

Житомирський державний університет імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

**ІНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО
ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

Обов'язкової освітньої компоненти

”ХІМІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ”

**для підготовки здобувачів
другого (магістерського) рівня вищої освіти**

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

Укладачі:

д.х.н., професор Томашик Василь

к.х.н., доцент Денисюк Роман

к.х.н., доцент Чайка Микола

PhD у галузі знань Хімічна та біоінженерія

Писаренко Сніжана

Розглянуто та схвалено

на засіданні кафедри хімії

Протокол від «15» червня 2024 р. № 23

Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2024

УДК 54:378.22

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

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

Рецензенти:

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

Маланич Галина – кандидат хімічних наук, ст. наук. співр. заст. відділу хімії та технології напівпровідників Інституту фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України

Старостенко Ольга – кандидат хімічних наук, ст. наук. співроб., старший дослідник відділу термостійких полімерів і нанокompозитів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України

I-72 Томашик В.М., Денисюк Р. О., Чайка М. В., Писаренко С. В. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять із обов'язкової освітньої компоненти «Хімія функціональних матеріалів» для підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, Житомир. ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 44 с.

В інструктивно-методичних матеріалах до лабораторних занять приводяться інструкції до виконання лабораторних робіт відповідно до програм з освітньої компоненти «Хімія функціональних матеріалів» для здобувачів вищої освіти природничих спеціальностей. Розроблено форми для запису результатів експериментальних досліджень для кожної роботи.

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

ЗМІСТ

ВСТУП		4
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ		5
Лабораторне заняття №1-2	Тема: <i>Вступ. Предмет та основні поняття «Хімії функціональних матеріалів»</i>	6
	Тема: <i>Основні властивості матеріалів. Атомно-кристалічна будова матеріалів і сплавів. Поліморфізм</i>	6
Лабораторна робота 1	Тема: <i>Визначення вмісту міді у сплавах</i>	6
Лабораторне заняття №3-4	Тема: <i>Механічні властивості функціональних матеріалів</i> ...	11
	Тема: <i>Сплави. Діаграми стану сплавів</i>	11
Лабораторна робота 2	Тема: <i>Пасивування заліза і визначення ефективності дії інгібіторів корозії</i>	12
Лабораторне заняття №5-6	Тема: <i>Властивості кольорових металів і сплавів та області їх застосування</i>	15
	Тема: <i>Отримання залізо-вуглецевих сплавів. Діаграма стану залізо-вуглець</i>	16
Лабораторна робота 3	Тема: <i>Вивчення діаграми стану Fe – C</i>	16
Лабораторне заняття №7-8	Тема: <i>Конструкційні та інструментальні сталі. Чавун</i>	23
	Тема: <i>Хіміко-термічна обробка функціональних матеріалів</i>	23
Лабораторна робота 4	Тема: <i>Визначення вмісту Фосфору в сталі або чавуні</i>	24
Лабораторне заняття №9-10	Тема: <i>Методи порошкової металургії</i>	27
	Тема: <i>Неметалеві матеріали (пластмаси, смоли, кераміка, гума)</i>	28
Лабораторна робота 5	Тема: <i>Вилуговування ільменіту та визначення вмісту Титану в ньому</i>	28
Лабораторне заняття №11-12	Тема: <i>Полімери. Виготовлення полімерів</i>	33
	Тема: <i>Наноматеріали, їх отримання та використання</i>	33
Лабораторна робота 6	Тема: <i>Одержання фенол-формальдегідних смол</i>	33
Лабораторне заняття №13-14	Тема: <i>Нові перспективні матеріали та матеріали з наперед заданими властивостями</i>	40
Лабораторна робота 7	Тема: <i>Визначення вмісту ніколу у сплавах</i>	40
Лабораторне заняття №15	Тема: <i>Підсумкова модульна робота</i>	43
ЛІТЕРАТУРА		44

ВСТУП

Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з освітньої компоненти «Хімія функціональних матеріалів» передбачають формування у майбутнього фахівця глибоких знань основ хімії функціональних матеріалів, технології їх виробництва та обробки, уявлення про досягнення науково-технічного прогресу в галузі створення нових матеріалів, вдосконалення технологічних процесів, а також уміння і навички практичного визначення фізико-хімічних властивостей матеріалів і спрямованого впливу на них.

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти є оволодіння теоретичними основами створення основних матеріалів (металів, сплавів, пластмас, наноматеріалів тощо) та їх обробки (нагрівання, плавлення, кристалізація, полірування тощо); отримання матеріалів з певними властивостями (електричними, механічними, тепловими та іншими); використовуючи закони хімії та фізики передбачати отримання матеріалів з наперед заданими властивостями; створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями.

Ці задачі можуть бути розв'язані на прикладі конкретних матеріалів, що відображають магістральні напрями їх використання. Технологія отримання функціональних матеріалів із заданими властивостями безперервно розвивається і вдосконалюється на основі наукового підходу, в зв'язку з чим розглянуто теоретичні основи використання функціональних матеріалів.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАНЯТЬ

Оцінювання здобувачів вищої освіти на лабораторних роботах з освітньої компоненти «Хімія функціональних матеріалів» 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
		10	30	40	15	5
1.	Вступ. Предмет та основні поняття «Хімії функціональних матеріалів».	+	+	+	+	+
2.	Основні властивості матеріалів. Атомно-кристалічна будова матеріалів і сплавів. Поліморфізм.	+	+	+	+	+
3.	Механічні властивості функціональних матеріалів.	+	+	+	+	+
4.	Сплави. Діаграми стану сплавів.	+	+	+	+	+
5.	Властивості кольорових металів і сплавів та області їх застосування.	+		+	+	+
6.	Отримання залізо-вуглецевих сплавів. Діаграма стану залізо-вуглець.	+	+	+	+	+
7.	Конструкційні та інструментальні сталі. Чавун.	+	+	+	+	+
8.	Хіміко-термічна обробка функціональних матеріалів.	+	+	+	+	+
9.	Методи порошкової металургії.	+	+	+	+	+
10.	Неметалеві матеріали (пластмаси, смоли, кераміка, гума).	+	+	+	+	+
11.	Полімери. Виготовлення полімерів.	+	+	+	+	+
12.	Наноматеріали, їх отримання та використання.	+	+	+	+	+
13.	Нові перспективні матеріали та матеріали з наперед заданими властивостями.	+	+	+	+	+
14.	Підсумкова модульна робота	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.

Лабораторне заняття №1-2

Тема: Вступ. Предмет та основні поняття «Хімії функціональних матеріалів».

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Предмет «Хімії функціональних матеріалів».
2. Основні поняття «Хімії функціональних матеріалів»
3. Основні характеристики функціональних матеріалів.

Тема: Основні властивості матеріалів. Атомно-кристалічна будова матеріалів і сплавів. Поліморфізм.

Контрольні запитання:

1. Основні властивості матеріалів.
2. Атомно-кристалічна будова матеріалів і сплавів.
3. Вплив дефектів кристалічної ґратки на властивості матеріалу.
4. Аморфний стан.
5. Поліморфізм.

РОБОТА 1. Визначення вмісту міді у сплавах ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Мідь (Cu) – це м'який, пластичний метал рожево-червоного кольору, володіє низьким електричним опором і високою електропровідністю.

Мідь має високу хімічну стійкість до корозії. На поверхні мідних виробів утворюється оксидна плівка, так звана патина, що є антикорозійним захистом. Завдяки високій електропровідності мідь широко використовується у вигляді дроту, шин, стрічок в електропромисловості та в енергетиці як незамінний провідник струму. У зв'язку з тим, що електричний опір мідних проводів зростає за наявності в них природних домішок, для провідників використовується мідь найбільш чиста за хімічним складом, з найменшою масовою часткою домішок.

Вироби з провідникової міді, наприклад контактні проводи на електричному міському та залізничному транспорті, крім високих електричних властивостей повинні ще володіти високою міцністю, зносостійкістю та антифрикційністю. Ці якості досягаються технологією виробництва технічної міді та її подальшою деформацією і обробкою поверхні в процесі прокатки та волочіння.

У зв'язку з тим що мідь має високу пластичність у гарячому і холодному стані, вироби з неї отримують прокатом, волочінням, штампуванням.

При деформації в процесі виробництва виробів із міді значно збільшуються такі властивості, як міцність і твердість, і зменшується пластичність. Іноді для збільшення міцності та твердості і зменшення пластичності виробу з міді, виріб спеціально піддають холодній деформації. Наприклад, при будівництві ліній електропередач, щоб збільшити відстань між опорами.

Маркування міді

Залежно від масової частки домішок випускається наступних марок: М00А, М00БК, М0А, М0, МБ, М1, М2, М2Р, М3, М3Р, М4, АМФ. У маркуванні первинної технічної міді прийняті такі позначення: М – мідь; цифри від 00 до 4 – масова частка природніх домішок від 0,01 до 1,00%; Б – безкиснева, Р – розкислена, А – анодна, К – катодна.

Сплави міді

Як конструкційний матеріал чиста технічна мідь практично не використовується, але вона знайшла застосування у виробництві конструкційних сплавів з нікелем, свинцем, цинком та іншими металами. Ці та інші компоненти сплавів на основі міді надають їм високі механічні та технологічні характеристики.

На основі міді виготовляють такі сплави кольорових металів: латунь, бронза, манганін, мельхіор, нейзильбер, константан та монетні сплави.

Манганін

Манганін (МНМц3-12) – сплав міді (85%), марганцю (12%), нікелю (до 4%). Манганін застосовується в електротехнічній промисловості для збільшення меж вимірювання вимірювальних приладів (наприклад, в амперметрах в якості шунтів).

Мельхіор

Мельхіор (МНЖМц30-0,8-1 і МН19) – сплав міді (80%) і нікелю (до 20%), заліза, марганцю та кобальту. Має високі антикорозійні властивості.

Нейзильбер

Нейзильбер (МНЦ15-20) – сплав міді (65%), цинку (20%), нікелю (15%) та кобальту (13,5-16,5%). Застосовується для точних приладів механіки, в електроніці, у технічному посуді. Має високу стійкість до корозії.

Константан

Константан (МНМц43-05) – сплав міді (59%), нікелю та кобальту (40%), а також марганцю (1%). Застосовується в радіоелектроніці, термопарах та ін.

Латунь

Сплави міді із цинком називаються латунями. Застосування знайшли латуні з масовою часткою цинку до 45%. У латунях можуть знаходитися й інші метали з низькою масовою часткою. У порівнянні з міддю латунь має більш високу міцність, твердість, пружність, корозійну стійкість, меншу пластичність та високі технологічні властивості.

Бронзи

Бронзами називаються сплави міді з оловом та іншими металами. За способом переробки розрізняють ливарні та деформовані бронзи, за хімічним складом олов'яні та безолов'яні.

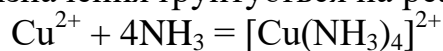
Інструкція до виконання

Дослід. Визначення концентрації іонів Cu^{2+}

В основі методу лежить утворення комплексної сполуки іонів Купруму(II) з амоніаком, яка має інтенсивне синьо-фіолетове забарвлення.

В залежності від концентрації амоніаку, в розчині можуть утворюватися комплексні йони від моноамінкупрум(II) катіону $[\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+}$ до тетраамінкупрум(II) катіону $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Для аналітичних визначень необхідно вибрати таку концентрацію амоніаку, при якій в розчині буде переважати один з комплексів. Так, наприклад, при $\lg [\text{NH}_3] = 1$ в розчині буде переважати форма $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ з максимумом поглинання при $\lambda=640$ нм і $\varepsilon\lambda=1\cdot 10^2$. Низьке значення молярного коефіцієнта поглинання дає можливість визначити достатньо високі концентрації іонів Купруму.

Фотоколориметричне визначення ґрунтується на реакції:



Комплексний йон $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ має інтенсивне синьо-фіолетове забарвлення.

Визначенню амінкупрум(II) катіонів перешкоджають йони, які утворюють забарвлені аміни (наприклад, Co^{2+} , Ni^{2+}), або важкорозчинні гідроксиди (Fe^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+}). Для маскуваннн цих іонів використовують маскуючі комплекси.

Методика проведення визначень

1. Приготувати еталонний розчин купрум(II) сульфату з $T_{\text{Cu}^{2+}}=1$ мг/мл.
2. Приготувати серію стандартних розчинів купрум(II) сульфату.
3. Виміряти оптичні густини стандартних розчинів і побудувати за отриманими значеннями калібрувальний графік (по горизонтальній осі потрібно відкладати концентрації, а по вертикальній – відповідні оптичні густини).
4. Виміряти оптичну густину досліджуваного розчину купрум (II) сульфату і визначити за калібрувальним графіком його концентрацію.

Приготування еталонного розчину купрум (II) сульфату

Еталонний розчин купрум (II) сульфату використовують для приготування серії стандартних розчинів купрум (II) сульфату.

Розрахувати необхідну масу хімічно чистого кристалогідрату купрум (II) сульфату для приготування еталонного розчину Cu^{2+} з $T=1$ мг/мл.

На аналітичних терезах зважити розраховану масу $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Кількісно перенести наважку в мірну колбу на 1 л, розчинити в невеликій кількості дистильованої води, додати 5 мл концентрованої H_2SO_4 ($\rho = 1,84$ г/мл) і довести дистильованою водою до мітки.

Приготування серії стандартних розчинів

Для побудови калібрувального графіку приготувати 6 стандартних розчинів, використовуючи набір конічних колб за числом запланованих вимірювань.

Спочатку приготувати розчин максимальної концентрації. Для цього в мірну колбу на 50 мл відібрати 25 мл еталонного розчину, додати 10 мл

розведеного (1 : 3) розчину NH_3 , довести водою до мітки, перемішати і перелити в конічну колбу.

В тій ж мірній колбі приготувати поступово і решту розчинів, додаючи піпетками відповідно 20,0; 15,0; 10,0; 5,0; 2,5 мл еталонного розчину і по 10,0 мл розведеного (1:3) розчину амоніаку, доводячи водою до мітки, перемішуючи та переливаючи в конічні колби.

Побудова калібрувального графіку

З вибраним світлофільтром фотометрувати всі стандартні розчини відносно розчину порівняння.

Для кожного розчину виміряти оптичну густину 4 рази, знайти середнє значення і дані внести до таблиці:

№ з/п	Вміст Cu^{2+} в 1 мл розчину, мг	Оптичні густини при вимірюваннях				Середнє значення
		1	2	3	4	
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Використовуючи дані таблиці, на міліметровому папері побудувати калібрувальний графік, відкладаючи на осі абсцис концентрацію в мг/мл, а на осі ординат – оптичну густину.

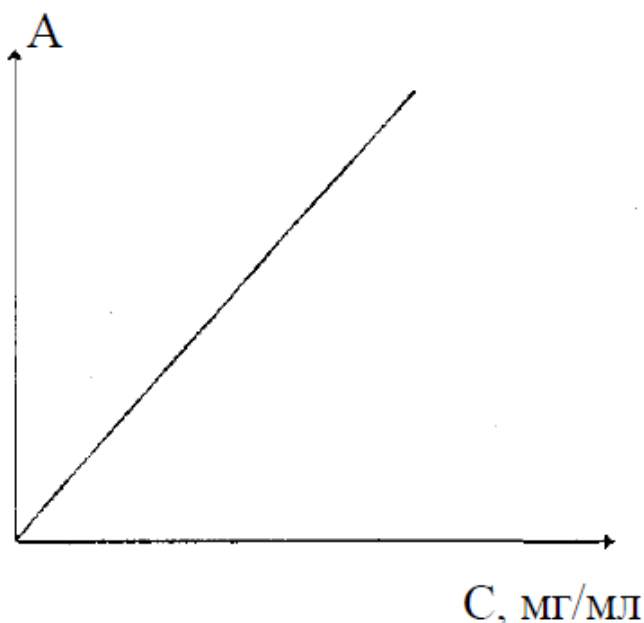


Рис. 7. Залежність оптичної густини розчину від його концентрації.

Цей графік використовують для визначення Cu^{2+} в досліджуваних розчинах.
Визначення вмісту Cu^{2+} в досліджуваному розчині

Від досліджуваного розчину, виданого викладачем, відібрати піпеткою 10 мл досліджуваного розчину, перенести в мірну колбу на 50 мл, додати 10 мл розведеного розчину амоніаку, долити до мітки водою, перемішати, заповнити кювету до необхідного рівня і фотометрувати.

Одержані дані оптичної густини нанести на калібрувальний графік і визначити концентрацію досліджуваного розчину купрум (II) сульфату.

Дата:

Підпис викладача:

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолюк А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №3-4

Тема: Механічні властивості функціональних матеріалів.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Механічні властивості матеріалів.
2. Криві міцності та пружності.
3. Твердість та методи її визначення.

Тема: Сплави. Діаграми стану сплавів.

Контрольні запитання:

1. Сплави. Теорія сплавів.
2. Діаграми стану сплавів.
3. Основні види діаграм стану двокомпонентних сплавів.
4. Тверді розчини.

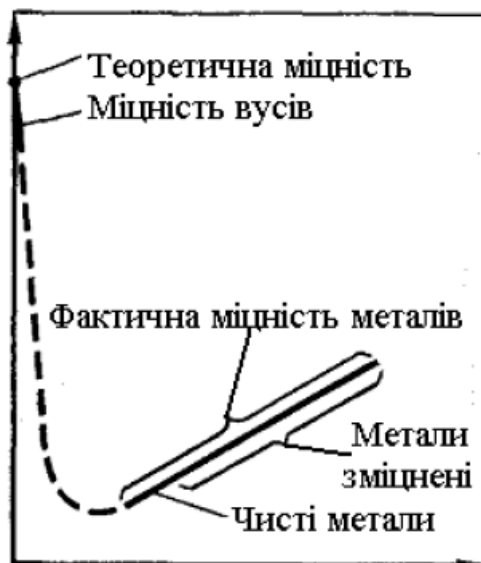


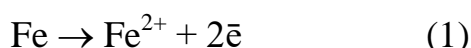
Рис. 6. Вплив дефектів кристалічних ґраток на міцність кристалу.

РОБОТА 2. Пасивування заліза і визначення ефективності дії інгібіторів корозії

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Інгібіторами корозії називаються речовини, в присутності невеликої кількості яких зменшується швидкість розчинення металів у розчинах електролітів. В залежності від типу окисника розрізняють атмосферну корозію і кислотну корозію. Тому інгібітори поділяються на два види: інгібітори атмосферної корозії та інгібітори кислотної корозії.

Інгібітори кислотної корозії використовуються для захисту сталевих виробів від агресивної дії хлоридної, сульфатної, фосфатної та інших кислот. При розчиненні ферум оксидів в кислотах на вільних ділянках металу відбувається окисно-відновний процес, який має назву корозії з водневою деполяризацією:



Шкода при корозії з водневою деполяризацією обумовлена як втратою значної кількості металу (реакція (1)), так і проникненням адсорбованого на його поверхні атомарного водню (реакція (2)) в об'єм металу, що призводить до зниження механічних властивостей виробу в результаті насичення його воднем. Тому при виборі інгібіторів кислотної корозії ставиться завдання не лише зменшити загальні втрати металу, але й захистити його від насичення воднем.

Швидкість розчинення визначається ваговим, оптичним, хімічним або іншим методом. За швидкість розчинення, що визначена ваговим методом приймається втрата маси зразка з одиниці поверхні за одиницю часу:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot t}, \quad (1)$$

де m_1 – початкова маса зразку;

m_2 – маса зразка після розчинення в кислоті;

S – площа поверхні зразка, см^2 ;

t – час процесу розчинення, год.

Швидкість розчинення металу в присутності інгібітору корозії залежить від його концентрації в розчині кислоти.

Ефективність дії інгібіторів оцінюється ступенем захисної дії Z :

$$Z = \frac{v_o - v}{v_o} \times 100\% \quad (2)$$

де v_o – швидкість розчинення металу в розчині кислоти без інгібітору;

v – швидкість розчинення металу в розчині кислоти з інгібітором.

Ступінь захисної дії показує наскільки повно вдалося понизити корозію завдяки використанню даного методу.

Ефективність інгібітору виражається також величиною інгібіторного ефекту:

$$\gamma = \frac{v_o}{v} \quad (3)$$

Інгібіторний ефект показує в скільки разів інгібітор зменшує швидкість корозії металу в розчині кислоти.

Інструкція до виконання

Дослід 1. Пасивування заліза і визначення ефективності дії інгібіторів корозії

Мета роботи. Засвоїти методику корозійних випробовувань на прикладі розчинення зразків сталі в розчинах чистих кислот та в розчинах кислот з добавками інгібіторів. Визначити швидкість розчинення, захисну дію та інгібіторний ефект при розчиненні сталі в розчинах хлоридної або сульфатної кислоти з різною концентрацією інгібітору.

Реактиви: розчини HCl різної концентрації (2 н, 3 н, 4 н); розчин інгібітору.

Обладнання: термостат для проведення корозійних досліджень; циліндричні або плоскі зразки зі сталі

Виконання роботи. 1. Зачистити наждачним папером 3 сталевих зразки, пронумерувати їх, визначити площу поверхні та зважити їх. Визначені параметри занесіть у таблицю 1.

2. В пронумерованих пробірках приготувати 3 розчини з різною концентрацією інгібітору. В першу пробірку налити 5 мл кислоти без інгібітору, вона буде використана для контролю. В решту склянок налити по 5 мл тієї ж кислоти, та інгібітору, концентрацію якого збільшено в 2 рази (1:1 та 1:2).

Таблиця 1

Номер зразка	Початкова маса зразка (m_1), г	Довжина зразка, см	Ширина зразка, см	Площа зразка з обох сторін (S), см ²
1				
2				
3				

3. Помістити пробірки з кислотою в термостат і довести температуру до 50°C. Помістити в пробірки зразки сталі не торкаючи їх руками і записати час занурення. Через 1 год одночасно вийняти пінцетом зразки з розчинів, промити дистильованою водою, висушити фільтрувальним папером, протерти етанолом і зважити. Результати занести у таблицю 2.

Таблиця 2

Склад розчину	Маса зразку, г	
	до розчинення	після розчинення
чиста кислота		
кислота з інгібітором		

кислота з інгібітором подвійної концентрації		
---	--	--

Оформлення результатів роботи. За втратою маси зразків розрахувати швидкість розчинення заліза за формулою (1), ступінь захисної дії Z за формулою (2) та ефективність дії інгібітору γ за формулою (3). Результати розрахунків записати в таблицю 3.

Таблиця 3

№ з/п	Зміна маси зразка (Δm), г	Швидкість розчинення зразка, г/см ² ·год	Ступінь захисної дії (Z), %	Ефективність дії інгібітору (γ)
1				
2				
3				

Місце для розрахунків:

2. За результатами розрахунків захисної дії та інгібіторного ефекту в розчинах кислот з різними концентраціями інгібітору побудувати графіки залежності $Z = f(c)$ (залежність ступеня захисної дії інгібітору від його концентрації) та $\gamma = f(c)$ (залежність інгібіторного ефекту від його концентрації в розчині). Зробити висновок про вплив концентрації інгібітору на ефективність його дії.

Висновок:

Дата

Підпис викладача

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №5 -6

Тема: Властивості кольорових металів і сплавів та області їх застосування.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Кольорові метали і сплави.

2. Властивості кольорових металів і сплавів та області їх застосування.
3. Сплави на основі міді.
4. Сплави на основі ніколу.
5. Сплави на основі титану.

Тема: Отримання залізо-вуглецевих сплавів. Діаграма стану залізо-вуглець.

Контрольні запитання:

1. Отримання залізо-вуглецевих сплавів.
2. Отримання спеціальних чавунів.
3. Маркування чавунів. Їх властивості в залежності від складу.
4. Виготовлення спеціальних марок сталі.
5. Маркування сталей. Їх властивості в залежності від складу.

РОБОТА 3. Вивчення діаграми стану Fe – C.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Залізо та його взаємодія з карбоном

Залежно від вмісту карбону залізовуглецеві сплави поділяють на сталі (до 2,14 % C) і чавуни (більше 2,14 %). Діаграма стану системи Fe – C графічно зображує фазовий стан залізовуглецевих сплавів залежно від вмісту карбону та температури за умови дуже повільного їх охолодження або нагрівання. Основою для побудови такої діаграми є дослідження Д. К. Чернова, пов'язані з відкриттям критичних температур (точок), що залежать від вмісту карбону у сплаві, а також уявлень щодо закономірності зміни при певних температурах структурного стану і властивостей залізовуглецевих сплавів. Діаграму стану системи Fe – C використовують у теорії та практиці термічної обробки сталей і чавунів.

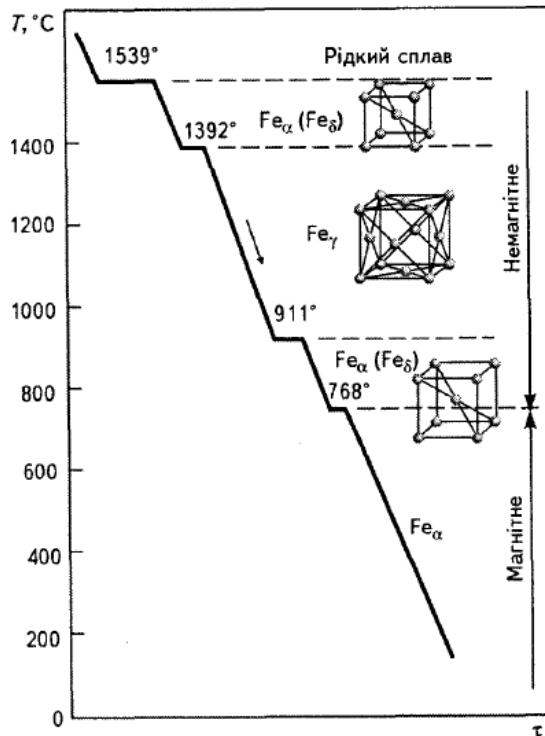


Рис. 1. Крива охолодження чистого заліза.

Діаграма Fe – C показана лише для інтервалу концентрації карбону від 0 до 6,67 %, тобто до утворення хімічної сполуки Fe₃C (*цементит*). Лише ця частина діаграми має практичне значення, оскільки сплави з більш високим вмістом карбону дуже крихкі. По осі абсцис на діаграмі показано концентрацію карбону в масових частках (мас. %), а по осі ординат – температуру в градусах Цельсія (T, °C). Якщо розглядати Fe₃C як компонент, то для переведу концентрації вуглецю в концентрацію цементиту вміст карбону слід помножити на 15.

При охолодженні залізовуглецевих сплавів карбон може не тільки хімічно взаємодіяти із залізом, утворюючи Fe₃C, але й виділятися у вільному стані у вигляді графіту. Тому розрізняють дві діаграми стану: залізо – цементит (Fe – Fe₃C) і залізо – графіт (Fe – C).

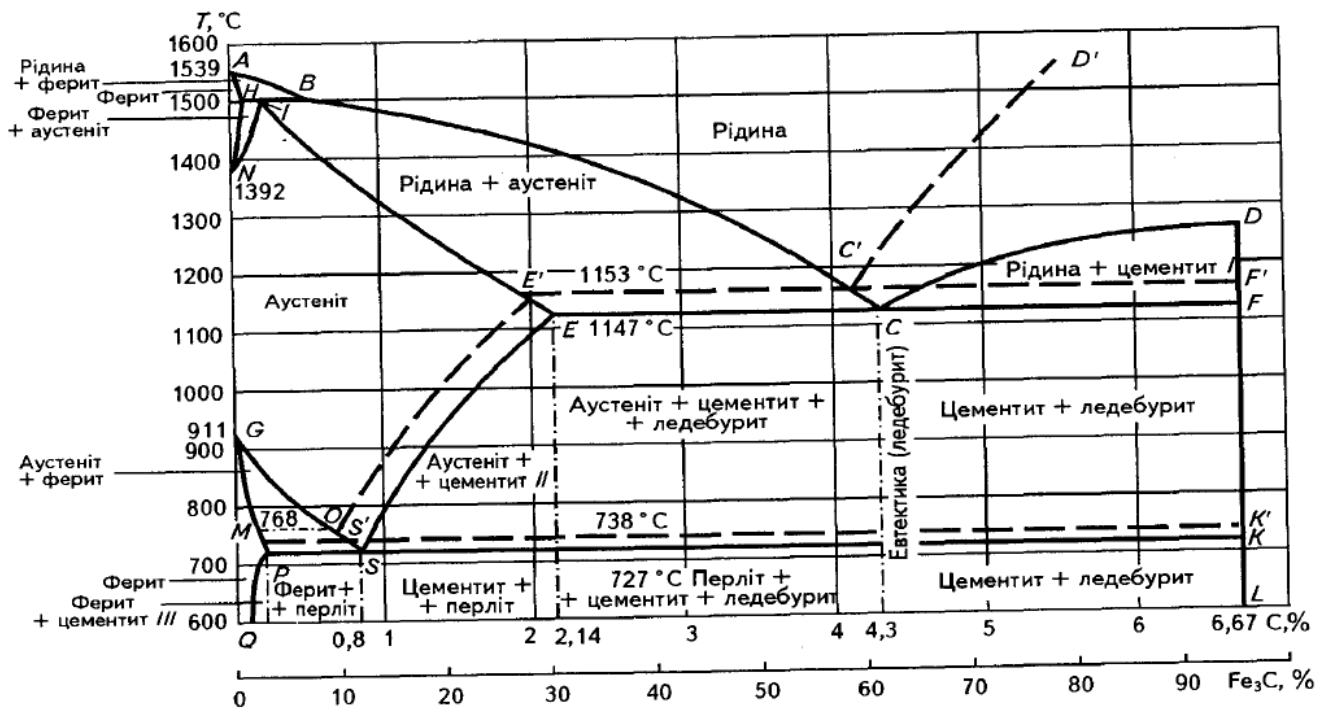


Рис. 2. Діаграма фазової рівноваги залізовуглецевих сплавів [1]: суцільні лінії – цементитна (метастабільна) система; штрихові лінії – графітна (стабільна) система.

На діаграмі перша зображена суцільними лініями, друга – пунктирними. Оскільки цементит за певних умов розпадається з утворенням вільного карбону (графіту), то діаграму в системі Fe – Fe₃C називають нестабільною (метастабільною), а у системі Fe – C – стабільною. Всі лінії стабільної системи Fe – C розташовані вище ліній метастабільної Fe – Fe₃C. Основними фазами залізовуглецевих сплавів є рідкі та тверді розчини карбону у залізі, цементит та графіт. У розплаві заліза при температурі 1147 °C розчиняється до 4,3 % карбону. У твердих розчинах заліза (ферит, аустеніт) розчинність карбону значно менша.

Твердий розчин карбону на основі об'ємноцентрованої кубічної ґратки (ОЦК) заліза називають *феритом* (Φ). Високотемпературний δ -ферит містить максимальну кількість карбону – 0,1 %. У низькотемпературному α -фериті максимальна розчинність карбону становить 0,025 % при 727 °C, а при зниженні температури зменшується практично до нуля. Ферит м'який (80-100 НВ), пластичний, нижче 768 °C магнітний.

Твердий розчин впровадження карбону на основі гранецентрованої кубічної ґратки (ГЦК) γ -заліза називають *аустенітом* (A). Розчинність карбону в γ -залізі при зростанні температури підвищується і досягає максимуму (2,14 % C) при 1147 °C. Аустеніт пластичний, немагнітний, твердість його 170 НВ.

Хімічна сполука, яка утворюється в залізовуглецевих сплавах, ферум карбід Fe₃C, має назву *цементит* (Ц). Це найбільш тверда (780 НВ) і крихка фаза в системі залізо – карбон, нижче 217 °C магнітна. Цементит містить 6,68 % C, має складну орторомбічну кристалічну ґратку з дванадцятьма атомами

феруму і чотирма атомами карбону, температура плавлення становить близько 1600 °С. У сплавах з вмістом карбону більше 4,3 % може випадати одразу при охолодженні розплаву первинний цементит. Вторинний виділяється з аустеніту вздовж лінії *ES* діаграми, третинний – з фериту вздовж лінії *PQ*.

Евтектоїдна (механічна) суміш фериту та цементиту, яка утворюється при 727 °С і вмісті карбону 0,8 %, має назву *перліт (П)*. Залежно від будови перліту змінюються і його властивості. Так, пластинчастий перліт більш твердий, крихкий та міцніший за зернистий (160-230 НВ; $\sigma_b = 600-800$ МПа; $\delta = 15-20$ %).

Евтектичну суміш аустеніту і цементиту (вище 727 °С) або перліту і цементиту (нижче 727 °С) називають *ледебуритом (Л)*. Він утворюється при вмісті карбону 4,3 % за температури 1147 °С, твердий (800 НВ) і крихкий. Це структурна складова білих чавунів.

Евтектичне та евтектоїдне перетворення у стабільної системи Fe – C відбуваються за більш високих температур (відповідно 1153 і 738 °С). Точки *C*, *E*, *S* зміщуються ліворуч (*C'* = 4,26 %; *E'* = 2,11 %; *S'* = 0,70 %).

Лінія *E'*, *C'*, *F'* відповідає температурі утворення графітної евтектики (аустеніт + графіт), лінія *P'*, *S'*, *K'* – утворенню евтектоїда (ферит + графіт), по лінії *E*, *S'* виділяється вторинний графіт.

У вуглецевих сплавах заліза графіт є стабільною фазою, а цементит – лише відносно стабільною.

Лінії діаграми стану системи Fe – Fe₃C показують, за яких температур у залізовуглецевих сплавах відбуваються перетворення. Лінія *ABCD*, що об'єднує точки початку кристалізації розплавів з різним вмістом карбону, називається лінією ліквідусу. Лінія *AHIECF*, що відповідає точкам закінчення кристалізації, називається лінією солідусу. *GOS* – лінія верхньої границі області рівноваги α -та γ -фаз. При охолодженні по цій лінії починається виділення α -фази (при нагріванні – γ -фази). *SE* – лінія початку перетворення аустеніту з утворенням цементиту при охолодженні (критичні точки *ARM*), при нагріванні сплаву критичні точки *ACM*. *PQ* – лінія початку виділення цементиту (третинного) при охолодженні або розчинення третинного цементиту при нагріванні.

Однофазні області δ -фериту, α -фериту та аустеніту обмежені відповідно лініями *AHN*, *GPQ* і *NIESG*. Деякі лінії діаграми відображають такі температурні і концентраційні умови, за яких у рівновазі перебувають три фази. Так, лінія *HIV* при перитектичній температурі 1499 °С характеризується наявністю трьох фаз: δ -фериту, аустеніту і рідини (розплав). Сплави по лінії *ECF*, що відповідає евтектичній температурі 1147 °С, складаються з рідини, аустеніту і цементиту. Сплави на лінії *PSK*, яка відповідає евтектоїдній температурі 727 °С, складаються з аустеніту, фериту і цементиту. При температурах 768 °С (лінія *MO* для сталі) і 210 °С (для чавуну) спостерігається магнітне перетворення відповідно фериту і цементиту.

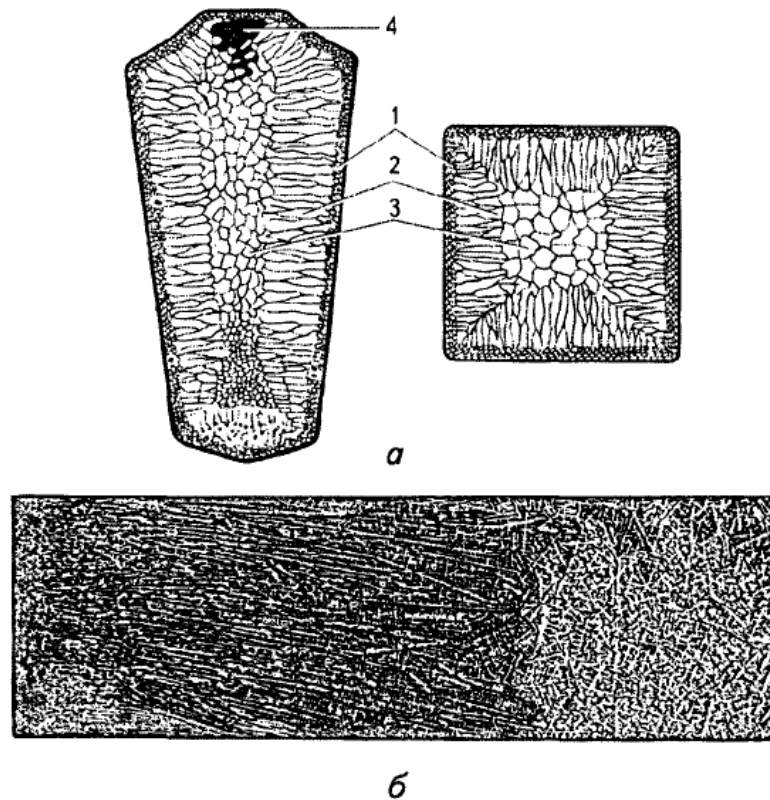


Рис. 3. Будова (а) та мікроструктура (б) сталевого зливка [3]: 1 – зона дрібних неорієнтованих кристалів біля стінки виливниці; 2 – зона стовпчастих, витягнутих до центра зливка, кристалів; 3 – зона рівноосних кристалів; 4 – раковина усадки.

Характерні точки на діаграмі відповідають певним температурам і концентраціям карбону (мас. %).

Точка **A** відповідає температурі плавлення (або кристалізації) чистого заліза (1539 °С). Точка **B** вказує на вміст карбону (0,5 %) у рідкій фазі при перитектичній температурі (1499 °С). Точка **H** відповідає граничній кількості карбону (0,1 %) у δ -фазі при перитектичній температурі. Точка **I** вказує на вміст карбону (0,16 %) в аустеніті, який перебуває в рівновазі з δ -фазою і рідиною при перитектичній температурі. Точка **C** вказує на вміст карбону (4,3 %) у рідкій фазі в стані рівноваги з аустенітом при евтектичній температурі (1147 °С). Точка **E** відповідає 2,14 % С в аустеніті, що перебуває в рівновазі з цементитом при евтектичній температурі. Точка **S** відповідає 0,8 % С в аустеніті, який перебуває в рівновазі з перлітом (ферит + цементит) при евтектоїдній температурі (727 °С). Точка **P** відповідає 0,02 % С – граничній кількості карбону, розчиненого у фериті, що перебуває у рівновазі з аустенітом і цементитом при евтектоїдній температурі.

Структурні складові залізовуглецевих сплавів показані на рис. 4.

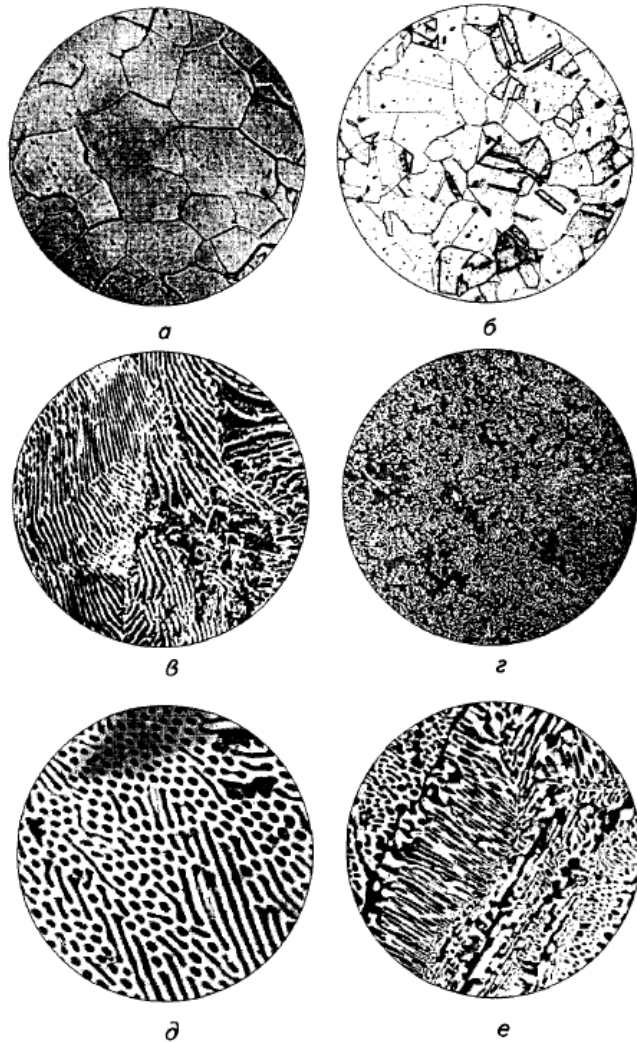


Рис. 4. Мікроструктури залізовуглецевих сплавів [1]: а – ферит, $\times 200$; б – аустеніт, $\times 100$; в – перліт пластинчастий, $\times 200$; г – перліт зернистий, $\times 200$; д, е – ледебурит, $\times 350$.

У промислових чавунах основною структурною складовою є графіт. Це одна з поліморфних модифікацій (різновидів) структурно вільного карбону з гексагональною кристалічною ґраткою. Твердість і міцність графіту низькі. У сірих чавунах він має вигляд пластин різної форми і розмірів, у ковкому – форму пластівців, у високоміцному – кулясту форму.

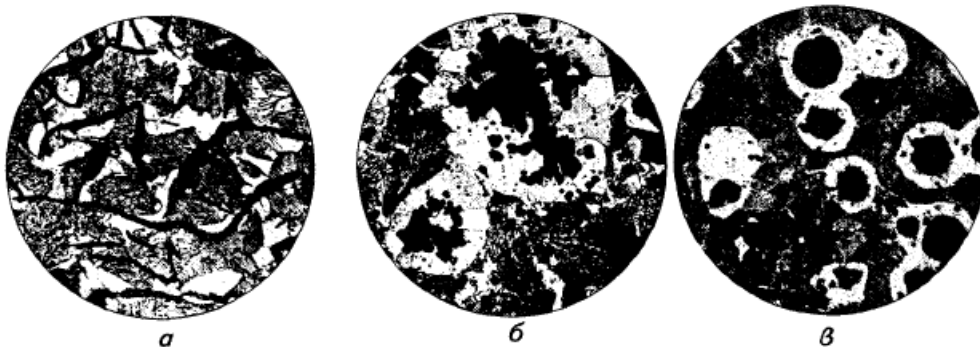


Рис. 5. Морфологічні форми графіту в сірому (а), ковкому (б) і високоміцному чавунах (в) [1], $\times 200$.

Інструкція до виконання

Порядок виконання роботи

1. Уважно оглянути частини металомікроскопа та ознайомитись з принципом його роботи.
2. Встановити правильне освітлення.
3. Визначити величину загального збільшення мікроскопа N за такою формулою: $N = a \times b$. Усі можливі варіанти значень величини N занести в табл. 1.

Таблиця 1. Збільшення мікроскопа

Номер від об'єктива, a	Номер від окуляра, b	Загальна величина збільшення, N

4. Провести мікроскопічний аналіз досліджуваного металу. Для цього на предметне скло пінцетом обережно помістити досліджуваний метал. Якщо об'єкт не потрапив у поле зору повністю, то потрібно предметне скло обережно пересувати пальцями.
5. Оглянути кристали із максимальним збільшенням. Визначити вигляд і описати його.
6. Виконати зображення утворених кристалів солей на папері, визначити їх форму й тип.

Висновок:

Дата

Підпис викладача

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.

4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.

5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрмоєнко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.

6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ИВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.

2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.

3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.

4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.

5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №7-8

Тема: Конструкційні та інструментальні сталі. Чавун.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Конструкційні та інструментальні сталі.
2. Чавун та сталь.
3. Маркування сталей в Україні.
4. Вимоги до маркування конструкційних сталей.
5. Вимоги до маркування інструментальних сталей.

Тема: Хіміко-термічна обробка функціональних матеріалів.

Контрольні запитання:

1. Основи теорії термічної обробки сталі.

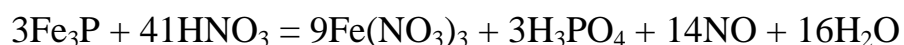
2. Технологічні процеси термічної обробки матеріалів.
3. Хіміко-термічна обробка сталі.

РОБОТА 4. Визначення вмісту Фосфору в сталі або чавуні

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Найпоширенішим методом визначення фосфору в сталі є об'ємний або алкаліметричний метод.

Наважку сталі розчиняють в кислотах, що володіють сильними окислювальними властивостями (іноді використовують царську горілку). При цьому Фосфор, що міститься в зразку переважно у вигляді фосфідів, окиснюється до фосфатної кислоти:



Для запобігання можливості утворення кислот з меншим ступенем окислення Фосфору, наприклад фосфітної кислоти, в розчин додають калій перманганат:



Розчин калій перманганату додається в надлишку, тому іноді за рахунок розкладання калій перманганату утворюється темно-коричневий осад манган діоксиду:



Осад манган діоксиду розчиняють ферум (II) сульфатом:

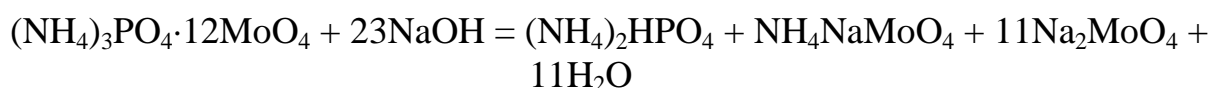


Для визначення Фосфору фосфатну кислоту осаджують розчином амоній молібдату:



Осадження амоній фосфатомолібдату проводять з слабокислого розчину, до якого додають 5-10%-вого амоній нітрату для зниження розчинності осаду. Дуже висока концентрація нітратної кислоти може привести до руйнування комплексної сполуки, а низька може привести до забруднення осаду молібдатною кислотою, яка малорозчинна у воді і в розбавлених кислотах. Оптимальною температурою для осадження є 60-70 °С. Випадання осаду гальмується при наявності в розчині великої кількості сульфатів, хлоридів та фторидів. Заважають визначенню арсенатна і силікатна кислоти, оскільки вони також утворюють комплексні сполуки з амоній молібдатом.

Одержаний осад відфільтрувати, відмити від кислоти і титрувати лугом:



За кількістю лугу, що пішов на титрування, розрахувати кількість Фосфору.

Осад можна також висушити при 105°C і зважити у вигляді $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$. При прожарюванні (температура $400\text{-}500^{\circ}\text{C}$) ця речовина розкладається і утворює речовину складу $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 12\text{MoO}_3$.

Інструкція до виконання

Мета роботи. Визначити кількість фосфору в зразку сталі або чавуну.

Реактиви: нітратна кислота (1 : 2), 2%-вий розчин калій перманганату, насичений розчин ферум (II) сульфату, 25%-вий розчин амоніаку, розчин амоній молібдату (молібденова рідина), 1%-вий розчин (нейтральний) амоній або калій нітрату, 0,02%-вий водний розчин метилоранжу, титрований розчин нітратної кислоти, титрований розчин калій або натрій гідроксиду, розчин фенолфталеїну.

Обладнання: бюретка, колби, мірні циліндри, фільтри.

Виконання роботи.

1. 0,5 г сталі або чавуну помістити в конічну колбу на 250 мл, додати 10 мл нітратної кислоти, розбавленої 1:2 (**виконувати під витяжною шафою!**). Кислоту додати спочатку невеликими порціями, оскільки реакція протікає бурхливо.
2. Розчин нагріти до повного розчинення сталі.
3. До гарячого розчину додати розчин калій перманганату до появи стійкого малинового забарвлення. Розчин кип'ятити 5 хв, і до гарячого розчину для розчинення манган діоксиду, що випав в осад, додати по краплинах розчин ферум (II) сульфату.
4. Розчин повторно кип'ятити 1-2 хв, охолодити до $60\text{-}70^{\circ}\text{C}$, нейтралізувати розчином амоніаку до утворення невеликого осаду ферум (III) гідроксиду.
5. Осад розчинити в концентрованій нітратній кислоті, яку додати в розчин по краплинах. Потім додати ще 5 мл нітратної кислоти. До прозорого розчину, при температурі близько $60\text{-}70^{\circ}\text{C}$, долити 30 мл розчину амоній молібдату, суміш енергійно збовтати протягом 1-3 хв до появи жовтого осаду і залишити стояти протягом 0,5-1 год для осадження амоній фосфатомолібдату.
6. Жовтий осад відфільтрувати через подвійний фільтр з синьою стрічкою, промити колбу і осад на фільтрі 5%-вим розчином амоній нітрату або калій нітрату до нейтральної реакції. Для цього час від часу фільтрат збирати в пробірку і додати декілька краплин метилоранжу.
7. Промитий осад разом з фільтром перенести в колбу, в якій проводилося осадження, долити 20 мл титрованого розчину лугу і збовтати до тих пір, поки фільтр не розпадеться на волокна і жовтий осад повністю не розчиниться. Луг має бути в надлишку, на що вказує зміна забарвлення фенолфталеїну. При відсутності забарвлення в розчин додають ще 10-15 мл титрованого розчину лугу.

8. В колбу додати 20 мл свіжопрокип'яченої води (що не містить карбон діоксиду) і, промивши стінки колби водою, розчин титрувати розчином нітратної кислоти до зникнення малинового забарвлення фенолфталеїну.

9. Вміст фосфору в сталі розрахувати за формулою:

$$P = \frac{T_p \cdot (V - V_1 \cdot C) \cdot 100\%}{m}$$

де, T_p – титр розчину лугу, мг/л;

V – об'єм розчину лугу, взятого для розчинення осаду, мл;

V_1 – об'єм нітратної кислоти, що використано на титрування надлишку лугу, мл;

C – співвідношення між концентраціями лугу і нітратної кислоти ($C_{\text{NaOH}}/C_{\text{HNO}_3}$) – визначається шляхом титрування кислоти лугом, $C = V_{\text{NaOH}}/V_{\text{HNO}_3}$.

m – маса зразка сталі або чавуну, г.

Величина $(V - V_1 \cdot C)$ – об'єм лугу, який використовується на розчинення осаду амоній фосфатомолібдат. Так як до осаду додають надлишок лугу, об'єм лугу, що взаємодіє з осадом, визначають за різницею об'єму розчину лугу, взятого для розчинення осаду (V) і об'єму нітратної кислоти, що пішла на титрування надлишку лугу (V_1), помножену на співвідношення між лугом і кислотою (C).

Оформлення результатів роботи

Одержані цифрові дані занести в таблицю.

Маса наважки сталі або чавуну (m), г	Об'єм розчину лугу, взятого для розчинення осаду (V), мл	Об'єм HNO_3 , що використано на титрування надлишку лугу (V_1), мл	Титр лугу (T_p), мг/л	Вміст Фосфору, %

Дата

Підпис викладача

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.

2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрмоєнко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ИВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №9-10

Тема: Методи порошкової металургії.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Методи порошкової металургії.
2. Технологія ливарного виробництва
3. Технологія обробки матеріалів тиском
4. Способи отримання тугоплавких металів та сплавів.

Тема: Неметалеві матеріали (пластмаси, смоли, кераміка, гума).

Контрольні запитання:

1. Матеріали з деревини
2. Пластмаси.
3. Смоли.
4. Кераміка.

РОБОТА 5. Вилуговування ільменіту та визначення вмісту Титану в ньому

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Титан є одним з найбільш розповсюдженим елементом в земній корі, займає 9 місце. Вміст у земній корі – 0,57% за масою, у морській воді – 0,001 мг/л

Природні ресурси титану перевищують запаси міді, цинку, олова, срібла, хрому та інших. Сполуки в яких міститься титан в природі зустрічаються дуже часто:

- В осадових породах: вапняк – близько 0,04%, в піщанику – 0,15%.
- В глинистих породах та сланцях – 0,39%.
- В океанічних базальтах – 1,2% та платобазальтах – 1,5%.
- В гранітах 0,23%.

Для промислової обробки використовують такі породи які містять титан з високою концентрацією. Головною титановою рудою є ільменіт який містить до 36% титану, а найбільш багатою титановою рудою є рутил який містить до 60% Ti.

У промисловості одержання титану здійснюється такими ефективними способами:

- **Магній-термічний** – передбачає видобуток руди, що містить Ti та його переробку в діоксид, під впливом високих температур та хлорування, що проводиться у середовищі карбону. Далі одержаний титан хлорид відновлюється магнієм. Наступний етап – нагрівання металу у вакуумному апараті за високої температури. У результаті здійснюється випаровування магнію і магній хлориду, а залишається губчастий метал з численними порами, який переплавляють.
- **Гідридно-кальцієвий** – спочатку одержують титан гідрид та розділяють його на Ti та H₂. Процедура проводиться без доступу повітря та при високій температурі. Відбувається утворення кальцій оксиду, що піддається відмиванню з використанням слабких кислот.
- **Електролізний** – титан хлорид або титан діоксид піддають пропусканню струму великої сили. В результаті процесу відбувається електроліз сполук.
- **Йодидний** – титан діоксид проходить взаємодію з парами йоду. Потім для отримання металу титан йодид розкладається за високих температур. Це максимально ефективний та дорогий метод. Метал виходить високої якості та без присутності домішок та додаткових елементів.

Міцність технічно чистого титану залежить від чистоти металу. Домішки карбону, кисню і водню знижують його пластичність, корозійну стійкість і зварюваність. Особливо шкідливі домішки водню. З нього виготовляють катані і пресовані труби, листи, дріт. Він має хорошу зварюваність, високі механічні властивості, стійкість до корозії та термостійкість, але його важко різати, а також має низькі антифрикційні властивості.

Сплави титану

Перевагою титанових сплавів у порівнянні з титаном є більш високі міцність і жароміцність при досить добрій пластичності, високій корозійній стійкості та малій густині.

За технологічним призначенням їх поділяють на ливарні та такі, що піддаються деформуванню.

За міцністю титанові сплави поділяють на три групи:

- низької міцності з $\sigma_b = 300-700$ МПа (BT1);
- середньої – з $\sigma_b = 700-1000$ МПа (BT3, BT4, BT5);
- високої міцності з $\sigma_b > 1000$ МПа (BT6, BT14, BT15) після гартування та старіння.

Використання титанових сплавів.

- В авіабудуванні, ракетобудуванні – каркасні деталі, обшивка, паливні баки, деталі реактивних двигунів, диски та лопатки компресорів, деталі повітрозабірника, деталі корпусів ракетних двигунів другого та третього ступеня тощо.
- У суднобудуванні – обшивка корпусів суден та підводних човнів, зварні труби, гребні гвинти, деталі насосів та ін.
- У хімічній промисловості: реактори для агресивних середовищ, насоси, змішувачі, центрифуги та ін.
- У гальванотехніці: ванни для хромування, анодні кошики, теплообмінники, трубопроводи, підвіски та ін.
- У газовій та нафтовій промисловості: фільтри, сідла клапанів, резервуари, відстійники та ін.
- У криогенній техніці: деталі холодильників, насосів компресорів, теплообмінники та ін.
- У харчовій промисловості: сепаратори, холодильники, ємності для продуктів, цистерни та ін.
- У медичній промисловості: інструмент, зовнішні та внутрішні протези, внутрішньокісткові фіксатори, затискачі та ін.

Існує декілька способів хімічної переробки титанової руди з метою одержання більш реакційноздатних сполук. Найбільш поширеними є хлоридний та сульфатний методи обробки ільменітового концентрату. При використанні кислотного методу повне вилучення титану з ільменіту досягається лише у випадку дії надлишкової кількості кислоти та

довготривалого нагрівання (протягом кількох годин), що є недоліком даного методу.

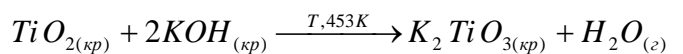
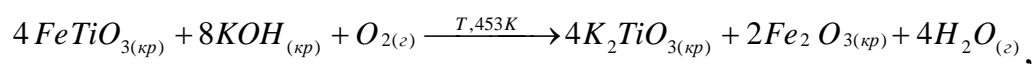
Для переробки ільменітів хлоридним методом, фазовий склад не має значення, так як за цією технологією необхідна плавка на шлак. Також хлоридна технологія переробки ільменітового концентрату має коротшу технологічну схему, що зменшує економічні витрати на виробництво.

Однією з переваг сульфатного методу переробки титановмісної сировини над хлоридним є можливість використання руди з меншим вмістом ільменіту. Але для ефективної хімічної переробки ільменітового концентрату сульфатним способом потрібен незмінений ільменіт. Ільменіт Іршанського родовища належить до змінених, то технологія кислотної переробки не є ефективною для цієї руди і постає необхідність в пошуку інших методів переробки.

Альтернативою використання фторидних активаторів є процес лужного вилучення титану, який останнім часом все більше є предметом досліджень. Для переробки титанових руд таким методом найчастіше використовують калій або натрій гідроксиди. Хоча лужний метод вилуговування ще не має широкого промислового впровадження, але йому належить ряд переваг над іншими методами, серед яких висока швидкість процесу переведення титану в розчинну форму титанатів та рівень ефективності використання сировини.

Для переробки ільменіту лужним методом у світі користуються різними підходами. Більша частина методик передбачає проведення реакції у водному розчині лугів. Так, для вивчення процесу лужного вилучення титану використано ільменітовий концентрат (у % :TiO₂ – 44,7; FeO – 15,8; Fe₂O₃ – 29,3 та домішки SiO₂, MgO, Al₂O₃, CaO, MnO, Cr₂O₃) виробництва Kahnooj Titanium Complex, Kerman (Іран). Реакцію вивчали в 85% розчині калій гідроксиду при температурі 493 K за атмосферного тиску та наявності кисню повітря.

Для проведення твердофазної реакції взаємодії ільменіту з калій гідроксидом скористаємось рівняннями:



Інструкція до виконання

Ільменіт подрібнити в агатовій ступці та просіяти з використанням набору сит для отримання фракції з різними розмірами мінеральних часток. Провести розрахунок маси калій гідроксиду, що необхідний для вказаних реакцій (з урахуванням мольного співвідношення титан (IV) оксиду до калій гідроксиду 1 : 2) з 2 г ільменітового концентрату.

Місце для розрахунків:

Зважити 2 г ільменіту відповідної фракції та розраховану масу КОН (за першим та другим рівнянням). Ретельно перемішати суміш, помістити у фарфоровий тигель та ущільнити товкачиком. Провести процес плавлення при 160°C, 170°C, 180°C, 190°C протягом 1,5-2 годин. Температурний режим контролювати з використанням піщаної бані.

Охолоджений сплав масою 0,1 г розчинити в 20 мл концентрованої сульфатної кислоти з додаванням 1,5 г амоній сульфату. Для цього розчин необхідно прокип'ятити протягом 30 хвилин під витяжною шафою.

Визначення концентрації Ti^{4+} пероксидним методом.

Колориметричне визначення малих концентрацій титану базується на реакції йонів титанату з гідроген пероксидом, в результаті чого утворюється катіонний комплекс $[TiO(H_2O_2)_2]^+$, що має жовтий колір. Ця реакція дозволяє визначати наявність катіонів титану при концентраціях до 10^{-5} г/мл.

Визначенню заважають фториди, фосфати та зафарбовані йони, наприклад феруму, купруму, кобальту, ніколу та ін.

Необхідні реактиви: 2 н сульфатна кислота і розведений 1:1 розчин, 3%-вий розчин гідроген пероксиду, калій піросульфат, концентрована ортофосфатна кислота ($\rho = 1,7$ г/мл)

Відібрати аліквоту досліджуваного розчину об'ємом 10 мл. Перенести в мірну колбу на 100 мл. Додати дистильованої води орієнтовно до 50 мл. Внести в колбу 1 мл 30%-вого гідроген пероксиду та 1 мл концентрованої ортофосфатної кислоти з густиною 1,7 г/мл (для маскування катіонів Fe^{3+}). Залишок розчину довести до мітки 5%-вим розчином сульфатної кислоти. Виміряти оптичну густина (D) досліджуваного розчину за допомогою фотокалориметра ФЕК-2 з використанням світлофільтру з областю пропускання 400 нм. Вміст катіонів титану визначити графічним методом за калібрувальним графіком, який побудований з еталонних розчинів, що виготовлені зі стандартного розчину.

Розрахунок концентрації титану за калібрувальним графіком можна обрахувати у відсотковому вмісті в перерахунку на TiO_2 :

$$x = (A \cdot 100) / \alpha$$

де A – кількість титан діоксиду в стандартному розчині;

α – наважка досліджуваного зразка, мг

Метод стандарту. Масову частку титану можна знайти і за методом стандартів (без побудови градуовального графіку), провівши вказану вище обробку – вимірювання двох розчинів: а) аліквоти проби (x) і б) стандартного розчину титану (St) та провівши обчислення за формулою:

$$Ti, \% = \frac{m_{st} \cdot A_x \cdot V_0}{A_{st} \cdot m \cdot V_{al}} \cdot 100\%$$

де m_{st} – маса титану у використаному стандартному розчині, г;

A_{st} – оптична густина стандартного розчину, що містить m_{st} , г титану;

A_x – оптична густина аналізованого розчину.

m – наважка сплаву, г;

Дата:

Підпис викладача:

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрмоєнко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №11-12

Тема: Полімери. Виготовлення полімерів.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

Контрольні запитання:

1. Класифікація полімерних матеріалів.
2. Отримання гетеро полімерів.
3. Способи полімеризації
4. Способи поліконденсації.
5. Силікони.
6. Елементорганічні полімери.

Тема: Наноматеріали, їх отримання та використання.

Контрольні запитання:

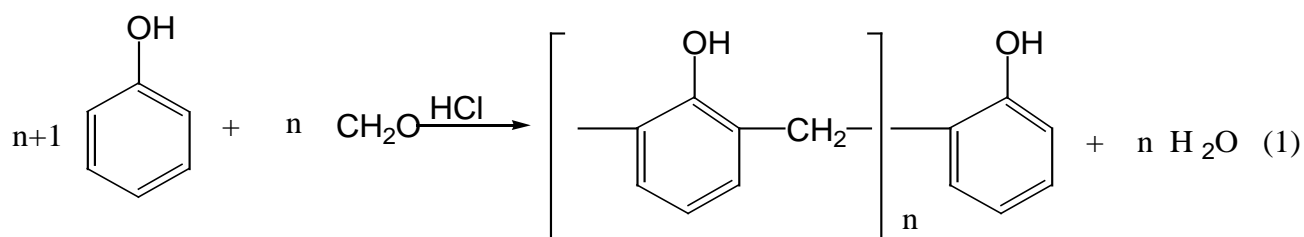
1. Поняття про наноматеріали.
2. Графен.
3. Властивості наноматеріалів.
4. Методи отримання наноматеріалів.
5. Отримання наночастинок з рідкої фази.
6. Нанесення нанопокриття з газової фази.

РОБОТА 6. Одержання фенолформальдегідних смол

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

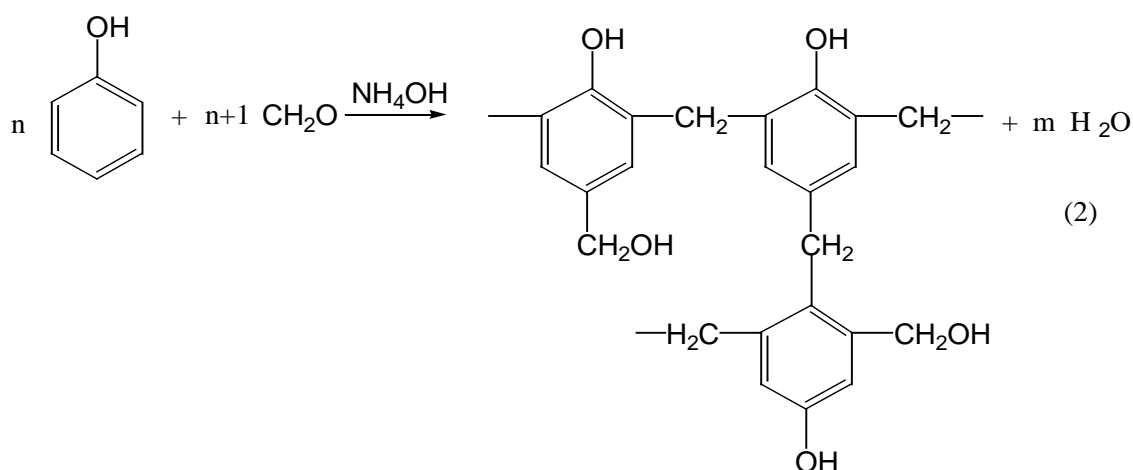
Фенолформальдегідні смоли одержують методом поліконденсації мономерів у розчині в присутності хлоридної кислоти або амоній гідроксиду як каталізаторів (гомогенний каталіз). Поліконденсація фенолу з формальдегідом протікає через ряд послідовних і паралельних реакцій. Механізм реакції в значній мірі визначається молярним співвідношенням між фенолом і формальдегідом та природою каталізатору. В залежності від цього одержують новолачні або резольні смоли.

Новолачна смола одержується в процесі реакції поліконденсації фенолу та формальдегіду, які беруть у співвідношенні 7 моль фенолу на 6 моль формальдегіду. Реакція проходить у кислому середовищі (каталізатор хлоридна кислота) за схемою:



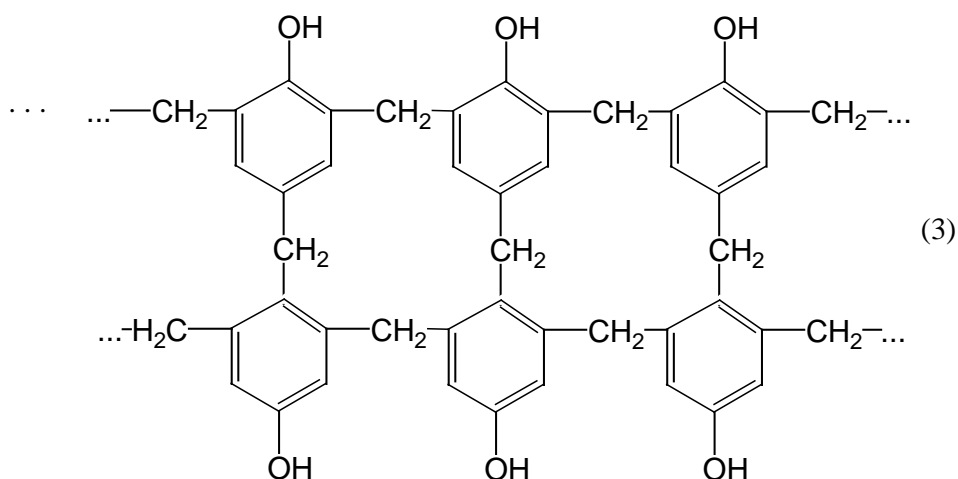
Процес поліконденсації екзотермічний. Тому для проходження реакції необхідно суворо дотримуватися температурного режиму. Ступінь поліконденсації дорівнює від 4 до 8 ($n = 4-8$). Новолачна смола має лінійну будову і внаслідок цього розчинна в органічних розчинниках (спирт, ацетон, етанол-бензенова суміш). Завдяки лінійній будові новолачна смола термопластична.

Олігомери резольного типу одержуються у лужному середовищі при співвідношенні фенолу та формальдегіду 6:7. Реакція протікає в лужному середовищі (каталізатор амоній гідроксид) за схемою:



Як видно з схеми (2), при надлишку формальдегіду приєднання ланцюгів $-\text{CH}_2-$ відбувається не лише в орто-, але також і в пара-положення, що призводить до утворення лінійної розгалуженої структури – резолу. Внаслідок поліконденсації отримуємо резольну смолу з кількістю бензенових кілець від 5 до 10 (ступінь поліконденсації $n = 5-10$).

Наявність груп $-\text{CH}_2\text{OH}$ сприяє подальшому протіканню реакції поліконденсації і приводить до необоротних змін, які властиві для термореактивних смол. При нагріванні смоли до температури 150°C утворюється сітчаста структура (резитол) та трьохмірна структура (резит):



Смола, яка має сітчасту структуру резитолу здатна тільки набухати в органічному розчиннику, але не розчиняється в ньому. При нагріванні її відбувається розм'якшення. Резольна смола з трьохмірною структурою нерозчинна у органічних розчинниках, неплавка (термореактивна).

Інструкція до виконання

Реактиви: фенол; 40%-вий формальдегід; хлоридна кислота ($\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$); 25%-вий амоній гідроксид; етанол; ацетон.

Обладнання: установка для синтезу смоли; фарфорова або алюмінієва чашка; піщана баня; ексікатор для корозійних випробовувань.

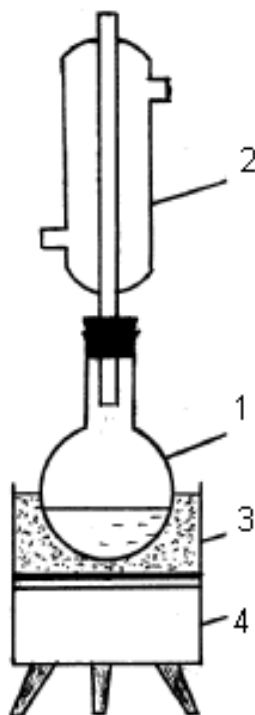


Рис. 8. Установка для синтезу фенолформальдегідних смол: 1 – реактор; 2 – зворотній водяний холодильник; 3 – піщана баня; 4 – електроплитка.

Дослід 1. Одержання новолачної смоли поліконденсацією фенолу з формальдегідом у кислому середовищі.

Виконання роботи.

1. Зважити на технічних терезах 2 г фенолу (*при роботі з фенолом надіти захисні окуляри*) та відміряти мензуркою 1,3 мл 40%-вого розчину формальдегіду, помістити компоненти у круглодоний реактор 1 (рис. 13), додати 5 краплин концентрованої хлоридної кислоти і перемішати вміст колби скляною паличкою до повного розчинення.

2. З'єднати реактор із зворотнім водяним холодильником, помістити прилад на піщану баню, повільно довести суміш до кипіння і продовжувати нагрівати до тих пір (15–20 хв), поки суміш не розділиться на два шари: верхній – водний, нижній – в'язкий світло-жовтий, який являє собою продукт поліконденсації.

3. Перелити вміст реактору в попередньо зважену фарфорову або алюмінієву чашку. Після охолодження верхній водний шар злити, а нижній – промити у гарячій дистильованій воді. (*Водний шар та промивну воду зливати у спеціальну банку для відходів*).

4. Нагріти чашку із смолою на піщаній бані, поступово довести температуру до 105 °С. Продукт поліконденсації спочатку піниться внаслідок випаровування присутньої в ньому води. Після виділення парів води піноутворення припиниться, смолоподібний продукт охолодити, зважити чашку разом з новолачною смолою та розрахувати її вихід на взятий фенол і формальдегід.

Приклад розрахунку теоретичної маси добутої новолачної смоли.

Для реакції взято 2 г фенолу і 1,3 г 40%-вого розчину формальдегіду.

$$M(C_6H_5OH) = 94 \text{ г / моль ,}$$

$$M(CH_2O) = 30 \text{ г / моль ,}$$

$$n(C_6H_5OH) = \frac{2 \text{ г}}{94 \text{ г / моль}} = 0,0213 \text{ моль ,}$$

$$n(CH_2O) = \frac{1,3 \text{ г} \cdot 0,4}{30 \text{ г / моль}} = 0,0173 \text{ моль .}$$

Згідно рівняння реакції, для одержання новолачної смоли необхідно задати молярне співвідношення компонентів 7:6.

У нашій реакційній суміші співвідношення компонентів

$$0,0213 : 0,0173 = 1,231 : 1 = 7,4 : 6,$$

що дає підставу судити, що смолу, яку отримуємо, має тип новолачної. При повній взаємодії між компонентами повинно утворитися $m(\text{смоли}) = 2,15$ г новолачної смоли.

Результати розрахунків занесіть у таблицю 1:

Таблиця 1

Маса теоретична ($m_{теор}$), г	Маса порожньої чашки (m_1), г	Маса чашки із смолою (m_2), г	Маса смоли ($\Delta m = m_2 - m_1$), г	η (виходу), $(\frac{m_2 - m_1}{m_{теор}} \cdot 100)$, %

Місце для розрахунків:

5. Нагріти смолоподібний продукт до температури топлення, вилити його на металічний лист та охолодити. Частину одержаної смоли використати для приготування лаку. Промити колбу і чашку ацетоном від залишків новолачної смоли і злити у спеціальну банку.

Визначення властивостей новолачної смоли.

1. Дослідження розчинності смоли у органічних розчинниках. Для підтвердження лінійної будови полімеру 0,5 г одержаної смоли помістити у пробірку, долити 5 мл етанолу або ацетону і нагріти збовтуючи пробірку з вмістом. Спостерігати розчинення смоли, що підтверджує її лінійну будову.

Опишіть результати та зробіть висновок:

2. Використання новолачної смоли для одержання антикорозійного покриття на сталі. Підготувати зразок із сталі, зачистити його поверхню наждачним папером, знежирити содою або пральним порошком, старанно промити гарячою, а потім холодною проточною водою та висушити фільтрувальним папером. Одержаний в попередньому досліді розчин новолачної смоли рівномірно пензликом нанести на одну поверхню сталюого зразку і висушити покриття в сушильній шафі протягом 15 хв. при температурі 150 °С. Повторно нанести шар лаку та знову витримати зразок у печі 15 хв. Після охолодження зразку помістити в пробірки з 5 мл розчинів: 3%-вого NaCl, 0,1н HCl і для контролю у воду. За результатами корозійних випробовувань визначити можливість використання покриття з новолачної та резольної смол для захисту від корозії залізних виробів.

Опишіть результати та зробіть висновок:

Дослід 2. Одержання резольної фенолформальдегідної смоли.

1. Зважити на техно-хімічних терезах 2 г фенолу та відміряти мензуркою 1,9 мл 40%-вого розчину формальдегіду, помістити компоненти у реактор, додати 5 краплин 25%-вого розчину амоній гідроксиду і перемішати вміст колби скляною паличкою до повного розчинення. Далі виконання роботи здійснити за тією ж методикою, що була використана для одержання новолачної смоли. Довести суміш при перемішуванні до кипіння і нагрівати до розділення її на два шари: верхній – водний, нижній – в'язкий світло-жовтий, смолоподібний продукт поліконденсації. Реакцію проводити до тих пір поки об'єм водного шару не перестане збільшуватися.

2. Після охолодження суміші верхній шар (надсмольну воду) злити у спеціальну банку, а нижній шар перенести у зважену фарфорову чашку і випаровувати до повного припинення спінювання розчину, поступово доводячи температуру до 100 °С. При цьому утворюється склоподібна прозора маса світло-жовтого кольору – резол, яка добре розчинна в етанолі або у суміші етанолу з бенzenом. Зважити фарфорову чашку з продуктом поліконденсації і визначити вихід резольної смоли в перерахунку на фенол. Для цього зробіть відповідні розрахунки та заповніть таблицю 2.

Таблиця 2.

Маса теоретична (m_p), г	Маса порожньої чашки (m_1), г	Маса чашки із смолою (m_2), г	Маса смоли ($\Delta m = m_2 - m_1$), г	η (виходу), $(\frac{m_2 - m_1}{m_{теор}} \cdot 100)$, %

Місце для розрахунків:

3. Частину резольної смоли нагріти на піщаній або повітряній бані до 200 °С і витримати при цій температурі протягом 5 хв. Дослідити розчинність одержаного продукту в етанолі або ацетоні. Звернути увагу, що після нагрівання смола не розчиняється і не плавиться. Пояснити процеси, які відбулися при термічній обробці резольної смоли і зробити висновок про просторову структуру полімеру резиту.

Опишіть результати та зробіть висновок:

4. Корозійні випробовування. Три зразки сталі почистити наждачним папером, знежирити содою, промити водою і висушити. На зразки нанести (з

проміжною просушкою) два шари лаку, одержаного при розчиненні 0,5 г смоли в 5 мл етанолу і помістили на 15 хв в піч при 150 °С. Після охолодження зразки помістити в пробірки з 5 мл розчинів: 3%-вий NaCl, 0,1н HCl і для контролю у воду. За результатами корозійних випробовувань визначити можливість використання покриття з новолачної та резольної смол для захисту від корозії.

Опишіть результати та зробіть висновок:

Дата:

Підпис викладача:

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолюк А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №13-14

Тема: Нові перспективні матеріали та матеріали з наперед заданими властивостями.

План заняття:

1. Розгляд теоретичних питань по даній темі.
2. Виконання дослідів.
3. Розв'язування задач.

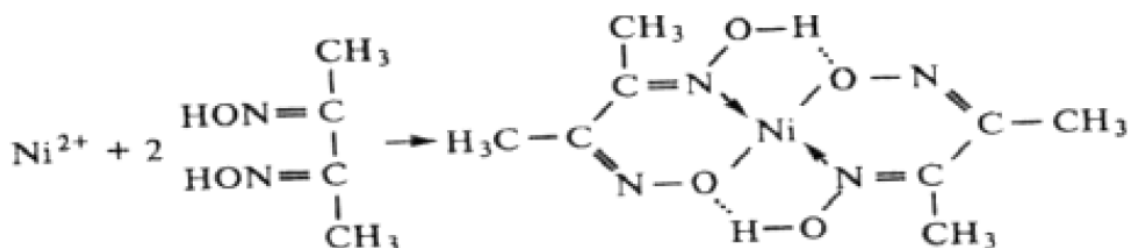
Контрольні запитання:

1. Отримання сплавів із заданими властивостями.
2. Синтез електропровідних матеріалів.
3. Виготовлення підкладок для наноматеріалів.
4. Отримання скловиробів та керамічних матеріалів.
5. Перспективні матеріали з надпровідністю.
6. Синтез полімерних матеріалів із заданими властивостями.

РОБОТА 7. Визначення вмісту ніколу у сплавах

ЗМІСТ РОБОТИ

Визначення мікрокількостей Ніколу ґрунтується на реакції утворення в лужному середовищі забарвленої в малиново-червоний колір внутрішньокмлексної сполуки Ніколу з диметилгліоксимом (реактивом Чугаєва) і окиснювачем. Природа утвореної сполуки не зовсім в'яснена, при взаємодії нікелю з диметилгліоксимом утворюється нікель диметилгліоксимат:



Для підлужнення розчину можна використати розчини NaOH , KOH чи амоніаку. Як окисники придатні амоній і бром персульфати, але з амоній персульфатом працювати зручніше.

Продукт окиснення, який утворює з Ніколом яскраво забарвлену сполуку, нестійкий, тому окиснювач, а далі і луг необхідно додавати останніми до приготовлених сумішей розчинів Ніколу з диметилгліоксимом. Значний надлишок сильного окиснювача руйнує утворену сполуку. Розчин забарвленого комплексу має максимум поглинання в області 450-500 нм, $\epsilon=13000$.

Нікол може бути визначений даним методом в сталях в присутності Ванадію, Молібдену. Вольфрам, Хром і Титан можуть бути наявними в

кількості до 18 %. Заважають Купрум, Кобальт і всі елементи, йони яких дають осади гідроксидів в лужному середовищі.

Інструкція до виконання

1. Приготувати еталонний розчин Ніколу, який містить 0,1 мг/мл Ni^{2+} .
2. Приготувати забарвлений досліджуваний розчин і стандартні розчини.
3. Визначити оптичні густини A_x , A_{x+a1} і A_{x+a2} забарвлених розчинів.
4. Визначити концентрацію досліджуваного розчину, скориставшись формулами (1) та (2) і за калібрувальним графіком методом добавок.
5. Розрахувати вміст визначуваної речовини (m_x , мг) в досліджуваному розчині за формулою (3).

Приготування еталонного розчину Ni^{2+}

Еталонний розчин має містити 0,1 мг Ni^{2+} в 1 мл розчину.

Розрахувати необхідну кількість хімічно чистого нікель (II) хлориду, зважити розраховану кількість солі на аналітичних терезах. Кількісно перенести наважку в мірну колбу на 100 мл, розчинити в невеликій кількості 0,5 н розчину HNO_3 і довести цим розчином кислоти до мітки.

Приготування досліджуваного забарвленого і стандартних розчинів

Одержаний від викладача розчин з невідомою концентрацією Ніколу розвести в мірній колбі на 50 мл дистильованою водою до мітки і добре перемішати. Піпеткою відібрати по 2 мл виданого викладачем досліджуваного розчину, і помістити в три мірні колби місткістю 50 мл. Приготувати два стандартні розчини: у другу колбу прилити 0,5 мл еталонного розчину, в третю – 1,0 мл еталонного розчину.

Далі в кожен із трьох колб прилити по 2,5 мл розчинів диметилгліоксиму, свіжоприготовленого амоній персульфату і луку. Дати постояти 2-3 хв, заповнити колби дистильованою водою до мітки і ретельно перемішати.

Побудова калібрувального графіку

Через 5 хв з допомогою фотоелектроколориметра визначити оптичні густини для кожного розчину 4 рази, знайти середнє значення і дані внести до таблиці. Розчин порівняння – дистильована вода.

№ з/п	Концентрація Ni^{2+} в досліджуваних розчинах	Оптичні густини при вимірюваннях				Середнє значення, А
		1	2	3	4	
1	C_x					
2	C_{a1}					
3	C_{a2}					
4						
5						
6						

Побудувати графік залежності оптичної густини від концентрації: через

отримані три точки A_x , A_{x+a_1} і A_{x+a_2} провести пряму лінію до перетинання її з продовженням осі абсцис в точці C_x

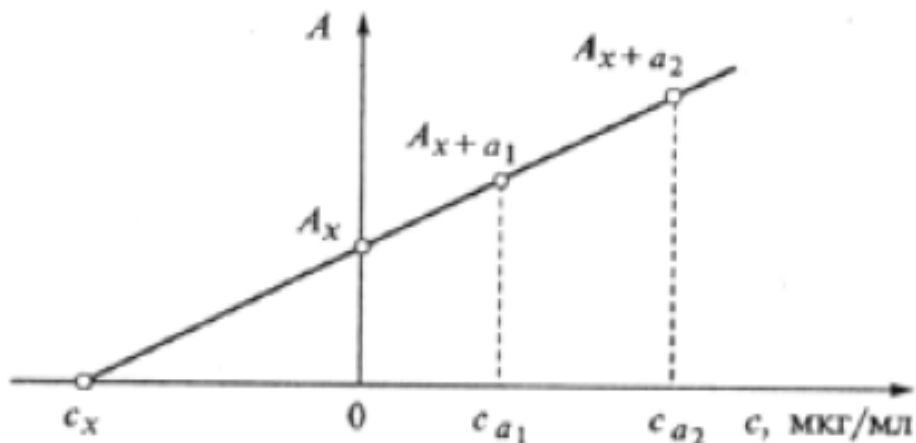


Рис. 9. Калібрувальний графік для визначення концентрації речовин методом добавок.

Визначення вмісту Ni^{2+}

Вміст Ніколу m_x (в мг) у розчині розрахувати з врахуванням розбавлення:

$$m_x = C_x \cdot \frac{V_x}{V_1} \cdot V_{заг}$$

де V_x – об'єм забарвленого досліджуваного розчину, мл;

$V_{заг}$ – загальний об'єм досліджуваного розчину, мл;

V_1 – об'єм аліквотної частини досліджуваного розчину, взятої для приготування забарвленого розчину, мл;

C_x – знайдена концентрація Ніколу в досліджуваному забарвленому розчині, мг/мл (за способом 1 або 2).

Спосіб 1. За одержаними даними оптичних густин A_x , A_{x+a_1} і A_{x+a_2} побудувати калібрувальний графік (рис.9), і за одержаною лінійною залежністю визначити концентрацію досліджуваного розчину C_x .

Спосіб 2. Для визначення концентрації Ніколу C_x в досліджуваному розчині використати формули:

$$C_x = C_d \cdot \frac{A_x}{A_{x+d} - A_x}$$

де C_x – невідома концентрація Ніколу в досліджуваному забарвленому розчині;

C_d – концентрація добавки в досліджуваному розчині (з розрахунку тільки доданого об'єму еталонного розчину).

C_d зв'язана з концентрацією еталонного розчину ($C_{ет}$) співвідношенням,

$$m_x = C_{ет} \cdot \frac{V_d}{V_{x+d}}$$

де V_d – об'єм розчину добавки,

V_{x+d} – об'єм забарвленого досліджуваного розчину з добавкою (місткість мірної колби), мл.

Дата:

Підпис викладача:

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолюк А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дошечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>

Лабораторне заняття №15 Тема: Підсумкова модульна робота

Дата:

Підпис викладача:

Рекомендована література

Основна:

1. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник. Львів: Світ, 2015. 172с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Переш Є.Ю., Різак В.М., Семрад О.О., Хімія твердого тіла в 2 т., Ужгород: «Закарпаття», 2011.
4. Сич А.М., Нагорний П.Г., Павленко В.О. Основи матеріалознавства. Ч. II. Функціональні неорганічні матеріали. Навчальний посібник. К.: Український фітосоціологічний центр, 2006. 284 с.
5. Матеріалознавство та технологія матеріалів. Конспект лекцій / Уклад. Т.М. Курська, Г.О. Чернобай, С.Б. Єрьоменко. Х.: УЦЗУ, 2008. 136 с.
6. Бялік О.М., Черненко В.С., Писаренко В.М., Москаленко Ю.М. Матеріалознавство: підручник. К.: ИВЦ «Політехніка», 2011. 375с.

Додаткова:

1. Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. К.: Кондор, 2006. 528 с.
2. Попович В.В. Технологія конструкцій матеріалів і матеріалознавства: підручник. Львів: Світ, 2011. 624с.
3. Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян А.О., Плешков Е.І. за ред. Проф. Дяченко С.С.. Матеріалознавство: підручник. Харків, ХНАДУ, 2007. 440с.
4. Ropp R.C. Solid State Chemistry, Amsterdam: Elsevier, 2003. 376 p.
5. Сич А.М., Нагорний П.Г. Основи матеріалознавства. Ч. I. Хімія твердого тіла. Навчальний посібник. К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2003. 164 с.

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 Франка [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>
3. <http://functmaterials.org.ua/>