представлення технологічної схеми.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. Тестовий контроль знань

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

1. Поняття хімічної технології: технологія, хімічна технологія, механічна технологія, сировина, напівпродукти, операція.
2. Техно-економічні показники.
3. Класифікація хіміко-технологічних процесів.
4. Сировина та методи її переробки.
5. Методи збагачення сировини.
6. Коефіцієнт використання та ступінь перетворення сировини.
7. Вихід продукту та селективність.
8. Показники виробництва: потужність, інтенсивність апарату.
9. Матеріальні і теплові баланси виробництва.

3. Представлення технологічної схеми

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

4. Розв'язування розрахункових 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. Розрахуйте коефіцієнт використання залізного колчедану, що містить 28% сульфуру, на 1 т 92%-вої контактної сульфатної кислоти. Виробничі витрати становлять 8%.
4. 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.
5. 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	кг	Витрата	кг
1) Кальцій оксид		1) Кальцій гідроксид	
2) Вода		2).....	
3)		3) Домішки	

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.
5. Принципи роботи флотажних машин.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни “Хімічні аспекти сучасної технології” / Р. О. Денисюк, О. М. Камінський, М. В. Чайка. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 54 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.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №3-4

Тема: ОРГАНІЗАЦІЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДИ

Мета: Визначити місце води у процесах підготовки, використання та переробки сировини. Навчитися визначати основні параметри якості води в залежності від

використання в промисловості, встановлювати методи очистки води після використання підприємствами.

Основні поняття: водопідготовка, показники якості води, твердість води, мінералізація води, бактеріальна чистота, окиснювальне число, флотація, коагулянти, флокулянти, відстійник, піщаний фільтр, аерація води, знезараження.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Виконання експериментальної роботи.*

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Визначення технічних показників води»

Твердість води залежить від вмісту в ній солей Кальцію і Магнію. Тверда вода непридатна для використання в парових котлах і для інших технологічних потреб. Розрізняють тимчасову (карбонатну) і постійну твердість води. 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. Твердість води у відповідності зі стандартом виражається в *ммоль-екв/л*. Твердість води рівна *1 ммоль-екв/л* якщо в *1 л* води міститься *20,04 мг* йонів Ca^{2+} або *12,16 мг* йонів Mg^{2+} .

У природних водах перше місце серед аніонів займають хлорид-йони. Вміст їх досягає до тисячі і більше міліграмів в *1 л*. Особливо багато хлоридів у побутових стічних водах та стічних водах деяких виробництв. Різке збільшення концентрації хлорид-йонів у воді вказує на забруднення водоймищ стічними водами. При вмісті хлоридів більше *300 мг/л* вода набуває солонувато-гіркого присмаку. Хлориди посилюють корозію заліза у воді завдяки утворенню добре розчинного ферум (II) хлориду. У воді присутні карбон (IV) оксид,

гідрогенсульфід, сульфур (IV) оксид і кисень. Це шкідливі корозійно здатні гази, тому воду аналізують на їх вміст.

Мета роботи:

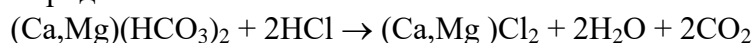
1. Ознайомитися з методами хімічного аналізу природної води і способами її очистки.
2. Визначити загальну і тимчасову твердість води, вміст у воді хлорид-йонів та карбон (IV) оксиду.

Реактиви: розчин хлоридної кислоти (0,1 моль/л); індикатор метиловий-оранжевий; розчин трилону Б (0,05 моль/л); буферний розчин (аміачна суміш); 0,5%-вий розчин індикатору хромоген синій (або чорний); розчин магній сульфату (0,25 моль/л); розчин аргентум (I) нітрату (0,02 моль/л); 10%-вий розчин калій дихромату; розчин натрій гідроксиду (0,1 моль/л); 1%-вий розчин ацетату фенолфталеїну.

Обладнання: конічні колби на 250 мл; бюретка на 25 мл; циліндр на 25 мл; піпетки на 50 мл, прилад з катіонітовою та аніонітовою колонками; катіоніт КУ-1; аніоніт; склянки об'ємом 50 мл; мірний циліндр об'ємом 250 мл.

Дослід 1. Визначення тимчасової (карбонатної) твердості води

Карбонатну (тимчасову) твердість води (T_k) визначають титруванням проби досліджуваної води розчином хлоридної кислоти:



Виконання роботи

В конічну колбу налити 50 мл досліджуваної води і відтитрувати 0,1 н розчином хлоридної кислоти з індикатором метиловим оранжевим до появи рожевого забарвлення. Титрування повторити тричі, визначити середнє значення об'єму хлоридної кислоти, що пішла на титрування. Отримані дані записати в таблицю 1:

Таблиця 1

Номер досліджу	Об'єм хлоридної кислоти, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму HCl, що використано на титрування, мл
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Карбонатну твердість розрахувати за видозміненою формулою $c_{e_1} \cdot V_1 = c_{e_2} \cdot V_2$:

$$T_k = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot 1000}{V_2},$$

- де T_k – карбонатна твердість води, ммольекв/л;
 V_1 – об'єм хлоридної кислоти, що пішла на титрування, мл;
 V_2 – об'єм води, взятої для аналізу, мл;
 c – концентрація розчину хлоридної кислоти, мольекв/л.

Результати записати у таблицю 2:

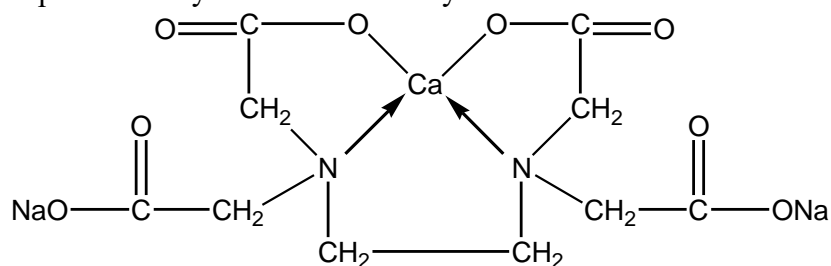
Таблиця 2

V_1 , об'єм хлоридної кислоти, що пішла на титрування, мл	V_2 , об'єм води, взятої для аналізу, мл	c , концентрація розчину хлоридної кислоти, моль/л	T_k , карбонатна твердість води, ммоль/л

Дослід 2. Визначення загальної твердості води

Загальну твердість води визначають методом комплексонометричного титрування, що базується на утворенні міцної сполуки трилону Б з йонами кальцію та магнію. Титрування води проводять в присутності індикаторів–хромогенів у слаболужному середовищі, яке

створюють буферним розчином NH_4OH та NH_4Cl (аміачна суміш). При цьому йони Ca^{2+} і Mg^{2+} зв'язуються трилоном Б у комплексні сполуки:



Зміна забарвлення індикатора з червоно-фіолетового на синьо-фіолетовий вказує на повне зв'язування у воді трилоном Б йонів кальцію та магнію.

Виконання роботи

В конічну колбу налити 50 мл досліджуваної води, додати 3 мл буферного розчину, 3 краплини індикатора і зразу ж відтитрувати при сильному збовтуванні розчином трилону Б до зміни забарвлення в еквівалентній точці. Дослід повторити тричі.

Якщо на титрування пішло більше, ніж 5 мл розчину трилону Б, то це свідчить про те, що у взятому об'ємі води сумарний вміст йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} більше 5 ммольекв/л. У такому випадку визначення слід повторити, взявши менший об'єм води і довести його до 50 мл дистильованою водою, зробивши при цьому перерахунок і врахувати розведення дейонізованою водою.

Визначенню загальної твердості заважають йони Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} і високий вміст карбонатів і гідрогенкарбонатів. Нечітка зміна забарвлення в еквівалентній точці вказує на присутність йонів Cu^{2+} , Zn^{2+} . Для усунення впливу речовин, які заважають, до відміреної для титрування проби води додати 1-2 мл розчину натрій сульфіді, після чого провести титрування, як описано вище.

Якщо після додавання до води буферного розчину і індикатора проба поступово знебарвлюється, стає сірого кольору, то це вказує на присутність йонів Mn^{2+} . Тоді до проби води перед внесенням реактивів слід додати 5 краплин розчину гідроксиламіну гідрогенхлориду і далі визначити твердість.

Процес титрування затягується в часі, з нестійким і нечітким забарвленням в еквівалентній точці, що відбувається при високій лужності води. Для усунення лужності до проби води, відібраної для титрування, додати розчин хлоридної кислоти (0,1 моль/л) і прокип'ятити протягом 5 хв. Після цього додати буферний розчин, індикатор і визначити твердість.

Таблиця 3

Номер досліді	Об'єм трилону Б, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму розчину трилону Б, що використано на титрування, мл
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

загальну твердість води розрахувати за формулою:

$$T_z = \frac{2 \cdot V_1 \cdot c_1 \cdot 1000}{V_2},$$

- де T_z – загальна твердість води, ммольекв/л;
 V_1 – об'єм трилону Б, затрачений на титрування проби, мл;
 V_2 – об'єм води, взятої для аналізу, мл;
 c – концентрація розчину трилону Б, мольекв/л.

Результати записати у таблицю 4:

Таблиця 4

V_1 , трилону Б, що використано на титрування, <i>мл</i>	V_2 , об'єм води, взятої для аналізу, <i>мл</i>	c , концентрація розчину трилону Б, <i>мольекв/л</i>	T_Z , загальна твердість води, <i>ммольекв/л</i>

Дослід 3. Визначення хлорид-йонів у воді

Метод базується на осадженні хлорид-йонів в нейтральному або слабо-лужному середовищі аргентум (I) нітратом в присутності калій дихромату як індикатора. Зміна забарвлення індикатора від лимонно-жовтого до оранжево-жовтого свідчить про виділення аргентум (I) хлориду і утворення аргентум (I) хромату. Титрування рекомендується проводити в присутності “свідків” – недотитрованої і перетитрованої проби.

Виконання роботи

У три конічні колби відміряти піпеткою по 50 мл досліджуваної води, рН якої може бути у межах 6–10. В проби додати по 0,5 мл розчину калій дихромату і відтитрувати розчином аргентум (I) нітрату до появи оранжево-жовтого забарвлення. Титрування повторити тричі. На основі отриманих результатів заповнити у таблицю 5

Таблиця 5

Номер досліджу	Об'єм аргентум (I) нітрату, що використано на титрування, <i>мл</i>	Середнє значення об'єму розчину аргентум (I) нітрату, що використано на титрування, <i>мл</i>
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Вміст хлорид-йонів розрахувати за формулою:

$$m_{Cl^-} = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot M \cdot 1000}{V_2},$$

де m_{Cl^-} - вміст хлорид-йону, *мг/л* ;

V_1 – об'єм розчину аргентум (I) нітрату, затраченого на титрування, *мл*;

V_2 – об'єм води, взятої для аналізу, *мл*;

c – концентрація розчину аргентум (I) нітрату, *мольекв/л*;

M – молярна маса хлорид-йонів, *г/моль*.

Результати заповнити у таблицю 6:

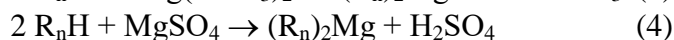
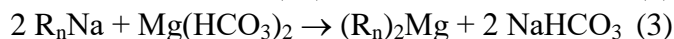
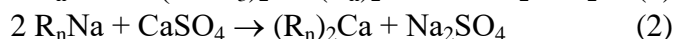
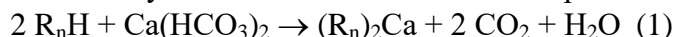
Таблиця 6

V_1 , об'єм розчину аргентум (I) нітрату, витраченого на титрування, <i>мл</i>	V_2 , об'єм води, взятої для аналізу, <i>мл</i>	c , концентрація розчину аргентум (I) нітрату, <i>моль/л</i>	m_{Cl^-} , вміст хлорид-йону, <i>мг/л</i>

Дослід 4. Очистка та пом'якшення води методом йонного обміну

Суть методу йонного обміну полягає у тому, що деякі малорозчинні неорганічні та органічні речовини здатні обмінювати свої йони на катіони або аніони з розчинів. Для поглинання з води йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} використовують катіоніти-сульфувугілля або

високомолекулярні сполуки (смоли), що містять активні групи з йонами H^+ , Na^+ або NH_4^+ .
Процеси катіонного обміну можна схематично записати рівняннями:



де R_n - високомолекулярна сполука з активною групою.

Як видно з рівнянь (3, 4), після катіонного обміну кислотність води зростає. Тому, для зниження кислотності та повного знесолювання (дейонізації) води, після катіонитового фільтру її пропускають через аніонітовий. Кількість йонів Ca^{2+} і Mg^{2+} , яка поглинається певним об'ємом катіоніту, називається ємністю поглинання E і виражається у *мольекв* на $1\ m^3$ іоніту. Після тривалої роботи, і повного обміну йонів H^+ або Na^+ на йони Ca^{2+} і Mg^{2+} катіоніт регенерують, тобто пропускають крізь нього розчин HCl у випадку катіоніту з водневою функцією або насичений розчин $NaCl$ при регенерації катіоніту з натрієвою функцією. При цьому відбуваються процеси, зворотні до тих, що описані рівняннями (1–4).

Виконання роботи

- Через катіонітову колонку пропустити 250 мл води, яку необхідно пом'якшити.
- Визначити загальну твердість вихідної непом'якшеної і пом'якшеної води, пропущеної через катіоніт. Пробу пом'якшеної води до визначення твердості нейтралізувати розчином $NaOH$ в присутності метилоранжу. Це робиться в зв'язку з тим, що при катіонному обміні середовище стає кислим і використання трилону Б неможливе.

Для визначення загальної твердості у конічну колбу об'ємом 250 мл відміряти 50 мл води, додати 3 мл амоніачного буферного розчину, 3 краплини індикатору хромогену і відтитрувати 0,05 *n* розчином трилону Б до переходу вишнево-червоного кольору у синьо-фіолетовий.

Загальну твердість води розрахувати за формулою:

$$T_z = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot 1000}{V_2},$$

- де T_z – загальна твердість води, *ммольекв/л*;
 V_1 – об'єм трилону Б, затрачений на титрування проби, *мл*;
 V_2 – об'єм води, взятої для аналізу, *мл*;
 c – концентрація розчину трилону Б, *мольекв/л*.

- Відібрати пробу об'ємом 50 мл та визначити загальну твердість води за описаною методикою.

Провести необхідні розрахунки і заповнити таблицю 7.

Таблиця 7

Технічні показники якості води, пом'якшеної методом йонного обміну

	Показники якості води
Вода	Загальна твердість води, <i>ммоль/л</i>
Вихідна, необроблена	
Пом'якшена	

Пом'якшення води хімічними методами

Хімічні методи полягають у здатності розчинних солей кальцію та магнію і феруму переходити в малорозчинні або нерозчинні сполуки при дії певних реагентів. При обробці води кальцій гідроксидом (вапняковий метод) або натрій гідроксидом (натронний метод) усувається карбонатна твердість, а також відбувається зв'язування вуглекислого газу.

Содовий метод усуває лише постійну твердість і сприяє зв'язуванню вуглекислого газу. Через що широко використовується комбінований метод (вапняково-содовий), який забезпечує усунення тимчасової та постійної твердості. Але цим способом можливо проводити лише грубе пом'якшення. Більш повне осадження йонів кальцію та магнію

досягають при фосфатному методі, при додаванні до води натрій фосфату. Виконання роботи. Провести розрахунок реагентів, які потрібно використати для пом'якшення, на основі попереднього хімічного аналізу. Відміряти відповідні об'єми розчинів натрій карбонату, кальцій гідроксиду та натрій фосфату, необхідних для пом'якшення. Додати до певного об'єму води необхідну кількість реагентів, провести фільтрацію води від осаду. Визначити загальну і тимчасову твердість води після пом'якшення.

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових 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.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с
3. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.

Додаткова:

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

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №5-6

Тема: ВИРОБНИЦТВО СУЛЬФАТНОЇ КИСЛОТИ

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, підготовки, переробки сировини для виробництва сульфатної кислоти. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів. Розвинути вміння передбачати можливі процеси під час виробництва в залежності від сировини, що використовується для добування кислоти.

Основні поняття: пірит, сірчистий газ, пічний газ, поличні печі, піч з киплячим шаром, спеціальна очистка пічного газу, контактне окиснення сульфур (IV) оксиду, контактний апарат, ваданієвий каталізатор, поглинальна башта, олеум, моногідрат сульфатної кислоти.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Визначення концентрації сульфїтної та сульфатної кислоти»

В промисловості сульфатну кислоту отримують з сульфурвмісної сировини, в тому числі з очищеної самородної сірки. Після виходу пїчних газів з печей випалювання відбувається очистка пїчного газу водними розчинами сульфатної кислоти або водою від дрібних частинок пилу. При чому відбувається утворення сульфїтної кислоти, яка втрачається з циклу в першій стадії.

В результаті фізико-хімічних процесів на виробництві сульфатної кислоти необхідно встановити концентрацію отриманої продукційної кислоти.

Мета роботи:

1. Змоделювати в лабораторних умовах хіміко-технологїчні процеси, які проходять в печах випалювання сульфурвмісної сировини, промислових колонах–абсорберах.
2. Отримати розчин сульфїтної кислоти, який втрачається для циклу під час промивання пїчного газу.
3. Визначити втрати сірки під час виробництва сульфатної кислоти.
4. Визначити концентрацію сульфатної кислоти.

Реактиви: очищена самородна сірка; 0,1 М розчин натрій гідроксиду; 1 М розчин натрій гідроксиду; досліджувана сульфатна кислота; індикатор (метилоранж, фенолфталеїн).

Обладнання: залїзна ложечка для спалювання сірки; колба ерленмеєра; бюретка з штативом для титрування; мїрна колба на 100 мл; мїрний цилїндр на 100 мл; хїмічний стакан на 100 мл; аналітичні терези; пїпетка на 1-2 мл.

Визначення концентрації сульфїтної кислоти.

Для отримання сульфїтної кислоти необхідно через дистильовану вод пропустити сульфур (IV) оксид. Зважити на аналітичних терезах близько 0,5 г очищеної самородної сірки. Розрахувати орієнтовний об'єм повітря, який потрібно для повного згорання сірки. Взяти відповідний посуд, в якому проводимо спалювання сірки. Враховуючи властивості сірки спалювання проводити у витяжній шафі. До посудини, що містить сульфур діоксид додати 100 мл дистильованої води. Посудину струсити протягом 3 хвилин. Отриману сульфатну кислоту перенести в колбу ерленмеєра. Додати до розчину індикатор (метилоранж, фенолфталеїн) і відтитрувати 0,1 М розчином натрій гідроксиду.

Результати аналізу записати в таблицю 1.

Таблиця 1

Номер досліду	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму розчину NaOH, що використано на титрування, мл
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Концентрацію кислоти визначити за формулою:

$$c_{H_2SO_3} = \frac{V_1 \cdot c_1}{V_2},$$

де $c_{H_2SO_3}$ – концентрація сульфїтної кислоти, моль/л;

V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування, мл;

V_2 – об'єм розчину сульфїтної кислоти, взятого для аналізу, мл;

c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль/л.

Результати аналізу записати в таблицю 2.

Таблиця 2

Маса сірки, г	Об'єм SO ₂ , мл	Об'єм розчину кислоти, мл	Концентрація розчину NaOH, взятого для титрування, моль/л	Об'єм розчину NaOH, затраченого на титрування, мл	Концентрація сульфитної кислоти, моль/л

Розрахувати теоретичну масу сульфатної кислоти. За об'ємом розчину сульфитної кислоти та знайденою концентрацією розрахувати масу сульфитної кислоти. Визначити відповідну масу сульфатної кислоти, що втрачається за рахунок вимивання сульфитної кислоти, з розрахунку, що $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$

Розрахувати відсоток можливих втрат кислоти.

Результати записати в таблицю 3.

Таблиця 3

Маса сірки, г	Маса H ₂ SO ₄ , г	Об'єм розчину H ₂ SO ₃ , мл	Концентрація розчину H ₂ SO ₃ , моль/л	Маса H ₂ SO ₃ , г	Маса втраченої H ₂ SO ₄ , г	можливі втрати кислоти, %

Визначення концентрації сульфатної кислоти.

Встановлення концентрації розчину сульфатної кислоти. На аналітичних терезах зважити хімічний стакан, в який помістити 1 мл розчину сульфатної кислоти невідомої концентрації. Повторно зважити хімічний стакан з кислотою. За різницею мас визначити масу розчину кислоти. Кислоту перенести в мірну колбу на 100 мл. Залишки кислоти зі стаканчика змити тричі і також злити в цю ж мірну колбу. Об'єм розчину в мірній колбі довести до мітки. Розчин перемішати і перенести в колбу ерленмеєра. Додати до розчину індикатор (метилоранж, фенолфталеїн) і відтитрувати 1 М розчином натрій гідроксиду.

Результати аналізу записати в таблицю 4.

Таблиця 4

Номер досліду	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму розчину NaOH, що використано на титрування, мл
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Концентрацію кислоти визначити за формулою:

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot 100}{V_2},$$

де $c_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ – концентрація сульфитної кислоти, моль/л;

V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування, мл;

V_2 – об'єм розчину сульфитної кислоти, взятого для аналізу, мл;

c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль/л;

100 – коефіцієнт розведення.

Результати аналізу записати в таблицю 5.

Таблиця 5

Маса кислоти, г	Взятий об'єм кислоти, мл	Густина кислоти, г/мл	Об'єм розчину кислоти для титрування, мл	Концентрація розчину NaOH, взятого для титрування, моль/л	Об'єм розчину NaOH, затраченого на титрування, мл	Концентрація сульфатної кислоти, моль/л

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Розрахуйте загальний вміст SO_3 в олеумі, що містить 0,3 масової частки вільного SO_3 . Скільки кілограмів моногідрату сульфатної кислоти можна отримати з 1 т такого олеуму.
2. Обчисліть масу розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 98%, який можна одержати з 1 т піриту FeS_2 , що містить 10% пустої породи, якщо виробничі втрати складають 3%.
3. Яка добова потреба у повітрі колчеданної печі, що спалює за добу 12 т колчедану, якщо при цьому повітря береться в надлишку з таким розрахунком, що пічні гази містять 0,105 об'ємної частки невикористаного кисню та 0,07 об'ємної частки SO_2 .
4. Скільки теоретично можна добути 75%-вого розчину сульфатної кислоти з 1 т сульфідів металів, які містять 0,4 масової частки сульфуру.
5. При сильному нагріванні гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) кальцій сульфат, що входить до його складу, розкладається на кальцій оксид і сульфур (IV) оксид. Розрахуйте масу гіпсу, необхідного для одержання сульфур (IV) оксиду масою 16 т, якщо вихід продукту реакції складає 95% від теоретично можливого.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.

3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 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. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №7-9

Тема: ВИРОБНИЦТВО АМОНІАКУ ТА НІТРАТНОЇ КИСЛОТИ

Мета: сформувані уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, підготовки, переробки сировини для отримання амоніаку та нітратної кислоти. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів. Розвинути вміння передбачати можливі процеси під час виробництва в залежності від умов синтезу амоніаку та нітратної кислоти.

Основні поняття: дуговий синтез амоніку, ректифікація, дросельний вентиль, колона синтезу, каталізатор, азото-воднева суміш, контактний апарат, поглинальна башта, холодильник, окиснювальна башта, санітарна башта, відбілювальна колона, нітролеум.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв’язування розрахункових задач з теми.
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Визначення концентрації амоніаку та нітратної кислоти»

Визначення вмісту аміаку у водному розчині

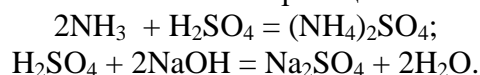
Мета роботи.

1. Змоделювати способи визначення концентрації отриманої на виробництві продукції.
2. Визначити концентрацію амоніаку в розчині невідомої концентрації.
3. Встановити концентрацію нітратної кислоти у розчині.

Реактиви: 0,1 н розчин сульфатної кислоти; 1 н розчин натрій гідроксиду; 0,1 н розчин натрій гідроксиду; розчини амоніаку та нітратної кислоти невідомої концентрації.

Обладнання: індикатори – метиловий оранжевий, метиловий червоний; бюретка з штативом для титрування; колба ерленмеєра; мірна колба на 50 мл; піпетка на 1-2 мл; піпетка на 5 мл.

Амоніак є легкою речовиною і слабкою основою, тому його визначення не можна проводити прямим титруванням. Застосовують зворотне (за залишком) титрування. Спочатку амоніак реагує з сульфатною кислотою, а потім залишок сульфатної кислоти відтитровують лугом. В основі визначення лежать реакції:



В колбу ерленмеєра налити 50 мл 0,1 н розчину сульфатної кислоти. Додати 1 мл досліджуваного розчину амоніаку. Отриманий розчин титрувати 0,1 н розчином натрій гідроксиду в присутності індикатора метилового червоного. Паралельно проводити титрування 50 мл 0,1 н розчину сульфатної кислоти натрій гідроксидом в присутності метилового червоного.

Результати аналізу записати в таблицю 1.

Таблиця 1

Номер досліду	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму розчину NaOH, що використано на титрування чистої кислоти, мл	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування досліджуваного розчину, мл	Середнє значення об'єму NaOH, що використано на титрування досліджуваного розчину, мл
Дослід 1				
Дослід 2				
Дослід 3				

За різницею об'ємів 0,1 н розчину натрій гідроксиду, що витрачено на титрування кислоти та на титрування досліджуваної проби розрахувати вміст амоніаку (NH₃) в розчині.

Концентрацію NH₃ розрахувати за формулою:

$$c_{NH_3} = \frac{V_1 \cdot c_1 - V_2 \cdot c_1}{V_3},$$

де c_{NH_3} – концентрація амоніаку в розчині, моль екв/л;
 V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування чистої кислоти, мл;
 V_2 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування досліджуваного розчину, мл;
 V_3 – об'єм розчину амоніаку, взятого для аналізу, мл;
 c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль екв/л;

Для визначення маси амоніаку в розчині використати формулу:

$$m_{NH_3} = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot M_{ekv}}{1000}$$

де m_{NH_3} – маса амоніаку в розчині, г;
 V_1 – об'єм розчину амоніаку, взятого для аналізу, мл;
 c_1 – визначена концентрація розчину амоніаку, моль екв/л;
 M_{ekv} – молярна маса еквіваленту амоніаку, г/моль екв.

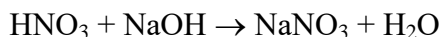
Результати аналізу записати в таблицю 2.

Таблиця 2

Об'єм амоніаку, мл	Об'єм розчину H ₂ SO ₄ , мл	Концентрація H ₂ SO ₄ , моль екв/л	Концентрація NaOH, яким титруємо, моль екв/л	Об'єм розчину NaOH, затраченого на чисту кислоту, мл	Об'єм розчину NaOH, затраченого на зворотне титрування, мл	Концентрація амоніаку, моль/л	Маса амоніаку, г

Визначення концентрації нітратної кислоти

Для визначення концентрації нітратної кислоти використати кислото-основне титрування в присутності індикатору. В якості індикатора використати фенол-фталеїн, який додати до кислоти:



В мірну колбу на 50 мл відібрати 5 мл досліджуваної кислоти. Довести об'єм розчину до мітки та перемішати вміст. Перенести в колбу ерленмеєра отриманий розчин та відтитрувати 1 н розчином натрій гідроксиду в присутності індикатора метилового оранжевого.

Результати аналізу записати в таблицю 3.

Таблиця 3

Номер досліджу	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування, мл	Середнє значення об'єму розчину NaOH, що використано на титрування, мл
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Концентрацію HNO_3 розрахувати за формулою:

$$c_{\text{HNO}_3} = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot 10}{V_2},$$

- де c_{HNO_3} – концентрація нітратної кислоти, *моль/л*;
 V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування, *мл*;
 V_2 – об'єм розчину нітратної кислоти, взятого для аналізу, *мл*;
 c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, *моль/л*;
 10 – коефіцієнт розведення.

Результати аналізу записати в таблицю 4.

Таблиця 4

Об'єм кислоти, <i>мл</i>	Об'єм розчину кислоти, взятого на титрування, <i>мл</i>	Концентрація NaOH, яким титруємо, <i>моль/л</i>	Об'єм розчину NaOH, затраченого на титрування, <i>мл</i>	Концентрація нітратної кислоти, <i>моль/л</i>	Маса нітратної кислоти, <i>г</i>

Висновок:

4. *Розв'язування розрахункових задач з теми.*

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Розрахуйте об'єм азоту (при н.у.), що використовується на добування 100 л NH_3 в процесі синтезу його з водню та азоту при температурі 500°C та тиску $3 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$.
- 2 Через колонну синтезу амоніаку пропускають 120 $\text{м}^3/\text{год}$ азотоводневої суміші. Розрахуйте вихід амоніаку (в об.%), якщо добове виробництво колони синтезу 504 м^3 .
- 3 При 400°C та тиску $3 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$ в рівновазі з азотоводневою сумішшю знаходиться 0,47 об'ємної частки амоніаку. Виходячи з загального рівняння реакції синтезу амоніаку, розрахуйте об'єми амоніаку, азоту та водню, що міститься при даних умовах в 1 м^3 газової суміші.
- 4 Розрахуйте найвищу теоретично можливу концентрацію розчину нітратної кислоти, що можна отримати при окисненні амоніаку без додаткового додавання води.
- 5 Який об'єм газової суміші, що містить 11% NH_3 , необхідний для добування 1 т нітратної кислоти (без втрати азоту).

5. *Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.*

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с
3. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 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.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №10

Тема: **АУДИТОРНА МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1**

«Хімізм технологічних процесів. Виробництво кислот»

Обсяг вимог визначається програмою

Модуль II. Виробництво мінеральних солей та металургія Лабораторна робота №11-12

Тема: **ВИРОБНИЦТВО МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

Мета: сформувати уявлення про мінеральні добрива їх використання в залежності від умов ґрунту. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів. Розвинути вміння передбачати можливі процеси під час виробництва фосфатних, нітратних та калійних добрив.

Основні поняття: мінеральні добрива, органічні добрива, бактеріальні добрива, прямі добрива, непрямі добрива, мішані добрива, повні добрива, амоніачна селітра, калійна селітра, натрієва селітра, сечовина, грануляція, галургія, сільвініт, сільвін, суперфосфат, подвійний суперфосфат, екстракційна фосфатна кислота, екстрактор, вакуум-фільтр, термічна фосфатна кислота, білий фосфор.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Виконання експериментальної роботи.*

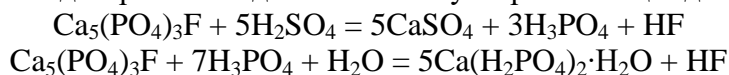
Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

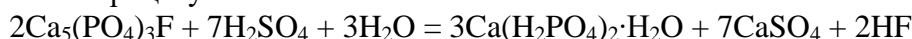
Тема: «Добування суперфосфату»

До фосфорних добрив відносяться простий та подвійний суперфосфат, преципітат, амофоси, нітрофоски. Для промислового виробництва цих добрив використовують апатитові та фосфоритові руди. При їх обробці сульфатною кислотою утворюється суперфосфат, який

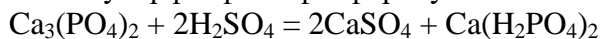
містить 18-20% P₂O₅. Реакція протікає в дві стадії – на першій утворюється фосфатна кислота, яка на другій стадії при взаємодії з апатитом утворює кальцій дигідрогенфосфат:



Сумарне рівняння процесу:



Цим же шляхом утворюється суперфосфат з фосфориту:



При обробці апатиту чи фосфориту не сульфатною кислотою, а відразу фосфатною кислотою утворюється суперфосфат, в якому міститься до 50% P₂O₅. Цей продукт отримав назву подвійного суперфосфату. Фосфатна кислота, необхідна для цього виробництва, добувається обробкою фосфорвмісних руд сульфатною кислотою.

Мета: в лабораторних умовах відтворити добування суперфосфату.

Реактиви: апатит чи фосфорит; 62-65%-вий розчин сульфатної кислоти; 10%-вий розчин хлоридної кислоти.

Обладнання: хімічний стакан; фарфорова ступка; мірна колба на 250 мл.

Виконання роботи

За рівнянням реакції розрахувати необхідну кількість сульфатної кислоти для взаємодії з 10 г апатиту чи фосфориту. Якщо використовується апатит, то на 3 моль P₂O₅ необхідно 7 моль H₂SO₄, а якщо фосфорит – на 1 моль P₂O₅ необхідно 2 моль H₂SO₄. Сульфатної кислоти необхідно взяти на 10% більше чим розраховано. 62-65%-ву сульфатну кислоту готують шляхом розведення концентрованої сульфатної кислоти, а концентрацію перевіряють за густиною з використанням ареометру.

Розрахований об'єм сульфатної кислоти налити в попередньо зважений скляний стакан і нагріти до 50-60°C. Після цього при постійному перемішуванні протягом 10-12 хв окремими порціями пересипати в склянку наважку вихідної речовини, потім перемішати ще 10-15 хв, помістити в термостат і витримати 1-1,5 год при температурі 100-110°C. **Всі операції для одержання суперфосфату проводять в окулярах та гумовий рукавицях!** Після охолодження до кімнатної температури зі склянки видобути суперфосфат, зважити, та визначити його вихід, а потім провести аналіз на загальний вміст фосфору, що засвоюється.

Результати роботи записати в таблицю:

m наважки сировини, г	m (H ₂ SO ₄) в перерахунку на 100%-ву, г	Vp-ну (H ₂ SO ₄), мл	Вихід Ca(H ₂ PO ₄) ₂	
			теор., г	практ., г

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових 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 HNO₃ випаровується в нейтралізаторі, якщо з нього витікає 78%-вий розчин амоніачної селітри.

- 3 Змішане добриво „Для городу” містить 0,06 масових частин N_2 , 0,09 – P_2O_5 , 0,09 – K_2O . Скільки було взято кістяної муки, що містить 30% P_2O_5 , амоній нітрату, 95%-вого KCl та наповнювачу (пісок) для виготовлення 10 кг такої суміші?
- 4 Для визначення загального вмісту P_2O_5 в апатитовому концентраті наважку 1,3060 г обробили царською горілкою та перелили в мірну колбу об'ємом 250 мл. Розчин відфільтрували. В 50 мл фільтрату осадили йони PO_4^{3-} та отримали 0,1617 г $Mg_2P_2O_7$. Розрахуйте відсотковий вміст P_2O_5 в зразку апатитового концентрату.
- 5 Які масові частки калій хлориду (92%-вий KCl) та сильвініту (22%-вий KCl) необхідно змішати для добування калійної добривної солі, що містить 30% K_2O .

5. *Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.*

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни “Хімічні аспекти сучасної технології” / Р. О. Денисюк, О. М. Камінський, М. В. Чайка. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 54 с.
3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с

Додаткова:

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. –246 с.
2. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №13-14

Тема: **СИЛІКАТНІ ВИРОБИ**

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, підготовки, переробки сировини для виробництва керамічних виробів, в'язучих речовин та скла. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів. Розвинути вміння передбачати можливі процеси під час виробництва в залежності від сировини, що використовується для добування скла, керамічних виробів та в'язучих матеріалів.

Основні поняття: силікатні вироби, кераміка, формування керамічного виробу, шлікер, керамічна маса, жирна глина, пісна глина, прес-форма, негашене вапно, гашене вапно, шахтна піч, коефіцієнт насичення, обертова піч, клінкер, тужавіння, скломаса, шихта, ванна піч.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Виконання експериментальної роботи.*

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Виготовлення легкоплавкого скла»

Загальними властивостями скла є його прозорість, мала теплопровідність, хімічна стійкість, однорідність маси, сталість оптичних показників з часом, велика твердість, малий коефіцієнт термічного розширення, високі діелектричні показники. Міцність при стисканні у скла досягає до 200 кг/мм і набагато перевищує міцність при розтягуванні, яка дорівнює звичайно 3-8 кг/мм. Твердість скла за шкалою Мооса дорівнює 5-7, воно легко ріжеться топазом, корундом і алмазом, твердість яких відповідно дорівнює 8, 9 та 10.

Характерною властивістю розплавлення скла є поступове зростання в'язкості при зниженні температури. Тверднення скла відбувається в деякому інтервалі температур. Якщо цей інтервал малий, то скло називають *коротким*, а якщо великий – *довгим*. Залежно від застосування є багато видів скла. Переважна більшість їх складається з великої кількості компонентів, кварцове скло – тільки з кремнезему.

До складу сировини для виробництва скла повинні входити матеріали, які містять основні склотвірні оксиди – B_2O_3 , GeO_2 , SiO_2 , P_4O_{10} , Al_2O_3 , V_2O_5 – і додатково оксиди лужних, лужноземельних та інших металів як допоміжних оксидів, що утворюють скло разом з основними оксидами.

При утворенні скла одно- або двозарядні катіони розташовуються у відповідних порожнинах, не порушуючи загального розташування атомів склотвірних оксидів. Склад силікатного скла може бути виражений загальною формулою:



де n , m , p , q - змінні величини

R_2O – оксиди лужних металів Na_2O , K_2O , Li_2O ;

RO – оксиди лужноземельних і інших двозарядних металічних елементів;

R_2O_3 – кислотні або амфотерні оксиди Al_2O_3 , B_2O_3 , Fe_2O_3 ;

RO_2 – SiO_2 , що становить до 75% маси.

Підготовка сировини полягає в збагаченні кварцового піску, сушінні, просіюванні, зважуванні і старанному перемішуванні сирих компонентів, а іноді й брикетування шихти.

Усереднений склад деяких сортів скла наведено у таблиці.

Назва скла	Вміст компонентів у % мас.										
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	B_2O_3	PbO	Na_2O	K_2O	BaO	ZnO	Інші компоненти
Кварцове прозоре	99,97	0,04	0,016	0,005							
Кварцове непрозоре	99,6	0,3	0,25	0,04			сліди				Fe_2O_3 : 0,06
Хіміко-лабораторне скло											
Пірек	80,5	2,0	0,5		12,0		4,0	1,0			
Дюробакс	65,7	6,0	7,8	1,0	7,8		2,0	2,9	6,8		
Йєнське 20	74,9	5,3	1,2		7,4		8,0		3,4		
Нейтральне (ампульне)	72,4	4,0	7,0		6,0		8,5	2,0			
Термометричне № 59 III	72,0	5,0			12,0		11,0				
Суперпірек	85,4	2,0		0,3	8,3		3,5				As_2O_3 : 0,35
Біле	72,0	1,5	10,0	2,5			13,5	0,5			
Покривне скло для мікроскопії	72,0	1,4	8,0	4,0			13,6				
Промислове скло											
Листове	72,0	1,6	6,8	4,0			14,5	0,5			Fe_2O_3 : 0,1 SO_3 : 0,5
Кришталі свинцевий	57,0				0,5	24,0	2,0	15,0		0,1	
Тарне	72,5	2,5	7,0	2,5			15,5				
Для жаротривкого посуду	58,7	17,8	9,5	4,1	3,5				1,5	2,5	TiO_2 : 1 As_2O_3 : 1,4
Дзеркальне (прокатне)	75,0	1,0	8,7	0,3			15,0				
Сортове (механічна виробка)	74,5		8,0	2,0			14,0	1,5			

Дослід 1. Приготування скла з температурою плавлення 540 °C

Мета роботи:

1. Розрахувати масовий та мольний склад шихти для одержання легкоплавкого скла.
2. Експериментально здійснити виплавку скла та забарвити його.

Реактиви: кварцовий пісок; плюмбум (II) оксид; бор оксид; сода або поташ; ферум (III) оксид; кобальт (II) оксид; нікол (II) оксид; купрум (II) оксид; манган (II) оксид; манган (IV) оксид.

Обладнання: фарфоровий тигель об'ємом 20–30 cm^3 ; тигельні щипці; муфельна піч; фарфорова чашка і ступка; терези; металева пластина (або форма).

Виконання роботи

Температура плавлення скла залежить від співвідношення реактивів. Для виготовлення скла необхідні співвідношення реактивів в таких інтервалах:

PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O або K ₂ O
50-80%	10-50%	10-45%	10-25%

Розрахувати масу реактивів, необхідну для виготовлення 5 г скла. Оксиди розтерти в ступці так, щоб розмір частинок був не більше 0,1 мм Зважити підготовлені оксиди відповідно до розрахованої маси. Для введення Na₂O або K₂O взяти відповідно Na₂CO₃ або K₂CO₃ у такій масі, яка б давала необхідний вміст оксидів при термічному розкладі карбонатів). Зважування проводити на техно-хімічних вагах із точністю до 0,01 г. Далі суміш оксидів перемішати в ступці і зволожити на 3-5% від маси шихти. Суміш помістити в тигель і поставити в нагріту до 500°C піч та підвищити температуру до 900°C. Всі операції варіння скла необхідно проводити в рукавицях і захисних окулярах. Для отримання однорідної скломаси суміш потрібно витримувати в розплавленому стані протягом 20 – 25 хв. Після закінчення варки скла тигель вийняти з печі, і отримане скло вилити на чисту залізну пластинку або заготовлену форму.

Для забарвлення скла в певний колір до шихти додають один або декілька барвників, маючи на увазі, що чим більший вміст барвника буде в складі шихти, тим більш інтенсивний колір скла буде одержано. Зазвичай використовують такі барвники:

№ п/п	Барвник	Кількість у % мас.	Забарвлення
1	FeO	0,2-0,3	Блакитно-зелене
2	Fe ₂ O ₃	0,3-0,5	Жовто-зелене
3	CoO	0,003 – 0,1	Синє
4	NiO	0,1-0,2	Від фіолетового до сіро-коричневого
5	CuO	0,1-0,2	Блакитне до синього
6	Cr ₂ O ₃	0,05 – 0,1	Зелене
7	Mn ₂ O ₃	0,01-0,1	Від жовтого до фіолетового
8	Ag(у вигляді нітрату)	0,1-0,3	Жовте
9	Сірка	1-2	Чорне •
10	SnO ₂	5-6	Молочне скло
11	Тальк	5-6	Молочне скло
12	Sb ₂ O ₃		Жовте
13	Na ₂ S		Жовте

Місце для розрахунків:

Заповніть таблиці 1 та 2 і визначте формулу отриманого скла.

Таблиця 1

Маси компонентів вихідної суміші

Компонент	PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ CO ₃ або K ₂ CO ₃
Маса компоненту, г				

Розрахувати склад одержаного скла та його формулу, виражену через формули відповідних оксидів.

Розрахуйте масу скла, яку можна добути з використаних реактивів. Зважте отриманий продукт та розрахуйте його вихід (у %).

Вихід скла

Маса шихти, г	Теоретична маса скла $m_{теор}$, г	Маса отриманого скла $m_{пр}$, г	η (виходу), $(\frac{m_{пр}}{m_{теор}} \cdot 100)$, %

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 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?
- Яка маса поташу з вмістом K_2CO_3 80%, крейди з 90% CaCO_3 та піску з 95% SiO_2 потрібна для отримання 300 кг скла складу $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$?
- Розрахувати масу продукту, який отримують при обпалюванні 1 т вапняку, який містить 0,90 масової частки CaCO_3 , 0,06 – MgCO_3 та 0,04 – SiO_2 .
- Найбільш легкоплавке скло складається з 84% PbO_2 , 11,5% V_2O_5 та 4,5% SiO_2 . Скільки потрібно взяти сурику Pb_3O_4 , боратної кислоти та кварцового піску для виготовлення 10 г такого скла?
- З 1 кг розплавленого скла можна витягнути в нитку 26 млн. м. Розрахуйте діаметр цієї нитки, якщо густина скла $2,6 \text{ г/см}^3$.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

- Китайський фарфор.
- Білий фарфор.
- Нанесення декору на керамічні вироби.
- Виробництво газобетону.
- Виробництво піноблоків.

Рекомендована література**Основна:**

- Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
- Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.
- Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с

Додаткова:

- 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. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №15-16

Тема: МЕТАЛУРГІЯ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, металів в промислових масштабах, визначити основні способи добування металів, класифікацію металів. Навчити будувати технологічні схеми виробництва з урахуванням екологічних аспектів. Розглянути основні принципи та закономірності роботи доменної печі та умови варіння сталі. Розвинути вміння передбачати можливі процеси під час виробництва в залежності від сировини, що використовується для різних сортів чавуну та сталі.

Основні поняття: металургія, пірометалургія, гідрометалургія, електрометалургія, домна, шихта, флюс, каупер, повітрянагрівач, шлак, первинні металургійні процеси, вторинні металургійні процеси, легування, легуючі домішки, білий чавун, сірий чавун, ливарний чавун, переробний чавун, конвертор, мартенівська піч, електродугова піч, фурма, скрап, феросиліцій, томасшлак.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв’язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

1. Класифікація металів та їх використання.
2. Методи добування металів: пірометалургія, 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.

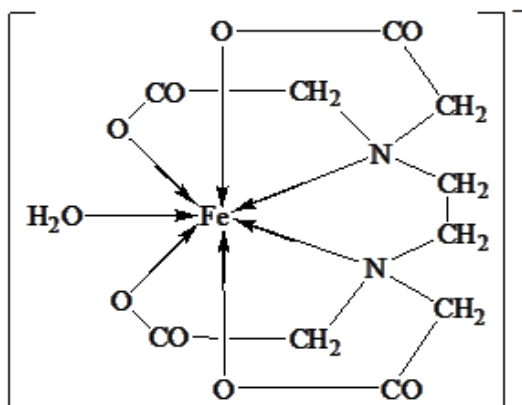
3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Визначення заліза в рудах»

Методи комплексометричного титрування часто використовується в аналітичних визначеннях катіонів металічних елементів. Найчастіше для приготування стандартного розчину ЕДТА (натрій етилендіамінтетраацетат) або трилон Б використовують фіксанали. Комплексні сполуки дво- і трьохзарядних катіонів з трилоном Б мають халатну структуру, а у випадку Fe^{3+} – октаедричний комплекс.



Велике значення константи стійкості комплексного йону ($\lg\beta = 25,1$) дозволяє титрувати його при $\text{pH} = 1$, а в якості індикатора використовують тайрон, саліцилову або сульфосаліцилову кислоту.

Мета роботи. В лабораторних умовах визначити вміст заліза в зразку руди.

Реактиви: стандартний розчин тривлону Б; 2 М хлорид на кислота; концентрована нітратна кислота; 10%-вий розчин амоніаку; 25%-вий розчин сульфосаліцилової кислоти.

Обладнання: піщана баня; хімічний стакан на 250 мл; мірна колба на 100 мл; колба ерленмеєра; бюретка з штативом для титрування; піпетка на 1-2 мл; піпетка на 5 мл.

Виконання роботи

Точну наважку руди, що аналізується (близько 0,5-1,0 г) перенести в хімічний стакан, додати 30 мл хлоридної кислоти та нагріти на піщаній бані до розчинення руди. Додати 2-5 мл концентрованої нітратної кислоти і продовжити нагрівання поки не припиниться виділення нітроген оксидів. Розчин охолодити і відфільтрувати через фільтр з білою стрічкою. Об'єм фільтрату довести в мірній колбі 100 мл. Відібрати аліквоту 10 мл в конічній колбі нейтралізувати розчином амоніаку до появи каламуті. Каламуть розчинити додаванням 1-2 мл хлоридної кислоти. Об'єм розчину довести дистильованою водою до 50 мл, нагріти до $70-80^\circ\text{C}$ та додати 4-6 крапель розчину сульфосаліцилової кислоти.

Отриманий розчин відтитрувати трилоном Б до зміни забарвлення розчину з червоно-фіолетового до жовтого.

Результати аналізу записати в таблицю 1.

Таблиця 1

Номер дослід	Об'єм трилону Б, що використано на титрування, <i>мл</i>	Середнє значення об'єму розчину трилону Б, що використано на титрування, <i>мл</i>
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

$$\omega(Fe) = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot M_{екв} \cdot 10}{m \cdot 1000} \cdot 100\%$$

- де $\omega(Fe)$ – масова частка заліза в руді, *моль/л*;
 V_1 – об'єм розчину трилону Б, затраченого на титрування, *мл*;
 c_1 – концентрація розчину трилону Б, *моль екв/л*;
 $M_{екв}$ – молярна маса еквіваленту Fe^{3+} , *г/моль екв*;
 m – маса досліджуваного мінералу;
 10 – коефіцієнт, що враховує відбирання аліквоти;
 1000 – перерахунок об'єму на літр.

Одержані цифрові дані записати в таблицю 2.

Таблиця 2.

Маса наважки руди, <i>г</i>	Об'єм розчину трилону Б, що пішов на титрування, <i>мл</i>	Концентрація трилону Б, <i>моль екв/л</i>	Молярна маса еквіваленту феруму, <i>г/моль екв</i>	Масова частка заліза в руді, %

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- Скільки заліза можна отримати з 1 *т* червоного залізняку, що містить 0,55 масової частки заліза? Виробничі втрати становлять 0,05 масової частки.
- В результаті спалювання зразку сталі масою 5 *г* в потоці кисню утворилось 50,9 *мл* карбон (IV)оксиду. Скільки карбону містилось в сталі?
- При добовій виплавці чавуну масою 6000 *т* з доменної печі виділяється 12,7 *млн. м³* газу, що містить 0,24 об'ємної частки CO, 0,22 – CO₂ та 0,06 – H₂, інше – азот повітря, що подається в домну. Скільки повітря використовується на 1 *т* чавуну та подається в домну за хвилину?
- 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.
- Скільки бурого залізняку потрібно для виплавки 5000 *т* чавуну, який містить 0,92 масової частки заліза, якщо в склад руди входить 0,80 масової частки лимоніту (2Fe₂O₃•3H₂O)?

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни “Хімічні аспекти сучасної технології” / Р. О. Денисюк, О. М. Камінський, М. В. Чайка. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 54 с.
3. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 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.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №17-18

Тема: МЕТАЛУРГІЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, кольорових металів. Розглянути основні процеси, що відбуваються під час виробництва міді, титану, цинку та свинцю. Розглянути добування металів з поліметалічних руд. Навчити будувати технологічні схеми виробництва з урахуванням екологічних аспектів. Розвинути вміння передбачати можливі процеси при пірометалургійному виробництві кольорових металів.

Основні поняття: кольорові метали, поліметалічні руди, концентрат, шихта, штейн, шлак, білий штейн, ватержакетна піч, кисневий конвертор, дражніння на густину, дражніння

на ковкість, ільменіт, транспортні реакції, титанова губка, алонж, зейгерування, шумівка, бронза, бабіт, підшипник сплав.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Виконання експериментальної роботи.*

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Добування металів і сплавів з оксидів дією вуглецю»

Карбон при високих температурах володіє сильними відновними властивостями. Він може відновлювати найстійкіші оксиди, такі як алюміній, магній, титан, цирконій оксиди та ін. Проте багато металів, які добуваються, активно сполучаються з карбоном і утворюють міцні карбіди, наприклад CaC_2 , TiC , ZrC і т. д. Тому відновлювати карбоном можна тільки такі метали, які не утворюють карбідів. На практиці з стійких оксидів відновлюють карбоном тільки один магній, який випаровується з реакційного простору, і пари його уловлюються.

Мета роботи. Відновити вугіллям один з металів свинець або вісмут з їх оксидів в лабораторних умовах.

Реактиви: деревне вугілля; оксиди металів: PbO , Bi_2O_3

Обладнання: високий фарфоровий тигель місткістю 50-60 cm^3 ; муфельна електропіч на 1100°C ; тигельні щипці; підставка для тиглю (цеглина і т.п.); технічні та аналітичні терези.

Виконання роботи

Для проведення реакції деревне вугілля подрібнити до дрібної крихти і відсіяти від вугільного пилу. Вугілля береться у надлишку, оскільки частина його окислюється за

рахунок проникаючого в тигель повітря. Розрахунок провести на 2 г оксидів, вважаючи (для спрощення розрахунку), що вугілля окислюється до карбон (II) оксиду і не має домішок.

На дно тиглю насипати суміш оксиду з вугіллям (рис. 1). При добуванні свинцю тигель можна кришкою не закривати. У випадку добування вісмуту на суміш необхідно насипати тонкий шар розтертого вугілля (до 1 мм) та щільно закрити тигель кришкою. Помістити тигель в муфельну піч. Реакцію проводити при 800 °С протягом 15-20 хв до утворення кульки металу (при добуванні свинцю).

Потім тигель вийняти, швидко вилити розплавлений метал на металеву або керамічну поверхню. Гарячий тигель поставити в пісок .

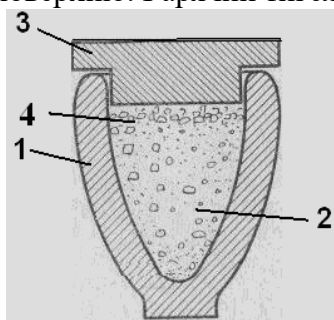


Рис. 1. Тигель з сумішшю для добування металів відновленням вугіллям із оксидів: 1 – фарфоровий тигель, 2 – суміш оксиду металу з деревним вугіллям, 3 – кришка тиглю, 4 – шар вугілля.

Розрахувати теоретичний вихід металу. Зважити отриманий метал та розрахувати практичний вихід металу (у %).

Знайти практичний вихід металу у відсотках, заповнити таблицю:

$$\eta = \frac{m_{np}}{m_{теор}} \cdot 100\% ,$$

де η – практичний вихід металу, %;

m_{np} – маса отриманого металу;

$m_{теор}$ – розрахована маса металу, що маємо отримати.

Місце для розрахунків:

Маса оксиду, г	Маса вугілля, г	Теоретична маса металу, г	Практична маса добутого металу, г	Практичний вихід, %

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових 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 РЬО. 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 % H_2SO_4 з 1 т цієї руди ?
- 4 Амальгаму алюмінію (сплав алюмінію зі ртуттю) масою 0,7 г обробили надлишком розбавленої сульфатної кислоти і добули 3,42 г солі. Визначте масові частки компонентів сплаву.
- 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.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. Будьте готові виступити перед аудиторією.

Орієнтовні теми повідомлень:

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

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с
3. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 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.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 19

Тема: ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВИРОБНИЦТВА

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, кольорових металів. Розглянути основні процеси, що відбуваються під час виробництва алюмінію, натрію та рафінуванні міді. Розвинути вміння передбачати можливі процеси при електролізі в ході виробництва кольорових металів.

Основні поняття: електроліз, електрод, сила струму, густина струму, електролізер, вихід за струмом, електролітичне рафінування, амальгама, вугільний електрод, електрод, що розчиняється, вакуум-ківш, анодна система.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Представлення технологічної схеми.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Представлення технологічної схеми*

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

4. *Розв'язування розрахункових 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%.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни “Хімічні аспекти сучасної технології” / Р. О. Денисюк, О. М. Камінський, М. В. Чайка. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 54 с.
3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с

Додаткова:

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. – 246 с.
2. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. –К.: Либідь,1993. –544с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №20

Тема: АУДИТОРНА МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2

«Виробництво мінеральних солей та металургія»

Обсяг вимог визначається програмою

Модуль III. Хімічні технології органічних речовин

Лабораторна робота №21-22

Тема: ХІМІЧНА ПЕРЕРОБКА ПАЛИВА

Мета: сформуванати уявлення про процеси, що відбуваються під час добування, підготовки, переробки різних видів палива. Визначити основні напрямки переробки палива та подальше використання продуктів цієї переробки. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів.

Основні поняття: піроліз, гідрогенізація, газифікація, кокс, напівкокс, лігнін, деревне вугілля, вагонетка, реторта, коксовиштовхувач, коксова батарея, ректифікація, крекінг, ароматизація, риформінг, атмосферно-вакуумна перегонка, гас, лігроїн, газойль, мазут, октанове число, цетанове число.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. Тестовий контроль знань

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Технічний аналіз твердого палива»

При технічному аналізі твердого палива визначають вологість, зольність та вміст летких продуктів. Від вологості залежить теплотворна здатність палива. Вміст вологи залежить від виду палива, у першу чергу від його віку. Наприклад, у торфі міститься до 25% вологи, а в антрациті її не більше 1,5%. Мінеральні речовини палива, складовою частиною яких є карбонати, силікати, сульфати металів, при спалюванні залишаються у вигляді золи. При цьому багато речовин розкладаються з утворенням оксидів. Крім того, до складу золи

входить пісок та глина. До летких речовин належать газоподібні та пароподібні продукти, які виділяються при нагріванні твердого палива без доступу повітря. Разом з леткими речовинами виходить волога. Вихід летких речовин дозволяє зробити висновок про доцільність хімічної переробки твердого палива для одержання рідких та газоподібних продуктів. Доцільність використання кам'яного вугілля для процесів коксування визначається здатністю його до спікання, тобто до утворення твердого спеченого залишку – коксу.

Мета роботи.

1. Провести суху перегонку кам'яного вугілля та деревини, визначити вихід твердих, рідких та газоподібних продуктів.

2. Визначити вологість і зольність кам'яного вугілля і деревини.

3. Скласти спрощений матеріальний баланс процесу коксування.

Реактиви: тверде паливо (деревина або вугілля).

Обладнання: електропіч; сушильна шафа; електромлин для розмелу палива; бюкс з кришкою (висота 25 мм, діаметр 35 мм); фарфоровий тигель з кришкою (висота 40 мм, діаметр 30 мм); тигельні щипці; ексікатор з кальцій хлоридом.

Виконання роботи

Аналіз твердого палива виконується в такій послідовності:

1. Визначення вологості – тривалість 2 год.

2. Визначення летких речовин у паливі – тривалість 10 хв.

3. Визначення попільності – тривалість 2 год.

Визначення вологості твердого палива. У зважений фарфоровий бюкс помістити 2 г подрібненого кам'яного вугілля або деревини і повторно зважити. Помістити бюкс у сушильну шафу і висушити паливо протягом 2 год при 105 °С. Висушене паливо вийняти з печі, закрити бюкс кришкою, охолодити спочатку на повітрі, потім у ексікаторі та зважити. Повторно висушити паливо при тій же температурі протягом 30 хв і якщо втрата маси не перевищує 0,01 г вважати процес виділення з палива вологи завершеним. Вміст вологи розрахувати за формулою:

$$\omega_1 = \frac{\Delta m}{m_1} \cdot 100\% ,$$

де Δm – втрата маси бюксу з паливом після висушування, г ;

m_1 – наважка палива, г.

Визначення летких речовин у паливі. У зважений фарфоровий тигель помістити 2 г подрібненого кам'яного вугілля або деревини і повторно зважити. Закрити тигель кришкою, помістити його щипцями в електричну піч, нагріту до температури 800 °С і витримати при цій температурі 10 хв. Після цього вийняти тигель, охолодити на повітрі 5 хв, а, потім в ексікаторі до кімнатної температури. *Кришку при цьому не знімати.* Охолоджений тигель зважити. Вміст летких речовин $\omega_{ЛР}$ розрахувати за формулою:

$$\omega_{ЛР} = \frac{\Delta m - m_{H_2O}}{m_2} \cdot 100\% ,$$

де Δm – втрата маси після прожарювання, г ;

m_{H_2O} – маса вологи в паливі, г;

m_2 – вихідна наважка палива, г.

Масу вологи у паливі розрахувати за вологістю палива (див. визначення вологості) та вихідною наважкою палива:

$$m_{H_2O} = \frac{\omega_1 \cdot m_2}{100\%} .$$

Визначення зольності твердого палива. У зважений фарфоровий тигель помістити 2 г подрібненого кам'яного вугілля або деревини і повторно зважити. Помістити тигель в електричну піч і поступово, протягом 1 год підвищити температуру до 800 °С і витримати

при цій температурі 2 год. Після цього фарфоровий тигель вийняти щипцями з печі, закрити кришкою, охолодити на повітрі і перенести в ексікатор в якому охолодити до кімнатної температури. Зважити тигель із залишком і, для перевірки повноти згоряння, періодично прожарювати при тій же температурі протягом 30 хв до тих пір, поки різниця у визначенні маси не становитиме 0,01 г. Попільність розрахувати за формулою:

$$\omega_2 = \frac{m}{m_3} \cdot 100\% ,$$

де m – маса палива після спалювання, г ;
 m_3 – наважка палива, г.

Результати визначення технічних показників заносимо в таблицю.

Вологість, вміст летких речовин та зольність твердого палива.

Маса палива, г	Технічна характеристика	г	%
$m_1 =$	Вологість	$\Delta m =$	
$m_2 =$	Леткі продукти (без води)	$\Delta m =$	
$m_3 =$	Зольність	$m =$	

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових 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?

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.
3. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2014. – 540 с

Додаткова:

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. –246 с.
2. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 23-24

Тема: **ОСНОВНИЙ ОРГАНІЧНИЙ СИНТЕЗ**

Мета: Розглянути способи синтезу спиртів та виробництва ацетилену. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів.

Основні поняття: синтез-газ, каталізатор, циркуляційні гази, колона синтезу, нейтралізатор, спирт-сирець, спирт-ректифікат, бражка, електродіод, форсунка, піроліз, крекінг, термоокилювальний крекінг, азотний запобіжник, барботажна колона, скруббер, газогенератор.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв’язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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 карбиду
5. Виробництво ацетилену з кальцій карбиду.
6. Виробництво ацетилену піролізом метану.
7. Синтез етанової кислоти

3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Визначення концентрації етанової кислоти»

Мета роботи.

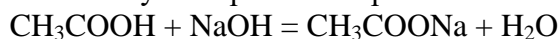
1. Змодельовати способи визначення концентрації отриманої на виробництві продукції.
2. Визначити концентрацію етанової кислоти розчині.
3. Визначити концентрацію кислоти в розчині потенціометричним титруванням

Реактиви: 0,1 н розчин етанової кислоти; 0,5 н розчин натрій гідроксиду; 0,1 н розчин натрій гідроксиду; розчин етанової кислоти невідомої концентрації.

Обладнання: мірна колба на 100 мл; індикатори – фенолфталеїн; бюретка з штативом для титрування; колба ерленмеєра; хімічний стакан на 100 мл; піпетка на 10 мл рН–метр I-160М.

Виконання роботи

Реакція між оцтовою кислотою і лугом протікає за рівнянням:



Кислотно-основне титрування

Досліджуваний розчин об'ємом 10 мл помістити в мірну колбу на 100 мл і розвести водою до мітки. Перемішати. Відібрати аліквоту 20 мл розчину і перенести в колбу ерленмеєра. В якості індикатора додати 2-3 краплини фенолфталеїну. Відтитрувати розчином натрій гідроксиду до появи рожевого забарвлення, яке з часом зникає.

Масу оцтової кислоти розраховувати за формулою:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot M_{\text{екв}} \cdot 5}{1000},$$

де $m(\text{CH}_3\text{COOH})$ – маса етанової кислоти, г;

V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування кислоти, мл;

c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль екв/л;

$M_{\text{екв}}$ – молярна маса еквіваленту кислоти, г/моль екв;

5 – коефіцієнт, що враховує відбирання аліквоти.

Результати досліджень записати у таблицю 1

Таблиця 1

Номер досліду	Об'єм натрій гідроксиду, що використано на титрування, <i>мл</i>	Середнє значення об'єму NaOH, що використано на титрування, <i>мл</i>
Дослід 1		
Дослід 2		
Дослід 3		

Концентрацію етанової кислоти розрахувати за формулою:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V_1 \cdot c_1}{V_2},$$

де $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ – концентрація етанової кислоти в розчині, *моль екв/л*;
 V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування кислоти, *мл*;
 c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, *моль екв/л*;
 V_2 – об'єм розчину етанової кислоти, взятого для аналізу, *мл*;

Результати аналізу записати в таблицю 2.

Таблиця 2

Об'єм проби кислоти, <i>мл</i>	Об'єм аликвоти, <i>мл</i>	Концентрація NaOH, яким титруємо, <i>моль екв/л</i>	Об'єм розчину NaOH, затраченого титрування, <i>мл</i>	Молярна маса еквіваленту кислоти, <i>г/моль екв</i>	Концентрація етанової кислоти, <i>моль/л</i>	Маса етанової кислоти, <i>г</i>

Потенціометричне титрування

Потенціометричне титрування кислот здійснюють із скляним електродом.

У стакан для титрування налити 10 мл етанової кислоти, а потім додати дистильовану воду доти, поки електроди не виявляться зануреними в розчин не менше чим на 20 мм. Виміряти рН отриманого розчину. Титрувати кислоту розчином лугу. Після додавання лугу розчин у посудині перемішати знову визначити рН. Дані титрування вписати у таблицю 1. Перше титрування провести, додаючи титрант порціями по 0,5 мл. В області еквівалентності при повторному проведенні титрування титрант додавати порціями по 0,1 мл.

Так уточнюють зміни в кривій титрування в області точки еквівалентності. Дані титрування записати в таблицю 3

Таблиця 3.

Попереднє титрування			Точне титрування в області точки еквівалентності		
Об'єм лугу, <i>мл</i>	рН (1 вимір)	$\Delta\text{pH}/\Delta V$	Об'єм лугу, <i>мл</i>	рН (2 вимір)	$\Delta\text{pH}/\Delta V$

За даними титрування побудувати інтегральний графік залежності рН від об'єму титранта і диференціальний графік залежності $\Delta\text{pH}/\Delta V$ від об'єму титранта.

Масу оцтової кислоти розраховувати за формулою:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V_1 \cdot c_1 \cdot M_{\text{екв}}}{1000},$$

де $m(\text{CH}_3\text{COOH})$ – маса етанової кислоти, г;
 V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування кислоти, мл;
 c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль екв/л;
 $M_{\text{екв}}$ – молярна маса еквіваленту кислоти, г/моль екв;

Концентрацію етанової кислоти розрахувати за формулою:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V_1 \cdot c_1}{V_2},$$

де $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ – концентрація етанової кислоти в розчині, моль екв/л;
 V_1 – об'єм розчину натрій гідроксиду, затраченого на титрування кислоти, мл;
 c_1 – концентрація розчину натрій гідроксиду, моль екв/л;
 V_2 – об'єм розчину етанової кислоти, взятого для аналізу, мл;

Результати аналізу записати в таблицю 4.

Таблиця 4

Об'єм проби кислоти, мл	Об'єм аліквоти, мл	Концентрація NaOH, яким титруємо, моль екв/л	Об'єм розчину NaOH, затраченого титрування, мл	Молярна маса еквіваленту кислоти, г/моль екв	Концентрація етанової кислоти, моль/л	Маса етанової кислоти, г

Визначити об'єми лугу, що пішли на титрування. По знайденому в точці еквівалентності об'єму лугу розрахувати абсолютну кількість відтитрованої кислоти

Висновок:

4. *Розв'язування розрахункових 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 м³ природного газу (0,96 об'ємної частки CH₄)? 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 карбіді і алюміній карбіді у суміші.
- 4 При зануренні зразка технічного кальцій карбіді масою 0,08 кг у воду виділилось 22,4 л ацетилену (н.у.). Визначте масову частку домішок у технічному кальцій карбіді 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.

5. *Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.*

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.
3. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2014. – 540 с

Додаткова:

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. –246 с.
2. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 25

Тема: **ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ**

Мета: сформувані уявлення про полімерні сполуки, їх класифікацію, способи добування, сировинну базу цих синтезів. Розвинути просторову уяву, для розуміння будови полімерних сполук.

Основні поняття: високомолекулярні сполуки, полімери, полімеризація, поліконденсація, блок-полімеризація, со-полімеризація, елемент-органічні полімери, лінійна будова, розгалужена будова, сітчаста будова, блочна полімеризація, плівчаста полімеризація, полімеризація в емульсії, полімеризація в суспензії.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. *Виконання експериментальної роботи.*

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Деструкція полімерів. Деполімеризація поліетилентерефталату»

Реакціями деструкції полімерів називаються процеси, що супроводжуються розривом ковалентних зв'язків усередині полімерного ланцюга, з різким зменшенням молекулярної маси полімеру без суттєвої зміни його хімічного складу.

Деструкція полімерів може відбуватись під дією різних чинників: фізичних та хімічних. Розрізняють термодеструкцію, фотодеструкцію, хемодеструкцію і біодеструкцію (біодеградацію).

Найбільш універсальним чинником є температура. При досягненні певної температури (температури деструкції) полімери в залежності від їх різновиду зазнають розкладу з утворенням суміші продуктів, що часто не є стабільною за складом, а дуже залежить від умов нагрівання, присутності сторонніх речовин тощо.

Механохімічна деструкція відбувається під впливом механічних впливів, що викликають локальні внутрішні напруги, що можуть призвести до розриву окремих ланцюгів. Наприклад, заморожування водних розчинів ВМС, дія ультразвуку тощо.

Особливим типом хімічного розкладу ВМС є деполімеризація – реакція зворотна до відповідного типу реакції полімеризації. Внаслідок деполімеризації отримують вихідний мономер (мономери), або олігомери. Деполімеризація зазвичай відбувається за рахунок послідовного відщеплення мономерів з краю полімерного ланцюга, а при деструкції має місце випадковий характер розриву зв'язків у будь-якому місці молекули.

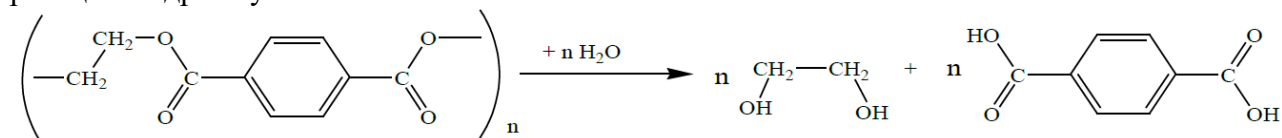
З процесами деструкції пов'язані процеси старіння полімерів – самочинної зміни фізичних властивостей (еластичності, твердості, міцності), що відбувається під час зберігання та експлуатації полімерних матеріалів під дією кисню, УФ-випромінювання, температури тощо.

Деструкція полімерів може бути частиною технологічного процесу їх підготовки до застосування, наприклад, з метою зменшення їх в'язкості тощо.

Поліетилентерефталат (ПЕТ) уперше було одержано у 1941 році у вигляді волокон, а у 1970-х роках американська компанія “DuPont” запровадила виробництво харчової тари із ПЕТ, переважно пляшок. З тих пір основною сферою застосування ПЕТ є виробництво так званих “пластикових пляшок”.

ПЕТ є термопластичним полімером ($t_{\text{пл}} \approx 260^\circ\text{C}$, $t_{\text{розкл}} \approx 350^\circ\text{C}$). ПЕТ нерозчинний у воді і органічних розчинниках, стійкий до дії кислот. Структура пластику із ПЕТ через конфігурацію його макромолекул не надто щільна, тому він є проникним для багатьох газів, зокрема, кисню і карбон (IV) оксиду. Також ПЕТ проникний для УФ-променів. Для зменшення проникності ПЕТ до нього додають спеціальні добавки (нейлон, пліетиленафталат) у кількостях, що не перевищують 10% маси ПЕТ.

Утворення ПЕТ є типовою реакцією поліконденсації терефталатної (бензен-1,4-дикарбонової) кислоти і етиленгліколю (етан-1,2-діолу), то реакція його деполімеризації є реакцією гідролізу.



Для зміщення рівноваги в бік утворення мономерів деполімеризацію здійснюють у присутності лугу за високих температур, що дозволяє класифікувати її як реакцію омилення. Для цього використовують концентровані розчини лугів у органічних розчинниках (етиленгліколь, гліцерол), або дуже концентровані водні розчини лугів.

Виконання роботи

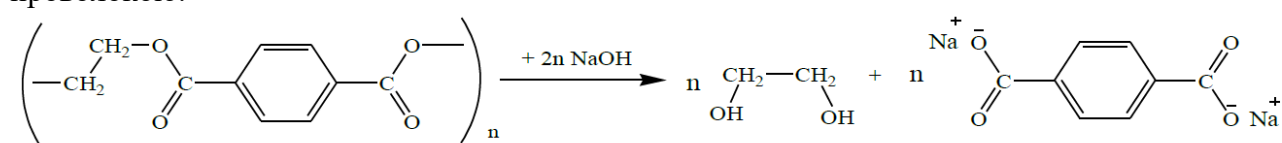
Мета роботи.

Здійснити деструкцію ПЕТ та визначити в лабораторних умовах масу терефталатної кислоти.

Реактиви: ПЕТ; 10%-й розчин сульфатної кислоти; твердий натрій гідроксид; індикатор – бромфеноловий синій.

Обладнання: сталевий тигель; піщана баня; хімічний стакан на 100 мл; сушильна шафа; тигельні щипці; фарфорова чашка.

Нарізати ПЕТ дрібними шматочками і зважити їх з точністю до 0,01 г. Обчислити масу натрій гідроксиду, необхідну для реакції. Зважити твердий луг в кількості, що удвічі більше за розраховану масу. У сталевий тигель помістити наважку натрій гідроксиду, удвічі більшу масу дистильованої води і подрібнений ПЕТ. Вміст тигля ретельно перемішати сталеву проволочкою.



Тигель поставити на піщану баню у витяжній шафі. Реакцію проводити протягом 60-90 хв з моменту закипання. Суміш у тиглі час від часу перемішувати і додавати, по мірі википання, дистильовану воду, підтримуючи об'єм рідини у тиглі постійним. Температурний режим вибрати так, щоб суміш кипіла рівномірно і не бурхливо. Перемішувати вміст тигля потрібно дуже обережно, оскільки можливе різке закипання його і викид за межі тигля.

Після закінчення реакції дати тиглю охолонути, вміст кількісно перенести у хімічний стакан, що містить з 30-40 см³ дистильованої води. Утворений розчин відфільтрувати від шматочків ПЕТ що залишились нерозкладеними і промити фільтр 20-30 см³ води. До фільтрату додати невеликими порціями 10%-й розчин сульфатної кислоти до кислої реакції (за бромфеноловим синім). Осад, що утворився відфільтрувати, промити на фільтрі холодною дистильованою водою і висушити.

Висушений осад терефталатної кислоти зважити, визначають ефективність проведеної деполімеризації ПЕТ (у % від теоретичної), заповнити таблицю.

Маса ПЕТ, г	Розрахова на маса NaOH, г	Зважена маса NaOH, г	Теоретична маса терефталатної кислоти, г	Маса осаду терефталатної кислоти, г	Практичний вихід, %

Місце для розрахунків:

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Напишіть рівняння реакцій, при яких проходять перетворення та вкажіть умови перетворення: кокс → полістирол; кокс → поліетилен
- 2 Який об'єм етилену при н.у. потрібно для добування 50 кг поліетилену полімеризацією. Вихід полімеру 92%
- 3 Яку масу поліетилену можна отримати з 784 м³ (н.у.) етилену, якщо вихід полімеру становить 92%? Який ступінь полімеризації?
- 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.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.
3. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.

Додаткова:

1. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. –246 с.
2. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 26

Тема: ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИЧНИХ МАС

Мета: Визначити складові пластичних мас. Розглянути способи виробництва терморективних та термопластичних пластмас Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів.

Основні поняття: пластична маса, інгредієнт, фенол-формальдегідна смола, резит, резитол, резол, новолак, реактор, конденсатор, штуцер, барвник, пластифікатор, антиоксидант, наповнювач.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Представлення технологічної схеми.
5. Розв’язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. Представлення технологічної схеми

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

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Для синтезу фенол формальдегідної смоли беруть на 1 моль фенолу 1 моль формальдегіду та 0,13 моль NH_3 . Скільки 32%-вого розчину формаліну та 25%-вого амоніаку потрібно на добування 1 кг фенол формальдегідної смоли.
- 2 Яку масу формальдегіду та фенолу потрібно для отримання 1000 кг фенол-формальдегідної смоли реакцією поліконденсації?
- 3 При утворенні новолаку виділяється 0,6 кг води з розрахунку на 1 кг прореагованого фенолу. Визначте масу води, якщо для отримання ново лаку використано 200 кг формаліну, а мольне співвідношення фенолу та формальдегіду 7 : 6. Масова частка формальдегіду в формаліні 0,37.
- 4 Металургійний текстоліт випускається у вигляді плит розміром 0,8X0,5X0,07 м. Скільки 55%-го спиртового розчину резольної формальдегідної смоли використано для отримання 100 плит текстоліту? Густина текстоліту 1400 кг/м^3 . У вихідній смолі знаходиться 6% вільного фенолу, який повністю видаляється після сушки. Масова частка смоли в тканині після пресування 54%.
- 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%.

1. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с

3. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 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.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 27-28

Тема: ХІМІЧНІ ВОЛОКНА

Мета: сформуванню уявлення про волокна, їх класифікацію, способи виробництва та режими обробки штучних та синтетичних волокон для отримання відповідних фізико-хімічних властивостей. Розглянути виробництва основних штучних та синтетичних волокон. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів.

Основні поняття: штучне волокно, синтетичне волокно, корд, прядильний розчин, фільтера, осаджувальна ванна, осаджувальний розчин, цівка, полімеризатор, витяжні вали, терморелаксація, розчинник, шахта, пластифікаційна ванна.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Виконання експериментальної роботи.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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.

3. Виконання експериментальної роботи.

Ознайомтеся з інструкцією до виконання дослідів, підготуйтеся до їх проведення в лабораторії.

Рекомендація до виконання дослідів:

Тема: «Отримання мідно-амоніачного волокна»

Мета роботи.

1. Приготувати реактив Швейцера.
2. В лабораторних умовах приготувати прядильний розчин та здійснити формування мідно-амоніачного волокна мокрим способом.

Реактиви: купрум (II) гідроксокарбонат (малахіт); купрум (II) сульфат; 25%-вий розчин амоніаку; 40%-вий, 30%-вий та 10%-вий розчин NaOH; вата або паперова серветка; 10%-вий розчин сульфатної кислоти.

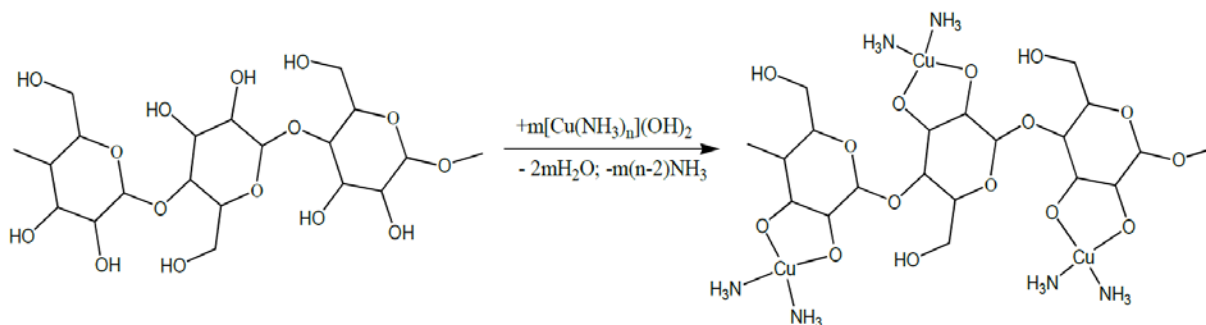
Обладнання: хімічний стакан на 100 мл; техно-хімічні терези; піпетка на 10 мл; піпетка на 1-2 мл; кристалізатор; шприц з голкою на 5-10 см³; пінцет; фарфорова чашка; сушильна шафа.

Прилади і матеріали: електропіч, ексікатор, пробірки, мірний циліндр, терези, піпетки, шприц, склянки, амоніак (25%-й розчин), вата, папір фільтрувальний, купрум сульфат пентагідрат, дикупрум дигідроксид-карбонат, натрій гідроксид (30%-й розчин), розчин хлоридної кислоти (7%), розчин сульфатної кислоти (10%).

Штучні волокна зайняли одне з найважливіших місць у виробництві одягу. Штучне волокно є модифікованими природними полімерними сполуками. Так модифікацією целюлози отримують віскозне, ацетатне та мідно-амоніачне волокна. За зовнішнім виглядом і фізичними властивостями целюлозні штучні волокна нагадують шовкові, тому їх часто називають штучним шовком.

Сутність процесу виробництва мідно-амоніачного волокна полягає у розчиненні волокон природної целюлози у концентрованому водному розчині тетрааммінкупрум (II) гідроксиді, що називається реактивом Швейцера (на честь вченого Матіаса Швейцера, що відкрив і дослідив його властивості у 1857 році).

Розчинення волокон полісахаридів у реактиві Швейцера обумовлене заміщенням двох молекул амоніаку внутрішньої сфери комплексу на гідроксильні групи молекули полісахариду з утворенням хелатного комплексу.



Для розчинення у реактиві Швейцера використовують, бавовняний пух або очищену целюлозу. Утворений приблизно 9-10 мас.% розчин целюлози очищують від надлишку амоніаку, пухирців повітря, нерозчинених частинок тощо. Утворений в'язкий розчин целюлози (прядильний розчин) продавлюють в осаджувальну ванну через фільтру. У ванній знаходиться осаджувальний розчин, роль якого полягає у гідролізі хелатних комплексів, внаслідок чого целюлоза знову виділяється у вигляді полімерної молекули, але вже у вигляді волокон, а сполуки купруму вимиваються. У якості осаджувального розчину використовують, зазвичай, розчини сульфатної або хлоридної кислоти, розчин лугу або звичайну воду. Отримані волокна відмивають від залишків реактивів та сушать.

За звичайних умов мідно-амоніачне волокно поглинає 11% вологи, легко горить, деструктується і зменшує міцність під дією сонячних променів, розчиняється в сильних лугах, але стійке до багаторазових деформацій і стирання.

Виконання роботи

Приготувати реактив Швейцера:

- a) Зважити 2 г купрум (II) гідроксокарбонату (малахіту) та додати 20 мл 25%-го розчину амоніаку.
- b) Приготувати 10 мл насиченого за кімнатної температури розчину купрум (II) сульфату, додати 10 мл 25%-го розчину амоніаку та 0,2-0,5 мл 30%-го розчину NaOH

У отриманий реактив Швейцера додати невеликими порціями 1,0-1,5 г вати або шматочки паперової серветки. Утворена суміш має бути в'язкою, але без нерозчинених шматочків целюлози. Розчин залишити на 10 хвилин. У кристалізатор, який буде слугувати осаджувальною ванною, наливаємо осаджувальний розчин (10%-й розчин сульфатної, або 7%-й розчин хлоридної кислот, або 10%-й розчин натрій гідроксиду).

Розчин целюлози набрати у шприц і вдягнути голку, вузький отвір якої буде слугувати фільтрою. Поршень шприца обережно натискати до появи першої краплини у отворі фільтри, і після цього занурити у кристалізатор. Пінцетом захопити край цівки (нитки), що утворюється, і обережно тягнути, одночасно натискаючи поршень шприца так щоб прядильний розчин, який виходить з голки (фільтри) увесь час був занурений в осаджувальну ванну.

Після видавлювання всього розчину, отримане волокно залишають на декілька хвилин у прядильному розчині, після чого промити у теплій дистильованій воді, помістити у фарфорову чашку і сушать у сушильній шафі при температурі 40-50°C.

Отримане мідно-амоніачне волокно зважити, дослідити його фізичні і механічні властивості. Частину волокна спробувати розчинити у 40%-вому розчині натрій гідроксиду.

Висновок:

4. Розв'язування розрахункових задач з теми.

Розв'яжіть запропоновані задачі:

- 1 Напишіть рівняння реакцій та вкажіть умови, при яких проходять перетворення:
кокс → нітрон
- 2 Яка маса бензену необхідна для синтезу 5 кг капрону, якщо вихід останнього 94%.
- 3 При неперервній 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%.

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.
3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 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. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота № 29

Тема: **ВИРОБНИЦТВО КАУЧУКІВ ТА ГУМИ**

Мета: сформувати уявлення про процеси, що відбуваються під час виробництва природного та синтетичного каучуку, особливості будови різних видів синтетичних канчуків. Розглянути способи виробництва гуми, основні інгредієнти та режими виробництва. Навчити будувати технологічні схеми виробництв з урахуванням екологічних аспектів.

Основні поняття: каучук, вулканізуючий реагент, індгрідієнт, антиоксидант, старіння гуми, зношування гуми, пластифікатор, пом'якшувач гуми, гумозмішувач, вулканізація, ротор, детандер, шнек, ебоніт.

План заняття:

1. Організаційний момент.
2. Тестовий контроль знань здобувачів вищої освіти.
3. Теоретичне опитування за планом самостійної роботи.
4. Представлення технологічної схеми.
5. Розв'язування розрахункових задач з теми
6. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

Інструкція до виконання:

1. *Тестовий контроль знань*

Опрацюйте запропоновані літературні джерела та підготуйтеся до індивідуального тестування за основними поняттями теми.

2. *Теоретичне опитування за планом самостійної роботи*

Самостійно опрацюйте запропоновані контрольні запитання/завдання та підготуйтеся до усного виступу та співбесіди за ними.

Контрольні запитання/завдання

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

3. *Представлення технологічної схеми*

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

4. *Розв'язування розрахункових задач з теми.*

Розв'яжіть запропоновані задачі:

1. Напишіть схему будови бутадієн-нітрильного каучуку, якщо він є регулярним полімером, в якому на один залишок акрилонітрилу приходиться три залишки бутадієну.
2. 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?
3. Який об'єм природного газу з об'ємним вмістом метану 0,95, необхідний для отримання 10 т стереорегулярного дивінілового каучуку?

4. Який об'єм бутану (н.у.) потрібно для виробництва 1000 кг бутадієнового каучуку. Вкажіть ступінь полімеризації бутадієну.
5. 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?

5. Презентація підготовлених повідомлень здобувачами вищої освіти.

За бажанням оберіть запропоновану тему повідомлення з теми, яку вивчаєте. Підготуйте усний виступ та електронну презентацію з теми. 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.

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р. О. Хімічна технологія: Підручник. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2014. – 540 с
3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 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. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – Одеса: ОНПУ, 2001. –34с.

Довідково-інформаційні дані для проведення лабораторних робіт:

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>

Дата: _____ Підпис викладача: _____

Лабораторна робота №30

Тема: АУДИТОРНА МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3

«Хімічні технології органічних речовин»

Обсяг вимог визначається програмою

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 сульфід.

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. / Р. О. Денисюк – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. – 344 с.
2. Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять з навчальної дисципліни “Хімічні аспекти сучасної технології” / Р. О. Денисюк, О. М. Камінський, М. В. Чайка. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 54 с.
3. Знак З. О. Загальна хімічна технологія (окремі розділи): Навчальний посібник. / З. О. Знак – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2021. – 144 с
4. Братичак М. М. Хімія нафти і газу: Підручник. / М. М. Братичак, В. М. Гунька – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. – 448 с.
5. Загальна хімічна технологія: підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. Третє видання, доповнене та доопрацьоване. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2014. – 540 с
6. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія: підручник /В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.

Додаткова

4. Гончаров А.І., Михайленко В.П. Хімічна технологія. Практикум. –К.: Вища школа, 1982. – 246 с.
5. Гончаров А.І., Серета І.П. Хімічна технологія. – К.:Вища школа. 1979. -568с.
6. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. –К.: Либідь,1993. –544с.
7. Лялін В.В. Конспект лекцій з курсу “Загальна хімічна технологія” / В.В. Лялін, А.А. Мотняк, В.І. Голиков. Ч.І – 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>