

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Г. КОРОЛЕНКА
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

***III ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ***

«Перспективи хімії в сучасному світі»

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ



**22 листопада 2023 року,
м. Житомир**

**Житомир
Вид-во ЖДУ ім. І.Франка
2023**

УДК 54:338.45

П 26

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол № 20 від 24 листопада 2023 року).

III Всеукраїнська інтернет-конференція молодих вчених «Перспективи хімії в сучасному світі» (22 листопада 2023 року). Матеріали конференції. – Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2023. – 162 с.

ISBN 978-966-485-291-0 (PDF)

Збірник містить тези доповідей, у яких викладені результати наукових досліджень у галузях неорганічної та фізичної хімії, хімічного матеріалознавства, аналітичної хімії та хімії довкілля, органічної, біоорганічної хімії та хімії високомолекулярних сполук, прикладних аспектів хімії, хімічної технології та особливостей викладання хімії в закладах середньої та вищої освіти. Дослідження виконані в закладах вищої освіти та наукових установах Києва, Львова, Одеси, Сум, Луцька, Івано-Франківська, Хмельницького та Житомира

Рецензенти збірника:

Старостенко Ольга Миколаївна – кандидат хімічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу термостійких полімерів і нанокомпозитів Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України;

Дорохов Віктор Іванович – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства Поліського національного університету;

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

Матеріали друкуються в авторській редакції.

Підписано до електронного друку: 29.11.23. Формат 60x90/16.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 9.4. Обл. вид. арк. 8.1. Зам. 49.
Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка
м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ЖТ №10 від 07.12.04 р.
електронна пошта (E-mail): zu@zu.edu.ua

Адреса редколегії:

10008, м. Житомир, вул. Пушкінська, 42,
кафедра хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка.

ISBN 978-966-485-291-0

© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2023

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова оргкомітету

Киричук Галина Євгеніївна

доктор біологічних наук, професор, ректор Житомирського державного університету імені Івана Франка

Співголови оргкомітету

Боцян Тетяна Вікторівна

кандидат економічних наук, доцент, проректор з наукової і міжнародної роботи Житомирського державного університету імені Івана Франка

*Чумак Володимир
Валентинович*

кандидат хімічних наук, доцент, проректор з навчально-методичної та виховної роботи Житомирського державного університету імені Івана Франка

Анічкіна Олена Василівна

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Члени оргкомітету

Блажко Олег Анатолійович

доктор педагогічних наук, професор, заступник декана природничо-географічного факультету з навчальної роботи Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

*Віленський Володимир
Олексійович*

доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Гулай Любомир Дмитрович

доктор хімічних наук, професор, професор-завідувач кафедри хімії та технологій Волинського національного університету імені Лесі Українки

Тітов Юрій Олександрович

доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Томашик Василь Миколайович

доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Чигиринець Олена Едуардівна

доктор технічних наук, професор, академік Академії Вищої Школи України, завідувач кафедри фізичної хімії хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шиян Надія Іванівна

доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри хімії та методики викладання хімії Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка

Авдєєва Ольга Юріївна

доктор філософії з галузі Освіта/Педагогіка, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

<i>Большаніна Світлана Борисівна</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії Сумського державного університету
<i>Денисюк Роман Олександрович</i>	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Диченко Тетяна Василівна</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії Сумського державного університету
<i>Євдоченко Олена Сергіївна</i>	доктор філософії з галузі Освіта/Педагогіка, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Камінський Олександр Миколайович</i>	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Марушко Лариса Петрівна</i>	кандидат хімічних наук, доцент, декан факультету хімії, екології та фармації Волинського національного університету імені Лесі Українки.
<i>Пономарьова Людмила Миколаївна</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії Сумського державного університету
<i>Пшеничний Роман Миколайович</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії Сумського державного університету
<i>Сливка Наталія Юріївна</i>	кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри органічної хімії та фармації Волинського національного університету імені Лесі Українки
<i>Снігур Денис Васильович</i>	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії, Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.
<i>Чайка Микола Володимирович</i>	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Щербакова Тетяна Михайлівна</i>	кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова
<i>Яновська Ганна Олександрівна</i>	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної та прикладної хімії Сумського державного університету
<i>Писаренко Сніжана Василівна</i>	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Свиридюк Катерина Петрівна</i>	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Редактори наукового збірника

<i>Авдєєва Ольга Юріївна</i>	доктор філософії з галузі Освіта/Педагогіка, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Денисюк Роман Олександрович</i>	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

<i>Євдоченко Олена Сергіївна</i>	доктор філософії з галузі Освіта/Педагогіка, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Камінський Олександр Миколайович</i>	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Писаренко Сніжана Василівна</i>	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Свиридюк Катерина Петрівна</i>	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
<i>Чайка Микола Володимирович</i>	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

ЗМІСТ

<u>СЕКЦІЯ 1: НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО</u>	10
Роровуш В., Bedrii М., Mykytyn І., Prokipchuk І. ADSORPTION OF CONGO RED ON TITANIUM DIOXIDE DOPED WITH S	11
Баранівська О. М., Лебіга Н. М., Чайка М. В., Денисюк Р. О., Камінський О. М. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe, Zn_xCd_{1-x}Te та Hg_{1-x}Cd_xTe	14
Данилюк Н. В., Татарчук Т. Р. ФОТОКАТАЛІЗАТОРИ НА ОСНОВІ БІОПОЛІМЕРІВ	16
Качан В. Ю., Камінський О. М., Чайка М. В., Писаренко С. В., Панасюк Д. Ю. НЕОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ	18
Костенко Н.С., Євдоченко О. С. РЕЧОВИНИ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННО-ТЕХНОГЕННОЇ ДІЇ ТА НЕГАТИВНО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОДНІ РЕСУРСИ	20
Лапчук І. В., Татарчук Т. Р. ВПЛИВ ШПІНЕЛЬНИХ НАНОЧАСТИНОК НА БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ	22
Литвинчук А. П., Свиридюк А. В., Камінський О. М., Чайка М. В., Чумак В. В., Писаренко С. В. НОВІ МОДИФІКОВАНІ ФЕРИТОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ	24
Олексюк О. Ю., Денисюк Р. О. ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛІМЕРИЗОВАНИХ СОЛЕЙ ТИТАНУ	26
Подоляк У. О., Кусяк Н. В. ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЯДЕРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА СОНЦІ	28
Шульга В. С., Татарчук Т. Р. ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕТЕРОГЕННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ФЕНТОНА	29
Юй Цзюньцзе, Бондарєва А. І., Тобілко В. Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ СИНТЕЗУ НА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕЗОПОРИСТИХ КРЕМНЕЗЕМНИХ НАНОСФЕР	31
<u>СЕКЦІЯ 2: АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ</u>	33
Басюк В. О., Авдєєва О. Ю. ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	34
Дмухайло А. В., Король Р. О., Трухим М. В., Дубенська Л. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ E 142 НА РКЕ	36
Зайнчуківська Н. О., Кичкирук О. Ю., ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СИЛКАГЕЛЮ	38
Нюкало В. О., Авдєєв С. В., ВМІСТ І ТРАНСФОРМАЦІЯ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ	40
Середюк О. А., Кичкирук О. Ю. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ХРОМАТОГРАФІЇ	42
Танська М. В., Камінський О. М., Писаренко С. В., Тітов Ю. О., Панасюк Д. Ю. ФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ Cu(II) У РОЗЧИНІ АМОНІАЧНИМ МЕТОДОМ	44
Ярова Т. Ю., Яновська Г. О., ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ НА ШВИДКІСТЬ ВИВІЛЬНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У СКЛАДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВАХ	46
<u>СЕКЦІЯ 3: ОРГАНІЧНА, БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ВМС</u>	48
Гриценко Т. О., Левицький В. Є., МОДИФІКОВАНІ ПОЛІВІНІЛПРОЛІДОНВМІСНІ ГІДРОГЕЛІ З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	49

Левковська А. О., Камінський О. М., Листван В. В., Віленський В. О.	50
ГІДРАЗОНИ АРОМАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ	
Мельниченко М. В., Листван В. В., Гжегож Литвиненко, Мартина Цубуларчик-Цецотка, Листван К. В.	52
НОВІ ГІДРАЗОНИ ТА СЕМІКАРБАЗОНИ-ПОХІДНІ 2- АЦИЛІНДАНДІОНІВ	
Пушкар В. С., Листван В. В., Віленський В. О.	55
ВЗАЄМОДІЯ АЛЬДЕГІДІВ З АЛКІЛІДЕНФОСФОРАНАМИ	
<u>СЕКЦІЯ 4: ФІЗИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ</u>	56
Афанасьєва А. П., Онишук О. О., Камінський О. М., Тітов Ю. О., Панасюк Д. Ю.	57
ДОСЛІДЖЕННЯ СРУКТУРИ МІДНО-ІТРИЄВОГО ГРАНАТУ, ОДЕРЖАНОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗОМ	
Бурківська І. В., Крижанівська В. В., Камінський О. М., Томашик В. М., Романишина Л. М.	59
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ БАРВНИКІВ	
Ванельчук І. М., Камінський О. М., Чайка М. В., Писаренко С. В.	61
СУСПЕНЗІЇ, ЕМУЛЬСІЇ ТА КЛЕЇ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ	
Галушко Ю. М., Мординський І. С., Хімчик О. С., Камінський О. М., Денисюк Р. О., Тітов Ю. О.	63
«ЗЕЛЕНИЙ» СИНТЕЗ МАГНІТОЧУТЛИВИХ НАНОЧАСТИНОК	
Гордієнко М. В., Віленський В. О., Денисюк Р. О., Писаренко С. В.	65
ПРОМИСЛОВЕ ВИКОРИСТАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ	
Зозуля І. І., Півень А. Є., Чайка М. В., Томашик В. М., Камінський О. М.	67
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe У БРОМВИДЛЯЮЧИХ ТРАВІЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЯХ	
Клименко О. А., Камінський О. М., Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Панасюк Д. Ю.	69
СТАЛАГМОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ККМ РІДКОЇ СИСТЕМИ "ЕТАНОЛ - ВОДА"	
Кондрацька А. О., Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Чигиринець О. Е.	71
СПОСОБИ ЛУЖНОГО ВИЛУГОВУВАННЯ ТИТАНАТІВ З ІЛЬМЕНІТУ	
Літвінова В. Е., Тарасова О. О., Солдаткіна Л. М.	73
КІНЕТИКА АДСОРБЦІЇ АНТОЦΙΑНІВ НА ВОЛОКНИСТОМУ КАТІОНІТІ ФІБАН К-1	
Панченко Т. В., Костиціна А. М., Камінський О. М., Віленський В. О., Євдоченко О. С.	74
ПРОЦЕСИ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НАНОФЕРИТІВ	
Раєць В. В., Кичкирук О. Ю.	76
ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИН НА ПРИКЛАДІ ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЇ	
Тичина М. П., Міякіна М. О., Чайка М. В., Панасюк Д. Ю., Денисюк Р. О.	79
ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ РОЗЧИНЕННІ CdTe У БРОМВИДЛЯЮЧИХ ВОДНИХ РОЗЧИНАХ	
Устиченко Р. І., Денисюк Р. О., Камінський О. М., Писаренко С. В.	81
ОСНОВНІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ТИТАНАТІВ	
Ходюк О. В., Писаренко С. В., Камінський О. М., Денисюк Р. О., Тітов Ю. О.	83
КІНЕТИКА СИНТЕЗУ КАЛІЙ ТИТАНАТУ З ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ІРШАНСЬКОГО РОДОВИЩА	
Чуян Т. В., Горобей К. М., Камінський О. М., Чумак В. В., Денисюк Р. О., Панасюк Д. Ю.	85
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ В ГЕЛЯХ	
<u>СЕКЦІЯ 5: ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ХІМІЇ (ФАРМАЦЕВТИЧНА, КОСМЕТИЧНА, ХАРЧОВА, КРИМІНАЛІСТИЧНА, КОМП'ЮТЕРНА, МЕДИЧНА ХІМІЇ, АГРОХІМІЯ)</u>	87
Bedrii M, Mykytyn I., Prokipchuk I.	88
ADSORPTION OF DRUGS ON TITANIUM DIOXIDE	

Антонова Г. О., Большанина С. Б.	ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ	91
Баранівська О. М., Авдєєва О. Ю.	ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	93
Войцешук З. А., Стороженко Т. А., Камінський О. М., Віленський В. О., Панасюк Д. Ю.	ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ	95
Довбня А. І., Авдєєва О. Ю.	БЕЗПЕКА ЗАСОБІВ ПОБУТОВОЇ ХІМІЇ ДЛЯ ЛЮДИНИ ТА ПРИРОДИ	96
Гоменюк В. В., Большанина С. Б.	ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ ЗАТОСУВАННЯ НОВИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ	98
Зозуля В. П., Камінський О. М., Чумак В. В., Тітов Ю. О., Панасюк Д. Ю.	СУЧАСНІ НАНОМАТЕРІАЛИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	100
Кожухова М. М., Денисюк Р. О., Камінський О. М., Писаренко С. В.	ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЇ ПАРАЦЕТАМОЛУ НА ПОВЕРХНІ K_2TiO_3	103
Косовець О. Ю., Магден Н. О., Біла Г. М.	ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРЕМУ З ДОДАВАННЯМ КОЛОЇДНОГО SiO_2	105
Кравченко Д. В., Віленський В. О.	ВПЛИВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ НА СТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИРОБНИЦТВО ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	107
Крупська А. М., Воробйова І. Г.	ПРИНЦИПИ ДОСЛІДЖЕННЯ КАТІОННОЇ ЄМНОСТІ ҐРУНТІВ У ВОРОНКАХ ВІД СНАРЯДІВ	109
Куликівська К. Б., Камінський О. М., Денисюк Р. О., Писаренко С. В., Панасюк Д. Ю.	ПРОЦЕСИ АДСОРБЦІЇ БАРВНИКІВ ПОВЕРХНЯМИ ОКСИДНИХ МАТЕРІАЛІВ	111
Магден Н. О., Косовець О. Ю., Біла Г. М.	УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ УНІВЕРСАЛЬНОГО ШАМПУНЮ	113
Макаренко Н. В., Віленський В. О.	ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРИ МОДЕЛЕЙ ОЛІГОУРЕТАНІВ ТА ФРАГМЕНТІВ ЇХ БУДОВИ	116
Мельник О. Ф.	РОЛЬ СОРБЦІЇ ТА СОРБЕНТІВ У ФАРМАЦІЇ ТА МЕДИЦИНІ	118
Прокопенко В. С., Мельник Д. О., Камінський О. М., Чумак В. В., Тітов Ю. О., Панасюк Д. Ю.	НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ІТРИЄВИХ ГРАНАТІВ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ	122
Юрова Т. А., Салєба Л. В., Моргун В. І.	ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ БАРВНИКІВ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	124
<u>СЕКЦІЯ 6: ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ</u>		126
Галян О. Ю., Лукашук М. М.	РОЛЬ ТА МІСЦЕ ДОМАШНЬОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ НАВЧАННЯ	127
Грабовський Ю. І., Анічкіна О. В.	ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	129
Дідик І. О., Авдєєва О. Ю.	ЗНАЧЕННЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ	131
Жук А. О., Авдєєва О. Ю.	РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ У ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ	133
Новикова А. Д., Авдєєва О. Ю.	МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	135

Осовський С. А., Авдєєва О. Ю., Авдєєв С. В. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ПАНЕЛІ INTBOARD НА УРОКАХ ХІМІЇ	137
Пасічник І. І., Авдєєва О. Ю., Авдєєв С. В. РОЛЬ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З УЖИТКОВИМИ РЕЧОВИНАМИ В МЕЖАХ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ХІМІЇ	139
Сальва О. В. СПЕЦИФІКА ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ МИСТЕЦЬКОГО СПРЯМУВАННЯ	141
Сінельникова Н. І., Чумак В. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕНТАЛЬНИХ КАРТ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	143
Стасюк О. О., Анічкіна О. В. МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНОГО АСИНХРОННОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ ХІМІЇ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	145
Степанюк М. А., Денисюк Р. О., Євдоченко О. С. ПРОЄКТНА ТЕХНОЛОГІЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	147
Фурманець І. Ю., Сливка Ю. І. ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ДОШКИ НА УРОКАХ ХІМІЇ	149
Хом'як М. О., Євдоченко О. С. КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ЇХ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	151
Швець О. Г., Івченко В. Д. ВИКОРИСТАННЯ ЗАВДАНЬ З ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИМ ЗМІСТОМ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «ОСНОВИ ТИТРИМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ» СТУДЕНТАМИ ФАКУЛЬТЕТУ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	153
Щербак Р. А., Онищук О. О., Онищук І. П., Камінський О. М. ІНТЕГРАЦІЯ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ НУШ НА УРОКАХ ХІМІЇ 10 КЛАСУ	156
Ярова Т. Ю., Диченко Т. В., Большаніна С. Б. ПРАКТИКО-ОРІЄНТОВАНА ПІДГОТОВКА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 102 «ХІМІЯ»	158
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	160

СЕКЦІЯ 1:

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ADSORPTION OF CONGO RED ON TITANIUM DIOXIDE DOPED WITH S

Vitalii Popovych

M.Sc. student of the Chemistry Department, vitalii.popovych.22@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Mariana Bedrii

M.Sc. student of the Chemistry Department, mariana.bedrii.19@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Ihor Mykytyn

Ph.D., Associate Professor of the Chemistry Department, ihor.mykytyn@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Iryna Prokipchuk

Leading specialist of the Chemistry Department, iryna.prokipchuk@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Titanium dioxide (TiO₂) is a versatile material with exceptional adsorption properties. Its utility extends to various environmental and industrial applications, including wastewater treatment, air purification, and photovoltaics. Adsorption capabilities of TiO₂ can be enhanced by the incorporation of dopants. In this work we studied effect of doping with sulfur (S).

Titanium dioxide was synthesized using the sol-gel method, employing a precursor solution that featured the titanium aqua complex [1]. In the preparation of TiO₂ doped with 2%, 4%, and 8% sulfur (S), corresponding quantities of sodium sulfate (Na₂SO₄) in a 10% (w/w) solution were added. In the case of mesoporous TiO₂, this process was executed without the inclusion of any salt.

The adsorption properties of S-TiO₂ samples were assessed at neutral pH values. Conical flasks containing 10 mg of the samples and 25 mL of Congo red (CR) dye solution were sealed with silicone stoppers. The mixtures were stirred for 1.5 hours. The equilibrium concentration of CR in solution was determined by measuring optical density at 500 nm using a ULAB 102-UV spectrophotometer after removal of S-TiO₂ samples by centrifugation.

The adsorption was analyzed using the Langmuir and Freundlich isotherms, two the most commonly used adsorption models in chemistry. These models are particularly useful for understanding how molecules are adsorbed at equilibrium between the solid and liquid phases. Eq. (1) and (2) represent the linearized forms of the Langmuir and Freundlich isotherms, respectively

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}K_L} + \frac{C_e}{q_{max}} \quad (1)$$

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (2)$$

where C_e is the equilibrium solution concentration, mg/L; q_e is the adsorption capacity at equilibrium, mg/g; q_{max} is the maximum adsorption capacity, mg/g; K_f is the Freundlich constant, mg/g.

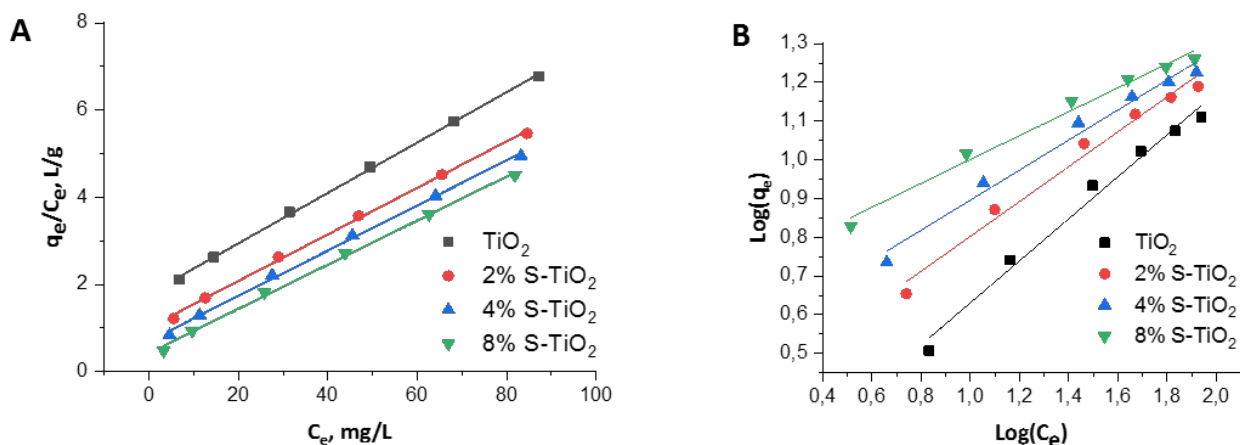


Fig. 2. Langmuir (a) and Freundlich (b) isotherms in linearized form for adsorption of Congo red (4 to 100 mg/mL) on TiO₂ doped with 0 to 8% S

The Langmuir adsorption model describes the monolayer coverage of adsorbate molecules on adsorbent sites without any interactions between adsorbate molecules on adjacent sites. In this isotherm all sites are equivalent and the surface is homogeneous. Fig. 2a shows the applicability of the Langmuir isotherm for a monolayer coating of dye on TiO₂ photocatalysts. C_e/q_e linearly increases with C_e , as shown in Fig. 2a, allowing to estimate the constants q_{max} and K_L . The Freundlich isotherm is an adsorption isotherm for rough and heterogeneous surfaces with interaction between adsorbed molecules. Figure 2b illustrates a linear plot of $\log(q_e)$ versus $\log(C_e)$, representing the Freundlich isotherm for the adsorption of Congo red on the TiO₂ surface. In this isotherm $1/n$ is the heterogeneity factor and indicates deviation from linear adsorption. If the value of $n = 1$, the adsorption is linear; if $n < 1$, the adsorption is chemical; and if $n > 1$, the adsorption is a favorable physical process. In our current study, the reciprocal of 'n', denoted as $1/n$, is less than one (Table 1). The value of 3.24 for n indicates that adsorption of CR on TiO₂ is a favorable physical process [2].

Table 1. Langmuir and Freundlich isotherm constants for the adsorption of Congo red on TiO₂ photocatalysts

Photocatalyst	Constants of Langmuir isotherms			Constants of Freundlich isotherms			
	q_{max} , mg/g	K_L , g/L	R^2	K_f , L/g	n	$1/n$	R^2
TiO ₂	17.29±0.25	32.4±0.8	0.9989	1.2±0.7	1.84±0.11	0.54±0.03	0.9818
2S-TiO ₂	18.73±0.37	52.7±2.6	0.9981	2.3±0.3	2.22±0.15	0.45±0.03	0.9783
4S-TiO ₂	19.29±0.42	73.8±5.8	0.9976	3.2±0.2	2.57±0.17	0.39±0.03	0.9779
8S-TiO ₂	19.75±0.49	117±16	0.9976	4.9±0.2	3.24±0.20	0.31±0.02	0.9812

The Langmuir and Freundlich models were used to describe the mechanism of adsorption of the Congo red dye on the surface of S-TiO₂ samples. Based on the results of the study on the adsorption of Congo red on the S-doped TiO₂ surface, it was found that all samples best fit the Langmuir model.

The correlation coefficients of Langmuir isotherms fall within the range of 0.9976 to 0.9989, while the R^2 values for Freundlich isotherms range from 0.9779 to 0.9818. The weak correlation of the experimental data with the Freundlich model suggests that these samples do not exhibit characteristics of multilayer adsorption and a heterogeneous adsorbent surface.

1. Mironyuk, I., Danyliuk, N., Turovska, L., & Mykytyn, I. (2022). Structural, morphological and photocatalytic properties of TiO₂ obtained by thermolytic decomposition of the $[Ti(OH_2)_6]^{3+} \cdot 3Cl^-$ aquacomplex. *Physics and Chemistry of Solid State*, 23(4), 741–755. <https://doi.org/10.15330/pcss.23.4.741-755>

2. Behnajady, M., A., Yavari, S., & Modirshahla, N. (2014). Investigation on adsorption capacity of TiO₂-P25 nanoparticles in the removal of a mono-azo dye from aqueous solution: A comprehensive isotherm analysis. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 20(1), 97–107. <https://doi.org/10.2298/ciceq120610105b>

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МОНОКРИСТАЛІВ $CdTe$, $Zn_xCd_{1-x}Te$ ТА $Hg_{1-x}Cd_xTe$

Баранівська Олександра Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Лебіга Надія Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, laridae92@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Монокристали напівпровідників типу $A^{II}B^{VI}$ характеризуються широким спектром фізико-хімічних властивостей та використовуються в якості підкладок під час виробництва детекторів рентгенівського випромінювання, сонячних батарей, оптичних та оптоелектронних приладів.

Напівпровідникові кристали типу $A^{II}B^{VI}$ переважно утворюються з металічних елементів II B підгрупи, тому що елементи II A підгрупи у зв'язку з суттєвою різницею електронегативності з елементами VI групи формують матеріали з йонним типом хімічного зв'язку. Варто зауважити, що такі сполуки переважно є діелектриками.

Досліджувані матеріали мають кристалічні решітки кубічного типу, а саме сфалерит та в'юртцит (рис.1), особливістю яких є однакові координаційні числа і в першій, і в другій координаційній сфері [1].

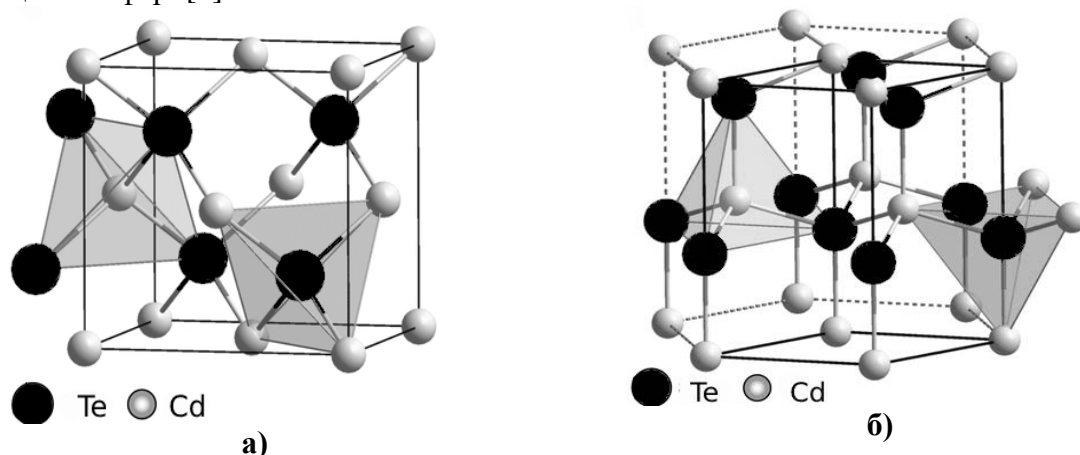


Рис.1. Структура кристалічних ґрадок в'юртциту (а) та сфалериту (б) [1].

Структура типу сфалерит відрізняється від структури типу в'юртцит більшими міжатомними відстанями та розміщенням атомів в третій координаційній сфері, а спільним є те, що кожен атом оточений 4 іншими атомами з валентністю IV. Крім того, варто відзначити, що існує взаємоперехід між представленими структура від однієї до іншої, з яких сфалерит - низькотемпературна модифікацією, а в'юртцит – високотемпературна.

Властивості напівпровідників типу $A^{II}Te$ зі структурою сфалериту

Властивість	ZnTe	CdTe	HgTe
Період ґратки, Å	6,1	6,48	6,43
Мікротвердість, мПа	800-900	600	370
Температура плавлення, К	1568	1314	943
Енергія атомізації, кДж/моль	456000	402000	310000
Ширина забороненої зони, еВ	2,26	1,51	0,02
Питомий опір, Ом·см	6,17	10	0,008

З таблиці [2-4] видно, що для наведених напівпровідників зі зростанням порядкового номеру їх складових елементів характерна зміна фізико-хімічних властивостей матеріалів: зменшуються ширина забороненої зони та значення температури плавлення, однак зростає металічність зв'язку та відповідно закономірно зростає рухливість електронів.

Автори [5-6] зазначають, що для систем типу CdTe–ZnTe у зв'язку з однаковою структурою, схожими параметрами елементарних комірок кристалів характерне формування твердих розчинів зі структурою сфалериту $Zn_xCd_{1-x}Te$. Встановлено [7], що зі зростанням вмісту цинку у їх складі збільшується й ширина забороненої зони напівпровідника. Виявлено, що найпоширеніші матеріали $Zn_xCd_{1-x}Te$ із вмістом цинку від 0,08 до 0,15 мають ширину забороненої зони – 1,6 еВ.

Саме унікальні властивості напівпровідникових монокристалів $Zn_xCd_{1-x}Te$ зумовлюють їх використання як підкладок при вирощуванні епітаксійних плівок $Cd_xHg_{1-x}Te$ та для виготовлення детекторів рентгенівського та γ -випромінювання. Напівпровідники складу $Cd_xHg_{1-x}Te$ широко використовуються в інфрачервоній електроніці [8], при виготовленні інфрачервоних фотодетекторів, фотодіодів, інжекційних лазерів [9-10]. У таких матеріалах зміна вмісту Hg у твердих розчинах дозволяє регулювати їх ступінь металічності, так як CdTe має напівпровідникові властивості, а HgTe – металічні (володіє нульовою шириною забороненої зони).

1. Boyce A.J. Aspects of the geochemistry of zinc – a journey to sphalerite / A.J.Boyce, C.D. Barrie, I.M. Samson, A.E. Williams-Jones // Current perspectives on zinc deposits / ed. by S.M. Archibald, S.J. Piercey. – Dublin: Irish Association for Economic Geology, 2015. – P. 17-35.
2. Haynes W.M. CRC Handbook of Chemistry and Physics: 92nd edition / W.M. Haynes. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 2656 p.
3. Capper P. Mercury Cadmium Telluride: Growth, Properties and Applications / P. Capper, J. Garland. – Hoboken, New Jersey: Wiley, 2011. – 590 p.
4. Capper P. Properties of Narrow Gap Cadmium-based Compounds (EMIS DATAREVIEWS SERIES) / P. Capper. – London: Institution of Electrical Engineers, 1994. – P. 39.
5. Steininger J. Phase diagram of the Zn–Cd–Te system / J. Steininger, A.J. Strauss, R.F. Brebrick // J Electrochem. Soc. – 1970. – Vol. 117, No. 10. – P. 1305-1309.
6. Radautsan S.I. The phase diagram of $Zn_xCd_{1-x}Te$ solid solution / S.I. Radautsan, A.E. Tsurkan, O.G. Maksimova // Phys. Stat. Sol. (b). – 1970. – Vol. 37, No. 1. – P. K9-K11.
7. Takahashi T. Recent progress in CdTe and ZnCdTe detectors / T. Takahashi, S. Watanabe // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 2000. – Vol. 10, No. 5. – P. 100-108.
8. Gutowski J. Proceedings of the tenth international conference on II-VI compounds / J. Gutowski, H. Heinke, D. Hommel, P. Micher // Phys. Stat. Sol. (b). Vol. 220, No. 1-2. – 2002. – P. 159-173
9. Paranchich S.Y. Growth and properties of V-doped $Cd_xHg_{1-x}Te$ crystals / S.Y. Paranchich, Y.S. Paranchich, M.D. Andriichuk, et al. // Inorg. Mater.. – 2001. – Vol. 37, No. 6. – P. 564-566.
10. Berchenko N.N. Conductivity type conversion in p- $Cd_xHg_{1-x}Te$ / N.N. Berchenko, V.V. Bogoboyashchyy, I.I. Izhnin, et al. // Opto-Electronics Review. – 2003. – Vol. 11, No. 2. – P. 93-98.

ФОТОКАТАЛІЗАТОРИ НА ОСНОВІ БІОПОЛІМЕРІВ

Данилюк Назарій Володимирович,

аспірант III року навчання, nazarii.danyliuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, tetyana.tatarчук@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

За останні кілька років стічні води, забруднені синтетичними барвниками, привернули значну увагу науковців через низьку здатність до біологічного розкладу та високу токсичність, викликаючи численні проблеми для здоров'я людей та навколишнього середовища. Через складну природу цих органічних сполук очищення стічних вод за допомогою звичайних методів стає дедалі складнішим. В останні роки вдосконалені процеси окиснення з'явилися як потенційна альтернатива для руйнування органічних барвників. Найбільш широко використовувані методи включають: фотокаталіз, озонування, електрохімічне окиснення, каталітично-гетерогенне окиснення та ультразвукове опромінення. Ці процеси передбачають утворення високоактивних радикалів, які перетворюють молекули органічних барвників на нешкідливі продукти. Однак, ці методи страждають від ряду недоліків, включаючи високу вартість, надмірне споживання реагентів, агрегацію каталізаторів, обмежену можливість повторного використання та потребу використання світлової, ультразвукової або електричної енергії. Таким чином, з'явився значний інтерес до покращення продуктивності звичайних процесів очищення з використанням фотокаталізаторів у поєднанні з біополімерами.

Біополімери все частіше використовують, як матрицю для фотокаталізаторів під час видалення барвників з водних розчинів. Вони проявляють такі важливі властивості, як здатність до біологічного розкладу, відновлюваність, нетоксичність, поширеність і адсорбційна здатність. Крім того, було доведено, що іммобілізація фотокаталізаторів на біополімерних носіях сприяє ефективному підвищенню їх активності [1].

Біополімери — це природні полімерні молекули, які складаються з мономерних одиниць, з'єднаних ковалентним зв'язком, утворюючи більші молекули з великою молекулярною масою. Полінуклеотиди, поліпептиди та полісахариди є трьома основними класами біополімерів. Полінуклеотиди, такі як ДНК і РНК, побудовані з нуклеотидних мономерів, тоді як поліпептиди є полімерами з амінокислотами як мономерною одиницею. Фібрин, кератин, колаген, зеїн і альбумін є кількома прикладами поліпептидів. Найпростішою структурою серед цих трьох біополімерів володіють полісахариди. Целюлоза, хітин, хітозан, крохмаль і альгінат є кількома прикладами полісахаридів. Ці біополімери є найкращими кандидатами для фотокаталітичного видалення барвників через їх високу поширеність, відновлюваність, здатність до біологічного розкладу, нетоксичність та низьку вартість [2].

Нанобіополімери та їх похідні широко застосовуються завдяки унікальним властивостям, включаючи збільшену площу поверхні, фізико-хімічну стабільність і пористу структуру з високою мікро- та мезопористістю [3]. Нанобіополімери, синтезовані з різними структурними параметрами та співвідношенням довжина-діаметр, успішно застосовуються в різних галузях, включаючи очищення води, фотокаталіз, біомедичну та харчову промисловість [4]. Серед багатьох нанобіополімерів: наноцелюлоза, нанохітин і нанохітозан є найбільш широко дослідженими полісахаридними наноматеріалами для фотокаталітичного видалення барвників [5].

Останнім часом кількість публікацій про фотокаталітичне видалення барвників за допомогою біополімерів значно зросла, що вказує на важливість даної тематики. Зокрема, біополімерні фотокаталізатори були досліджені для видалення таких забруднень, як

фармацевтичні препарати та патогени [6]. Проте, необхідно подолати деякі перешкоди, перш ніж пілотні методи можна впровадити в широкомасштабне застосування. Майбутні виклики повинні включати зниження споживання хімікатів та витрат фотокаталізаторів, можливість повторного використання та повну мінералізацію забруднюючих речовин. Більше того, органічні речовини у стічних водах, потенційно можуть знижувати ефективність процесів окиснення шляхом поглинання радикалів. Потрібно провести додаткові дослідження, щоб зрозуміти кінетику та механізми реакції процесів руйнування барвників. Щоб вирішити фундаментальні та практичні проблеми, майбутні дослідження повинні зосередитися на розробці сконструйованих наногібридів та інтеграції різних фотокаталізаторів з нанобіополімерами. Імобілізація фотокаталізаторів на нанобіополімерних матрицях з високою пористістю та площею поверхні може запобігти агломерації, зменшити вимивання та підвищити можливість повторного використання. Моделювання гібридних методів необхідне для розуміння кінетики та механізмів реакції. Крім того, вибір біополімерів повинен проводитися на основі їх доступності, простоти обробки та вдосконалення.

В даному дослідженні проаналізовано можливість використання біополімерів (целюлоза, хітин, хітозан, альгінат, желатин, гуарова камедь, кератин, фібрин, зеїн, альбумін, лігнін і крохмаль) у складі композитних фотокаталізаторів для видалення барвників з водних розчинів. Описано механізми фотокаталізу та роль біополімерів в процесах фотокаталітичної деструкції барвників.

1. Dassanayake R.S., Acharya S., Abidi N., Recent advances in biopolymer-based dye removal technologies, *Molecules*. 26 (2021) 4697. <https://doi.org/10.3390/molecules26154697>

2. Padalkar S., Capadona J.R., Rowan S.J., Weder C., Stanciu L.A., Moon R.J., Natural biopolymers: novel templates for the synthesis of nanostructures, *Langmuir*. 26 (2010) 8497–8502. <https://doi.org/10.1021/la904439p>

3. Yang Y., Chen Z., Wu X., Zhang X., Nanoporous cellulose membrane doped with silver for continuous catalytic decolorization of organic dyes, *Cellulose*. 25 (2018) 2547–2558. <https://doi.org/10.1007/s10570-018-1710-x>

4. Sarkar S., Torres N., Aparna P., Rajib B., Saravanan B., Green polymeric nanomaterials for the photocatalytic degradation of dyes: a review, *Environ. Chem. Lett.* 18 (2020) 1569–1580. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01021-w>

5. Salaberria A.M., Labidi J., Fernandes S.C.M., Chitin nanocrystals and nanofibers as nano-sized fillers into thermoplastic starch-based biocomposites processed by melt-mixing, *Chem. Eng. J.* 256 (2014) 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.07.009>

6. Ruziwa D.T., Oluwalana A.E., Mupa M., Meili L., Selvasembian R., Nindi M.M., Sillanpaa M., Gwenzi W., Chaukura N., Pharmaceuticals in wastewater and their photocatalytic degradation using nano-enabled photocatalysts, *J. Water Process Eng.* 54 (2023) 103880. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.103880>

НЕОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ

Качан Владислав Юрійович,
здобувач вищої освіти IV курсу, pro100vlad.ka007@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Важливим класом сучасних синтетичних наноматеріалів є неорганічні сполуки структурного типу шпінелі, які застосовуються в техніці як магнітні матеріали й напівпровідники, каталізатори, синтетичні самоцвіти тощо. Одним з представників такого класу є ферити зі структурою шпінелі. Матеріали цього класу мають загальну хімічну формулу MV_2O_4 , де М і В – це іони перехідних металів. Ферити зі структурою шпінелі мають високі магнітні та електричні властивості, вони залежать від способу отримання, заміщених іонів металів та розміру зерна. Зміна магнітних, структурних, та діелектричних властивостей відбувається шляхом додавання або заміни різних легуючих добавок [1].

В електроніці, електричних пристроях, через високу електричну провідність, хімічну стійкість та механічну міцність широко застосовується ферит складу $NiFe_2O_4$, який є досить дешевим матеріалом, що тільки збільшує попит в електроніці. $NiFe_2O_4$ – це так звана оборотна шпінель, в будові якої елементарна комірка складається з вісьми атомів молекул нікель фериту. Одна половина іонів феруму займає тетраедричні ділянки, а інша половина – октаедричні. $NiFe_2O_4$ можна зобразити у вигляді більш точнішої формули $(Fe^{3+})_A(Ni^{2+}Fe^{3+})_BO_4$ як зазначають автори [2]. Високі електричні властивості $NiFe_2O_4$ залежать від природи, розподілу і зарядів іонів металів. Також важливим є те, що нікелевий ферит проявляє феромагнітні властивості (це властивість проявляти матеріалом магнетизм за відсутності зовнішнього магнітного поля [3]), що походить від магнітного моменту антипаралельних спінів між іонами Ni^{2+} на В-ділянках і Fe^{3+} на А-ділянках [4].

Отримання нікелевих феритів відбувається за допомогою таких методів синтезу: мікрохвильового горіння, золь-гель методу, гідротермального методу, методу співосадження та мікроемulsionного методу.

Отже, структура та властивості синтезованої шпінелі залежить від умов синтезу, а унікальні фізико-хімічні властивості дозволяють використовувати дані наноматеріали в різних галузях науки і техніки.

1. Anjana Shrama, Nupur Aggarwal, Naveen Kumar, Ajay Vasisht, Gagan Anand Зміна властивостей фериту зі структурою шпінелі внаслідок зміни розміру зерна, переваги

- розташування іонів металу Журнал нано- та електронної фізики. 2023. Т. 15, № 3. С. 1–4. [https://doi.org/10.21272/jnep.15\(3\).03033](https://doi.org/10.21272/jnep.15(3).03033)
2. Goldman A., Marcel D. Modern Ferrite Technology. New York. 1993. p. 438 2nd ed. – ISBN 978-0387281513.
3. Ферромагнетизм. [Назва з екрану] Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Ферромагнетизм> (дата звернення: 21.10.2023).
4. D. Li, Y. Sun, P. Gao, X. Zhang, H. Ge Structural and magnetic properties of nickel ferrite nanoparticles synthesized via a template-assisted sol–gel method. Ceram. Int. 2014. №40(10B). P. 16529-16534. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.08.006>

РЕЧОВИНИ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ВОЄННО-ТЕХНОГЕННОЇ ДІЇ ТА НЕГАТИВНО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОДНІ РЕСУРСИ

Костенко Наталія

здобувачка вищої освіти III курсу, kostenko04natalie@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Євдоченко Олена Сергіївна

доктор філософії, доцент б.в.з., evdochenko_lena@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

На сьогодні стан довкілля території нашої держави є досить складним, оскільки на даний момент і продовж багатьох років на території України відбуваються військові дії через агресію з боку країни окупанта. За цей період кількість шкідливий та токсичних речовин, які потрапили до водойм, ґрунтів і атмосфери є небезпечно великою. Зокрема, шкідливі елементи та їх сполуки потрапляють у водні ресурси (поверхневі, підземні та морські води відповідної території), ґрунти та атмосферу забруднюючи їх та отруюючи все живе [1].

Як показує статистика, станом на 15 квітня 2022 р., було зруйновано понад 300 мостів, а це свідчить про прямий вплив вибухових речовин, їх залишків, продуктів розкладу тощо з водоймами.

Наведемо приклади видів систем зброї, що використовуються під час бойових дій: стрілецька зброя (пістолети, гвинтівки, автомати, кулемети); гранатомети, стрілецька зброя, ручні гранати; озброєння БМП (БТР), озброєння бойових машин піхоти (БТР), озброєння танків, зенітних установок, ствольна артилерія, міномети, протитанкова артилерія тощо.

Нами здійснено аналіз наукової літератури [3] та виокремлено забруднюючі речовини, що негативно впливають на повітря, водні ресурси та ґрунти, які утворюються внаслідок бойової діяльності. Інформацію щодо утворюваних елементів в залежності від виду зброї подамо у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1. Забруднюючі речовини, що утворюються в результаті бойових дій за видами та типами системи зброї, що застосовується

Вид зброї, яка використовується	Забруднюючі речовини, що потрапляють у водні ресурси
Стрілецька зброя (пістолети, снайперські гвинтівки, автомати, ручні та ротні кулемети)	Cu, Fe, Al, Mn, Zn, Pb, Sn, Mg
Гранатомети, стрілецька зброя, ручні гранати	Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr
Озброєння БМП (БТР): стрілецька зброя, ручні гранати	Cu, Fe, Al, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
Озброєння бойових машин піхоти (БМП, БТР), ручні гранати	Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Zn, Hg, Cd, Cr, нафтопродукти
Озброєння танків, озброєння САУ, стрілецька зброя ручні гранати	Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, P, нафтопродукти
Ствольна артилерія, міномети	Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Zn, Hg, Pb, Cd, Cr, нафтопродукти
Ствольна артилерія ПТКР, протитанкова артилерія, бойова стрільба наземної артилерії	Cu, Fe, Al, Mn, Sn, Mg, Pb, Hg, Zn, Cd, Cr, нафтопродукти
Рух самохідно-артилерійських і зенітних установок, бойових машин піхоти, колісних, гусеничних бронетранспортерів	Pb, нафтопродукти
Рух інженерних машин і автомобілів	Pb, нафтопродукти
Рух автомобілів, гусеничних тягачів і транспортерів	Pb, нафтопродукти

Як видно із наведеної таблиці, в результаті бойових дій у водні ресурси потрапляють йони важких металів та нафтопродукти.

Слід зазначити, що перетворення вибухових речовин відбуваються в результаті основних трьох видів вибухових процесів: горіння, вибух, детонація [2]. Так, у процесі горіння перетворення речовини відбувається достатньо повільно (із швидкістю від 1 см до декількох метрів за секунду) на відкритому повітрі, що супроводжується незначними механічними діями. Процес вибуху відбувається із швидкістю до декількох тисяч метрів за секунду, викликає різкий стрибок тиску в місці вибуху спричинений міцним ударом газами по навколишньому середовищу. При цьому може відбуватись значне руйнування, пошкодження та деформація предметів на відносно невеликій відстані. Детонація – це вибух, що розповсюджується із максимальною, можливою для певної вибухової речовини, швидкістю. Детонація має максимальний руйнівний вплив на оточуючі предмети та середовище. Отже, фактором вогневого ураження, яке впливає на розповсюдження вибухових речовин та їх продуктів перетворення, є зміна та трансформація оточуючого середовища в момент вибуху.

Перспективами подальшого дослідження є пошук відповідних методик для виявлення окреслених забруднюючих речовин та впровадження їх у практичну діяльність.

1. Dontsova, K., Taylor, S., 2017. High explosives and propellants energetics: their dissolution and fate in soils. In: Energetic Materials. Springer, Cham, pp. 373-406.

2. Підлісна, М. С. Екологічна безпека військ [Текст] / М. С. Підлісна, І. Г. Мазор, Б. А. Катеринчук та ін. – К.: МО України, 1998. – 130 с. <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii1.pdf>

ВПЛИВ ШПІНЕЛЬНИХ НАНОЧАСТИНОК НА БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ

Лапчук Іванна Василівна,

аспірант I року навчання, ivanna.lapchuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, tetyana.tatarchuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Наноматеріали з кожним роком привертають все більшу увагу завдяки їх унікальним властивостям. Велика питома поверхня та висока реакційна активність дозволяють використовувати наночастинки в різних галузях, зокрема у біомедицині, промисловості, у виробництві комерційних продуктів, очищенні води. Наприклад, наночастинки гематиту (Fe_2O_3) мають широке застосування як важливий компонент у таких матеріалах як пластмаса, гума, силікон, в електронних та магнітних пристроях, як каталізатори [1]. Залізооксидні шпінелі як каталізатори знаходять своє практичне застосування при очищенні та дезінфекції води. Їх здатність генерувати активні форми кисню та ефективно руйнувати органічні полютанти є багатообіцяючими в інноваційних технологіях очищення води. Перевагою металоксидних матеріалів є їх легке відділення із рідкого середовища, а також відновлення каталізатора. Дослідження показують, що коефіцієнт відновлення більшості магнітних каталізаторів становить понад 90%, а в деяких випадках навіть до 99%, що відповідає вимогам промисловості [2]. Зокрема, на відновлення каталізаторів впливають магнітність, тип каталізатора, методи синтезу та умови реакції. Тому відповідні умови підготовки для синтезу магнітних каталізаторів є вирішальними, а широке застосування наноматеріалів потребує оцінки їх токсичності.

Дослідження впливу шпінельних залізооксидних матеріалів на навколишнє середовище є складним завданням, оскільки незначні відмінності в реакційній здатності, розмірі та формі поверхні частинок можуть впливати на біологічні реакції через різноманітні ефекти та механізми. Крім того, високі концентрації оксидів можуть посилювати фізичне прикріплення частинок до біологічного організму або збільшувати їх накопичення всередині організму [3]. В останньому випадку локалізація наночастинок є важливим фактором. Насамперед, багато наночастинок схильні до агрегації, що в свою чергу, може спричинити до непрохідності речовин через невеликі везикули та отвори клітин. Натомість поодинокі частинки, можуть транслокуватися через мембрани та досягати критичних компартментів, що призводить до внутрішньоклітинних змін [4]. Оксидативний стрес, який спричиняється генерацією активних форм кисню також є поширеною причиною клітинного пошкодження металоксидними частинками [5]. Ймовірно, всі вище згадані фактори не діють окремо, а їх комбінація має значний вплив на біологічні системи навколишнього середовища.

Огляд літератури показує, що високі концентрації (>10 мг/л) металоксидних матеріалів проявляють токсичність на живі організми. Однак деякі дослідження демонструють, що високі концентрації наночастинок можуть спричинити ефекти, які не пов'язані з фактичною токсичною дією, а скоріше спричинені перенавантаженням на модельні організми. Це призводить до таких фізичних ефектів, як зміна харчової поведінки або порушення рухливості ракоподібних, а також збільшення вироблення слизу у риб [3]. Матеріали CaFe_2O_4 , MgFe_2O_4 , Fe_3O_4 і MnFe_2O_4 показали хорошу біосумісність, тоді як цитотоксичність проявлялася внаслідок дії феритів на основі Ni [6]. Наночастинки CoFe_2O_4 показали відсутність значної токсичності на щурах шляхом вимірювання гематологічних факторів, лейкоцитів і загальної активності ферментів [6]. Натомість ZnFe_2O_4 , отриманий золь-гель методом пригнічував ріст водоростей *Chlorella vulgaris* на 47% при дуже низьких концентраціях - 2 μM . Таким чином, існує нагальна потреба в

розробці екологічно чистих шпінелей, враховуючи неоднозначні та суперечливі токсичні ефекти металоксидних наноматеріалів.

1. Fazelian N., Yousefzadi M., and Movafeghi A., “Algal Response to Metal Oxide Nanoparticles: Analysis of Growth, Protein Content, and Fatty Acid Composition,” *Bioenergy Res.*, vol. 13, no. 3, pp. 944–954, 2020.

2. Wang A., Sudarsanam P., Xu Y., Zhang H., Li H., and Yang S., “Functionalized magnetic nanosized materials for efficient biodiesel synthesis: Via acid-base/enzyme catalysis,” *Green Chem.*, vol. 22, no. 10, pp. 2977–3012, 2020.

3. Skjolding A., Sørensen L. M., Hartmann S. N., Hjorth N. B., Hansen R., S. F., & Baun, “Aquatic Ecotoxicity Testing of Nanoparticles-The Quest To Disclose Nanoparticle Effects,” *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 55(49), pp. 15224–15239, 2016.

4. Karimi S., Troeung M., Wang R., Draper R., and Pantano P., “Acute and chronic toxicity of metal oxide nanoparticles in chemical mechanical planarization slurries with *Daphnia magna*,” *Environ. Sci. Nano*, vol. 5, no. 7, pp. 1670–1684, 2018.

5. Tatarchuk T., Danyliuk N., Lapchuk I., Macyk W., Shyichuk A., Kutsyk R., Kotsyubynsky V., and Boichuk V., “Oxytetracycline removal and *E. Coli* inactivation by decomposition of hydrogen peroxide in a continuous fixed bed reactor using heterogeneous catalyst,” *J. Mol. Liq.*, vol. 366, p. 120267, 2022.

6. Qin H., He Y., Xu P., Huang D., Wang Z., Wang H., Wang Z., Zhao Y., Tian Q., and Wang C., “Spinel ferrites (MFe_2O_4): Synthesis, improvement and catalytic application in environment and energy field,” *Adv. Colloid Interface Sci.*, vol. 294, no. July, p. 102486, 2021.

НОВІ МОДИФІКОВАНІ ФЕРИТОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Литвинчук Анна Петрівна,
здобувач вищої освіти I курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Свиридюк Аліса Володимирівна,
здобувач вищої освіти I курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент, laridae92@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Одним із альтернативних перспективних методів очистки водою від різноманітних забруднювачів, які починають розвиватися, є використання нанокompозитних гідрогелів. Оскільки ці наноматеріали мають високу здатність поглинати та утримувати воду в присутності наночастинок (НЧ), отримані сполуки мають підвищену механічну міцність, вищу адсорбційну здатність і значно дешевші, ніж чисті полімери [1]. Так, авторами [1] проведено синтез кобальтового фериту методом співосадження та модифікування його поверхні з метою одержання гідрогелю з використанням розчину наночастинок, біополімерів, мономерів (CF, Gg, NIPA, AA), крос-лінкера (MBA) та ініціатора (APS) за такою методикою: 0,5 г камеді гатті (GG) розчиняли у дистильованій воді (8 мл) протягом ночі, а необхідну кількість наночастинок кобальт фериту (CF) диспергували у 2 мл води. Змішування двох розчинів проводили за допомогою магнітної мішалки (250 об/хв), за температури 60 °С додавали 40 мг персульфату амонію (APS), щоб розпочати процес кополімеризації. На завершальному етапі обережно вводили 40 мг MBA при безперервному перемішуванні. Реакцію проводили протягом трьох годин, а потім кінцевий продукт охолоджували до кімнатної температури. В подальшому гідрогель використовували для вилучення з води медичного препарату протидіабетичного препарату метформіну.

Авторами [2] в роботі проведено синтез магнітних наночастинок Fe₃O₄, на основі яких виготовлено гідрогель, що містить ксантан (Fe₃O₄(Gx)/Fe₃O₄). Одержаний гідрогель використано для вилучення малахітового зеленого з розчинів. Встановлено, що адсорбційна рівновага описується моделлю псевдо-другого порядку, а ізотерми адсорбції відповідають моделі Ленгмюра.

У роботі [3] проведено адсорбційне вилучення барвника родаміну Б за допомогою магніточутливого нанокompозиту на основі магнетиту, модифікованого з використанням камеді гатті, зшиті полі-(акриловою кислотою та ко-акриламідом). Одержаний нанокompозит досліджено за допомогою BET, FT-IR, XRD, SEM-EDX, TGA і TEM методів. RhB. Дані кінетики адсорбції показали, що адсорбція барвника описується кінетичною

моделлю псевдо-другого порядку. Термодинамічні дослідження показали, що процес адсорбції був ендотермічним і спонтанним. А ізотерми адсорбції описуються моделлю Ленгмюра.

Як можна помітити, модифікування поверхні магніточутливих наноматеріалів, таких як ферити, суттєво розширює сфери їх практичного використання.

1. P. N. Dave, B. Kamaliya, P. M. Macwan, J. H. Trivedi Fabrication and characterization of a gum ghatti-cl-poly(N-isopropyl acrylamide-co-acrylic acid)/CoFe₂O₄ nanocomposite hydrogel for metformin hydrochloride drug removal from aqueous solution. Current Research in Green and Sustainable Chemistry. 2023. Vol. 6, 100349. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2022.100349>

2. H. Mittal, V. Parashar, S.B. Mishra, A.K. Mishra Fe₃O₄ MNPs and gum xanthan based hydrogels nanocomposites for the efficient capture of malachite green from aqueous solution. Chemical Engineering Journal. 2014. Vol. 255. P. 471-482. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.098>

3. H. Mittal, Shivani B. Mishra Gum ghatti and Fe₃O₄ magnetic nanoparticles based nanocomposites for the effective adsorption of rhodamine B. Carbohydrate Polymers. 2014. Vol. 101. P. 1255-1264. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.045>

ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛІМЕРИЗОВАНИХ СОЛЕЙ ТИТАНУ

Олексюк Олена Юрїївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, olena7859@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
доцент кафедри хімії, кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Вода призначена для питних цілей повинна бути безпечною для споживання людиною. Поверхневі води, які використовуються для питного водопостачання, можуть значно відрізнятися за концентрацією та характером природних органічних речовин, кольором, каламутністю, а також неорганічними складовими.

Процес водопідготовки може включати в себе фізичні, хімічні та біологічні процеси, призначені для зменшення вмісту компонентів у воді, які очищується, до рівнів, які відповідають відповідним нормативним рівням.

Один з найбільш широко використовуваних фізико-хімічних процесів для очищення води від забруднень є коагуляція. Коагуляція визнана найбільш економічною та ефективною технологією для попереднього очищення води та стічних вод.

Нещодавно були розроблені коагулянти на основі сполук титану. Суттєвою їх перевагою перед солями на основі Al(III) та Fe(III), що є найпоширенішими коагулянтами за рахунок низької вартості та широкої доступності, є переробка коагульованого осаду для виробництва цінних побічних продуктів, таких як TiO₂.

Дані коагулянти на основі сполук титану показали порівнянну ефективність коагуляції поряд з іншими, які часто використовуються [1-2].

Солі титану є більш ефективними в слабкислому середовищі, а флокули, утворені солями титану, мають кращі властивості осідання та фільтрації в порівнянні з флокулами утвореними солями алюмінію та феруму.

Полімеризовані солі титану були нещодавно синтезовані та досліджені для очищення поверхневих вод. Основними представниками є тетрахлорид політитану (ПТК), поліхлорид титану (ПТК) і сульфат політитану (ПТС). В результаті дослідження вони показали покращені коагуляційні та флокуляційні властивості порівняно з неполімеризованим титаном.

Полімеризовані солі титану демонструють високу ефективність для поверхневих, мікрозабруднених вод та очищення стічних вод вугільних шахт. Сильна коагулююча здатність полімеризованих солей титану вказує на їх великий потенціал для попереднього очищення міських стічних вод.

Крім того, титан та його сполуки мають низьку токсичність і рідко включаються до рекомендацій щодо якості води. Тому очищення води на основі сполук титану є набагато безпечнішим, а поряд з тим економічно вигідним [1, 3].

Нами запропоновано використовувати в якості сорбентів, та речовин для очистки питної води синтезований калій титанат, який має фото деструктивні та адсорбційні властивості щодо забарвлених забруднювачів водного середовища [5].

В процесі синтезу використано лужний метод вилучення сполук титану(IV), з ільменітового концентрату шляхом твердо фазної взаємодії суміші калій гідроксиду та калій карбонату (у співвідношенні 4 : 1) з концентратом при температурі 503 К за атмосферного тиску та наявності кисню повітря.

Кінетику процесу лужного вилуговування досліджено з часової залежності з інтервалом 30 хв. Отриманий калій титанат має аналогічні властивості що і отриманий при взаємодії з лугом.



Рис.1. Досліджуванні зразки з урахуванням часових проміжків

Лужний метод вилуговування сполук титану(IV) не є широкого поширеним в промисловості проте йому належить ряд переваг над іншими методами, головними з яких є: швидкість переведення титану в розчинну форму та відносно низькі температури протікання реакції [4]. Запропонований спосіб отримання калій титанату може бути перспективним для промислового вилучення сполук титану(IV).

1. Sabir Hussain, John van Leeuwen, Christopher W.K. Chow, Rupak Aryal, Simon Beecham, Jinming Duan, Mary Drikas/ Comparison of the coagulation performance of tetravalent titanium and zirconium salts with alum- 2014.

2. Yan-xia Zhao, Xiao-yan Li/ Polymerized titanium salts for municipal wastewater preliminary treatment followed by further purification via crossflow filtration for water reuse- 2018.

3. Xin Huang, Baoyu Gao, Yangyang Sun, Qinyan Yue, Yan Wang, Qian Li, Xing Xu/ Effects of epichlorohydrin–dimethylamine on polytitanium chloride coagulation and membrane fouling in humic-kaolin water treatment: Dosage, dose method and solution pH- 2017.

4. S. Pysarenko, V. Chernenko, O. Chygyrynets, O. Chygyrynets, O. Kaminskiy, M. Myronyak / Alkaline leaching of titanium from ilmenite of Irshansk deposit // Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii. -2021. Vol. № 6. P. 51–56.

5. S. Pysarenko, O. Kaminskiy, O. Chyhyrynets, R. Denysiuk, V. Chernenko /Photocatalytic destruction and adsorptive processes of methylene blue by potassium titanate // Materials Today: Proceedings.-2022. Vol. 62, № P15. - P. 7754-7758.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЯДЕРНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА СОНЦІ

Подольак Уляна Олегівна,
здобувач вищої освіти III курсу, ulanapodolak47@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Кусяк Наталія Володимирівна,
кандидат хімічних наук, доцент, nkusyak@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Сонце є однією з мільярдів зірок, які складають галактику Чумацький Шлях. Центр Сонця – це величезний іонізований ядерний реактор. Саме тут відбувається ядерний синтез, зокрема при дуже високих температурах ядра дейтерію та тритію синтезують ядро гелію і нейтрон, що супроводжується вивільненням енергії: ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + n$

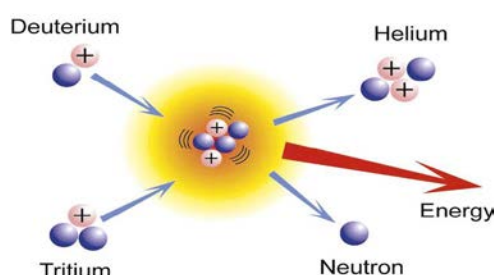


Схема термоядерного синтезу для дейтерію та тритію [1,2]

Для зіткнення цих ядер потрібна висока температура, щоб подолати сили відштовхування. Згідно аналізу сонячного спектру хімічний склад (за атомним складом) представлений на 90 % атомами Гідрогену та на 9,88 % - Гелію Тому, важливим джерелом енергії живлення Сонця є реакції термоядерного синтезу ядер Гелію з ядер Гідрогену. В самому центрі цієї зірки температура сягає 15 млн. °С, відповідно ядра атомів, протони й нейтрони та інші частинки мають величезну швидкість. Вони легко долають сили відштовхування для утворення гелію, частинок дейтерію, нейтрино та позитронів [1].

Ядро Сонця існує у вигляді плазми, що складається із перегрітого газу з електричним зарядом. Крім цих двох елементів сонячна плазма містить також інші хімічні елементи (0,1 % складу – Оксиген, Карбон, Неон, Нітроген, Ферум, Магній, Сульфур, Аргон та Силіцій).

Сонячна речовина має густину схожу з водою, але в зовнішньому шарі вона набагато менша, а в самому ядрі густина більша приблизно у 100 разів за зовнішні свої оболонки. Енергія що виробляється в ядрі живить Сонце. Над центром Сонця є шар – зона променистого перенесення. Її ще називають радіаційною зоною, що має температуру близько 7 млн. °С. Виділена в ядрі енергія дуже повільно проходить зону. В цій зоні фотони, що випромінювались з ядра можуть переходити до наступного шару 50 млн. років – через постійне і повторне поглинання їх і випромінювання. Відповідно енергія з ядра випромінюється у вигляді фотонів або світлових одиниць. Наступною розташована конвективна зона, всередині якої температура падає нижче 2 млн. °С. А щільність стає надто низькою, щоб фотони перетворились на тепло. Її покриває шар, що називається фотосферою.

Будова цієї зірки є досить складною, так як кожна оболонка має свої особливості які помітно відрізняються температурою, густиною, розміром.

1. <https://www.uatom.org/termoyaderna-energiya-vilna-energiya-majbutnogo>
2. <https://www.iter.org/>

ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕТЕРОГЕННИХ КАТАЛІЗАТОРІВ ФЕНТОНА

Шульга Валерія Сергіївна,

здобувач вищої освіти III курсу, valeriia.shulha.21@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,

кандидат хімічних наук, доцент, tetyana.tatarchuk@pnu.edu.ua

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Тема очищення води особливо актуальна зараз в Україні. До повномасштабного вторгнення в Україні налічувалось 6 великих водосховищ на річці Дніпро, повне знищення Каховського водосховища призвело до екологічної катастрофи, наслідками стали різке погіршення стану води через велику кількість забруднень в Чорному морі та гибель більшості морської фауни. Тому зараз потрібно зосередити багато уваги на вдосконаленні технології очищення забруднених вод. Одним з методів очистки води є використання процесу Фентона. В класичному процесі Фентона використовуються сульфат феруму(II) та пероксид водню:



Механізм реакції Фентона базується на окисненні Fe^{2+} до Fe^{3+} , яке одночасно утворює гідроксильний радикал (реакція 1), з подальшим відновленням Fe^{3+} до Fe^{2+} (рівняння 2), що дозволяє регенерувати каталізатор. Основна ідея реакції базується на утворенні гідроксильних радикалів. Іони Fe^{2+} виступають каталізаторами розкладу пероксиду водню. В результаті їх взаємодії утворюються гідроксильні радикали, які здатні неселективно руйнувати органічні молекули та інактивувати бактерії. Проте, класичний процес Фентона вимагає рН ~ 3 , що є недоліком, бо призводить до корозії реакторів. Другий недолік: в результаті процесу накопичується осад (гідроксиди феруму), а це, у свою чергу, потребує додаткової утилізації. В зв'язку з цим постає актуальне завдання знайти активні гетерогенні (а не гомогенні) каталізатори Фентона, які ефективно очищатимуть воду і будуть позбавлені вище наведених недоліків.

Перспективними гетерогенними каталізаторами Фентона є залізовмісні сполуки, зокрема оксиди заліза (гематит, магнетит, маггеміт), ферити, оксигідроксиди, гетит, швертманіт, тощо. Їх перевагами є низький рівень токсичності, висока каталітична активність, здатність легко відновлюватися [1]. Гетерогенні каталізатори Фентона застосовуються до усунення органічних забруднень із води, а також для інактивації бактерій. Органічних забруднювачів в навколишньому середовищі виявляють все більше, такі поллютанти включають як і стійкі забруднювачі (скорочено СОЗ), так і нові забруднювачі [2]. СОЗ – це хімічні речовини, які можуть переноситись на далекі відстані, біоакумулюватися та протистояти деградації [3]. Вони почали викликати занепокоєння недавно, до них відносять фармацевтичні препарати, антипірени, стероїдні естерогени, антибіотики, пестициди, поверхнево-активні речовини, промислові добавки, штучні підсолоджувачі, тощо [4][5].

Аналіз літератури показав, що Фентон-подібну активність та антибактеріальний ефект в процесах дезінфекції води виявляє гематит [6]. Повідомляється, що Fe_2O_3 ефективний проти грампозитивних бактерій. У дослідженні [7] синтезовано нанокompatит $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Co}_3\text{O}_4$ та описано його антимікробні властивості проти *E. coli*, *B. subtilis*, *S. aureus* та *S. Typhi*. Бактерицидну активність отриманого матеріалу пояснено синергетичною дією обох оксидів. У дослідженні [8] синтезовано зразок гематиту «зеленим» методом з використанням екстракту *Anacardium occidentale*, який демонстрував антибактеріальну активність. *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus* були успішно інактивовані. У статті [9] досліджено інактивацію коліфагу MS2 в присутності гетерогенних каталізаторів Фентона, таких як гематит, гетит,

магнетит та аморфний гідроксид заліза. Коліфаг MS2 за своєю будовою дуже схожий на вірус гепатит А та поліовірус, тому використовується як модельний організм для досліджень. Результати показали, що гетерогенні каталізатори Фентона можуть видаляти віруси з води як фізично (через адсорбцію), так і інактивувати віруси шляхом каталітичної дії за участю гідроксильних радикалів. Гетит може діяти як напівпровідник у фотокаталітичному процесі та як гетерогенне джерело заліза в процесі Фентона при нейтральному рН [10].

1. N. Thomas, D. D. Dionysiou, and S. C. Pillai, "Heterogeneous Fenton catalysts: A review of recent advances," 2020, doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124082.

2. Y. Cardona, A. Węgrzyn, P. Miśkowiec, S. A. Korili, and A. Gil, "Heterogeneous Fenton- and photo-Fenton-like catalytic degradation of emerging pollutants using Fe₂O₃/TiO₂/pillared clays synthesized from aluminum industrial wastes," *J. Water Process Eng.*, vol. 52, 2023, doi: 10.1016/j.jwpe.2023.103494.

3. L. Fitzgerald and D. S. Wikoff, "Persistent Organic Pollutants," in *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition*, 2014. doi: 10.1016/B978-0-12-386454-3.00211-6.

4. Y. Hu *et al.*, "A nanoscale 'yarn ball'-like heteropoly blue catalyst for extremely efficient elimination of antibiotics and dyes," *J. Environ. Manage.*, vol. 245, 2019, doi: 10.1016/j.jenvman.2019.05.119.

5. J. Scaria, A. Gopinath, and P. V. Nidheesh, "A versatile strategy to eliminate emerging contaminants from the aqueous environment: Heterogeneous Fenton process," *Journal of Cleaner Production*, vol. 278. 2021. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124014.

6. T. Tatarchuk *et al.*, "Oxytetracycline removal and E. Coli inactivation by decomposition of hydrogen peroxide in a continuous fixed bed reactor using heterogeneous catalyst," *J. Mol. Liq.*, vol. 366, p. 120267, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.molliq.2022.120267.

7. M. Bhushan, Y. Kumar, L. Periyasamy, and A. K. Viswanath, "Antibacterial applications of α -Fe₂O₃/Co₃O₄ nanocomposites and study of their structural, optical, magnetic and cytotoxic characteristics," *Appl. Nanosci.*, vol. 8, no. 1–2, pp. 137–153, 2018, doi: 10.1007/s13204-018-0656-5.

8. A. Rufus, N. Sreeju, V. Vilas, and D. Philip, "Biosynthesis of hematite (α -Fe₂O₃) nanostructures: Size effects on applications in thermal conductivity, catalysis, and antibacterial activity," *J. Mol. Liq.*, vol. 242, pp. 537–549, 2017, doi: 10.1016/j.molliq.2017.07.057.

9. J. I. Nieto-Juarez and T. Kohn, "Virus removal and inactivation by iron (hydr)oxide-mediated Fenton-like processes under sunlight and in the dark," *Photochem. Photobiol. Sci.*, vol. 12, no. 9, 2013, doi: 10.1039/c3pp25314g.

10. C. Ruales-Lonfat *et al.*, "Iron oxides semiconductors are efficient for solar water disinfection: A comparison with photo-Fenton processes at neutral pH," *Appl. Catal. B Environ.*, vol. 166–167, 2015, doi: 10.1016/j.apcatb.2014.12.007.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ СИНТЕЗУ НА СТРУКТУРНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕЗОПОРИСТИХ КРЕМНЕЗЕМНИХ НАНОСФЕР

Юй Цзюньцзе,
аспірант, yujunjie.mango@gmail.com
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Бондарєва Антоніна Ігорівна,
асистент, a.i.bondarieva@gmail.com
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Тобілко Вікторія Юріївна,
кандидат технічних наук, доцент, vtobilko@gmail.com
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Значне різноманіття сфер потенційного застосування наночастинок мезопористого кремнезему (адсорбція, каталіз, медицина) створює необхідність в розробці нових ресурсоефективних методів отримання даного матеріалу з одночасним покращенням його властивостей.

Незважаючи на високі показники біосумісності, термічну стабільність, значення величини питомої поверхні та можливість поверхневої функціоналізації, основними параметрами, що обмежують ефективність наночастинок мезопористого кремнезему є їх розмір та радіус пор [1].

Відомо, що до факторів, які впливають на структуру та морфологію мезопористих кремнеземних наносфер належать: температура синтезу, природа поверхнево-активної речовини та розчинника, а також вибраний прекурсор кремнезему [2]. Крім того, контроль їх росту вздовж вільного радіального напрямку або обмеженого тангенціального напрямку, додатково дозволяє впливати на формування структури та морфології [3].

Метою даної роботи було вивчити вплив умов синтезу, а саме його тривалості, на структурні властивості мезопористих кремнеземних наносфер.

Для синтезу використовували тетраетоксисилан (TEOS), як джерело кремнезему, цетилтриметиламоній бромід (СТАВ) та саліцилат натрію (NaSal), як основний та додатковий шаблон матриці, відповідно. Перший етап синтезу полягає в отриманні розчину, що містить 7,6 г СТАВ та 3,36 г NaSal. Далі, при перемішуванні на водяній бані та за допомогою перистальтичного насосу, до нього додавали спиртовий розчин TEOS. В якості каталізатора використовували триетаноламін (TEA). Отриману систему перемішували при 80 °С, змінюючи тривалість процесу від 1,5 до 5 годин. Після завершення реакцій структуроутворення, відділяли тверду фазу від рідкої центрифугуванням, промивали тричі етанолом та піддавали термообробці (550 °С) впродовж 6 годин.

Дослідження структурних властивостей отриманих матеріалів проводили за допомогою скануючої електронної мікроскопії та низькотемпературної адсорбції/десорбції азоту.

Встановлено, що зі збільшенням часу синтезу відбувається потовщення країв сферичних частинок SiO₂ від 7 нм при 1,5 годинах до 22 нм при 5 годинах. Одночасно з цим відбувається зменшення величини питомої поверхні від 504 м²/г до 309 м²/г. Для усіх зразків характерна розвинута система мезопор (2-50 нм), а середній радіус пор змінюється несуттєво (від 8,2 нм до 7,5 нм). При цьому сам розмір частинок SiO₂ залишається без змін і дорівнює 200 нм.

1. Hochstrasser J., Juere E., Kleitz F., Wang W., et al. Insights into the intraparticle morphology of dendritic mesoporous silica nanoparticles from electron tomographic reconstructions. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2021. V. 592. P. 269-309.
2. Feng J., Liu Y., Liu C., Hu W., et al. The impact of ethanol and chlorobenzene in the structure regulation of dendritic mesoporous silica nanoparticles. *Microporous and Mesoporous Materials*. 2020. V. 307. 110504.
3. Du X., Qiao S.Z. Dendritic Silica Particles with Center-Radial Pore Channels: Promising Platforms for Catalysis and Biomedical Applications. *Small*. V. 11 (4). P. 392-413.

СЕКЦІЯ 2:

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ

ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Басюк Владислав Олександрович,
здобувач вищої освіти III курсу bosikbasuk9@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
Доктор філософії з галузі 01 Освіта/ Педагогіка, доцент (б.в.з.), avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Увійшовши у XXI століття людство все більше розробляє нові осучаснені технології, виробляє різноманітну продукцію, яку ми використовуємо в нашому повсякденному житті. Однак цей прогрес має свої недоліки, а саме: шкідливий вплив на екологію навколишнього середовища. В умовах сьогодення є багато небезпечних чинників, які значною мірою шкодять планеті Земля. Тому актуальним є питання вивчення впливу важких металів на навколишнє середовище, їх небезпечність та ймовірна загроза життєдіяльності людини.

Важкі метали – це нечітко визначена група елементів, які мають металічні властивості. До цієї групи належать метали побічних підгруп періодичної системи, деякі напівпровідники, лантаніди і актиноїди. Поняття «важкі метали» почали використовувати з першими проявами їх шкідливого впливу на довкілля. Представниками даної групи були метали – кадмій, ртуть і свинець, які є важчими за залізо. На сьогодні до «важких металів» відносять цілу низку металічних елементів: кобальт, нікель, хром, мідь, ртуть, срібло, кадмій, свинець, стибій, талій та селен. Зазначимо, що деякі з них є надзвичайно токсичними.

Причиною розповсюдження важких металів є сама людина. Діяльність багатьох підприємств призводить до викиду в навколишнє середовище різноманітних шкідливих речовин, у тому числі, й важких металів. У список причин можна віднести й автомобілі, а саме їх вихлопні гази та інші атрибути сьогоденної цивілізації. Ці причини несуть дуже велику небезпеку навколишньому середовищу (грунтам, водам, повітрю та різноманітним екосистемам).

Розглянемо деякі конкретні приклади. У ґрунті зазвичай зустрічається різноманітна кількість важких металів, що є у природі. Ці елементи є надзвичайно канцерогенними, вони здатні впливати на ґрунти, отруюючи їх або надаючи шкоди для росту та розвитку рослин. Однак з діяльністю людини в різних джерелах важких металів їх концентрація збільшується, що призводить до ризику впливу на різноманітні об'єкти (рослини, тварини й, зокрема, на людей). Основними металами, які забруднюють ґрунти є – свинець, миш'як і кадмій. Ці елементи здатні накопичуватися в рослинах, які потім споживають тварини та люди, що є причиною їх отруєнь і загибелі [1].

Всі живі організми споживають воду, тому коли в цю воду потрапляють солі важких металів це є великим ризиком отруєння організму. Причиною потрапляння цих небезпечних речовин є антропогенний фактор, тобто діяльність людини. До основних техногенних джерел забруднення довкілля відносять: викиди промислових підприємств, відходи металургійних виробництв, побутові стоки, деякі види палива тощо. Солі важких металів, які несуть найбільшу шкоду містяться в стічних водах і здатні потрапляти в джерела прісної води, моря та океани. Таким чином, створюється величезна загроза для рослин, які ростуть у воді та тварин, які там живуть. Живі організми поглинають воду разом із цими солями, тим самим, отруюючись ними [2].

Отже, важкі метали є небезпечними речовинами, які згубно впливають на навколишнє середовище. Є різні причини даних забруднень, але основним чинником є люди, які своїми вчинками наближають планету до катастрофічної та надзвичайно загрозливої ситуації. Низька культура виконання робіт із застосуванням хімічних речовин, недотримання гранично допустимих їх концентрацій в об'єктах навколишнього середовища, ігнорування

встановлених норм і правил призводять до згубних наслідків для довкілля.

1. Агротест, Важкі метали в ґрунті. Режим доступу до ресурсу: <https://agrotest.com/article/vazhki-metali/>
2. УкрХімАналіз, Аналіз води на важкі метали. Режим доступу до ресурсу: <https://himanaliz.ua/uk/analiz-vodi-na-vazhki-metali/>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ E 142 НА РКЕ

Дмухайло Андрій Валер'янович,
аспірант, andrii.dmukhailo@lnu.edu.ua

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Король Роксоляна Олегівна,

здобувач вищої освіти IV курсу,

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Трухим Максим Вадимович,

здобувач вищої освіти IV курсу,

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Дубенська Лілія Осипівна,

к.х.н., доцент

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Сьогодні електрохімічні методи аналізу все частіше використовують для розроблення аналітичних методик визначення синтетичних харчових барвників. Вольтамперометричні методики простоті, економічні, чутливі, достатньо селективні та екологічні. Добре вивчено процеси відновлення/окиснення та на цій підставі розроблено значну кількість вольтамперометричних методик визначення харчових азобарвників та окремих барвників трифенілметанового ряду (E 131, E 133).

Синтетичний харчовий барвник зелений S (E 142) – це порошок темно-зеленого кольору, добре розчинний у воді, барвник термо- та кислотостійкий. E 142 заборонений в Канаді, США, Японії та Норвегії, проте досі дозволений в Україні. Ці заборони введено через рекомендації лікарів та вчених щодо уникнення можливого розвитку гіперактивності у дітей, яку може викликати надмірне споживання зеленого S.

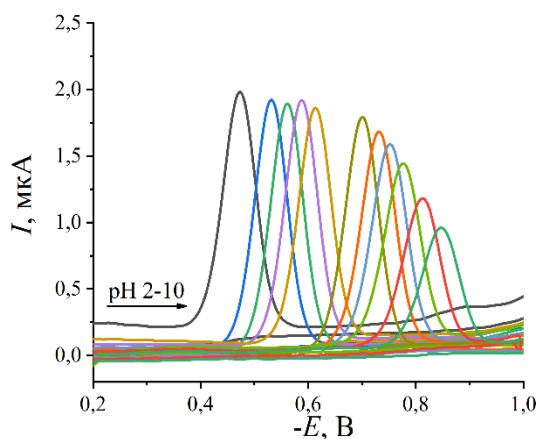


Рис.1. Полярограми відновлення E 142 за різного pH

Методом полярографії з лінійною швидкою розгорткою потенціалу ми дослідили вплив кислотності середовища та швидкість сканування на потенціал та струм відновлення E 142. На полярограмах простежували один необоротний пік відновлення, струм якого зменшувався зі зміною pH від кислого до лужного.

Для визначення природи струму відновлення було отримано залежності струму відновлення від швидкості сканування, яку змінювали від 0.1 до 5.0 В/с. Такі залежності отримували за різного pH та за різних концентрацій барвника. На всіх залежностях $\log I - \log v$ спостерігали одну лінійну ділянку в усьому діапазоні зміни швидкості сканування. Тангенси кутів нахилу для цих ділянок становили 0.72-0.96, що значно більше теоретичного значення 0.5 та

свідчить про те, що процес відновлення лімітується адсорбцією барвника.

Також було отримано градууювальні графіки для полярографічного визначення E 142 за різних швидкостей накладання напруги поляризації. Лінійна залежність струму від концентрації E 142 зберігається в межах півтора порядки, а межа виявлення становить $1 \cdot 10^7$ М.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СИЛІКАГЕЛЮ

Зайнчуківська Надія Олександрівна,
здобувач вищої освіти II курсу магістерського рівня, zaynchukivska@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Кичкирук Ольга Юріївна,
кандидат хімічних наук, доцент, panova_o_yu@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Вступ. Низькі концентрації токсичних металів у природних і стічних водах можна ефективно визначати після їх екстракції та концентрування за допомогою модифікованих кремнеземних адсорбентів, функціоналізованих комплексоутворюючими лігандами. В якості таких комплексоутворюючих лігандів можна використовувати 8-гідроксихінолін і деякі гетероциклічні азосполуки (PAR), що утворюють стабільні комплекси з іонами важких металів у розчинах [1].

Носії кремнезему з нанесеним оксидом або фізично адсорбованими азореагентами зазвичай використовують для попереднього концентрування іонів металів. Ці адсорбенти характеризуються різним ступенем вимивання адсорбованих комплексоутворювачів за різних умов застосування. Навпаки, адсорбенти з ковалентно зв'язаними лігандами, що мають гідролітично стійкі хімічні зв'язки з ділянками поверхні носія, більш стійкі до вимивання і мають більш відтворювані властивості. Тому кремнезем із хімічно пов'язаними комплексними групами широко використовується в природоохоронній практиці для вилучення та попереднього іонів важких металів [2-4].

Мета роботи. Метою роботи є синтез нових органо-неорганічних композитів на основі кремнезему шляхом *in situ* модифікації азотовмісними полімерами, дослідження структури поверхні отриманих композитів методами обробки матеріалів та вивчення адсорбційної здатності, властивостей іонів токсичних металів.

Методи дослідження. Як носій для модифікації полімеру використовували силікагель виробництва Merck (фракція діаметра частинок 0,1–0,2 мм, питома поверхня 447 м²/г). Основними етапами синтезу є отримання азомономерів, синтез хлорангідриду метакрилової кислоти, метакрилізація азомономерів, *in situ* полімеризація азомономерів на поверхні носія, дослідження адсорбційних властивостей катіонів токсичних металічних елементів.

Кислотно-основні параметри розчинів контролювали за допомогою скляного електрода (іонометр рН-340). Такий процес як адсорбція проводили в статичному режимі стандартним розчином досліджуваного металу. Концентрацію металів визначали атомно-абсорбційним методом на полум'яному атомно-абсорбційному спектрометрі С-115-ПК.

Висновки. Здатність полімерного матеріалу до іммобілізації була підтверджена інфрачервоною спектроскопією та термогравіметричним аналізом у поєднанні з мас-спектрометрією. Дослідження процесу адсорбції катіонів Cu(II), Pb(II), Fe(III) на поверхні синтетичних матеріалів у статичному режимі. Отримані результати показують, що адсорбційні властивості композиційних матеріалів залежать від рН середовища. Були побудовані ізотерми адсорбції та було визначено максимальну адсорбційну здатність досліджуваних органо-неорганічних композитів.

Композити на основі кремнезему з іммобілізованими полімерами виявилися в 1,5-5 разів більш стійкими до катіонів Cu²⁺, Fe³⁺, Pb²⁺, ніж немодифікований кремнезем.

1. Тертих В., Поліщук Л., Янішпольський В., Яновська Е., Дадашев А., Карманов В., Кічкірук О. Адсорбційні властивості функціональних кремнеземів щодо деяких токсичних іонів металів у водних розчинах. НАТО Наука заради миру та безпеки Серія С: Екологічна безпека 2008.119-132 с.

2. Gunzler H, Gremlich HU. ІЧ-спектроскопія. вступ. Weinheim: Wiley-VCH Verlag Gmbh & Co.; 2002.-Р. 60-62 .
3. Adsorption concentration of platinum metal by clinoptilolite / T. Y. Vrublevs'ka, L. V. Vrons'ka, O. Y. Korkuna, N. M. Matviichouk // Adsorp. Sci. Technol. – V. 17, No 1., 1999. – P. 29–38.
4. Зайцев В.Н. Комплексоутворення кремнезему: синтез, структура прищепного шару та хімія поверхні. Харків Україна: Фоліо; 1997. 66-72 с.

ВМІСТ І ТРАНСФОРМАЦІЯ СПОЛУК МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ

Нюкало Владислав Олегович,
здобувач вищої освіти IV курсу, johnbrawis.gov@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєв Сергій Володимирович,
старший викладач кафедри хімії, avdeevssv@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Мікроелементи є важливим фактором як для росту й розвитку рослин, так і для нормалізації стану ґрунту. Дослідження включає визначення вмісту сполук мікроелементів у ґрунтах різними методами, такими як атомно-абсорбційна спектроскопія та флуоресцентна спектроскопія. Крім того, вивчаються процеси трансформації цих сполук в ґрунтах і їх вплив на рослини та екосистему ґрунту.

Варто зазначити, що ґрунт є об'єктом хімічного дослідження. Тому проблема визначення вмісту та трансформації сполук мікроелементів у ґрунтах в умовах сьогодення є надзвичайно актуальною, оскільки якісна продуктивність сільськогосподарських культур визначається кількісним і якісним складом мікроелементів у ґрунтового профілі. Сполуки мікроелементів, таких як: залізо (Fe), мідь (Cu), манган (Mn), цинк (Zn), кобальт (Co), молібден (Mo) та інші є необхідними для здорового росту й розвитку рослин, забезпечення якості сільськогосподарських культур і підвищення рівня їх урожайності.

Сполуки мікроелементів у ґрунтах сприяють ефективному ґрунтоутворенню, що значною мірою впливає на процеси розчинності й осадження речовин, їх міграції та акумуляції тощо. Крім того, наявність сполук мікроелементів у ґрунтах залежить від низки факторів, наприклад: географічне розташування, рН середовища, рослинний покрив тощо [2].

Важливою складовою життєдіяльності рослин є сполуки мікроелементів, які відіграють ключову роль у різних біохімічних процесах, таких як фотосинтез, дихання та імунна відповідь. Вони необхідні для забезпечення правильного росту та розвитку рослин, а також для здоров'я тварин, які споживають ці рослини. Мікроелементи входять до складу ґрунту та забезпечуються через різноманітні джерела, включаючи природні процеси розщеплення мінералів і гідролізу органічних сполук. Однак, в результаті діяльності людини, такої як сільське господарство та промисловість, має місце велике антропогенне втручання в ґрунтову систему. Це може призвести до різкого погіршення якості ґрунту: втрати або надлишку сполук мікроелементів, які є необхідними для рослин і тварин [1].

Не менш важливою умовою для життя рослин є трансформація та взаємодія речовин у ґрунті. До прикладу, в ґрунтах можливі реакції амоніфікації, тобто переходу нітрогеновмісних сполук у аміак NH_3 під дією мікроорганізмів, який в свою чергу здатен реагувати з водою і утворювати амічну основу NH_4OH . Разом з тим, амоній гідроксид діє на рН середовища та на перетворення інших сполук мікроелементів тощо [3].

Отже, вміст і трансформація сполук мікроелементів у ґрунтах мають значний вплив на ріст і розвиток рослин, а також на екосистему ґрунту. Розуміння цих процесів може сприяти поліпшенню стратегій землеробства та ефективному використанню не лише мінеральних і органічних добрив, а й мікродобрив, що стане запорукою успіху в агрохімічній промисловості. Для подальших досліджень варто розглянути вплив інших факторів, таких як кліматичні умови та системи удобрення ґрунтів, на вміст і трансформацію сполук мікроелементів у ґрунтах.

1. Smith, J. A., Johnson, B. C. (2020). "Microelement Dynamics in Soil Ecosystems." *Soil Science Society of America Journal*, 84(3), 489-502.

2. Кирильчук А. А., Бонішко О. С. Хімія ґрунтів. Львів : Львів. нац. ун-т ім. Ів. Франка,

2011. 354 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/01/Kyryl-chuk-A.A.-KHimija-hruntiv.pdf> (дата звернення: 25.10.2023).

3. Saha, R., & Chakravarty, P. (2019). Transformation of micro- and macro-nutrients and heavy metals in soil: a review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1-19.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ХРОМАТОГРАФІЇ

Середюк Олена Андріївна,
здобувач вищої освіти III курсу, a.serediuk777@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Кичкирук Ольга Юрїївна,
кандидат хїмічних наук, доцент, panovao1972@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В сучасному світі хроматографія є важливим інструментом і стає невід'ємною частиною досліджень в багатьох галузях промисловості та науки. Цей метод аналізу використовують для розділення та аналізу речовин, для виявлення домішок та шкідливих речовин з метою контролю якості продукції [1].

У фармацевтичній промисловості хроматографія має велике значення у процесі розробки та контролю якості лікарських препаратів. Вона дозволяє аналізувати активні речовини, виявляти домішки та контролювати якість готових препаратів. Сучасні методи хроматографії дозволяють проводити аналіз широкого спектру речовин і забезпечують високу чутливість та точність результатів. Наприклад, за допомогою газо-рідинної хроматографії можна визначати домішки саліцилової кислоти у зразках ацетилсаліцилової кислоти (аспірину). Для цього використовують ацилювання метил йодидом у присутності калій карбонату, що вимагає колонкового хроматографічного розділення саліцилової кислоти перед дериватизацією [2].

Хроматографічні методи використовуються у харчовій промисловості, для контролю якості продуктів харчування, виявлення та аналізу домішок, шкідливих речовин та алергенів у продуктах. Також активно визначають склад і кількість поживних речовин у продуктах, що є важливим для забезпечення здорового харчування. Завдяки високоефективній рідинній хроматографії (ВЕРХ) можна проаналізувати цукровий склад харчових продуктів: вміст лактози в продукті, на якому зазначена позначка «без лактози» або вміст цукру в меді [3].

В екологічних дослідженнях хроматографія використовується для виявлення та аналізу різних забруднюючих речовин у природних середовищах. Це дозволяє контролювати стан довкілля та виявляти джерела забруднення за рахунок одержання точних даних про концентрацію забруднень токсичними речовинами. Існує кілька типів хроматографії, які застосовуються в моніторингу навколишнього середовища, включаючи газову хроматографію (ГХ), рідинну хроматографію (РХ) та іонну хроматографію (ІХ). Газова хроматографія використовується для аналізу летких органічних сполук в повітрі, тоді як РХ застосовується для широкого діапазону сполук, включаючи отруйні речовини та забруднювачі у воді, ґрунті та біоті. ІХ, з іншого боку, використовується для аналізу неорганічних забруднень, таких як солі, кислоти та основи, у пробах навколишнього середовища, зокрема у пробах води [4].

В медичних дослідженнях широкого застосування хроматографія набула в діагностиці та лікуванні різних захворювань. Сучасні методи хроматографічного аналізу дозволяють виявляти лікарські речовини у крові, контролювати концентрацію гормонів та виявляти наркотичні речовини у біологічних зразках. Це допомагає медикам проводити точну діагностику та вибирати ефективний метод лікування. Створення щеплення також є застосуванням хроматографії. За допомогою хроматографії можна визначити, які антитіла є найкращими для боротьби та нейтралізації певних захворювань. У поєднанні з мас-спектрометрією рідинна хроматографія зробила революцію в клінічних лабораторних дослідженнях [5].

Одним з головних напрямів розвитку сучасних хроматографічних методів аналізу є використання нових типів нерухомих фаз. Наприклад, введення наночастинок до стаціонарної фази дозволяє покращити роздільну здатність та швидкість аналізу.

Використання мас-спектрометрії в поєднанні з хроматографією дозволяє отримати більш точну інформацію про хімічний склад зразків. Перспективним методом є колонкова хроматографія з флуоресцентним детектуванням у напівкількісному та кількісному аналізі, де компоненти суміші виявляються за допомогою флуоресценції, що значно підвищує чутливість цього методу [1,6].

1. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 16-17 с, 120 с.

2. Application of gas-liquid chromatography and high-performance liquid chromatography to the analysis of trace amounts of salicylic acid, acetylsalicylic anhydride and acetylsalicylsalicylic acid in aspirin samples and aspirin formulations. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/977701/>

3. Application of gas chromatography in food analysis. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165993602008051>

4. Article 3: Applications of Chromatography in Environmental Science. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/article-3-applications-chromatography-environmental-science-wang-yi>

5. Applications of Chromatography. URL: <https://chromtech.com/applications-of-chromatography/>

6. Мас-спектрометрія (МС). URL: <https://pidru4niki.com/80356/ekologiya/mas-spektrometriya>

ФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ $Cu(II)$ У РОЗЧИНІ АМОНІАЧНИМ МЕТОДОМ

Танська Марія Вадимівна,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тітов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, chem@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В умовах воєнних дій на території України проблема впливу забруднювачів воєнного походження на якість харчових продуктів, зокрема питної води стає все більш актуальною. Одним із можливих джерел забруднення такого роду є потрапляння у ґрунти та водойми сполук Феруму, Купруму, Мангану та інших важких металів, що є складовими частинами бойових машин, танків, снарядів тощо.

Відповідно до Директиви ЄС [1] питну воду визнано головним харчовим продуктом, очистка якої від іонів важких металів залишається актуальною задачею.

В роботі проаналізовано можливість фотометричного визначення іонів Cu^{2+} у розчині амоніачним методом.

Розчини іонів Купруму(II) для фотометрії готували з маточного 1 М розчину купрум (II) нітрату шляхом відбирання відповідного об'єму мірною піпеткою, додаванням 3 мл 25 % розчину амоніаку та доведенням до мітки дистиллятом у мірній колбі на 25 мл (рис.1.)

З метою визначення максимальної довжини хвилі поглинання розчином купрум (II) аміаку проведено фотоколориметричне дослідження з використанням КФК-2 та кювети з довжиною 2 см. В якості розчину порівняння обрано дистильовану воду.

На рис. 1 зображено залежність оптичної густини від довжини хвилі поглинутого світла комплексом.

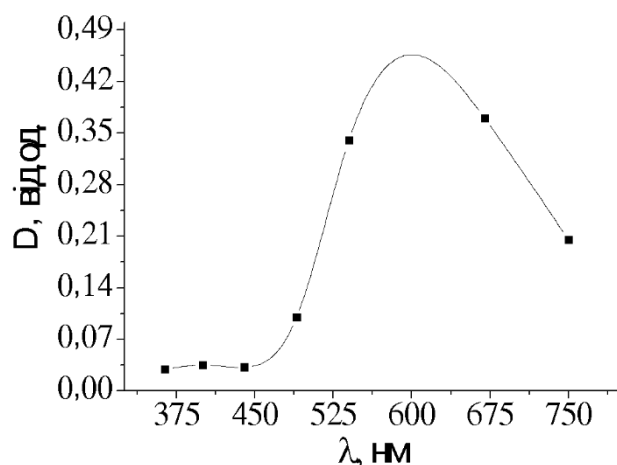


Рис. 1. Залежність оптичної густини від довжини хвилі світла

Встановлено, що максимум поглинання комплексом купрум (II) аміакату відбувається за довжини хвилі 670 нм, що добре узгоджується з літературними даними [2].

1. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2020/2184>

2. Хом'як М. О., Камінський О. М., Чайка М. В., Денисюк Р. О. Адсорбційне вилучення іонів купруму(II) з водних розчинів композитом на основі кремнезему. Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2023 : матеріали II Міжнар. наук. Конф. Дніпро : Середняк Т. К., 2023. С. 77-78. URL: <https://www.dsau.dp.ua/ua/page/materiali-konferencij.html>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КИСЛОТНОСТІ ГРУНТІВ НА ШВИДКІСТЬ ВИВІЛЬНЕННЯ КОМПОНЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ У СКЛАДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВАХ

Ярова Тетяна Юріївна,
здобувач вищої освіти, магістр, tania3316yarova@gmail.com
Сумський державний університет, Україна

Яновська Ганна Олександрівна,
доцент, a.yanovska@teset.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Щороку зростає забрудненість навколишнього середовища залишками мінеральних добрив, що призводить до погіршення стану водного, ґрунтового, та повітряного середовища. Це пояснюється тим, що азотне добриво добре розчиняється і може швидко проникати глибоко в шар ґрунту, куди не можуть дістатися коріння рослин. Нами було проаналізовано проблему забруднення навколишнього середовища компонентами мінеральних азотних добрив та запропоновано використання довготривалих капсульованих мінеральних добрив для регулювання норми вивільнення діючих речовин та кількості внесених у ґрунт добрив залежно від ґрунтово-кліматичних умов ґрунту.

Крім того, значною проблемою є виділення діючих речовин органічних добрив за різних значень рН ґрунту. Було необхідним перевірити розчинність добрив і їх здатність вивільняти компоненти при різних значеннях рН. У цій роботі проведені дослідження пролонгованого вивільнення активних інгредієнтів NP добрив при різних значеннях рН показують, що процес розчинення ядра частинки відбувається повільніше в лужному середовищі, ніж у кислому. Це пояснюється складом ядра гранули, основним компонентом якого є сечовина, яка має полярну молекулу і повільніше взаємодіє неполярними компонентами середовищем, молекули якого менш полярні.

Дослідження мікроструктури фосфатвмісного покриття проводили за допомогою скануючого електронного мікроскопа (SEO-SEM Inspect S50-B) і виявили, що перевагою отриманого добрива щодо розчинення частинок є однорідність його нанопористої структури. Вся поверхня оболонки має добре розвинену структуру пор по всій товщині оболонки. Проте одним із недоліків цих NP добрив є нерівномірність товщини оболонки в різних частинах частинок, що потребує додаткових досліджень та корекції параметрів процесу, а також необхідності дослідження термодинамічних властивостей процесу сушіння [1].

Аналіз елементного складу за допомогою енергодисперсійного спектрометра EDS (AZtecOne з детектором X-MaxN20, Oxford Instruments plc) показав, що в ядрі добрива, окрім азоту та фосфору, містяться такі мікроелементи та макроелементи, необхідні для росту та живлення рослин: O, Al, Si, P, K, Ca, Fe, Mg, S, Na [2].

Дослідження кінетики виділення фосфору та азоту дозволили визначити залежність між швидкістю виділення поживних речовин з досліджуваних гранул добрив та кислотністю ґрунту. Таким чином, в кислому середовищі частка P₂O₅ в розчині найбільша, а в лужних розчинах найбільша кількість розчиненого азоту [3].

Результати досліджень свідчать про можливість застосування апробованих комплексних органічних мінеральних добрив в ґрунтах Сумської області, оскільки умови внесення цих добрив відповідають агротехнічним властивостям ґрунтів регіону: зокрема, кислотність ґрунту коливається від 5 до 7,5. Тому процес розчинення досліджуваних добрив контролювали за цих значень рН ґрунту [4].

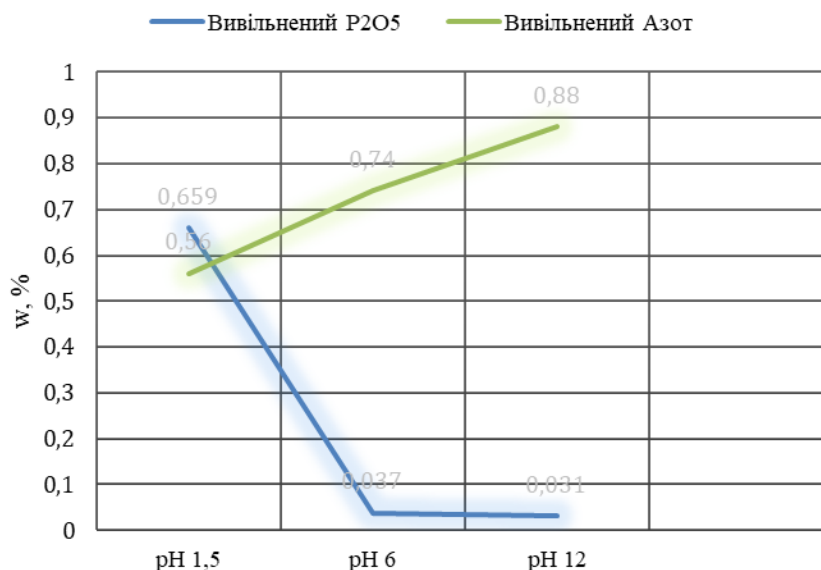


Рис. 1. Залежність вивільненого компонента добрива від рН середовища

1. Яновська Г. О., Вакал С.В., Артюхов А.Є., Вакал В.С., Школа В.Ю., Максименко Б.О., Зеленський А.М., Скляр В.І., Рудавіна Н.М. Процес формування нових екологічно безпечних добрив пролонгованої дії на основі сировини фосфоритових родовищ: звіт з досліджень виконання держбюджетної науково-дослідної розробки: Суми, 2020.

2. Ярова Т. Дослідження капсульованих органо-мінеральних NPK-добрив фізико-хімічними методами аналізу. Курсова робота з дисципліни: «Фізико-хімічні методи аналізу». Суми, 2022.

3. Ярова Т. Ю. Дослідження впливу кислотності ґрунтів на швидкість вивільнення компонентів живлення у складних мінеральних добривах : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 102 - хімія / наук. кер. Г. О. Яновська. Суми : Сумський державний університет, 2023. 54 с.

4. Ярова Т. Ю., Яновська Г. О. Дослідження впливу кислотності ґрунтів на швидкість вивільнення компонентів живлення у складних мінеральних добривах // Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма X Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 18–21 квітня 2023 р.) / редкол.: О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – С. 223-224.

Ця робота проведена за підтримки гранту МОН України 0120U102003.

СЕКЦІЯ 3:

ОРГАНІЧНА, БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ВМС

МОДИФІКОВАНІ ПОЛІВІНІЛПІРОЛІДОНВМІСНІ ГІДРОГЕЛІ З ПОКРАЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Гриценко Тарас Олександрович,
аспірант I курсу, taras.o.hrytsenko@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Левицький Володимир Євстахович,
доктор технічних наук, професор, volodymyr.ye.levytskyi@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Серед широкого кола гідрофільних полімерних матеріалів перспективними на даний час є кополімери 2-гідроксіетилметакрилату (ГЕМА) з полівінілпіролідонем (ПВП) [1]. Зростаюча зацікавленість гідрогельними матеріалами на основі кополімерів ГЕМА з ПВП (пГЕМА-пр-ПВП), насамперед, пов'язана з технологічними перевагами їх одержання та поєднанням унікальних властивостей – чудовою біосумісністю, сумісністю з кров'ю і низькою тромбогенністю, що відкриває перспективу їх використання, зокрема, в медицині та біотехнології. В попередніх роботах [2] розроблені композиції на основі ГЕМА та ПВП, які полімеризуються під дією FeSO₄. Полімеризація ГЕМА в присутності ПВП під дією Fe²⁺ відбувається з високою швидкістю за кімнатної температури, на повітрі, що дає можливість значно спростити та здешевити процес, скоротити його тривалість і розширити можливості його використання, зокрема, для виготовлення гідрогелевих медичних пов'язок [3]. Однак недоліком гідрогелевих пов'язок на основі пГЕМА-пр-ПВП кополімерів є недостатні міцнісні характеристики та пористість полімерної матриці. Наслідком недостатньої пористості є низька сорбційна здатність, особливо до рідин підвищеної в'язкості – ексудату, некробіотичних і гнійних продуктів. Тому метою даної роботи було створити гідрогелеву пов'язку, в якій, внаслідок модифікації полімерної матриці, забезпечити можливість підвищення її міцності з одночасним збереженням пористості та сорбційної здатності.

Пористість полімерної матриці підвищували фізичним методом, а саме, збільшенням вмісту розчинника (води) у вихідній реакційній композиції. Встановлено, що підвищення вмісту води до 200 мас.ч. у композиції із співвідношенням ГЕМА:ПВП=70:30 мас.ч., забезпечує зростання водовмісту з 53% до 69%, порівняно із кополімером, одержаним в масі. Міцність на прорив плівкових гідрогелевих матеріалів ($\delta = 1,8$ мм) при цьому є низькою і становить $\sigma=0,07$ МПа. Для полімерних гідрогелів є характерною залежність – з підвищення пористості та водовмісту відбувається погіршення міцнісних характеристик. З метою підвищення міцності гідрогелів, до вихідної композиції додавали полівініловий спирт (ПВС), для зшивання якого використовували тетраборат натрію. Одержані модифіковані гідрогелеві плівки ($\delta = 1,8$ мм) на основі вихідної композиції складу ПВП:ПВС:ГЕМА:H₂O=20:10:70:200 мас.ч. характеризуються водовмістом 57% та граничною міцністю на прорив $\sigma=0,22$ МПа, яка у три рази переважає міцність немодифікованих гідрогелів.

Гідрогелі на основі одержаних кополімерів характеризуються високою міцністю, еластичністю та прозорістю. Синтез матеріалів та методи формування виробів можуть бути здійснені в звичайних умовах без складного технологічного устаткування.

1. Suberlyak O., Skorokhoda V. Hydrogels based on polyvinylpyrrolidone copolymers. Hydrogels. Haider, S., Haider, A., Eds.; IntechOpen: London, United Kingdom, 2018. P. 136–214.

2. Grytsenko O., Dulebova L., Suberlyak O., Skorokhoda V., Spišák E., Gajdos I. (2020). Features of structure and properties of pHEMA-gr-PVP block copolymers, obtained in the presence of Fe²⁺. Materials. 2020. 13(20). P. 4580–4594.

3. Grytsenko O., Pokhmurska A., Suberliak S., Kushnirchuk M., Panas M., Moravskyi V., Kovalchuk R. Technological features in obtaining highly effective hydrogel dressings for medical purposes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. V.6, No 6 (96). P. 6–13.

ГІДРАЗОНИ АРОМАТИЧНИХ АЛЬДЕГІДІВ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

Левковська Альона Олександрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, alenalevkovska@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Листван Віталій Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент, listvan@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович,
доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор (б.в.з.) chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Гідразони відіграють важливу роль у медичній та фармацевтичній хімії. Хіміотерапевтичний ефект цього класу органічних сполук став поштовхом, який привернув увагу багатьох дослідників, що займаються відкриттям і розробкою сучасних ліків, синтезом та дослідженням їх біологічної активності з метою пошуку гідразонів з високою біоактивністю. Ароматичні гідразони - це сполуки, що утворюються з гідразидів фенольних кислот і ароматичних альдегідів. Як правило, ці сполуки містять азометинову групу (-NH-N=CH-), які одержують кип'ятінням із зворотним холодильником стехіометричних кількостей ароматичного гідразиду та альдегіду або кетону, розчинених у відповідному розчиннику. Таким чином, гідразиди та гідразони сьогодні мають значне технічне та комерційне значення завдяки їх широкому використанню як ліків у медицині та як універсальних лігандів у координаційній хімії [1].

Гідразони – це універсальний клас органічних сполук, оскільки такі речовини здатні вступати у хімічні реакції в якості як нуклеофілів, так і електрофілів. Своєрідність фізичних та хімічних властивостей гідразонів визначається присутністю у їхніх молекулах двох хімічно зв'язаних атомів Нітрогену. Більшість гідразонів ароматичних альдегідів проявляють люмінісцентні та фотохімічні властивості. Ці властивості пояснюються взаємодією між неподільними парами двох сусідніх атомів Нітрогену в молекулі гідразину. На основі гідразинів також можна виготовляти люмінофори [2].

Наприклад, в роботі [1] проведено синтез гідразонів бензойної та фенолокіслот за такою методикою: ароматичний альдегід розчиняли в етанолі та обробляли розчином гідразиду бензойної кислоти або гідразиду фенолової кислоти в етанолі (25 мл), а потім додавали три краплі крижаної оцтової кислоти. Суміш інтенсивно перемішували і кип'ятили із зворотним холодильником на водяній бані протягом трьох годин. Потім реакційну суміш охолоджували до температури навколишнього середовища, а утворений осад відфільтровували, висушували та перекристалізували з етанолу з отриманням кінцевих гідразонів різного складу.

На рис. 1 показано загальну схему синтезу гідразонів бензойної та фенолкарбонових кислот.

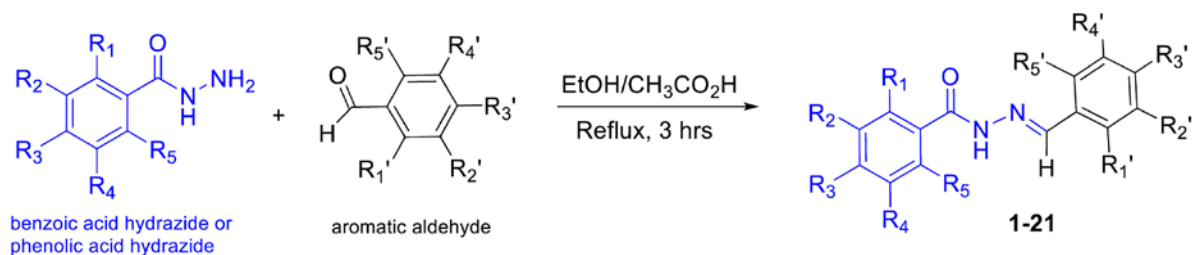


Рис. 1. Схема синтезу гідразонів [1]

Завдяки набору унікальних властивостей більшість гідразонів ароматичних альдегідів використовуються в техніці, електроніці, ними покривають елетропроменеві трубки, де світіння формує зображення. Гідразони проявляють антиоксидантну властивість, вони інгібують вироблення тирозину та холінестерази. На даний час гідразони знайшли своє застосування в якості проміжних продуктів для отримання протитуберкульозних, протипухлинних та протимікробних препаратів, а також в синтезах формазанів та вердазилів [3].

1. Ziad Moussa, Mohammed Al-Mamary, Sultan Al-Juhani, Saleh A. Ahmed Preparation and biological assessment of some aromatic hydrazones derived from hydrazides of phenolic acids and aromatic aldehydes. 2020. Heliyon. e05019. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05019>

2. Хімія навколишнього середовища. Хімія органічних сполук: підручник. Частина 2. Похідні аліфатичних вуглеводнів / О. І. Василькевич, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов. 2020. 67 с.

3. Хімія органічних сполук. Підручник для вищих навчальних закладів. м. Івано-Франківськ: При-карпат.нац.ун-т ім. В.Стефаника / С. А. Курта, Є. Р. Лучкевич, М. П. Матківський. 2013. 588 с.

НОВІ ГІДРАЗОНИ ТА СЕМІКАРБАЗОНИ – ПОХІДНІ 2-АЦИЛІНДАНДІОНІВ

Мельниченко Марія Василівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти,
masha.melnychenko16@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Листван Віталій Володимирович,
доцент, доцент кафедри хімії, доктор хімічних наук, listvan@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

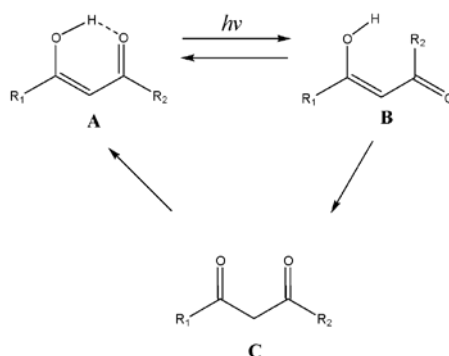
Гжегож Литвиненко,
професор, доктор хаб. хімічних наук
Варшавський університет, Польща

Мартина Цубуларчик-Цецотка,
доктор хімічних наук
Варшавський університет, Польща

Листван Катерина Володимирівна
старший науковий співробітник
Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Україна

Незважаючи на те, що дослідження похідних 1,3-індандіону тривають досить здавна, вони не втратили своєї актуальності і нині. Дані речовини є досить цікавими для дослідників завдяки своїм хімічним та біологічним властивостям, своїй екологічності та доступності, а також можливості їх подальших хімічних перетворень. Досить легко можна синтезувати нові похідні на основі 2-ацил-1,3-індандіонів, наприклад, при введенні їх у реакцію з аміносполуками, амінами і гідразинами. Продуктами в цьому випадку можуть бути азометани, гідразони та семікарбазони, що є важливими у медичній та фармацевтичній галузі насамперед завдяки фізіологічним властивостям. Тож, похідні цього роду здатні проявляти антимікробну, протималярійну, бактерицидну дію, деякі представники запатентовані як протипухлинні, протизапальні, протиракові, спазмолітичні речовини, а також вони можуть використовуватися як родентициди, гербіциди та інсектициди.[1,4,5,7,9,10]

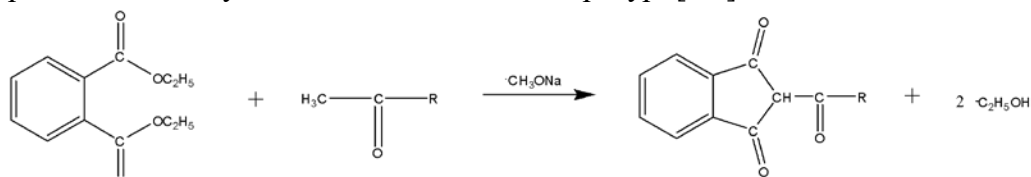
Цікавість дослідників також викликає особливість хімічної будови 2-ацил-1,3-індандіонів. Наявність кето-енольної таутомерії зумовлює здатність цих речовин проявляти різні хімічні властивості залежно від форми, в якій вони перебувають: кетону, енолу або у рівновазі між двома формами. Слід зазначити, що ці форми легко можуть переходити одна в одну.[3]



де R_1 та R_2 – ацильні або арильні замісники.

Рис.1. Перехід між різними формами 1,3-дикетонів під впливом УФ-випромінювання

Отримання ацильних похідних 1,3-індантіону проводять давно відомим методом конденсації Кляйзена, яка заснована на взаємодії діетифталату з відповідним кетоном при нагріванні та застосуванні каталізатора. Ми спробували синтезувати деякі 2-ацил-1,3-індантіони трохи змінивши умови, що зазначені в літературі.[3,8]

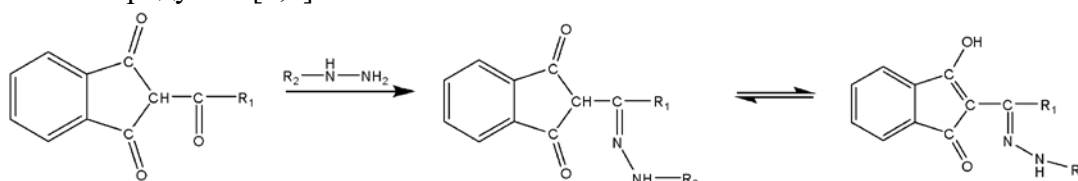


де R: -CH₃; -C₂H₅; -CH₂-CH₃(CH₃);

Рис.2. Схема перебігу конденсації Кляйзена

При спробі провести конденсацію при охолодженні ми зазнали невдачі, оскільки продуктом у цьому випадку був трансестерифікований діетифталат. У випадку проведення конденсації при підвищенні температури проблем не відбулося. У літературі існують дані [8], що найкраще застосовувати свіжоприготовлений натрій метилат, оскільки це підвищує вихід продукту. Ми використали вже готовий каталізатор і це ніяк не вплинуло на перебіг реакції та вихід продукту, але значно зекономило час. Так, було одержано 5 ацильованих 1,3-індантіонів з замісниками різного роду – алкільними, алкільними розгалуженої будови та ароматичними. Продукти з ароматичними замісниками є більш вибагливими у процесі розчинення.

Ацильовані 1,3-індантіони досить легко вступають в подальшу взаємодію з такими сполуками як гідразиди, семікарбази та ін. з утворенням гідразонів та семікарбазонів та відповідно інших продуктів.[3,8]



де R₁: -CH₃; -C₂H₅; -CH₂-CH₃(CH₃);

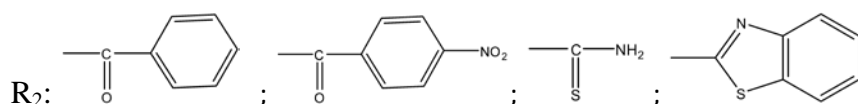


Рис.3. Схема перебігу реакції між 2-ацил-1,3-індантіонами та аміносполуками

Таким способом нам вдалося успішно синтезувати 16 із 20 запланованих речовин. За допомогою аналізу ЯМР отриманих спектрів ¹H встановлено, що 12 речовин знаходяться у формі енолу та 4 – у формі кетону.

Антиоксидантну активність одержаних гідразонів та семікарбазонів було досліджено методом DPPH та методом зупиненого потоку. Метод DPPH ґрунтується на вимірюванні інтенсивності забарвлення радикалу до та після взаємодії з досліджуваною речовиною від пурпурно-синього до світло-жовтого. Зазвичай інтенсивність забарвлення розчину зменшується при зменшенні концентрації розчину, а оптичну густину в цьому випадку вимірюють спектрофотометрично. [2] При дослідженні отриманих 2-ацил-1,3-індантіонів та синтезованих на їх основі гідразонів та семікарбазонів, 5 речовин із 21 показали високу антиоксидантну активність на рівні тролоксу. Таку властивість проявили сполуки, що належать до групи S-тіосемікарбазонів та бензотіазолігідразонів.

Метод зупиненого потоку [6] відноситься до кінетичних методів дослідження та

заснований на відстеженні швидкості хімічної реакції у часовому проміжку від мілісекунд до секунд. Реакція між вільним радикалом DPPH та досліджуваною речовиною проводиться у спиртовому розчині (у якості розчинника у нашому випадку використано етанол). Зокрема, швидкість цієї реакції залежить від концентрації досліджуваної речовини, тому ми зменшували концентрацію кожної досліджуваної сполуки у 5-8 разів, засікаючи при цьому час проходження кожної реакції, після чого обчислювали константу швидкості реакції. З огляду на нерозчинність більшості речовин у спирті, дослідження було проведено для 3 ацильованих 1,3-індантіонів та 4 гідразонів. Також ми спробували змінити середовище додаванням у розчин досліджуваної речовини NaOH чи CH₃COOH та встановили, що швидкості реакцій при цьому відрізняються, що, ймовірно, пов'язано із кето-енольною таутомерією.

Таким чином, з огляду на особливість своєї структури 2-ациліндантіони є досить цікавими сполуками з хімічної точки зору, а їх дослідження є доволі перспективним у майбутньому; дослідження гідразонів та семікарбазонів синтезованих на основі ацильованих 1,3-індантіонів з ароматичними замісниками потребує більш тривалого часу для дослідження, що пов'язано з їх малою розчинністю, на відміну від речовин, що містять алкільні замісники та легше розчиняються.

1. Deady LW, Desneves J, Kaye AJ, Finlay GJ, Baguley BC, Denny WA (2000) Synthesis and antitumor activity of some indeno[1,2-b]quinoline-based bis carboxamides. *Bioorg Med Chem* 8:977–984. doi:10.1016/S0968-0896(00)00039-0

2. Foti, M. C.; Daquino, C.; Geraci, C. Electron-transfer reaction of cinnamic acids and their methyl esters with the DPPH• radical in alcoholic solutions. *J. Org. Chem.* 2004, 69 (7), 2309–2314.

3. L.B.Kilgore, J.F.Ford, W.C.Wolfe. Insecticidal Properties of 1,3-Indandiones.// *Ind.Eng.Chem.* 1942. V.34. № 4. P.494-497.

4. Rampa A, Bisi A, Belluti F, Gobbi S, Valenti P, Andrisano V, Cavrini V, Cavalli A, Recanatini M (2000) Acetylcholinesterase inhibitors for potential use in Alzheimer's disease: molecular modeling, synthesis and kinetic evaluation of 11H-indeno-[1,2-b]-quinolin-10-ylamine derivatives. *Bioorg Med Chem* 8:497–506. doi:10.1016/S0968-0896(99)00306-5

5. Venugopalan B, Vapat C, Pinto Desouza E, Desouza N (1992) Synthesis of 2-and 3-(4-chlorophenyl)-4-hydroxy-7-(4-trifluoromethylphenyl)-5,6,7,8-tetrahydroquinolin-5-one and 5,10-dihydro-11H-8-chloroindeno[1,2-b]quinolin-10,11-diones as antimalarials. *Indian J Chem Sect B Org Chem Incl Med Chem* 31:35–38

6. W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier and C. Berset. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity // *LWT - Food Science and Technology*, 1995.- Vol.28.- P. 25–30

7. Yamato M, Takeuchi Y, Hashigaki K, Ikeda Y, Chang MR, Takeuchi K, Matsushima M, Tsuruo T, Tashiro T (1989) Synthesis and antitumor activity of fused tetracyclic quinoline derivatives. 1. *J Med Chem* 32:1295–1300. doi:10.1021/jm00126a025

8. Листван В.В., Листван В.М., Авдеева В.В. 2-Ациліндантіони як напівпродукти для синтезу нових сполук з потенційною фізіологічною активністю // *Наук. записки Тернопільського держ. пед. університету. Сер. хім.-* 2003.- Вип.7.- С. 10-13.

9. Пат. 171342 (1986) ЄС // *С.А. Vol.104. № 109627*

10. Пат. 8024128 (1980) Японії // *С.А. Vol.93. № 114189.*

ВЗАЄМОДІЯ АЛЬДЕГІДІВ З АЛКІЛІДЕНФОСФОРАНАМИ

Пушкар Вікторія Сергіївна

здобувач вищої освіти IV курсу, vpushkar736@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Листван Віталій Володимирович

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії
listvan@ukr.net

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

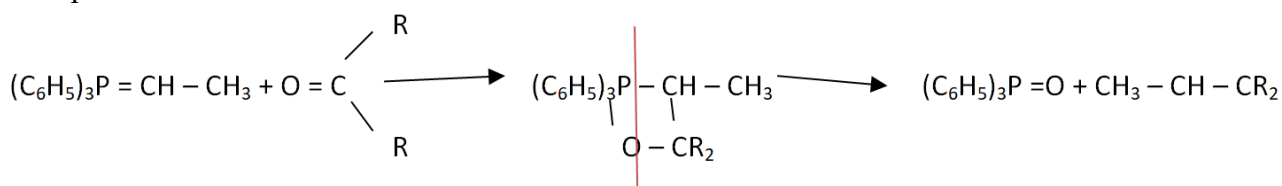
Віленський Володимир Олексійович

доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри хімії
volodymyr-vilensky@ukr.net

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Фосфоріліди (алкіліденфосфорани) – клас фосфорорганічних сполук, що досить широко застосовуються, зокрема, у відомій реакції Віттіга для синтезу ненасичених сполук, нерідко досить складної будови. Фосфоріліди містять подвійний зв'язок P=C, помітно поляризований, причому електронна густина зміщена до атома Карбону. Тому вони проявляють характер карбаніонів. Реакційним центром є атом Карбону, і за участю цього атома відбуваються різноманітні реакції сполук цього класу, в тому числі реакція ацилювання.

Алкіліденфосфорани називають алкілідами (фосфонійлідами). Фосфонійліди – досить сильні нуклеофіли й легко взаємодіють з карбонільними сполуками (альдегідами, кетонами) з одержанням алкенів:



Реакція отримала назву реакції Віттіга. Вона дозволяє синтезувати алкени зі строго визначеним положенням подвійного зв'язку. Похідні фосфітних та фосфатних кислот знаходять застосування як інсектициди для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських рослин.

Боев і Домбровський отримали фероценовмісний алкіліденфосфоран, стабілізований фосфоновою групою, який за реакцією Віттіга дає фероценовмісні діетилфосфонати. Взаємодія алкіліденфосфоранів з альдегідами з утворенням ненасичених сполук з C=C зв'язком (реакція Віттіга) – найвідоміший напрямок використання цих сполук, завдяки якому вони і стали широко відомими. Однак, як виявилось пізніше, ці речовини можуть вступати в різноманітні хімічні реакції. Нерідко ці перетворення фосфорілідів призводять до утворення речовин інших класів і можуть слугувати препаративними способами отримання останніх.

1. Листван, В. М., Листван, В. В., Шекель, А. М. (2007) Алкіліденфосфорани: синтез, реакційна здатність, синтетичні можливості. Вісник Черкаського університету.

2. <http://eprints.zu.edu.ua/17797/1/KMBT28220150612144808.pdf>

СЕКЦІЯ 4:

ФІЗИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

ДОСЛІДЖЕННЯ СРУКТУРИ МІДНО-ІТРІЄВОГО ГРАНАТУ, ОДЕРЖАНОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗОМ

Афанасьєва Анастасія Павлівна,
здобувач вищої освіти II курсу afonya.chem@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Онищук Олександра Олегівна,
здобувач вищої освіти II курсу alexandra.verlak@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тітов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, chem@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна
заступник завідувача відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів –
завідувач сектору фізико-хімічних досліджень
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Наноматеріали – це сучасні синтетичні речовини, у яких поєднується унікальний набір фізико-хімічних властивостей завдяки своїм мікроскопічним розмірам (1 – 100 нм). Властивості таких матеріалів залежать від умов синтезу та розмірного ефекту. До таких наноматеріалів, які набувають популярності серед дослідників, належать наноматеріали зі структурою шпінелі, наприклад, ітрієві гранати.

Особливий інтерес до ітрієвих гранатів зі структурою шпінелі викликаний тим, що вони є чудовими господарями для легованих лантаноїдами оптичних матеріалів (твердотільних лазерів) [1].

В даній роботі проведено синтез мідно-ітрієвого гранату золь-гель методом та досліджено його склад методом рентгенофлуоресцентного спектрального аналізу. Дослідження проводилось на енергодисперсійному рентгенофлуоресцентному спектрометрі «ELVAX» Model SER-01».

На рис. 1 показано рентгенограму елементного аналізу зразка мідно-ітрієвого гранату.

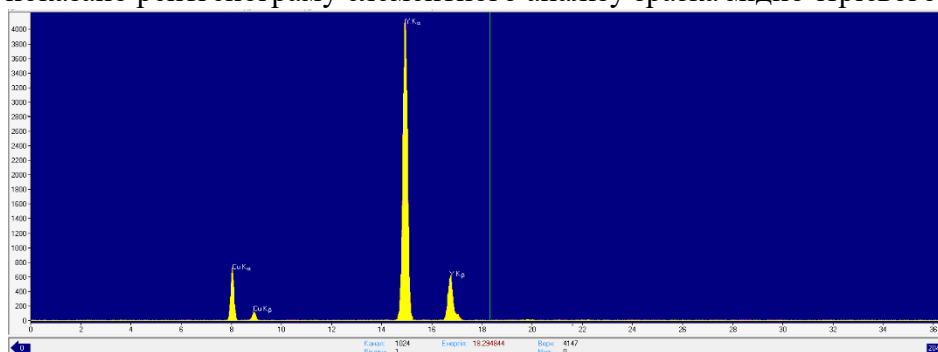


Рис.1. Рентгенограма зразку мідно-ітрієвого гранату.

За даними рентгенофлуоресцентного спектрального аналізу встановлено, що мідно-ітрієвий гранат має такий склад: 67,5 % Ітрію, 9,4 % Купруму та 23,1 % Оксигену. Таким чином формула синтезованого мідно-ітрієвого гранату становить: $\text{CuY}_5\text{O}_{10}$.

1. M. Bredol, J. Micior Preparation and characterization of nanodispersions of yttria, yttrium aluminium garnet and lutetium aluminium garnet. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2013. Vol. 402. P. 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.03.060>

2. V. A. Kreisberg, Y. D. Ivakin, M. N. Danchevskaya Volatile impurities in the structure of $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ garnet synthesized in water fluid *The Journal of Supercritical Fluids*. 2021. Vol. 168. 105078. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.105078>

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ БАРВНИКІВ

Бурківська Ірена Вікторівна,
здобувач вищої освіти I курсу iraburkivska0@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Крижанівська Валентина Вікторівна,
здобувач вищої освіти I курсу iraburkivska0@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Томашик Василь Миколайович,
доктор хімічних наук, професор, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Романишина Людмила Михайлівна,
доктор педагогічних наук, професор, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Серед низки сучасних синтетичних наноматеріалів все більшої популярності набувають речовини, що поєднують в собі різноманітні фізико-хімічні властивості, наприклад, мають хороші адсорбційні властивості та можуть реагувати на зовнішнє магнітне поле, тобто бути магніточутливими. До таких матеріалів можуть належати наноферити.

Ферити є складнооксидними хімічними сполуками, що мають загальну формулу MFe_2O_4 , де M – частіше за все двовалентний іон металу, наприклад, $Cu(II)$, $Zn(II)$, $Mg(II)$, $Ni(II)$, $Fe(II)$, $Co(II)$ і $Mn(II)$. Магнітом'які ферити кристалізуються в кубічній системі і мають структуру шпінелі – природного мінералу складу $MgAl_2O_4$ [1].

В даній роботі досліджено адсорбційну активність магнієвого фериту щодо барвника конго червоного (КЧ).

З метою підтвердження проходження адсорбції конго червоного на поверхні магнієвого фериту було знято ІЧ – Фур'є спектр попередньо підготованого зразка $MgFe_2O_4$ /КЧ (рис. 1.)

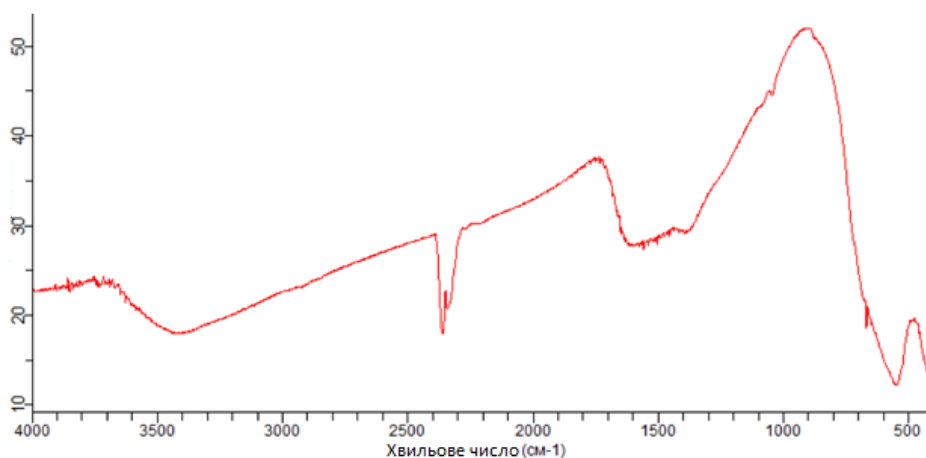


Рис. 1. ІЧ – Фур'є спектр зразка $MgFe_2O_4$ /КЧ після адсорбції

Встановлено, що утворення інтенсивного дублету при $2450 - 2300 \text{ cm}^{-1}$ валентних коливань $-OH$ груп на поверхні зразку може вказувати на проходження фізичної адсорбції на

еквівалентно однакових центрах на межі поділу «адсорбат – адсорбент», як зазначають автори [2].

1. D. Harikishore Kumar Reddy a, Yeoung-Sang Yun Spinel ferrite magnetic adsorbents: Alternative future materials for water purification? Coordination Chemistry Reviews. 2016. Vol. 315. P. 90-111 <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2016.01.012>

2. Frolova, L. A., Hrydnieva, T. V. Synthesis, structural, magnetic and photocatalytic properties of MFe_2O_4 (M=Co, Mn, Zn) ferrite nanoparticles obtained by plasmachemical method. J. of Chem. and Techn. 2020. Vol. 28(2). P. 202-210. <https://dx.doi.org/10.15421/082022>

СУСПЕНЗІЇ, ЕМУЛЬСІЇ ТА КЛЕЇ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ

Ванельчук Ірина Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, ira.vanelchuk2003@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Суспензії, емульсії та клеї, як представники класів колоїдно-дисперсних систем, мають велике значення у кожному аспекті нашого життя. Вони є важливими також у наукових дослідженнях, промислових процесах та застосовуються в різних сферах людської діяльності.

Суспензії - це класи грубо-дисперсних систем, в яких тверда фаза речовини диспергована в рідкому середовищі. Дисперсну тверду фазу інколи називають внутрішня (дисперсна) фаза і суцільна – зовнішня (дисперсійне середовище). Середовище суспензій може бути як водним, так і неводним.

Класичний діапазон розмірів для цих дисперсій (1 нм – 1 мкм) передбачає, що дисперговані частинки повинні мати сферичну форму. Коли розглядаються інші форми частинок, діаметром до 2 мкм, то їх можна описати як колоїди. Суспензії, які зазвичай використовуються в різних галузях, мають діаметр більше 0,2 мкм і часто містять частинки, які перевищують класичні обмеження розміру, наведені вище, іноді до 50-100 мкм в діаметрі.

Суспензії є важливими для багатьох промислових та наукових галузей, оскільки вони дозволяють розподіляти та переміщувати тверді частинки у рідині з високою стабільністю. Деякі основні види суспензій включають ті, що містяться в харчових продуктах, фармацевтичних препаратах, побутових і промислових продуктах. Суспензії також є досить важливими та широко поширеними в нафтовій промисловості і можуть зустрічатися на кожному етапі видобутку та переробки нафти. У цій сфері промислового видобутку та переробки нафти, швидше за норму, ніж виняток, суспензії містять не тільки тверді частки та воду, а й емульговану олію і навіть бульбашки диспергованого газу [1].

Емульсії - це колоїдні дисперсії, в яких рідка фаза диспергована в рідкому середовищі різного складу. Дисперсність системи сильно варіює – від крапель розміром від 10^{-7} м до таких, що видно неозброєним оком [2].

У більшості емульсій одна з рідин є водорозчинною, а інша - вуглеводневою, і називається олією. Легко розрізнити два типи емульсії залежно від того, яка рідина утворює суцільну фазу:

- олія у воді для крапель олії, диспергованих у воді або пряма емульсія
- вода в олії для крапель води, диспергованих в олії або обернена емульсія [1].

Емульсії використовуються в різних галузях. Деякі емульсійні продукти зустрічаються у харчових продуктах, інсектицидах та гербіцидах, поліролях, ліках, біологічних системах, асфальтовому покритті, фарбах, лаках, а також електро- і теплоізоляційних матеріалах. Емульсії також застосовуються в косметичці, сільському

господарстві, фотографії та доставці ліків. Використання емульсій для забезпечення постійних і тимчасових протипінних засобів є важливим для ще більшої різноманітності продуктів і процесів, включаючи харчові продукти, косметику, фармацевтику, целюлозу та папір, очищення води та збагачення мінералів тощо [3,4].

Емульсії можна зустріти на всіх етапах переробної промисловості. Наприклад, у нафтовій промисловості як бажані, так і небажані емульсії пронизують весь виробничий цикл, включаючи емульсійну бурову рідину; емульсії, що використовуються в процесах покращення вилучення нафти; емульсії для видобутку гирла свердловини, транспортування через трубопроводи, а також в процесі нафтопереробки. Такі емульсії можуть містити не тільки нафту і воду, але також тверді частинки та газ [5].

Клеї – це дисперсії полімерних речовин у розчиннику. Механізм дії клею включає адгезію, тобто здатність приклеюватися до поверхні, і коагуляцію, коли клей висихає і створює міцне з'єднання між матеріалами. Природа полімерних частинок відіграє ключову роль у механізмі дії клею, оскільки саме вони відповідають за приклеювання і створення міцного з'єднання. Клеї використовують у будівництві, виробництві меблів та інших галузях, де необхідно створювати міцні з'єднання [6,7].

1. Laurier L. Schramm. Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications. Copyright. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2005. 465 p.

2. Емульсії [Назва з екрану]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2348/emulsii>.

3. Adamson A.W. Physical Chemistry of Surfaces; 5th ed. Wiley: New York. 1990

4. Everett, D. H. Basic Principles of Colloid Science, Royal Society of Chemistry: London. 1988.

5. Schramm, L.L. (Ed.), Emulsions: Fundamentals and Applications in the Petroleum Industry, American Chemical Society: Washington. 1992.

6. Chris Woodford Adhesives (glues). 2022. URL: <https://www.explainthatstuff.com/adhesives.html>.

7. Adhesive. The Editors of Encyclopaedia Britannica.. Encyclopaedia Britannica. 2021. URL: <https://www.britannica.com/technology/adhesive>.

«ЗЕЛЕНИЙ» СИНТЕЗ МАГНІТОЧУТЛИВИХ НАНОЧАСТИНОК

Галушко Юлія Миколаївна,
здобувач вищої освіти III курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Мординський Іоанн Сергійович,
здобувач вищої освіти III курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімчик Ольга Сергіївна,
здобувач вищої освіти III курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тітов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, chem@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

На сучасному етапі розвитку нанохімії та матеріалознавства, феритові наночастинки представляють великий інтерес в науковому аспекті завдяки своїм структурним, магнітним та електричним властивостям [1]. Крім того, їх магнітні властивості можна контролювати з урахуванням практичного застосування шляхом правильного вибору декількох двох- та трьохвалентних елементів та їх співвідношення в структурі феритів.

Останнім часом все більшої популярності набуває «зелений» синтез наночастинок, суть якого полягає у використанні живих об'єктів для синтезу різноманітних наноматеріалів.

Так, у роботі [2] проведено економічно ефективний «зелений» синтез наночастинок нікель фериту (NiFe_2O_4) при використанні зразків NF1 і NF2 відповідно з екстракту листя *Terminalia catappa*. Рентгеноструктурний аналіз (XRD) показав, що зразки NF1 і NF2 мають інверсну структуру шпінелі з середнім розміром кристалітів 11,78 і 8,01 нм. Інфрачервона спектроскопія Фур'є (FTIR) та спектральний аналіз NF1 підтвердив утворення фериту шпінелі [2]. Відповідні нікель(II) та ферум(III) нітрати розчиняли у 50 мл дистильованої води у молярному співвідношенні 1:2. Експерименти проведено з двома різними об'ємами екстракту листя, включаючи 10 і 20 мл. Екстракт листя *Terminalia catappa* додавали по краплях до розчинів прекурсорів, нагрітих при інтенсивному перемішуванні за 80 °С. Потім розчин нагрівали до отримання гелю. Гель сушили в сушильній шафі за 150 °С протягом 2 год. Зразки відпалювали при 600 °С протягом 4 год. Готові порошкові зразки NiFe_2O_4 для X = 10 і 20 мл були позначені як NF1 і NF2 відповідно [2].

Авторами [3] з метою цільової терапії раку проведено «зелений» синтез наночастинок $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{ZnS}$ з екстрактом листя *Moringa oleifera*, як агентів магнітної гіпертермії. Рентгенівською дифракцією показано утворення кубічної шпінелі фериту CoFe_2O_4 і кубічної цинкової суміші ZnS фази в композитних наночастинках. Середні розміри частинок CoFe_2O_4 і $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{ZnS}$ становили 12 і 17 нм відповідно. ІЧ_Фур'є спектроскопією показано, що утворений пік при 1406-1411 cm^{-1} вказує на включення ZnS на поверхні.

У роботі [4] проведено «зелений» синтез композитних наночастинок Fe₃O₄/Ag з використанням *Moringa Oleifera* (МО) екстракту в процесі співосадження. Мікроструктура, оптичні та магнітні властивості синтезованого нанокompозиту досліджено рентгенівськими та ІЧ-Фур'є спектроскопічними методами. Встановлено, що додавання Ag збільшує розмір кристалітів наночастинок композиту Fe₃O₄/Ag до 25,4–32,6 нм. Загалом, результати свідчать, що додавання Ag до Fe₃O₄ має значний вплив на мікроструктурні, оптичні та магнітні властивості.

Проведено «зелений» синтез [5] каталізатору на основі магнітних наночастинок паладію (Pd/Fe₃O₄), декорованих на вуглецевій наносфері. Фітохімічні речовини, такі як поліфеноли, сапоніни, стероїди та флавоноїди, присутні в екстракті пагонів *Chenopodium album* Linn., полегшують відновлення Pd⁺² до Pd⁰. Синтезований каталізатор досліджено методами польово-емісійної скануючої електронної мікроскопії (FESEM), XRD та FTIR. Встановлено, що частинка сферичної форми, середній розмір яких становив 70–90 нм. Синтезований каталізатор використовувався в реакції сполучення Сузукі-Міяура з арилгалогенідами та метоксифенілборонової кислоти в присутності фосфату калію та 1,4-діоксану при 90 °С. Каталізатор було перероблено та використано в реакції перехресного сполучення для перевірки ефективності. Показано, що каталізатор був активним до двох циклів, після чого втрачає ефективність.

Як видно з літературних даних, «зелений» синтез є ефективний метод сучасного синтезу наночастинок різного функціонального призначення.

1. Masrou, M. Hamedoun, A. Benyoussef, E.K. Hlil. Magnetic properties of mixed Ni-Cu ferrites calculated using mean field approach. J. Magn. Mater. 2014. V. 363. P. 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.03.043>

2. E. Sarala, M. Vinuth, M. Madhukara Naik, Y.V. Rami Reddy Green synthesis of nickel ferrite nanoparticles using Terminalia catappa: Structural, magnetic and anticancer studies against MCF-7 cell lines. Journal of Hazardous Materials Advances. 2022. 100150. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100150>

3. D. A. Larasati, D. L. Puspitarum et al. Green synthesis of CoFe₂O₄/ZnS composite nanoparticles utilizing Moringa Oleifera for magnetic hyperthermia applications. Results in Materials. 2023. Vol. 19. 100431. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100431>

4. M. Y. Darmawan, N. I. Istiqomah, N. Adrianto, R. M. Tumbelaka, A. D. Nugraheni, E. Suharyadi Green synthesis of Fe₃O₄/Ag composite nanoparticles using Moringa oleifera: Exploring microstructure, optical, and magnetic properties for magnetic hyperthermia applications. Results in Chemistry. 2023. Vol. 6. 100999. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.100999>

5. M. Pai, E. Ahmed, S. Baturki, S. G. Kumar, R. Kusanur Green synthesis of Palladium magnetic nanoparticles decorated on carbon nanospheres using Chenopodium and their application as heterogenous catalyst in the Suzuki-Miyaura coupling reaction. Applied Surface Science Advances. 2023. Vol. 16. 100427. <https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2023.100427>

ПРОМИСЛОВЕ ВИКОРИСТАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

Гордієнко Марина Вікторівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович,
доктор хімічних наук, старший науковий співробітник,
професор кафедри хімії, volodymyr-vilensky@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Нестримне забруднення навколишнього середовища пестицидами, гербіцидами, фунгіцидами, інсектицидами та ін. зумовлена процесами їх багаторічного використання та накопичення. Сьогодні світ намагається вирішувати проблему переробки, утилізації або вторинного використання синтетичних хімічних пестицидів. Стосовно гексахлорбензолу діє Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі, згідно з якою ця речовина заборонена у всьому світі [1].

Наразі більше половини пігментного титан (IV) оксиду отримується по хлорній технології. Елементний хлор знайшов широке застосування у промисловості рідкісних і кольорових металів. При взаємодії хлору з мінеральною титанвмісною сировиною відносно легко утворюються хлориди не лише титану, а й інших присутніх металів. Основною перевагою хлорної технології виробництва $TiCl_4$ є можливість отримання ряду металів, виробництво яких можливе лише через хлориди. Крім того, цю технологію можна реалізувати в безперервному режимі. Завдяки високій реакційній здатності хлору ступінь перетворення вихідної сировини у хлориди може досягати 99%. Також серед переваг доцільно зазначити малостадійність виробництва, малу кількість відходів, практично повні відсутність стічних вод, можливість створення замкнутого циклу по хлору [2].

Мета роботи полягає в дослідженні можливості використання заборонених хлоровмісних пестицидів, у якості хлоруючих агентів, в процесі переробки ільменітового концентрату на прикладі гексахлорбензолу. Для досліджень використовували CCl_4 , який отримували безпосереднім хлоруванням гексахлорбензолу в температурному інтервалі 180 - 200 °С. Нижня температурна межа зумовлена конденсацією тетрахлорометану, а верхня низьким ступенем перетворення гексахлорбензолу [3].

Природні ільменітові руди являють собою тверді розчини змінного складу у системах

$FeTiO_3 - MgTiO_3 - Fe_2O_3$ і $FeTiO_3 - MgTiO_3 - MnTiO_3 - Fe_2O_3$, крім того, присутні домішки Al, Si, Nb, Cr, Ca, V, Co, Ni. Ільменітові концентрати отримують шляхом гравітаційного збагачення та магнітної сепарації. Хімічний склад ільменітового концентрату Вільногірського гірничометалургійного комбінату наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Хімічний склад ільменітового концентрату

Компоненти:	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Fe _(вар.)	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Інші	Разом
Вміст у концентраті, мас %	65	24,2	0,97	17,69	1,9	1,0	0,75	1,4	0,23	0,13	4,42	100

Результати досліджень свідчать про те, що за допомогою обмінних реакцій між тетрахлорометаном та усіма складовими ільменітового концентрату уникаються складні окисновідновні перетворення, які є у традиційній технології одержання титану. Визначено раціональні умови проведення процесу, а саме: температурний режим процесу взаємодії CCl_4 з ільменітовим концентратом 390...4000С і стехіометрична витрата тетрахлорометану

1 Стокгольмська конвенція про стійкі органічні забруднювачі (Конвенцію ратифіковано Законом N 949-V від 18.04.2007, ВВР, 2007, N 30, ст.396) URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_a07

2. Яременко О. В., Криницька М. В., Гнатюк О. В., Тітарев В. О., Власюк В. В. Характеристика вихідної сировини та чорного концентрату Іршанського гірничо-збагачувального комбінату. Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття – 2023: зб. наук. праць V Всеукраїнської наук.-практ. конф. Житомир, 2023. С. 46-48.

3. Parirenyatwa S., L. Escudero-Castejon Comparative study of alkali roasting and leaching of chromite ores and titaniferous minerals. Hydrometallurgy. 2016. Vol. 165. P. 213-226

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe У БРОМВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВІЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЯХ

Зозуля Ілона Ігорівна,

здобувач вищої освіти IV курсу, ilarianedviga2602@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Півень Анна Євгенівна,

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти II курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, laridae92@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Томашик Василь Миколайович,

доктор хімічних наук, професор кафедри хімії,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Розчинення монокристалів CdTe є важливим фізико-хімічним процесом, який має широке застосування в сучасній електроніці та фотоелектричних пристроях [1]. Бромвиділяючі травільні композиції вже використовуються в ряді процесів для обробки напівпровідникових монокристалів, тому оптимізація їх складів має велике практичне значення. Метою цієї роботи є дослідження закономірностей процесу розчинення монокристалів CdTe в бромвиділяючих травільних композиціях з огляду на його фізико-хімічні аспекти.

На стабільність і відтворюваність процесу розчинення напівпровідникових матеріалів методом хіміко-динамічного полірування (ХДП) для отримання полірованої поверхні підкладок з необхідним мікрорельєфом впливають такі фактори, як час полірування, температура розчину, гідродинамічні умови, співвідношення площі кристалів до об'єму травника, технологія міжопераційної промивки та умови зберігання. Важливою передумовою отримання якісних, структурнодосконалих поверхонь напівпровідникових підкладок є правильний вибір складу травільних розчинів на проміжних стадіях хімічної обробки [2].

Існують дві основні вимоги до складу травільних сумішей і методів хімічного полірування поверхонь напівпровідникових пластин. Склад травільного розчину повинен містити такі компоненти, кожен яких відіграє важливу роль: окисника (HNO_3 , H_2O_2 , Cr_2O_7^- , галогени), необхідного для розриву зв'язків напівпровідникового матеріалу; відновника (водні розчини кислот чи лугів), який легко розчиняє продукти реакції; розчинника (розчини органічних кислот, модифікатори в'язкості), що необхідні для утворення добре розчинних продуктів реакції. Важливо підібрати співвідношення компонентів таким чином, щоб забезпечити стаціонарне розчинення підкладок в дифузійному режимі при ламінарному обтіканні поверхні травільним розчином з метою формування полірованої поверхні високої якості (шорсткість полірованої поверхні $R_z \leq 0,05$ мкм).

Технологія ХДП повинна забезпечувати тільки пошарове і плоскопаралельне зняття поверхневих шарів без погіршення геометричних параметрів пластини, що можливо при використанні методу диска, що обертається. Для розробки оптимальних гідродинамічних

умов хімічного полірування напівпровідникових підкладок розробленими розчинами найкраще використовувати методи математичного моделювання [3]. Для травильних розчинів компоненти з більшою густиною необхідно поступово та рівномірно додавати до менш густого розчину, швидко перемішувати та не допускати надмірного підвищення температури. Як правило, травильні розчини слід готувати безпосередньо перед хімічним поліруванням і витримувати певний час для дегазації розчину перед використанням. Це необхідно для того, щоб уникнути утворення різних дефектів (ямок, виступів) на полірованій поверхні. Температура травильних композицій під час хімічного полірування повинна залишатися постійною. Найкраще виконувати обробку при кімнатній температурі. Варто зазначити, що під час полірування температура може підвищуватися за рахунок тепла, що виділяється в результаті хімічної взаємодії між твердим тілом та розчином тому необхідно підтримувати ізотермічні умови, контролюючи температуру розчину і, при необхідності, відводити теплоту.

На практиці встановлено, що для уникнення впливу продуктів реакції, що накопичуються в розчині, підтримки ізотермічних параметрів та створення гідродинамічних умов, необхідних для ламінарних потоків травильного розчину, потрібно не менше 10-15 см³ розчину на 1 см² поверхні напівпровідника, а діаметр посудини для ХДП повинен бути, щонайменше в два-три рази більшим за діаметр пластини.

На завершальному етапі хімічної обробки підкладку промивають деіонізованою водою, стабілізують стан поверхні, вилучаючи непрореаговані залишки травника (обробляють розчинами Na₂S₂O₃, лугів, органічних розчинників) та сушать у потоці чистого сухого повітря.

Сучасний світ електроніки, оптики, оптоелектроніки та геліоенергетики вимагає постійного пошуку нових напівпровідникових матеріалів і технологій для виробництва ефективних та екологічно чистих пристроїв. У цьому контексті, монокристали CdTe здобули велику популярність завдяки своїм унікальним електронним та оптичним властивостям. Але однією з ключових перешкод у виробництві приладів на основі монокристалів CdTe є етап високоякісної та досконої обробки їх поверхні. Процес ХДП монокристалів у бромовиділяючих травильних композиціях дозволяє успішно вирішити дану задачу. Розуміння фізико-хімічних особливостей цього процесу може відкрити нові можливості для покращення якості та ефективності стану поверхні монокристалів CdTe та забезпечити подальший розвиток сучасної електроніки та сонячних технологій.

11. Boyce A.J. Aspects of the geochemistry of zinc – a journey to sphalerite / A.J.Boyce, C.D. Barrie, I.M. Samson, A.E. Williams-Jones // Current perspectives on zinc deposits / ed. by S.M. Archibald, S.J. Piercey. Dublin: Irish Association for Economic Geology. 2015. P. 17-35.

12. Takahashi T. Recent progress in CdTe and ZnCdTe detectors / T. Takahashi, S. Watanabe // IEEE Trans. Nucl. Sci. 2000. Vol. 10, No. 5. P. 100-108.

13. Capper P. Mercury Cadmium Telluride: Growth, Properties and Applications / P. Capper, J. Garland. Hoboken, New Jersey: Wiley. 2011. 590 p.

СТАЛАГМОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ККМ РІДКОЇ СИСТЕМИ "ЕТАНОЛ - ВОДА"

Клименко Олександра Анатоліївна,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна
заступник завідувача відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів –
завідувач сектору фізико-хімічних досліджень
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Поверхнево-активні речовини широко використовуються у виробництві миючих засобів, для обробки тканин та шкіри, виробництві лакофарбових матеріалів тощо. Їх використання дозволяє покращити властивості матеріалів, а також вони беруть участь у процесах піноутворення [1].

Вода також впливає на процеси піноутворення, які відбуваються в технічних, побутових і харчових процесах. Часто піноутворення відбувається тоді, коли концентрація ПАР у спінюваній рідині відповідає критичній концентрації міцелоутворення (ККМ). Водний поверхневий натяг розчинів ПАР різко зменшується з ростом їх концентрації аж до ККМ, а після підвищення концентрації ПАР змінюється мало. Коли ККМ досягає мінімального значення концентрації, вище якого подальше розчинення ПАР в рідині не призводить до помітного зниження поверхневого натягу.

Критична концентрація міцелоутворення (ККМ) – це концентрація поверхнево-активних речовин, при якій у розчині виникає велике число міцел, що знаходяться в термодинамічній рівновазі з молекулами [2].

В даній роботі досліджено величину поверхневого натягу для двохкомпонентної системи «етанол – вода» сталагмометричним методом та розраховано ККМ за методикою, описаною в [3].

На рис. 1 зображено залежність величини поверхневого натягу від концентрації етанолу у розчині.

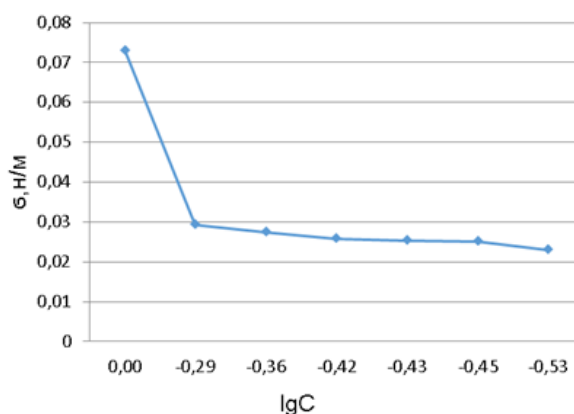


Рис. 1. Залежність коефіцієнта поверхневого натягу від концентрації етанолу у воді

Встановлено, що ККМ у системі «етанол – вода» становить 0,513 моль/л, а подальше збільшення етанолу у воді не призводить до зростання кількості міцел у розчині.

1. Каплаушенко А.Г., Чернега Г.В., Юрченко І.О. та ін. Застосування основних положень колоїдної хімії у фармації та технології парфумерно-косметичних засобів: навч.-метод. посібник. Запоріжжя. 2014. 242 с.

2. Псюк М.О. Метод визначення критичної концентрації міцелоутворення поверхнево-активних речовин // Науковий вісник ІФНТУНГ. 2007. № 1(15). С. 35 – 38. Режим доступу до ресурсу: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/1246/4/1624p.pdf>

3. Каленюк І. С., Камінський О. М., Тітов Ю. О. Порівняльний аналіз критичної концентрації міцелоутворення (ККМ) в рідких системах: ізопропанол – вода та натрій лаурилсульфат – вода сталагмометричним методом Перспективи хімії в сучасному світі : зб. матеріалів І Інтернет-конф. молодих вчених, 24 листоп. 2021 р. Житомир, 2021. С. 55 – 56. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/33432/>

СПОСОБИ ЛУЖНОГО ВИЛУГОВУВАННЯ ТИТАНАТІВ З ІЛЬМЕНІТУ

Кондрацька Анна Олександрівна,
здобувач вищої освіти II курсу, kondratska.anna02@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чигиринець Олена Едуардівна,
доктор технічних наук, професор, chem@ukr.net
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна

З урахуванням географічного розташування родовища, мінералогічного та хімічного складу можна розглядати різні методи отримання та обробки ільменітової руди. Україна має значні запаси титану, основні з яких знаходяться на Житомирщині. Іршанське родовище ільменіту, відповідно до [1], відзначається наявністю аутигенних мінералів, таких як сидерит, пірит та марказит. Цей ільменіт виявляється лейкоксенованим, тобто сильно зміненим за рахунок збагачення титаном. Часточки ільменіту також містять мікротріщини, які є характерними для руд, збагачених природно внаслідок тривалого вивітрювання.

Основні серед методів обробки концентрату ільменіту – хлоридний та сульфатний [2-3]. На сучасному етапі процесу переробки ільменіту застосовують промислові технології, які включають кілька етапів та вимагають високих температур і призводять до значних викидів у повітря. Внаслідок цього вимагається потреба в постійному вдосконаленні існуючих технологій та в пошуку нових методів обробки титанової сировини. Ці технології повинні забезпечити не тільки більшу ефективність обробки сировини, але й зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема, зниження викидів

Лужному методу вилуговування притаманний ряд переваг порівняно з іншими методами, проте, він широкого застосування в промисловості ще не набув. Крім того, ці переваги включають високу швидкість процесу перетворення титану в розчинну форму титанатів та низькі температурні межі, при яких відбувається реакція. Значним недоліком вже наявних досліджень є високий вміст лугів у реакційних сумішах та, відповідно, в отриманих сплавах. Подальша нейтралізація кислотами значно збільшує собівартість отриманого продукту. Залишаються відкритими питання щодо оптимальних співвідношень лугу та ільменіту в реакційних сумішах, а також температурних режимів та тривалості проведення реакцій, тому дослідження є достатньо актуальним. [4-5]

В роботі експериментально досліджено залежність процесу отримання калій титанату з ільменіту лужним методом від часу проведення вилуговування. Як об'єкт дослідження використали лейкоксенований ільменітовий концентрат Іршанського ГЗК. Попередньо подрібнений та просіяний ільменіт змішували з калій гідроксидом у співвідношенні 1:2. Пробірки з сумішшю поміщали на гліцеринову баню з температурою 453К. Нагрівання проводили 70; 90; 110; 130; та 150 хвилин. Кількісний вміст Ti^{4+} визначали пероксидним колориметричним методом за допомогою фотоколориметра КФК-2МП за довжини хвилі 400 нм у кюветі з довжиною оптичного шляху 1,0 см. Вимірювання показали: при нагріванні 70хв оптична густина рівна 0,89; при 90 хв – 0,85; при 110 хв – 0,91; при 130 хв – 0,75; 150 – 0,9.

Визначено, що для вилуговування калій титанату з ільменіту лужним методом, часу нагрівання 70 хвилин за температури 453К достатньо для того, щоб реакція відбулася. Подальше нагрівання лише незначно впливає на результат.

1. Лисенко О. А. Розсіпні родовища України. Стан освоєння та перспективи нарощування їхнього потенціалу // Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2017. № 3. С.74-90.

2. Thambiliyagodage S., Wijesekera R., Bakker M. G. Leaching of ilmenite to produce titanium based materials: a review. *Discov Mater.* 2021. Vol. 1, 20. <https://doi.org/10.1007/s43939-021-00020-0>

3. Amer A. M. Alkaline Pressure Leaching of Mechanically Activated Rosetta Ilmenite Concentrate. *Hydrometallurgy.* 2002. Vol. 67, № 1–3. P.125–133. [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(02\)00164-0](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(02)00164-0)

4. Fouda M. F. R., Amin R. S., Saleh H. I., Mousa H. A. Extraction of Ultrafine Titania from Black Sands Broaden on the Mediterranean Sea Coast in Egypt by Molten Alkalies. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 2010. № 4(9). P. 4256-4265.

5. Kordzadeh-Kermani V., Schaffie M., Rafsanjani H. H., Ranjbar M. A modified process for leaching of ilmenite and production of TiO₂ nanoparticles. *Hydrometallurgy.* 2020; № 198. P.1–7. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105507>

КІНЕТИКА АДСОРБЦІЇ АНТОЦΙΑНІВ НА ВОЛОКНИСТОМУ КАТІОНІТІ ФІБАН К-1

Літвінова Вікторія Едуардівна,
здобувач вищої освіти II курсу магістратури, lytvynova@stud.onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Тарасова Ольга Олександрівна,
здобувач вищої освіти I курсу магістратури, o.tarasova@stud.onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Солдаткіна Людмила Михайлівна,
кандидат хімічних наук, доцент, soldatkina@onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Антоціани належать до природних рослинних барвників, що володіють сильними антиоксидантними властивостями і ефективні для профілактики та лікування різноманітних захворювань. В останні роки в багатьох країнах світу активно проводяться дослідження, які спрямовані на пошук нових доступних і дешевих рослинних джерел антоціанів.

В Україні до перспективних джерел антоціанів відносяться червона троянда та темно-плідний баклажан, але дослідження щодо отримання антоціанів з цих рослин обмежені. Вилучення антоціанів з рослинної сировини, як правило, проводять методом твердо-рідинної екстракції. Недоліком цього методу є те, що в екстрактах антоціанів міститься велика кількість різноманітних супутніх речовин таких як цукри, органічні кислоти, амінокислоти тощо. Їх наявність сприяє руйнуванню антоціанів в процесі зберігання, тому важливим етапом є очищення екстрактів. До простих та ефективних методів очищення антоціанів належить адсорбція і вона може бути застосована в промислових масштабах. Важливими дослідженнями для оптимізації адсорбційного вилучення антоціанів з їх екстрактів є дослідження кінетики адсорбційного процесу.

Мета роботи: отримати кінетичні криві адсорбції антоціанів (пелюсток червоної троянди, шкірки баклажану) на волокнистому катіоніті ФІБАН К-1 і проаналізувати їх за допомогою кінетичних моделей псевдо-першого, псевдо-другого порядку, зовнішньої дифузії та внутрішньої дифузії Вебера-Морриса.

Об'єктами дослідження обрано сухі пелюстки червоної троянди та шкірка баклажану. Екстракти антоціанів готували шляхом мацерації подрібненої рослинної сировини. В якості екстрагенту застосовано 0,1 М водний розчин хлоридної кислоти. Співвідношення рослинної сировини та екстрагенту становило 1:20. Адсорбційне вилучення антоціанів з екстрактів проводили при масі адсорбенту 8 г/л, концентрації антоціанів 100 мг/л, температурі 293 К протягом 180 хв. В якості адсорбенту досліджено волокнистий сильнокислотний сульфокатіоніт ФІБАН К-1. Вміст антоціанів в екстрактах до і після адсорбції визначено за допомогою методу рН-диференціальної спектрофотометрії.

Проведені кінетичні дослідження показали, що адсорбція антоціанів червоної троянди та баклажану на катіоніті ФІБАН К-1 різко зростає протягом перших 30 хв, а потім повільно збільшується до рівноважного часу. Аналіз експериментальних кінетичних кривих адсорбції антоціанів показав, що кінетичні криві адсорбції антоціанів червоної троянди та баклажану на ФІБАН К-1 найкраще описується моделлю псевдо-другого порядку та моделлю внутрішньої дифузії Вебера-Морриса: значення розрахованої рівноважної адсорбції близьки до експериментального значення, коефіцієнти лінійної кореляції є найвищими, а значення середньої похибки найменші.

Таким чином, отримані результати можуть бути застосовані для прогнозування оптимальних умов адсорбції антоціанів пелюсток червоної троянди і шкірки баклажану на ФІБАН К-1 та свідомого керування адсорбційним процесом в промислових умовах.

ПРОЦЕСИ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ НАНОФЕРИТІВ

Панченко Тетяна Вікторівна,
здобувач вищої освіти I курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Костиціна Альона Миколаївна,
здобувач вищої освіти I курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович,
доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор (б.в.з.) chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Євдоченко Олена Сергіївна,
доктор філософії, доцент (б.в.з.), evdochenko_lena@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

На даний час актуальними залишаються дослідження фізико-хімічних властивостей синтетичних наноферитів, що поєднують в собі високі магнітні, оптичні, електричні, адсорбційні та каталітичні властивості. Переваги тих чи інших властивостей в залежності від промислових потреб можна добитися шляхом модифікування поверхні наноферитів різноманітними модифікаторами. Наразі є безліч технологій за якими можливо одержати модифіковані ферити, наприклад, наноферит, модифікований гідроксиапатитом.

В даній роботі проведено золь-гель синтез гідроксиапатиту та наноферитів $MgFe_2O_4$ $NiFe_2O_4$, а також модифікування поверхонь нікелевого та магнієвого феритів гідроксиапатитом за методикою, описаною в [1, 2].

На рис. 1. зображено ІЧ-Фур'є спектр гідроксиапатиту, синтезованого золь-гель методом.

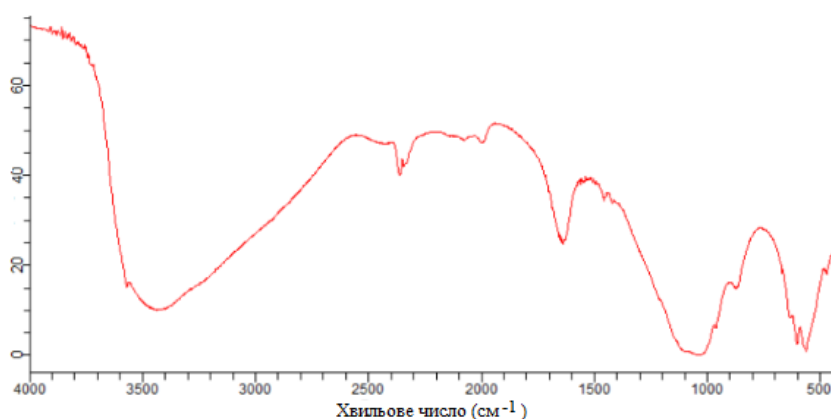


Рис. 1. ІЧ-Фур'є спектр гідроксиапатиту

Встановлено, що широка смуга поглинання (СП) в області 3500 cm^{-1} відповідає валентним коливанням груп $-OH$ поверхні гідроксиапатиту та адсорбованої води. Інтенсивний дуплет при $2400\text{--}2300\text{ cm}^{-1}$ відповідає валентним коливанням $P-OH$ груп. Широка СП в області 1380 cm^{-1} відповідає валентним коливанням зв'язків $P-O$. СП 1645 cm^{-1} характеризує деформаційні коливання молекул води, адсорбованих на поверхні

наноматеріалу. СП в області 1095–1100 cm^{-1} належить коливанням груп $-\text{PO}_4^{3-}$ і $-\text{HPO}_4^{2-}$ структури гідроксиапатиту [1, 2].

Модифіковані наноферити є перспективними адсорбентами промислових барвників.

1. Камінський О. М., Кусяк Н. В., Петрановська А. Л., Туранська С. П., Горбик П. П. Вплив природи поверхні наноструктур на основі однодоменного магнетиту на адсорбцію комплексів цис-дихлордіаміноплатини (II) // Хімія, фізика та технологія поверхні. Ін-т хімії поверхні НАН України. Київ. 2013. Т. 4, № 3. С. 283–292.

2. Petranovska A. L., Abramov N. V., Turanska S. P., Gorbyk P. P., Kaminskiy A. N., Kussyak N. V.. Adsorption of cis-dichlorodiammineplatinum by nanostructures based on single-domain magnetite // Journal of Nanostructure in Chemistry. 2015. Vol. 5, Is. 3. P. 275–285. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/18442/1/40097-015-0159-9.pdf>

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИН НА ПРИКЛАДІ ІЧ-СПЕКТРОСКОПІЇ

Расць Вікторія Володимирівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, victoria.vladimirovna24@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Кичкирук Ольга Юріївна,
кандидат хімічних наук, доцент, panova_o_yu@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Фізичні методи дослідження важливі для розуміння властивостей різних речовин і систем. Одним з найбільш поширених і корисних аналітичних методів є інфрачервона спектроскопія (IR spectroscopy), яка дозволяє вивчати взаємодію молекул, атомів і інфрачервоного випромінювання [1].

Інфрачервоне випромінювання було відкрито астрономом Вільямом Гершелем у 1800 році. Використовуючи призму, він спостерігав підвищення температури в області, розташованій за червоною межею спектра видимого світла. У період з 1882 по 1900 рік Вільям Ебні та Едвард Фестінг записали інфрачервоні спектри 52 сполук від 0,1 до 1,2 мкм і порівняли отримані смуги поглинання з функціональними групами молекули. У 1903 році американський фізик Вільям Кобленц використав призму хлориду натрію, щоб отримати дуже повний і точний ІЧ-спектр для багатьох сполук. Відсутність необхідного обладнання зробило перші експерименти з реєстрації ІЧ-спектру трудомісткими [3].

Інфрачервона спектроскопія отримала подальший розвиток після Другої світової війни: сигнал спектрометра був посилений, що скоротило час експерименту в 2-4 рази. Була розроблена технологія виготовлення термоелектричних приймачів з коротким часом відгуку, що дозволило зрушувати вимірювання в часі. Останнє призвело до створення 2-променевих пристроїв, шкали яких були відкалібровані за шкалою пропускання в залежності від довжини хвилі або хвильового числа. Подальші роботи по створенню більш точного і сучасного спектрометра були пов'язані з отриманням високоякісних кристалів галогенідів лужних металів, необхідних для створення оптичних елементів приладу. Наприклад, синтетично отриманий бромід калію може реєструвати ІЧ-спектри до 400 см⁻¹ з попередньою межею 650 см⁻¹, на відміну від раніше використовуваного хлориду натрію (кам'яної солі).

Інфрачервоний (ІЧ) діапазон електромагнітного спектру розташований між видимим світлом і мікрохвильовими радіохвилями. Цей діапазон включає хвилі довжиною від 750 нм до 1 мм. Інфрачервона спектроскопія використовує цей діапазон для вивчення взаємодії між змінними частотами молекул і коливаннями (коливаннями і обертальними рухами) і інфрачервоним випромінюванням. Основним інструментом ІЧ-спектроскопії є ІЧ-спектрофотометр, який може вимірювати поглинання ІЧ-світла різними речовинами [2].

Варто зазначити, що коли інфрачервоне світло проходить через зразок, де молекула поглинає певну інфрачервону хвилю, спектрофотометр реєструє це поглинання. Ці дані можуть бути представлені у вигляді ІЧ-спектрів, в яких частота (або хвильове число) відображається на одній осі, а значення поглинання - на іншій. Пляжна спектроскопія має широкий спектр застосувань у науці та промисловості. Є кілька галузей промисловості, де цей метод незамінний.

ІЧ-спектроскопія використовується для ідентифікації сполук, що містять органічні та неорганічні сполуки. Це допомагає хімікам визначати склад речовин і контролювати якість продукції. У фармацевтиці ІЧ-спектроскопія використовується для аналізу фармацевтичних речовин та контролю якості фармацевтичних препаратів. Цей метод використовується при аналізі харчових продуктів, включаючи визначення складу, якості та виявлення забруднюючих речовин. Інфрачервона спектроскопія допомагає вивчати структуру та властивості таких матеріалів, як пластмаси, полімери та кристали. У біологічних науках ІЧ-

спектроскопія використовується для вивчення біомолекул, таких як білки та нуклеїнові кислоти. До переваг інфрачервоної спектроскопії можна віднести такі: інфрачервоне світло не взаємодіє з водою, що дозволяє проводити аналіз у вологому середовищі, можливий аналіз без руйнування зразків, можна вимірювати досить малі концентрації речовин; цей метод знаходить застосування в багатьох галузях, від хімії та фармації до харчової промисловості та матеріалознавства; широко використовується для фундаментальних і прикладних досліджень, а також для управління виробничими процесами. Його можна використовувати для дослідження газоподібних, рідких і твердих речовин [1].

ІЧ-спектроскопія найчастіше використовується в органічній хімії та в хімії полімерних сполук для встановлення структури молекули або наявності функціональних груп, а також для ідентифікації речовин. Завдяки простоті цього методу і можливості його автоматизації інфрачервона спектроскопія широко використовується в наукових лабораторіях і є надійним засобом моніторингу хімічного виробництва. Інфрачервона (ІЧ) спектроскопія є потужним інструментом для аналізу ідентифікації речовин на основі їх взаємодії з інфрачервоним випромінюванням. Цей фізичний метод дослідження використовує характеристики молекулярних вібрацій, які відображаються у ІЧ спектрах речовин. Основна ідея полягає в тому, що кожна речовина має унікальний ІЧ спектр, що дозволяє не тільки ідентифікувати сполуки, але й вивчати їх структуру та конформацію.

Основні області ІЧ-спектроскопії [3]: 4000-2500 cm^{-1} . Поле коливань валентних електронів простих зв'язків: О-Н, N-H, С-Н, S-H; 2500-1500 cm^{-1} . Валентне коливальне поле множинних зв'язків: С = С, С = О, С = N, ССС, CNN 1500-500 cm^{-1} . Площа валентних коливань простих зв'язків: С-С, С-N, С-О і деформаційні коливання простих зв'язків: С-Н, О-Н, N-H інтенсивність ліній поглинання в цьому грудні індивідуальна для кожної органічної сполуки.

Отже, ІЧ-спектр молекули - це серія піків або смуг поглинання, які описують відповідні переходи коливальної енергії (рис. 1).

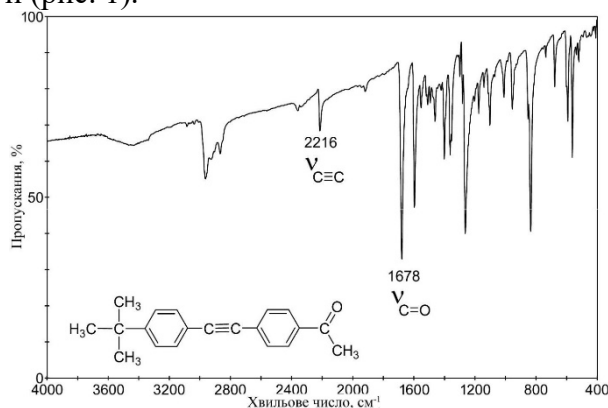


Рис. 1. Приклад ІЧ-спектру

Аналіз ІЧ-спектра досліджуваної речовини зводиться до пошуку характерних смуг поглинання з урахуванням значення максимальної частоти поглинання, форми і щільності смуг і їх зіставлення з відповідними структурними елементами. Інтенсивність смуги позначається у відсотках (%) як поглинання (J) або пропускання (R) світла. Смуги поглинання порівнюються один з одним і згруповані в сильні, середні і слабкі (рис. 2) [2].

ІЧ-спектрометр дозволяє реєструвати спектри газів, рідин і твердих речовин. Для отримання ІЧ-спектру потрібно 1-10 мг досліджуваної речовини. Реєстрація ІЧ-спектру здійснюється у ваннах з броміду калію KBr або хлориду натрію NaCl, матеріалу, який не поглинає ІЧ-випромінювання.

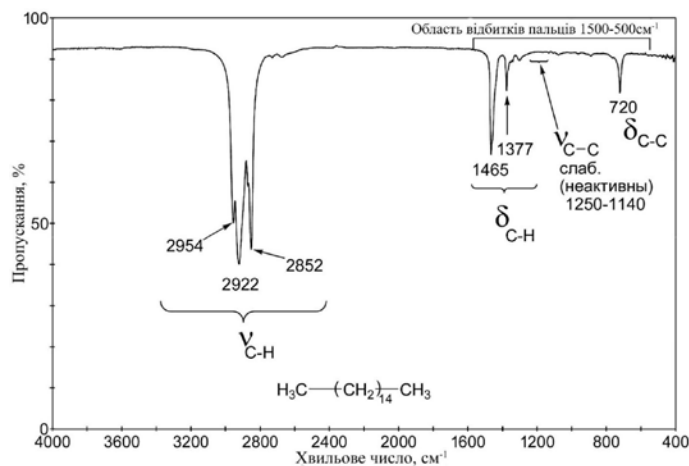


Рис. 2. Інфрачервоний спектр органічної сполуки

Отже, фізичні методи дослідження, зокрема інфрачервона (ІЧ) спектроскопія, грають важливу роль у різних галузях науки і технологій. Основні особливості цього методу полягають у використанні інфрачервоного випромінювання для аналізу хімічних сполук та властивостей матеріалів. Один з головних плюсів фізичних методів, включаючи ІЧ спектроскопію, полягає в тому, що вони зазвичай не потребують фізичного контакту з об'єктом дослідження. Це дозволяє вивчати матеріали та процеси без їхнього пошкодження чи зміни.

1. Azevedo H. L., Monken H. R., Melo V. P. Study of Heavy Metal Pollution in the Tributary Rivers of the Jacarepaga Lagoon, Rio de Janeiro State, Brazil. Through Sediment Analysis. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 1988. P. 21–29.

2. Balasubramanian G., Senthil A. M. On the empirical study of elemental analysis and metal testing using XRF spectrum analysis algorithm. Int J and Appl Sci Eng. 2016. V. 3 (1). P. 61-67.

3. Яцков М. В., Буденкова Н. М., Мисіна О. І. Фізична та колоїдна хімія. Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2016. 164 с.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ РОЗЧИНЕННІ CdTe У БРОМВИДЛЯЮЧИХ ВОДНИХ РОЗЧИНАХ

Тичина Марина Павлівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Міякіна Мирослава Олександрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, laridae92@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
асистент кафедри хімії, dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна
заступник завідувача відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів –
завідувач сектору фізико-хімічних досліджень
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Формування високоякісної полірованої поверхні напівпровідникових матеріалів для виробництва на їх основі сучасних електронних пристроїв вимагає детального аналізу процесів та механізмів фізико-хімічної взаємодії поверхні монокристалів з травильними композиціями, зокрема і дослідження електродних потенціалів саморозчинення напівпровідників.

Дослідження особливостей електрохімічних процесів, які відбуваються під час розчинення у водних розчинах $K_2Cr_2O_7 - HBr$ – розчинник вирощених методом Бріджмена монокристалів CdTe та вивчення впливу рН середовища на закономірності хімічного полірування виконували згідно методики описаної в роботі [1].

Експериментально визначено, що електродні потенціали саморозчинення монокристалів CdTe становлять 0,3-0,7 В. Встановлено, що зі збільшенням вмісту $K_2Cr_2O_7$ в розчині зростають і значення потенціалів а при додаванні органічного розчинника (етиленгліколю, диметилформаміду, органічних кислот) до складу травників спостерігається зменшення електродних потенціалів швидкості розчинення матеріалів. Якщо потенціал саморозчинення менший 0,55 В поверхня CdTe – неполірована, покрита білою плівкою. Подальше збільшення вмісту органічного компоненту в травнику супроводжується утворенням на поверхні сірого нальоту. Для полірувальних травильних розчинів складу (об. %): 35 $K_2Cr_2O_7$ + 50 HBr + 15 розчинник іономіром И-160М було встановлено, що значення рН таких розчинів перебуває в межах -0,2 – 0,1 ($\pm 0,01$).

Аналіз літературних джерел та діаграм Пурбе [2] показав, що рівномірне розчинення напівпровідників відбувається у сильноокислих розчинах ($pH < 0$), а гарними полірувальними властивостями володіють розчини потенціал яких не менше 0,5 В. Встановлено, що чим більший вміст $K_2Cr_2O_7$ у розчині $K_2Cr_2O_7 - HBr$ – розчинник, тим кращі поліруючі властивості цих розчинів. Проведені експериментальні дослідження дозволяють передбачити оптимальні склади травильних композицій, режими та умови формування полірованої поверхні монокристалів CdTe.

1. Чайка М. В. Електрохімічні процеси при розчиненні монокристалів CdTe в травильних композиціях $K_2Cr_2O_7 - HCl$ / М. В. Чайка, З. Ф. Томашик, Р. О. Денисюк, В. М. Томашик, Д. Ю. Панасюк // V Всеукр. наук. конф. “Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи”, 15 квітня 2021 р. : Зб. матер. конф. Житомир. 2021. С. 191-193.

2. Дремлюженко С. Г., Захарук З. І., Фочук П. М., Савчук А. Й. Зміна дефектності та складу поверхні CdTe, $Cd_{1-x}Mn_xTe$, $Cd_{1-x}Zn_xTe$ в залежності від обробки. Фіз. і хім. тв. тіла. 2007. Т. 8, № 4. С. 748-752.

ОСНОВНІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТА СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ТИТАНАТІВ

Устиченко Ростислав Ігорович,
здобувач вищої освіти II курсу магістерського рівня, rostislavnezlob@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

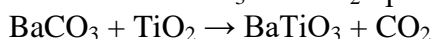
Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

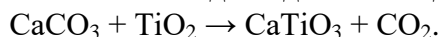
Титанати – солі титанових кислот, що відповідають валентності Титану IV. Вони поділяються на дві групи: метатитанати, що мають загальну формулу $Me_2^I TiO_3$ та $Me^{II} TiO_3$ і ортотитанати – $Me_2^{II} TiO_4$. Також утворюють метатитанати лужні і лужноземельні метали двох ізоморфних рядів: Be, Mg, Zn, Cd, Co з валентністю II, Ni з валентністю II та Mn з валентністю II зі структурою ільменіту ($FeTiO_3$) це Mg, Cd, Co^{II} , Ni^{II} , Mn^{II} . Зі структурою перовскиту ($CaTiO_3$) – Ca, Sr, Ba. Відомі також політитанати, у яких відношення $TiO_2/Me_2^I O$ буде більше одиниці, тому найбільш характерні такі сполуки типу $Me_2^I Ti_2O_5$ або $Me_3^{II} TiO_5$. У всіх титанатах, Титан має координаційне число 6 по відношенню до Оксигену [1].

Титанати отримують сплавленням титану оксиду з відповідними окисами металів, а також з гідроксидами і карбонатами металів, з сильними основами таким, як KOH, $Ba(OH)_2$. Дана реакція може бути реалізована у водному середовищі. Титанати нерозчинні у воді сполуки та у розведених кислотах, але розчинні у кип'ячій концентрованій сульфатній кислоті. Хімічна активність титанатів з підвищенням температури збільшується, дані сполуки мають високу корозійну стійкість завдяки утворенню міцної оксидної плівки. Хлоридна кислота реагує з титанатами особливо при підвищеній температурі. Фторидна кислота сильно діє на титанати одержуючи титанати відновлення оксиду титану металічним кальцієм, гідридом кальцію, відновленням титану тетрахлориду розаплавленим натрієм, металічним магнієм.

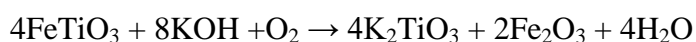
Титанат барію отримують сплавленням $BaCO_3$ та TiO_2 при температурі 1300 °C.



Титанат кальцію отримують плавленням відповідного оксиду титану із карбонатом:



Титанат калію отримують шляхом сплавлення ільменіту з калій гідроксидом або поташем при відносно невеликих температурах. Сполука широко використовується для розробки нових адсорбентів в галузі очистки води, а також у виробництві штучної косметики. Реакція між ільменітом та калій гідроксидом відбувається хімічна взаємодія на повітрі [1]:



Титанати використовують у різних сферах діяльності та промисловості, вони є розповсюдженим матеріалом, що застосовують у багатьох галузях. Їх використовують для виробництва хімічних реакційних посудин та апаратів через їх стійкість до корозії в будь-яких середовищах. Застосовують для виробництва компонентів електронних пристроїв, тому що вони здатні менш окислятися. Виготовляють велосипедні рами та ключки для гольфу, є

матеріалом для літаків, ракет та космічних кораблів. У медицині із титанових сплавів виготовляють хірургічні інструменти, протези та імпланти, що мають великий коефіцієнт міцності [2].

Нами запропоновано синтез калій титанату із титанової руди (ільменіту). Ільменіт подрібнити в агатовій ступці та просіяти з використанням набору сит для отримання фракції з різними розмірами мінеральних часток. Після того, як розрахували маси калій гідроксиду, що необхідний для вказаних реакцій (з урахуванням мольного співвідношення титан (IV) оксиду до калій гідроксиду як 1 : 2 виходячи із 2 г ільменітового концентрату. Суміш, що ми отримали помістили у пробірку та прогрівали на піщаній бані. З метою очистки калій титанату від залишків, що не прореагували ільменіту та утвореного ферум(III) оксиду 5 г плаву розчиняли у 20 мл дистильованої води, ретельно перемішували та фільтрували за допомогою вакуумної фільтрації з використанням водоструменевого насоса. Утворений насичений лужний розчин калій титанату осаджували 96 % етанолом, взятому в п'ятикратному надлишку (100 мл). Калій титанат утворився з розчину шляхом коагуляції та седиментації частинок тілесного кольору.

Одержаний осад кількісно переносили на паперовий фільтр (синя стрічка), промивали декілька разів етанолом до нейтральної реакції (перевіряли універсальним індикаторним папером). Калій титанат висушили в сушильній шафі за температури 80 °С протягом 2 годин, розтирали у фарфоровій ступці та зберігали для подальших досліджень в щільно закритій посудині.

1. Миронюк І.Ф., Челядин В.Л. Методи одержання діоксиду титану (огляд). Physics and chemistry of solid state. 2010. V. 11, № 4. P. 815-831. URL: <http://page.if.ua/uploads/pcss/vol11/1104-03.pdf>

2. Виробництво діоксиду титану-перспективний шлях розвитку. [Назва з екрану]. URL: <https://zn.ua/ukr/promyshliennost/virobnitstvo-dioksidu-titanu-perspektivnij-shljakh-rozvitku-pro-jakij-usi-zabuli.html>

КІНЕТИКА СИНТЕЗУ КАЛІЙ ТИТАНАТУ З ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ ІРШАНСЬКОГО РОДОВИЩА

Ходюк Олександр Васильович,
здобувач вищої освіти I курсу, sasahoduk1@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тігов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, професор (б.в.з.) chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Житомирська область одна із небагатьох областей України, в якій зосереджено значні запаси титанової руди [1]. Переробкою титанових руд одержують різноманітні активні титанвмісні сполуки, які знаходять широке застосування в багатьох галузях промисловості. Серед таких речовин достойне місце займає калій титанат, який виступає основою для виготовлення косметичних та фармацевтичних засобів, володіє ефективними фотокаталітичними властивостями зокрема прискорює фотодеструкцію метиленового синього в розчинах тощо [2, 3].

Метою роботи є дослідження кінетики процесу лужного вилуговування ільменітового концентрату Іршанського ГЗК Житомирської області з вмістом ільменіту (70 %) калій карбонатом.

На рис. 1 зображено фотографію ільменітового концентрату (зовнішній вигляд).

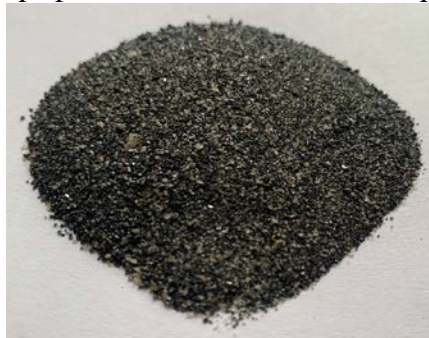


Рис.1. Зовнішній вигляд ільменітового концентрату

Для побудови кінетичної залежності ільменітовий концентрат сплавили з калій карбонатом за температури 200 °С протягом 30, 90, 100, 110 та 120 хв. Кількісний вміст калій титанату у плаві визначали фотометрично за довжини хвилі 440 нм.

На рис. 2 зображено залежність оптичної густини утвореного калій титанату від часу нагріву компонентів.

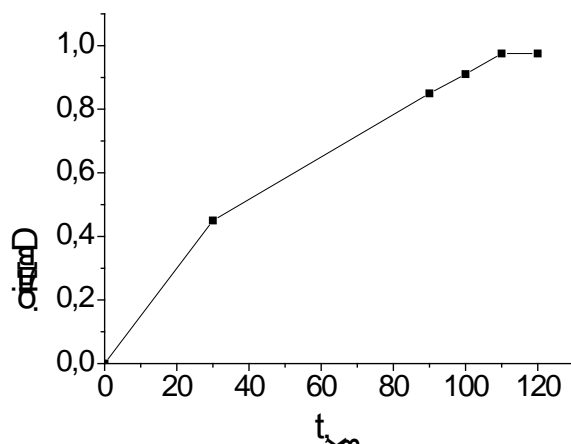


Рис. 2. Залежність оптичної густини утвореного калій титанату від часу нагріву компонентів

Як видно з експериментальних даних, оптимальний час процесу лужного вилуговування ільменітового концентрату з вмістом ільменіту (70 %) калій карбонатом за температури 200 °С становить 110 – 120 хв, подальший час нагріву суттєво не впливає на вихід кінцевого продукту.

Процес лужного вилуговування ільменіту калій карбонатом є перспективним альтернативним методом одержання реакційноздатних титанвмісних сполук.

1. Лисенко О.А. Розсипні родовища України. Стан освоєння та перспективи нарощування їхнього потенціалу. Збірник наукових праць УкрДГРІ. 2017. № 3. С.74-90.

2. С. Thambiliyagodage, R. Wijesekera Ball milling – A green and sustainable technique for the preparation of titanium based materials from ilmenite. Chemistry. 2022. Vol. 5. 100236. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100236>

3. Photocatalytic destruction and adsorptive processes of methylene blue by potassium titanate / S. Pysarenko, O. Kaminskyi, O. Chyhyrynets, R. Denysiuk, V. Chernenko // Materials Today: Proceedings. 2022. Vol. 62, № P15. P. 7754-7758. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.476>

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ В ГЕЛЯХ

Чуян Таїсія Вячеславівна,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Горобей Костянтин Миколайович,
здобувач вищої освіти II курсу grkosta30@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Гелі - це дисперсні системи, у яких частинки дисперсної фази не рухаються вільно, як у розчинах, а зв'язані між собою міжмолекулярними силами; дисперсійне середовище заповнює проміжки між пов'язаними мицелами. Гелі - це золі, які повністю або частково втратили агрегатну стійкість, але зберегли кінетичну стійкість [1].

Прикладами гелів можуть служити застигли розчини желатину, агару, пектину, кремнієвої кислоти; целулоїд, клей, текстильні волокна, багато тканини рослинного і тваринного походження. А також більшість продуктів харчування харчової промисловості, як наприклад кисле молоко, киселі, желе, мармелад, сир, тісто, хліб тощо [2].

В роботі досліджено проходження хімічних процесів у гелях на прикладі реакцій обміну (утворення осадів), так званих кілець Лізенганга.

Для проведення експерименту готували такі розчини: 0,5 г желатину розчиняли у 50 мл гарячої дистильованої води та до утвореного розчину в першому випадку додавали такий самий об'єм 2 % -го розчину калій дихромату, в другому – 2 %-й розчин плюмбум ацетату, а в третьому – 2 % розчин купрум сульфату. Всі три суміші розливали у чашки Петрі та залишали на 1 годину з метою утворення гелю.

Другим розчином у першому випадку слугував насичений водний розчин аргентум нітрату, в другому – насичений розчин калій йодиду, а в третьому – розчин натрій гідроксиду. Кожен з цих розчинів у кількості 10 крапель додавали до відповідного гелю та залишали ці системи на 5 днів.

Встановлено, що за кількістю утворених кілець в часі, осаді можна розташувати в таку залежність: $PbI_2 > Ag_2Cr_2O_7 > Cu(OH)_2$ (за умови дотримання однаковості концентрацій).

1. Воловик Л. С., Ковалевська Є. І., Манк В. В. [та ін.] Колоїдна хімія : підручник / за ред. В. В. Манка, НУХТ. К.: НУХТ. 2011. 247 с. ISBN 978-966-612-107-6. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/833>

2. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / Уклд.: Гуменюк О. Л.- Чернігів: ЧДТУ. 2013. 244 с.

СЕКЦІЯ 5:

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ХІМІЇ

**(ФАРМАЦЕВТИЧНА, КОСМЕТИЧНА, ХАРЧОВА,
КРИМІНАЛІСТИЧНА, КОМП'ЮТЕРНА,
МЕДИЧНА ХІМІЇ, АГРОХІМІЯ)**

ADSORPTION OF DRUGS ON TITANIUM DIOXIDE

Mariana Bedrii

M.Sc. student of the Chemistry Department, mariana.bedrii.19@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Ihor Mykytyn

Ph.D., Associate Professor of the Chemistry Department, ihor.mykytyn@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Iryna Prokipchuk

Leading specialist of the Chemistry Department, iryna.prokipchuk@pnu.edu.ua
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

Titanium dioxide is a ubiquitous constituent within the formulation of various pharmaceutical products. It serves as both an inert white pigment and a protective agent that shields the active pharmaceutical ingredients (APIs) from the deleterious effects of ultraviolet light.

Recent years have witnessed the expiration of patent protection for the APIs in a multitude of highly efficacious medications. Consequently, pharmaceutical entities have started to use these APIs to create generic drugs and innovative combination therapies.

Frequently, pharmaceutical companies produce combined therapeutic forms in which one of the drugs was used previously as a pure compound while another was mixed with titanium dioxide. To discern whether titanium dioxide will maintain its role as an inert adjuvant within these products or potentially influence the bioavailability of individual components, the investigation of its adsorption properties in conjunction with these pharmaceuticals is needed. It is particularly significant for drugs that are available as a single compound in the therapeutic form.

We studied adsorption of pharmaceutical compounds on titanium dioxide focusing on ones frequently prescribed in Ukraine. We selected drugs that are single compounds in their therapeutic form and, therefore, have defined chemical compositions. The second criteria was ability to absorb light in 250-700 nm spectral region, thereby facilitating their quantification.

We selected five drugs: Aspirin (active ingredient: acetylsalicylic acid), Analgin (active ingredient: metamizole sodium), Caffeine-Sodium Benzoate (active ingredient: caffeine), Furacilin (active ingredient: nitrofurazone), and No-Spa (active ingredient: drotaverine). First, UV-Vis absorption spectra of the compounds were recorded using a DS-11 FX+ spectrophotometer (DeNovix Inc., Wilmington, DE, USA). This analytical approach facilitated the critical assessment of measurement efficiency within our study.

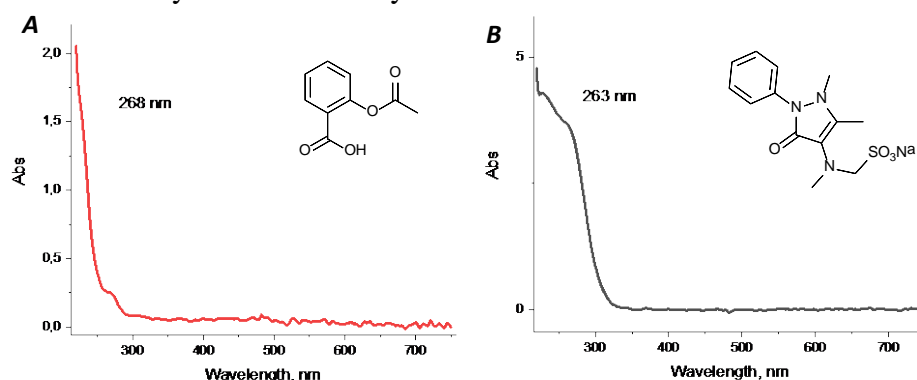


Fig. 1. Light absorption spectrum: a) acetylsalicylic acid; b) metamizole sodium

Acetylsalicylic acid absorbs light primarily within the short-wavelength spectral region, devoid of any discernible spectral peaks. While attainable through spectrophotometric methodologies, its quantification poses a non-trivial challenge (Fig. 1a).

Metamizole sodium exhibits a marginally broader absorption peak, albeit confined to the

shorter wavelength region, entirely falling below the 300 nm threshold and lacking a well-defined spectral maximum (Fig. 1b).

Caffeine manifests a discernible absorption peak at 270 nm. Nevertheless, this wavelength remains within the short end of the spectrum, which poses limitations on the practicality of its measurement (Fig. 2a).

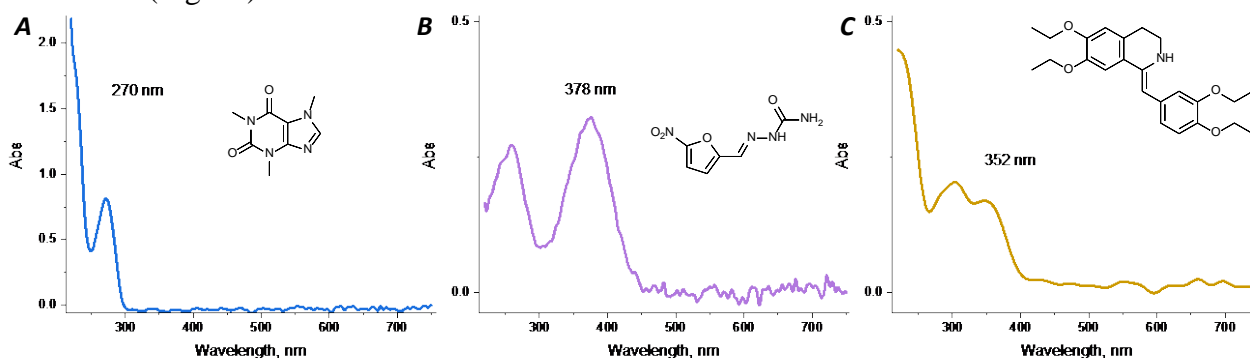


Fig. 2. Light absorption spectra: a) caffeine; b) nitrofurantoin; c) drotaverine

Nitrofurantoin, in contrast to the aforementioned pharmaceutical agents, presents a noteworthy spectral profile characterized by two distinct absorption peaks, with the red-shifted one reaching maximum at approximately 380 nm. This distinctive attribute enhances its suitability for precise measurement and analysis (Fig. 2b).

Drotaverine comprises two benzene rings interconnected by a conjugated double bond, a structural feature that endows it with an absorption peak close to 350 nm that simplifies precise quantification of substance absorption levels (Fig. 2c).

To quantify the affinity of drotaverine to titanium dioxide, we measured the light absorption spectra of the drotaverine solution in both water and the solution obtained after centrifugation of suspensions containing varying amounts of titanium dioxide (Fig. 3). We observed distinct indications of light scattering, manifested as sloping lines, in certain spectra. To account for light scattering, we subtracted the signal at 450 nm from the signal at the absorption peak. This adjustment allowed for more precise determinations of the correlation between the degree of drotaverine sorption on titanium dioxide and its concentration.

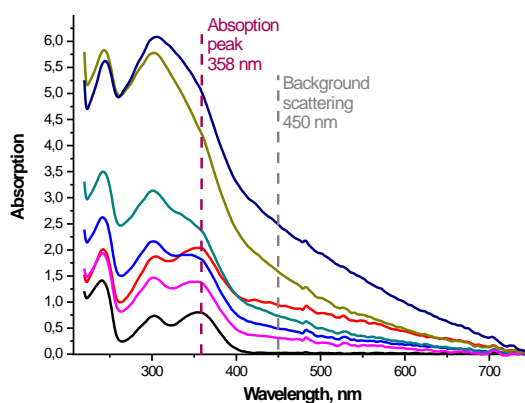


Fig. 3. Light absorption spectra of the drotaverine solution

Relationship between the quantity of sorbed drug and its equilibrium concentration within the solution (Fig 4a) can be described through the Langmuir isotherm.

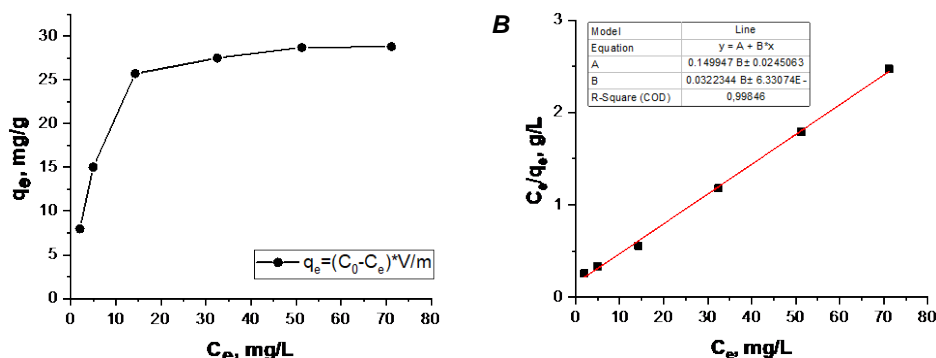


Fig. 4. Drotaverine adsorption isotherms. A) Relationship between the amount of sorbed drug per unit weight of adsorbent at equilibrium (q_e) and its equilibrium concentration in solution (C_e). B) Isotherm in linearized coordinates and linear regression fit

Langmuir adsorption isotherm model assumes reversible sorption-desorption of molecules on independent binding sites and is characterized by two parameters: K_L – Langmuir isotherm constant determining the enthalpy of adsorption [$L\ mg^{-1}$] and q_{max} – a maximum mass of a substance that can be adsorbed per unit mass of adsorbent [$mg\ g^{-1}$]. According to this model, the mass of adsorbed substance at equilibrium (q_e , [$mg\ g^{-1}$]) hyperbolically depends on the equilibrium concentration of a substance in solution (C_e , [$mg\ L^{-1}$]) [1]:

$$q_e = \frac{q_{max}K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

In the Langmuir model, the K_L constant is related to the adsorption energy and the affinity of drotaverine to the adsorbent surface. Notably, higher K_L constant values correspond to increased adsorption energy and enhanced affinity.

Adsorption of the tested drug is properly described by the Langmuir model, as evidenced by the linear correlation ($R^2 = 0.998$) observed between q_e/C_e and the equilibrium concentration of drotaverine in the solution (C_e), as illustrated in Figure 4b. This suggests the monolayer coverage of the sample on the TiO_2 surface. Adsorption capacity, q_{max} , was $6.67 \pm 0.89\ mg/g$ and Langmuir isotherm constant was determined to be $4.65 \pm 0.6\ L/mg$. Namely, a higher K_L constant corresponds to increased adsorption energy and enhanced affinity. The adsorption capacity is lower than for previously described Congo red ($\sim 24\ mg/g$) while the affinity is significantly higher [2].

Our subsequent phase of research will involve the investigation of the sorption characteristics of nitrofurazone, while concurrently exploring the feasibility of identifying additional pharmaceutical compounds exhibiting suitable spectral attributes.

1. Prokipchuk, I. V., Mykytyn, I. M., Bedrii, M. V., & Pidhirna, M. Ya. (2023). Fluorescence-based quantification of peptide adsorption on titanium dioxide. *Journal of Chemistry and Technologies*, 31(3). 486–492. <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i3.284204>
2. Mironyuk, I., Myslin, M., Lapchuk, I., Tatarchuk, T., & Olkhovyy, O. (2021). Adsorption of azo dye Congo red on the Sn-doped TiO_2 surface. *Physics and Chemistry of Solid State*, 22(3), 561–567. <https://doi.org/10.15330/pcss.22.3.561-567>

ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У МЕДИЦИНІ ТА ФАРМАЦІЇ

Антонова Ганна Олександрівна
здобувач вищої освіти V курсу, revenko.anya.19@gmail.com
Сумський державний університет, Україна

Большаніна Світлана Борисівна
кандидат технічних наук, доцент, s.bolshanina@chem.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Використання біополімерів у різних галузях науки на сьогоднішній день досить поширено. Найбільш успішно біополімери застосовуються в харчовій промисловості, а також в медицині та фармацевтиці.

В роботі ми хочемо зосередити увагу на огляді і дослідженні світового досвіду використання біополімерів. Дослідження щодо використання біополімерів викликало великий інтерес для вчених, медичної спільноти та промисловості, особливо в останні роки. Біополімери, які зазвичай використовувалися в харчовій промисловості, завдяки своїм властивостям і особливому складу також зацікавили і фармацевтичну сферу.

Найбільше увагу науковців привертають увагу такі біополімери як хітозан, гідроксиапатит, гідроксипропіл, крохмаль, інулін, декстрин, ксилан та ін.

Гідроксиапатит - біополімер, який використовується в протезуванні [1-3], має перспективи в дослідженні його взаємодії з лікарськими препаратами та вдосконалення його властивостей.

Біомедичні імплантати з біополімерів, використовуються для заміни зламаних кісток, покращення рухливості, зменшення болю та підвищення комплаєнсу пацієнтів, а отже, якості життя. Хірурги часто використовують кісткові трансплантати, виготовлені із замінного біоматеріалу, щоб покращити регенерацію кістки.

Гідроксиапатит є одним із найбільш біосумісних матеріалів, і додавання карбонатних іонів призводить до підвищення міцності на руйнування, яка є надзвичайно необхідною для біомедичних застосувань. Структурні властивості та його чистота як однофазного матеріалу підтверджуються рентгенівською дифракцією [4].

У разі ортопедичних і стоматологічних втручань, гідроксиапатит використовується для зменшення тривалості антибіотикотерапії та ризику передозування, а також для мінімізації концентрації препарату в крові та спричиненої цим токсичності. Гідроксиапатит також підходить для безпосередньої доставки діючої речовини в зону ураження. Його використання як місцевого носія ліків є високоефективним, а швидкість і період вивільнення можна контролювати [5].

Не менше цікавим і перспективним біополімером є хітозан. Застосування його досить широке. Часто його використовують в оболонках лікарських засобів.

Місцеве лікування захворювань слизової оболонки порожнини рота, таких як мукозит ротової порожнини та виразки слизової оболонки, привернуло увагу до хітозану, оскільки він пропонує переваги високої концентрації препарату *in situ* при низькій дозі, швидке лікування та уникнення розпаду препарату шлунково-кишковими ферментами. Вчені з Кафедри стоматології, Гуйчжоуського медичного університету, дійшли висновку що, використання хітозану в композиціях може створювати системи тривалого вивільнення та подовжує тривалість лікування препаратом. Що ще важливіше, хітозан може посилити мукоадгезивну силу частинок препарату до слизової оболонки, а отже, покращити швидкість утримання ліків після потоку імітованої слини [6].

Таким чином, дослідивши сфери використання біополімерів в медицині та фармацевтиці, можна зробити висновок, що дана тема дуже актуальна і перспективна. В модифікації з різними хімічними елементами, лікарськими речовинами біополімери можуть отримувати нові властивості і активно застосовуватися в медицині.

1. Lynn AK, DuQuesnay DL. Hydroxyapatite-coated Ti-6Al-4V part 1: the effect of coating thickness on mechanical fatigue behaviour. *Biomaterials*. 2002 May;23(9):1937-46. doi: 10.1016/s0142-9612(01)00321-0. PMID: 11996034.
2. Sun L, Berndt CC, Gross KA, Kucuk A. Material fundamentals and clinical performance of plasma-sprayed hydroxyapatite coatings: a review. *J Biomed Mater Res*. 2001;58(5):570-92. doi: 10.1002/jbm.1056. PMID: 11505433.
3. J. Faig-Martí, F.J. Gil-Mur, Hydroxyapatite coatings in prosthetic joints, *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*, Volume 52, Issue 2, 2008, Pages 113-120, ISSN 1988-8856
4. Dhruv Bhatnagar, Sanjeev Gautam, Hemant Batra, Navdeep Goyal, Enhancement of Fracture Toughness in carbonate doped Hydroxyapatite based nanocomposites: Rietveld analysis and Mechanical behaviour, *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Volume 142, 2023, 105814, ISSN 1751-6161, <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.105814>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616123001674>)
5. Noémi-Izabella Farkas, Graziella Liana Turdean, Liliana Bizo, Laura Marincas, Oana Cadar, Lucian Barbu-Tudoran, Barabás Réka, The effect of chemical composition and morphology on the drug delivery properties of hydroxyapatite-based biomaterials, *Ceramics International*, Volume 49, Issue 15, 2023, Pages 25156-25169, ISSN 0272-8842, <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.05.047>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884223012944>)
6. Wang-Zhan Jiang, Yang Cai, Hao-Ying Li, Chitosan-based spray-dried mucoadhesive microspheres for sustained oromucosal drug delivery, *Powder Technology*, Volume 312, 2017, Pages 124-132, ISSN 0032-5910, <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.02.021>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591017301481>)

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Баранівська Олександра Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, aleksandrakuprijanchuk@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Харчові добавки стали неодмінною частиною сучасного харчування. Вони додають смаку, аромату, кольору і тривалості зберігання нашим продуктам. Проте, чимало дискусій та питань виникає щодо їхнього впливу на здоров'я людини [1].

Харчові добавки можна поділити на дві основні категорії: природні та синтетичні. Природні добавки включають в себе вітаміни, мінерали, амінокислоти та інші корисні речовини, які необхідні для здоров'я. Вони можуть надходити в організм із необхідними поживними речовинами, які можуть бути недостатніми в щоденному раціоні. З іншого боку, синтетичні добавки, такі як консерванти, антиоксиданти, солодкі добавки і багато інших, використовуються для підвищення тривалості зберігання продуктів і покращення їхнього смаку та аромату [2]. Харчові добавки виконують численні функції в харчових продуктах. Перш за все, вони допомагають зберігати продукти і зберігати їхню свіжість. Консерванти, наприклад, допомагають запобігти розкладу продуктів та розмноженню мікроорганізмів, що можуть забруднити їх. Антиоксиданти зменшують окислювання жиру та інших складників харчових продуктів, що може призвести до погіршення смаку та псування продукту. Покращення смаку та аромату є ще однією важливою функцією харчових добавок. Солодкі добавки, наприклад, додають продуктам солодкий смак без додавання цукру. Ароматизатори можуть надавати продуктам приємний аромат, який заохочує споживачів купити ці продукти. Забезпечення необхідних поживних речовин - це інша важлива роль харчових добавок. Вітаміни та мінерали можуть бути додані до продуктів, щоб покращити їхню поживну цінність. Наприклад, молоко може бути збагачене вітаміном D, щоб підвищити його корисність для кісток. Вживання харчових добавок може мати різний вплив на організм людини. Багато природних добавок, таких як вітаміни та мінерали, є безпечними і корисними. Вони допомагають поповнити нестачу поживних речовин у раціоні і підтримувати оптимальне функціонування організму людини. Однак, деякі синтетичні харчові добавки можуть викликати алергічні реакції. Наприклад, барвники та консерванти можуть бути причиною алергічних реакцій у дітей та дорослих. Крім того, деякі харчові добавки можуть мати негативні наслідки для здоров'я при довготривалому вживанні. Наприклад, деякі дослідження вказують на зв'язок між великими дозами антиоксидантів і погіршенням здоров'я, включаючи збільшення ризику серцевих захворювань [2]. Для забезпечення безпеки споживачів і уникнення небажаних наслідків вживання харчових добавок, існують різні органи регулювання та норми якості. Наприклад, у США харчові добавки регулюються Федеральною службою з питань контролю за продуктами і ліками (FDA). FDA встановлює норми для дозволених доз та вимоги до етикетування харчових продуктів. Схожі організації мають і інші розвинені країни, а саме вони мають свої власні системи регулювання. У Європейському Союзі, наприклад, Європейська Агенція з безпеки харчових добавок (EFSA) відповідає за оцінку безпеки харчових добавок та встановлення рекомендаційних норм. Окрім регулювання, також важливе маркування продуктів. Продукти, які містять харчові добавки, повинні мати відповідне позначення на упаковці, щоб споживачі мали можливість інформуватися про їхню наявність та кількість. Це дає споживачам можливість свідомого вибору. Сучасна наука безперервно вивчає вплив харчових добавок на організм людини. Останні дослідження в галузі впливу харчових

добавок на мікробіому кишечника є особливо цікавими. Мікробіом кишечника відіграє важливу роль в здоров'ї організму, і деякі харчові добавки можуть впливати на його склад та функцію. Крім того, постійно розвиваються нові методи для оцінки безпеки та ефективності харчових добавок. Це дозволяє науковцям та регулювальним органам більше розуміти їхній вплив і розробляти більш точні норми та рекомендації [3].

Вживання харчових добавок має значний вплив на наше щоденне харчування та здоров'я. Вони можуть покращити якість продуктів, але також можуть мати негативні наслідки для здоров'я. Регулювання та маркування продуктів з харчовими добавками грають важливу роль у забезпеченні безпеки споживачів. Нові дослідження та розвиток наукових методів допомагають зрозуміти вплив добавок краще і розробляти стратегії для покращення безпеки та корисності їх використання. У майбутньому, важливо залишати увагу на розвиток галузі та забезпечити споживачів інформацією, яка дозволить їм зробити свідомий вибір продуктів для підтримки їхнього здоров'я.

1. Vitamin C. [online]. Режим доступу: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-Consumer/> (дата звернення: 10.11.2023)

2. Institute of Medicine (US) Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000. PMID: 25077263.

3. Johnston C.S. Strategies for healthy weight loss: from vitamin C to the glycemic response. J Am Coll Nutr. 2005 Jun; 24 (3): 158-65. doi: 10.1080/07315724.2005.10719460. PMID: 15930480.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Войцещук Зоряна Андріївна,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Стороженко Тетяна Андріївна,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович,
доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор (б.в.з.) chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

На сьогоднішній день вимоги до якості і безпеки харчових продуктів постійно підвищуються, удосконалюється нормативно-технічна база та методичні підходи щодо оцінювання традиційних та нових видів продукції.

Рослинні олії та продукти на їх основі є незамінними компонентами харчування, які забезпечують необхідний рівень енергетичної та фізіологічної цінності нормального добового раціону людини. Вони містять незамінні ненасичені жирні кислоти, а їхні функціональні властивості багато в чому визначаються складом цих кислот, ступенем їхньої ненасиченості і співвідношенням цис- і транс ізомерів. Тому олії належать до функціонально значимих компонентів збалансованого харчування [1].

Якість соняшникової олії, що реалізується кінцевим споживачем в Україні [2], залежить від цілого ряду показників, таких як: запах, колірне число (мг йоду, що використано на титрування олії); кислотне число (мг КОН/г, що використано на титрування олії); пероксидне число (ммоль окисника (1/2 O) на 1 кг жиру) та ін. Визначення вказаних вище параметрів дозволяє робити комплексний висновок про якісний та кількісний склад соняшникової олії.

До класичних методів експертизи жирів та олій можна віднести: титриметричний, рефрактометричний і ареометричний. В основі ідентифікації лежить визначення значень йодного числа, числа омилення, показника заломлення і відносної густини (щільності) досліджуваної олії і зіставлення отриманих даних з відомими значеннями зазначених параметрів для певного виду жиру чи олії.

1. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / Уклд.: Гуменюк О.Л.- Чернігів: ЧДТУ. 2013. 244 с.

2. ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» [Назва з екрану]. URL: <http://surl.li/mvymys>

БЕЗПЕКА ЗАСОБІВ ПОБУТОВОЇ ХІМІЇ ДЛЯ ЛЮДИНИ ТА ПРИРОДИ

Довбня Андрій Іванович,
здобувач вищої освіти IV курсу, 13smg07@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Питання безпеки людини й інших живих організмів у всіх сферах побутової діяльності є надзвичайно складним і актуальним. Адже проблема захисту людей від небезпек з'явилася від початку їх існування на Землі. З моменту зародження цивілізації турбота про безпеку один одного виникла після того, як з'явилося усвідомлення важливості необхідних знань, умінь і технологій, пов'язаних із ризиками для здоров'я.

Засоби побутової хімії є важливим досягненням сучасної цивілізації. Побутові хімікати значно спрощують і зменшують зусилля, скорочують час, який витрачається на прибирання будинків, автомобілів, офісних приміщень; знешкодження шкідників, дезінфекцію тощо. Однак, сучасне життя сповнене й багатьох шкідливих факторів, як хімічних, так і фізичних, біологічних, фізико-хімічних, які часто негативно впливають на здоров'я населення та всіх живих організмів у природі. Тому важливо, щоб кожна людина знала, як ідентифікувати шкідливі побутові засоби, які використовує в повсякденному житті та могла вчасно вжити необхідних та ефективних заходів захисту від них.

Більшість сучасних товарів побутової хімії виділяють забруднюючі речовини в атмосферу, їх використання визнано потенційно шкідливим для здоров'я людини, особливо в невеликих приміщеннях, тому важливим є дотримання вимог, які наведені в Технічному регламенті мийних засобів, затвердженому Постановою КМУ від 20.08.2008 року № 717.

За ступенем небезпеки побутові хімікати умовно можна розділити на чотири групи: безпечні, вогненебезпечні, отруйні та побутові хімікати, які проявляють певну небезпеку. Тому важливим є питання необхідності дотримання правил техніки безпеки при використанні засобів побутової хімії, включаючи зберігання подалі від дітей, використання захисного одягу та аксесуарів при роботі з ними, обережне поводження при схильності цих речовин до випаровування, зберігання подалі від харчових продуктів і в щільно зачинених ємностях, використання лише за призначенням з дотриманням рекомендацій, що зазначені в інструкції тощо [1].

Багато засобів для прибирання будинку містять хімічні речовини, які можуть бути шкідливими для здоров'я, викликати опіки, ушкодження органів, алергічні реакції тощо. До складу засобів для прання та відбілювання входять розчини лугів, а засоби для миття віконного скла, умивальників, унітазів містять розчин аміаку, який уражає слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Предмети особистої гігієни містять значний спектр летких речовини твердих часток. До складу багатьох лаків та фарб входять нітросполуки, які шкідливо впливають, зокрема, на печінку. Крім того, деякі засоби побутової хімії містять органічні та неорганічні кислоти (мурашину, хлоридну), поверхнево-активні речовини, фосфати, синтетичні віддушки, які згубно діють на живі організми. Препарати, які використовуються як засоби боротьби з побутовими шкідниками містять диметилфталат, який в організмі має здатність перетворюватися в метиловий спирт, що здатен розкладатися на досить токсичні для центральної нервової системи мурашину кислоту та формальдегід [2].

Отже, використання засобів побутової хімії обов'язково має відповідати вимогам затвердженого державою технічного регламенту, що сприятиме захисту життя та здоров'я людини й інших живих організмів, національної безпеки, охорони довкілля та природних ресурсів.

1. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П. Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2011. 276 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://chtyvo.org.ua/authors/Chorna_OH/Bezpeka_zhyttiediialnosti.pdf
2. Ярошевська В.М. Безпека життєдіяльності: Підручник. Київ: ВД «Професіонал», 2004. 560 с.

ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ ЗАТОСУВАННЯ НОВИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Гоменюк Віталій Володимирович,
здобувач освіти V курсу, vitalii.gomeniuk@gmail.com
Сумський державний університет, Україна

Большаніна Світлана Борисівна,
кандидат технічних наук, доцент, s.bolshanina@chem.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Впровадження ефективних добрив є актуальною та необхідною задачею для сільського господарства, особливо в умовах північних регіонів України. Серед них, Сумська область відзначається особливою проблематикою. За екологічним паспортом області, ґрунти характеризуються середнім вмістом гумусу та недостатнім вмістом основних макроелементів, таких як азот, фосфор і калій, які є важливими для росту та розвитку сільськогосподарських культур [1]. Ця проблема має вирішальне значення для забезпечення високої врожайності та продуктивності сільськогосподарської діяльності.

Одним із перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є використання гранульованих органічно-мінеральних добрив, які поєднують в собі органічні та мінеральні компоненти. Такий підхід дозволяє покращити агрофізичні показники ґрунту та запобігти вимиванню поживних речовин, що є важливим для збереження родючості ґрунту та стимулювання росту рослин. Гранульовані органічно-мінеральні добрива характеризуються повільною та пролонгованою дією, забезпечуючи рослини поживними речовинами протягом тривалого періоду.

Дана робота спрямована на визначення дії температури на процес розчинення гранульованого органічно-мінерального добрива, розробленого на базі Науково-дослідного інституту мінеральних добрив і пігментів Сумського державного університету. Це добриво складається з карбаміду, покритого фосфоритвмісною оболонкою і включає в себе основні поживні елементи, такі як азот та фосфор. Крім цього, важливим елементом цього добрива є його органічна складова – біовугілля, яке має розвинуту пористу структуру та відіграє роль адсорбційної добавки [2-4].

Для порівняння кінетичних властивостей нового добрива було взято зразок амофосу, що являє собою подвійне азото-фосфорне комплексне добриво. Амофос складається з добре розчинних у воді речовин: дигідрофосфату амонію $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ та гідрофосфату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Це традиційне добриво, яке зберігає свою актуальність на ринку протягом тривалого часу.

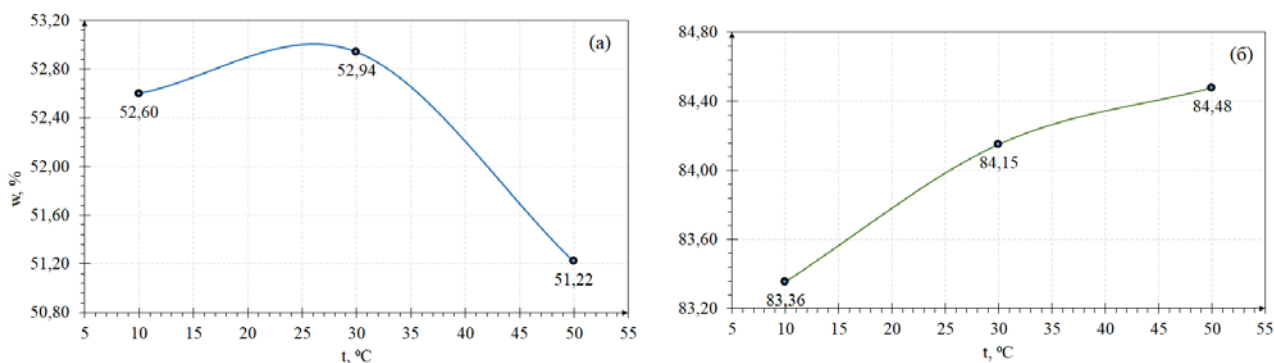


Рис. 1. Графік залежності масової частки розчинного компонента добрива від температури:
а) нове органічно-мінеральне добриво; б) амофос

За результатами експериментів (рис. 1) було визначено, що розчинність амофосу

закономірно збільшується зі збільшенням температури, а в новому добриві при підвищених температурах (більше 30 °С) розчинність зменшується. Цей ефект ймовірно пов'язаний із формуванням міцелярних структур під впливом підвищеної температури, які в свою чергу призводять до обмеження розчинності. Гіпотеза була підтверджена шляхом аналізу зразків фільтратів добрива за допомогою методу ПЕМ. Проте важливо розуміти, що повільне розчинення добрива сприяє продовженню його дії та запобігає швидкому вимиванню з ґрунтів, що має позитивний вплив на живлення рослин.

Водночас було проведено дослідження фільтратів цих добрив на масову частку основних поживних елементів – фосфору (P) та азоту (N) (табл. 1). Визначено, що вплив температури негативно відображається на вихід NP амофосу: втрачається азот, через його перехід в газоподібний стан, і знижується легкорозчинний фосфор через утворення малорозчинного осаду водорозчинних фосфатів з кадмієм. У новому добриві також втрачається азот при високих температурах, але вивільнення фосфору збільшується. Тому найбільш краще себе показує нове добриво за 15-20 °С.

У порівнянні з амофосом, нове добриво демонструє меншу масову частку основних елементів. Також, враховуючи вихідний склад добрив, після 10 хвилин експерименту з амофосу вивільнилося приблизно 86,5% азоту, тоді як з нового добрива – лише 7%. Це свідчить про поступове та пролонговане виділення NP, що вказує на потенційну тривалу дію нового добрива порівняно зі стандартним амофосом.

Таблиця 1. Вміст NP добрив в залежності від температур

Назва добрива	t, °C	P ₂ O ₅ , %	N, %
Нове органічно-мінеральне добриво	10	0,033	1,71
	20	0,044	1,45
	30	0,054	1,24
Амофос	10	45,22	9,86
	20	41,81	9,43
	30	37,74	8,16

Висновки. Проведені дослідження підтверджують вплив температури на процес розчинення складних органічно-мінеральних добрив та на доступність і вивільнення поживних елементів. Досліджено нове добриво на основі карбаміду та біоچارу, яке відрізняється необхідним вмістом поживних елементів та пролонгованою дією. Визначено оптимальний температурний режим використання даного добрива – 15-20 °С.

1. Екологічний паспорт Сумської області станом на 01.01.2022 р. URL: <http://surl.li/fozgy> (дата звернення: 23.02.2023)

2. Vakal, S., Vakal, V., Artyukhov A., Shkola V., Yanovska A. New method for obtaining “green” encapsulated fertilizers with nanoporous structure within the concept of sustainable development. *Clean Techn Environ Policy*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s10098-022-02419-6>

3. Yanovska, A., Artyukhov, A., Vakal, S., Vacal V., Shkola V. Encapsulated organic-mineral fertilizers with nanoporous structure. *Applied Nanoscience*. 2022. Vol. 12. p. 1275-1283. URL: <https://doi.org/1007/s13204-021-01893-6>

4. Marrero, T. The impact of particle size on biochar porosity. *Wakefieldbiochar*. URL: <https://www.wakefieldbiochar.com/impact-of-particle-size-on-biochar-porosity/> (дата звернення: 09.03.2023)

СУЧАСНІ НАНОМАТЕРІАЛИ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Зозуля Вадим Петрович,
здобувач вищої освіти III курсу zozulia.vadim@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тітов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, chem@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Наноматеріали – це сучасні синтетичні речовини, у яких поєднується унікальний набір фізико-хімічних властивостей завдяки своїм мікроскопічним розмірам (1 – 100 нм). Властивості таких матеріалів залежать від умов синтезу та розмірного ефекту.

Використання неорганічних наноматеріалів у сучасному житті стало дуже поширеним завдяки їх унікальним властивостям. Вони використовуються у багатьох сферах діяльності людини: очищі стічних та природних вод, нанофільтрів, фотокаталізаторів, носіїв лікарських засобів тощо. Завдяки поширенню застосування наноматеріалів в медицині була створена її нова галузь – наномедицина.

З лікувальною ціллю наноматеріали можуть бути використані для заміни або відновлення пошкоджених тканин [1]. Наприклад, якщо при травмуванні спинного мозку протягом доби після травми за допомогою спеціального шприца ввести розчин амфіфільних наночастинок у місце пошкодження, вони здатні утворити сітку, що складається з нановолокон, яка перешкоджає утворенню рубця, а нервова тканина зможе рости, відновлюючи провідність імпульсу через спинний мозок [1].

На рис. 1 показано схему лікування ушкодженої ділянки спинного мозку за допомогою шприца з амфіфільними наночастинами.

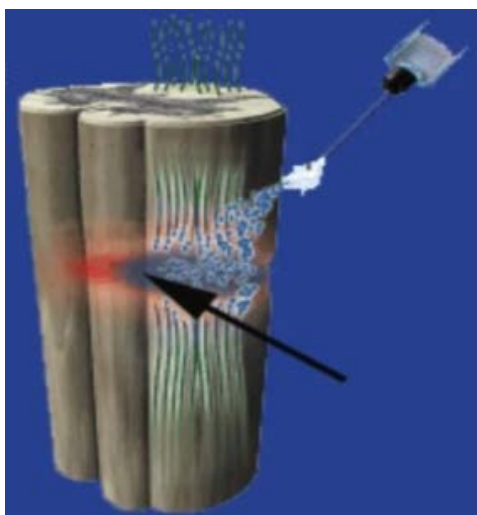


Рис. 1. Схематичне зображення лікування ушкодженої ділянки спинного мозку за допомогою шприца з амфіфільними наночастинками [1]

Наноматеріали використовують для діагностики захворювань. Наприклад, групою експериментаторів [2] запропоновано нову магнітну рідину на основі нанокompозиту магнетит/гідроксиапатит ($\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{HAp}$) в якості контрастної рідини для МРТ.

Також наноматеріали використовують для адресної доставки ліків. Вони забезпечують цільове та контрольоване вивільнення діючих речовин [3,4].

Нанобіотехнології відкривають нові можливості для покращення лікування хвороб через використання цільової (таргетованої) терапії. Наприклад, наночастинки можуть бути використані для прямої доставки хімотерапевтичних засобів до пухлинних клітин, одночасно захищаючи здорові тканини від ушкодження. Крім того, нанорозмірні засоби візуалізації дозволяють виявляти онкологічні захворювання на ранніх стадіях та відстежувати їх розвиток [3,4].

На рис.2 зображено різновиди наноматеріалів, що застосовуються в лікуванні раку [4].

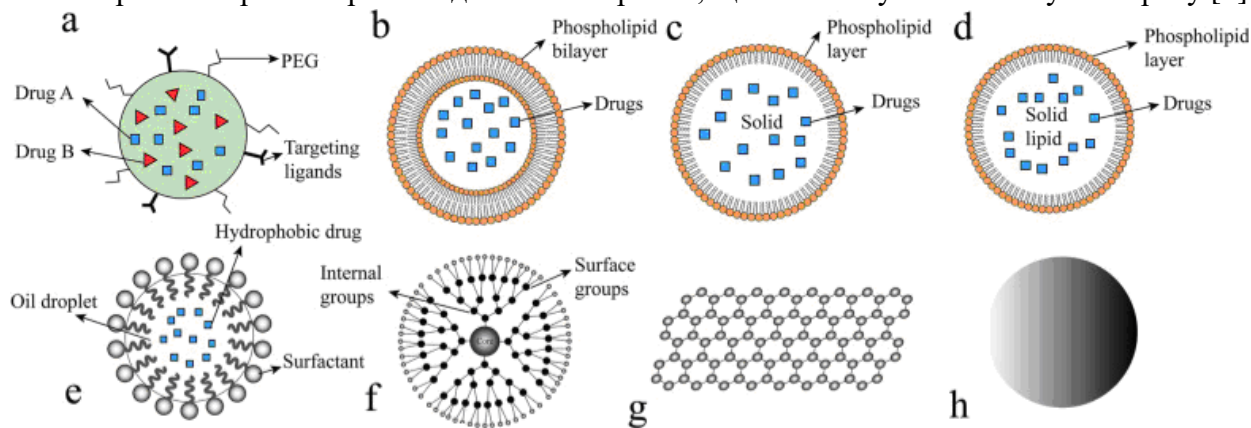


Рис. 2. Різновиди наноматеріалів, що застосовуються в лікуванні раку: **a** – наночастинки; **b** – ліпосоми; **c** – тверді ліпідні наночастинки; **d** – наноструктуровані ліпідні носії; **e** – наноемульсії; **f** – дендримери; **g** – графен; **h** – металічні наночастинки.

Можемо зазначити, що наночастинки займають достойне місце серед матеріалів, які знайшли широке використання у медицині, біотехнологіях, сучасній діагностиці захворювань тощо.

1. Інноваційні неорганічні технології [Електронний ресурс]: підручник для студ.

спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Т. А. Донцова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Т. А. Донцова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 291 с.

2. Zheltova V., Vlasova A., Bobrysheva N, Abdullin I, Semenov V, Osmolowsky M., Voznesenskiy M., Osmolovskaya O. Fe₃O₄@ HA_p core-shell nanoparticles as MRI contrast agent: synthesis, characteri_zation and theoretical and experimental study of shell impact on magnetic proper ties. Applied Surface Science. 2020. Volume 531. 147352. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.147352>

3. Harshita Tiwari, Nilesh Rai, Swati Singh at al. Recent Advances in Nanomaterials-Based Targeted Drug Delivery for Preclinical Cancer Diagnosis and Therapeutics. Bioengineering (Basel). 2023, 10(7):760. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070760>

4. Zhe Cheng, Maoyu Li, Raja Dey, Yongheng Chen Nanomaterials for cancer therapy: current progress and perspectives. J Hematol Oncol. 2021. 14(1):85. <https://doi.org/10.1186/s13045-021-01096-0>

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЇ ПАРАЦЕТАМОЛУ НА ПОВЕРХНІ K_2TiO_3

Кожухова Марія Миколаївна,
здобувач вищої освіти II курсу другого (магістерського) рівня, mariia.p.m.1999@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Часте забруднення водних ресурсів фармацевтичною продукцією – антибіотиками, гормонами, анальгетиками, психотропними, жарознижуючими та протизапальними засобами, привернули величезну увагу вчених всього світу через їх залишки, які потрапляють у водне середовище через очисні споруди. Присутність цих лікарських засобів у навколишньому середовищі становить загрозу для водних організмів з точки зору мутагенності, а також наразі невідомого впливу на людину.

До таких препаратів відноситься і парацетамол, який є одним із найбільших поширених та використовуваних фармацевтичних препаратів, як для знеболювальної та жарознижувальної терапії. Особливо під час пандемії коронавірусної хвороби 2019 (COVID-19) відбулося безпрецедентне зростання його використання, оскільки для лікування симптомів COVID-19 парацетамол був рекомендований як жарознижувальний та знеболювальний препарат першого ряду. Виведення ліків та їх метаболітів біологічними рідинами призводить до потрапляння їх у стічні, поверхневі та ґрунтові води [1].

Метою даної роботи є дослідження процесу адсорбції парацетамолу, одного з найбільш використовуваних ліків під час пандемії COVID-19, з водного розчину за допомогою синтезованого калій титанату, методом лужного плавлення з ільменіту Іршанського родовища (Україна) [2].

Дослідження кінетики процесу адсорбції парацетамолу поверхнею калій титанату проводили в постійних умовах при кімнатній температурі 25°C, концентрації парацетамолу 3 г/л, масі адсорбенту 0,1 г, об'ємі розчину 100 мл за різні часові інтервали (15хв, 30хв, 45хв, 60хв). Концентрацію парацетамолу до та після адсорбції встановлювали за допомогою цериметричного титрування, як титрант використовували 0,1 М розчин церію сульфату.

Для дослідження адсорбційних властивостей калій титанату використали 0,1 г адсорбенту та 100 мл розчину парацетамолу, час адсорбції – 60 хв. Для цього використано розчини з початковими концентраціями 1, 2, 3, 4, 5 та 7 мг/л.

Ступінь вилучення парацетамолу з водних розчинів визначали за формулою:

$$X = \frac{(C_0 - C_p)}{C_0} \cdot 100\%,$$

де C_0 і C_p – концентрація вихідного розчину та розчину після адсорбції (г/л).

Для визначення оптимального часу процесу адсорбції побудовано залежність ступеня вилучення парацетамолу від часу контакту реагентів (рис. 1). Як видно з рис. 1, збільшення часу контакту збільшує ступінь вилучення парацетамолу з водного розчину.

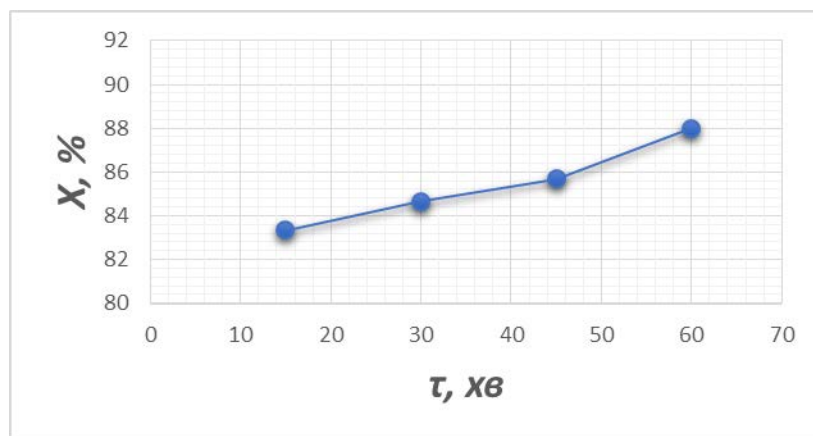


Рис.1. Залежність ступеня вилучення парацетамолу із водного розчину від часу контакту реагентів

На рис. 2 зображено залежність ступеня вилучення парацетамолу залежно від концентрації. Встановлено, що за 60 хвилинного контакту ступінь вилучення парацетамолу лінійно зростає із збільшення вмісту парацетамолу у розчині. При початковій концентрації 1 г/л ступінь вилучення становить 86%, а при концентрації – 7 г/л – 90,6%, тобто відсоток вилучення є досить високим.

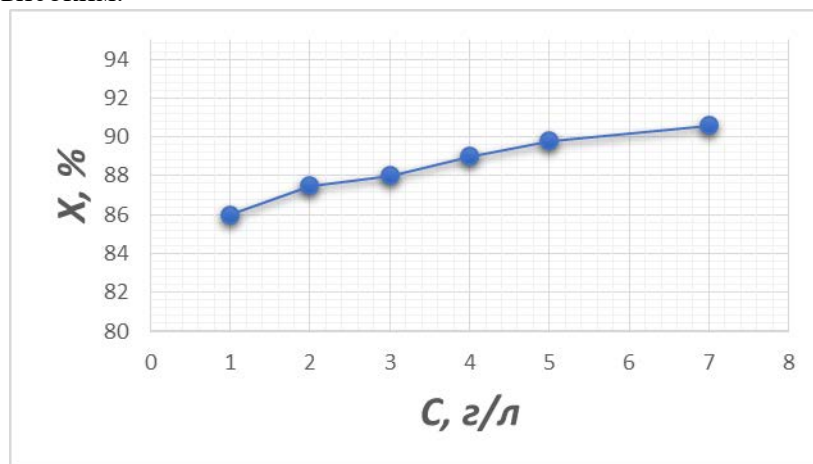


Рис. 2. Залежність ступеня вилучення парацетамолу із водного розчину від концентрації парацетамолу в розчині

В результаті роботи було з'ясовано, що синтезований калій титанат володіє сорбційними властивостями щодо адсорбції парацетамолу з водного розчину, та встановлено, що протягом перших 15 хв ступінь вилучення парацетамолу в статичному режимі становить 82 %.

Експериментальні дані свідчать про перспективність подальших проведень досліджень для майбутнього застосування синтезованого калій титанату як хорошого адсорбенту для видалення залишків парацетамолу із навколишніх водойм.

1. Al-howri B.M., Alsobaai A.M., Hamid N.A., Ismail S. Comparison study for different adsorbents used to remove paracetamol from water sources. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*. 2023.

2. Писаренко С.В. Лужне вилуговування титану з ільменіту Іршанського родовища / В.Ю. Черненко, О.Е. Чигиринець, О.М. Камінський, М.О. Мироняк. // *Питання хімії та хімічної технології*. 2021. № 6. С. 51–56. DOI: 10.32434/0321-4095-2021-139-6-51-56

ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРЕМУ З ДОДАВАННЯМ КОЛОЇДНОГО SiO₂

Косовець Олександр Юрійович,
здобувач вищої освіти III курсу, kosovets557@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Магден Надія Олександрівна,
здобувач вищої освіти III курсу, magdennadia@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Біла Галина Миколаївна,
доцент, кандидат хімічних наук, bilagalina2017@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У кожної людини свій індивідуальний тип шкіри, і кожен з них потребує особливого догляду. Так, шкіра, що схильна до сухості, потребує зволоження та живлення, збагачення мікроелементами. А жирна та комбінована шкіра потребує підсушування для усунення небажаного себуму та блиску. Тому важливо розробити правильну рецептуру доглядової косметики для забезпечення цих умов.

Матеріали та методи. У дослідженні представлено створення підсушуючого крему для шкіри на основі рецептури жирного крему, а саме додавання до нього колоїдного розчину SiO₂.

Результати. Жирним кремом називаються суміш, що містить не менше 30% жирних, жироподібних речовин та восків. Це косметичний засіб, призначений для щоденного живлення сухої та подразненої шкіри. Завдяки спеціально розробленій формулі крем надійно захищає шкіру від несприятливих погодних умов та робить її шовковою на дотик. Крем гіпоалергенний, тому підходить людям навіть із дуже чутливою шкірою. Рецептуру такого крему наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептура жирного крему для сухої шкіри

№	Компонент	Вміст компоненту рецептури жирного крему на 100 г	
		у г	у %
1	Олія макадамії	71,42	71,42
2	Парафін	28,481	28,481
3	Гліцерин	0,066	0,066
4	Ароматизатор	0,033	0,033

Крем, виготовлений за такою рецептурою, має наступні властивості:

- рН = 5,6 – слабкокисле;
- Тримає форму;
- Має живильні властивості;
- Гарно всмоктується в шкіру;
- Надає здорового блиску.

Для того, щоб зробити крем для жирної та комбінованої шкіри у рецептуру жирного крему було додано колоїдний розчин SiO₂.

Діоксид кремнію зустрічається в косметиці, де його застосовують в якості базового компонента або допоміжної речовини. Він проявляє матуючий ефект, вбираючи в себе надлишки шкірного сала, вирівнює колір обличчя і допомагає усунути дрібні зморшки.

Косметичні засоби з добавкою Е-551 рекомендовані при жирному і комбінованому типі шкіри і підходять для будь-якого віку.

Крім того, будучи в складі кремів, лосьйонів, пудри і тонізуючих засобів, ця речовина

не тільки усуває блиск, але і допомагає усунути відмерлі клітини. SiO₂ сприяє інтенсивної регенерації шкіри і її якнайшвидшому відновленню. Компонент допомагає вирівняти поверхню шкіри, усуває жирний блиск, розгладжує дрібні зморшки, видаляє ороговілі клітини і очищає епідерміс.

Хід дослідження: У 5 хімічних стаканів зі зразками крему масою по 1 г додавали різну кількість 30%-го колоїдного розчину SiO₂. До першого зразку додали 0,2 мл розчину, у другий – 0,4 мл, у третій – 0,6 мл, у четвертий – 0,8 мл, а у п'ятий – 1 мл. Вміст стаканів перемішали та нагріли до розплавлення сумішей. В процесі охолодження кожен суміш інтенсивно перемішувати до утворення густої кремової консистенції. Провівши органолептичний аналіз було встановлено, що крем зі співвідношенням зразку та колоїдного розчину 1:0,8 показав найкращі результати, а саме:

- Крем дуже приємний на дотик
- Наявний підсушуючий ефект
- Красивий білий колір
- рН = 7 – нейтральний

Висновки. На основі проведеного дослідження було створено нову рецептуру крему для жирної та комбінованої шкіри з підсушуючим та матуючим ефектом.

1. Л.В.Пешук, Л.І.Бавіка, І.М.Демідов. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. НУХТ. м.Київ.2007р. – с. 86.

2. М.У.Koroleva, О.С.Gorbachevski, Е.У.Yurtov. Paraffin Wax Emulsions Stabilized with Polymers, Surfactants, and Nanoparticles. Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2017, Vol. 51, No. 1, pp. 125-132.

ВПЛИВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ НА СТВОРЕННЯ ЗЕЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИРОБНИЦТВО ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Кравченко Дар'я Володимирівна,
здобувач вищої освіти VI курсу, your_chemist@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович
доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, volodymyr-vilensky@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Зелені технології та відновлювальні джерела енергії стали важливими компонентами сучасного світу, що шукає шляхи зменшення впливу на навколишнє середовище та споживання природних ресурсів. Однак досягнення цих цілей вимагає великих зусиль у галузі досліджень та розробок. Саме тут комп'ютерна хімія грає важливу роль, допомагаючи розробляти нові матеріали, процеси та технології, спрямовані на збереження природи та ресурсів. У цьому контексті, комп'ютерна хімія грає надзвичайно важливу роль у розвитку зелених технологій та виробництві відновлювальних джерел енергії, допомагаючи вирішувати складні завдання та прискорюючи наукові дослідження.

Однією з основних областей застосування комп'ютерної хімії є моделювання та дизайн нових матеріалів. Сучасні комп'ютерні програми та обчислювальні методи дозволяють вченим відобразити молекулярну структуру матеріалів та вивчити їх фізичні та хімічні властивості. Це спрощує пошук матеріалів, що відповідають вимогам стійкості та відновлюваності. Наприклад, комп'ютерна хімія допомагає розробити нові сонячні панелі, акумулятори та каталізатори, що підвищують ефективність використання відновлювальних джерел енергії.

Однією з ключових сфер, де комп'ютерна хімія вносить найбільший вклад, є розробка нових матеріалів для відновлювальної енергетики. Сучасні обчислювальні методи дозволяють вченим аналізувати молекулярну структуру матеріалів та прогнозувати їхні фізичні властивості. Це допомагає створити більш ефективні компоненти відновлювальних систем. Наприклад, завдяки обчислювальним методам, було розроблено нові сонячні елементи з підвищеною конверсією сонячної енергії, що дозволяє збільшити їхню ефективність.

Крім того, важливою галуззю є моделювання хімічних процесів у виробництві енергії. Наприклад, комп'ютерна хімія допомагає оптимізувати процеси горіння біопалив, що дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин. Також вона використовується для розробки нових каталізаторів для водневої енергетики та багатьох інших аспектів відновлювальних джерел енергії.

Можливість передбачати та аналізувати взаємодію хімічних сполук на молекулярному рівні дозволяє створювати більш стійкі та продуктивні технології для відновлювальних джерел енергії. Крім того, комп'ютерна хімія допомагає зменшити кількість відходів та споживання ресурсів у виробництві, що сприяє збереженню навколишнього середовища. Обчислювальні методи дозволяють планувати процеси виробництва так, щоб мінімізувати витрати та негативний вплив на довкілля. Наприклад, комп'ютерні моделі допомагають визначити оптимальні умови для виробництва вітрових турбін, що зменшує витрати на виробництво та монтаж.

Не можна недооцінювати роль комп'ютерної хімії у розвитку зелених технологій та виробництві відновлювальних джерел енергії. Вона відкриває нові можливості для досягнення екологічної стійкості та забезпечення енергетичних потреб суспільства. За допомогою комп'ютерної хімії можна прискорити процеси розробки та впровадження нових технологій, сприяючи тим самим створенню більш здорового та екологічно чистого

майбутнього. Крім того, комп'ютерна хімія сприяє впровадженню машинного навчання та штучного інтелекту у дослідження в галузі зелених технологій. Аналіз великих обсягів даних дозволяє вдосконалити процеси виробництва, виявити нові зв'язки та прогнозувати результати досліджень.

Заключаючи, комп'ютерна хімія відіграє важливу роль у створенні зелених технологій та виробництві відновлювальних джерел енергії. Вона допомагає розв'язувати складні завдання, спрямовані на збереження навколишнього середовища та раціональне використання ресурсів, і сприяє розвитку сучасних технологій, які допомагають нам рухатися до більш сталого та екологічно чистого майбутнього.

1. Chemical History. Edited C.A Russel; G.K Roberts. The Royal Society of Chemistry, 2005
2. HyperChem™, Release 8.0.8, Serial N 12-800159179999; Dealer: Vilensky
3. Lewars E.G. Computational Chemistry: Introduction to the Theory and Applications of Molecular and Quantum Mechanics. – Springer Science + Business Media B.V., 2011.
4. Chemical and Process-Design Handbook, James G. Speight. McGRAW-HILL. 2002

ПРИНЦИПИ ДОСЛІДЖЕННЯ КАТІОННОЇ ЄМНОСТІ ҐРУНТІВ У ВОРОНКАХ ВІД СНАРЯДІВ

Крупська Анастасія Миколаївна,
здобувач вищої освіти III курсу, krupskaiaanastasia3101@gmail.com
Сумський державний університет, Україна

Воробйова Інеса Геннадіївна,
кандидат технічних наук, доцент, in.vorobiova@chem.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Україна славиться своїми родючими чорноземами, але в умовах війни сільськогосподарські угіддя зазнають суттєвих пошкоджень від артобстрілів, вибухів мін та авіаудірів ворога. Найчастіше від таких «прильотів» в Сумській області страждають населені пункти та поля прифронтової території. Це істотно впливає на якісний склад ґрунту. Тому дослідження катіонної ємності ґрунтів у воронках від снарядів є актуальною проблемою. В наслідок визначення ємності катіонного обміну одержують найбільш точні дані, які дають змогу визначити склад та аналіз ґрунтів [1].

У агрономії та агрохімії катіонообмінна ємність має велике значення. Це показник ґрунту, який визначає багато ключових функцій, таких як рівень рН, доступність поживних речовин, обробка забруднень та здатність утримувати вологу. Завдяки високій ємності катіонного обміну ґрунти можуть утримувати значну кількість поживних катіонів протягом тривалого періоду часу, при надходженні природних поживних речовин [2-3].

До того ж, важливим є той факт, що підвищення ємності катіонного обміну може бути досягнуте за допомогою внесення органічних та мінеральних добрив, а також за допомогою правильної обробки ґрунту. Це відіграє важливу роль для вдосконалення сільськогосподарських технологій та підвищення врожайності в агрономічній діяльності [4-5].

В наш час існує багато методів для визначення ємності катіонного обміну, які базуються на взаємодії між катіонами та обмінними частинками ґрунту. Основними принципами дослідження ємності катіонного обміну вважаються [1-6]:

1. Насичення катіонами - це змішування ґрунту з розчином, який містить певну кількість катіонів. Далі вимірювання концентрації катіонів, що залишилися в розчині, які ще не взаємодіяли з ґрунтом. Якщо більша частина катіонів залишається у розчині, це говорить про те що ємність катіонного обміну буде низька.

2. Витіснення катіонів – додавання до ґрунту певних іонів, які можуть витіснити присутні катіони. Внаслідок цього методу, чим більше вивільниться катіонів, тим вище ємність катіонного обміну.

3. Іонний обмін - зв'язування іонів з поверхнею частинок ґрунту та здатність обмінюватися з іншими іонами у розчині.

Ємність катіонного обміну - це показник родючості ґрунту, і завдяки цьому можна проаналізувати, як впливають обстріли на зміну структури та хімічного складу ґрунту. Це впливає на врожайність, і тому для відновлення та збереження родючості після подібних подій, можуть знадобитися додаткові заходи, такі як внесення добрив або сорбентів.

Отже, цей метод є одним з ключових для визначення якості ґрунту. Визначення основного йонного складу дозволить цілеспрямовано підібрати добрива для його вдосконалення, що сприятиме сталому розвитку сільського господарства та ефективності вирощування продукції в агрономії [3].

1. Кирильчук А.А., Бонішко О.С. Хімія ґрунтів. Львів, 2011.

2. Повна катіонообмінна (поглинаюча) здатність ґрунту Afina Pallada. URL: <https://www.afina-pallada-lab.com/paket-povna-kat-onoobm-anna-poglinayucha-zdatn-st-runtu/>

3. Чередниченко І.В. Уміст та склад обмінно-увібраних катіонів у чорноземних типових за умов біологізації землеробства. 2015.Р. 31-38.
4. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів. Миколаїв, 2018. [Online]: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3259/1/Chornyj_Ocinka_jakosti_gruntiv.pdf
5. Ярослав Б., Бонішко О., Телегуз О. Роль обмінних катіонів у стабільності органічних речовин обґрунтувань в урбаноземі Львова., *InterConf+*. 2023. Р. 549–557.
6. Hendershot W., Duquette M. A Simple Barium Chloride Method for Determining Cation Exchange Capacity and Exchangeable Cations, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* .2023.Р. 311-320

ПРОЦЕСИ АДСОРБЦІЇ БАРВНИКІВ ПОВЕРХНЯМИ ОКСИДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Куликівська Катерина Богданівна
здобувач вищої освіти IV курсу kulikovskaakatia@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
асистент кафедри хімії, snezhunka1107@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

При вивченні фізико-хімічних властивостей наночастинок, процеси адсорбції набувають особливої важливості, відкриваючи широкий спектр перспектив у напрямках каталізу, нанофільтрації, медико-біологічних досліджень тощо і навіть очистки навколишнього середовища від таких забруднювачів, як іони важких металів, барвники.

Наночастинки – це структури, розміри яких варіюються від десятків до сотень нанометрів. Їхні унікальні властивості обумовлені квантовими ефектами, що проявляються за таких розмірів частинок. Однією із найважливіших фізико-хімічних властивостей таких наноматеріалів є адсорбційні властивості [1].

Наночастинки широко застосовуються в каталізі завдяки їхній високій активності та селективності. Процеси адсорбції відіграють ключову роль у каталізаторах, оскільки вони забезпечують зв'язок реагентів з активними центрами. [2].

У медичній практиці наночастинки використовуються для доставки лікарських препаратів в організм. Добре розвинена поверхня наночастинок дозволяє іммобілізувати на їх поверхнях молекули лікарських препаратів та спрямувати їх точно до потрібних клітин або органів [2].

Вивчення процесів адсорбції барвників на поверхнях нанооксидних матеріалів знаходить широке застосування у різних галузях науки та техніки. Наприклад, технології фарбування та друку є суттєвими галузями, де вивчення адсорбції барвників на поверхнях оксидів металів є ключовим для розробки ефективних технологій фарбування та друку. Це дозволяє розуміти, як барвники взаємодіють з поверхнею матеріалу, що дозволяє створювати якісні та стійкі покриття.

Наприклад, у роботі [3] проведено порівняння адсорбційної здатності різних феритових нанокристалів MFe_2O_4 ($M = Mn, Fe, Co, Ni$), синтезованих гідротермальним методом, для конго червоного (CR). Встановлено, що розподіл катіонів феритів MFe_2O_4 є найважливішим фактором для визначення їх адсорбційної здатності.

Твердотільні наноматеріали на основі металічних оксидів, зокрема титану та цинку, відомі своєю фотокаталітичною активністю. Вивчення адсорбції барвників може покращити розуміння процесів, які відбуваються на поверхні, що є важливим для розробки ефективних

фотокаталітичних матеріалів для очищення повітря та води.

Вивчення взаємодії лікарських препаратів з поверхнею неорганічних наноматеріалів також має важливе значення у біомедичних дослідженнях, зокрема для розробки носіїв для доставки лікарських речовин та маркерів для діагностики.

1. Yagub, M.T., Sen, T.K., Afroze, S. and Ang, H.M. Dye and Its Removal from Aqueous Solution by Adsorption: A Review. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2014. P. 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.002>

2. Susan R Sandeman 1, Vladimir M Gun'ko, Olga M Bakalinska, Carol A Howell, Yishan Zheng, Mykola T Kartel, Gary J Phillips, Sergey V Mikhalovsky Adsorption of anionic and cationic dyes by activated carbons, PVA hydrogels, and PVA/AC composite. *J. Colloid Interface Sci*. 2011. V. 358. P. 582—592. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.02.031>

3. Lixia Wang, Jianchen Li, Yingqi Wang, Lijun Zhao, Qing Jiang Adsorption capability for Congo red on nanocrystalline MFe_2O_4 ($M = Mn, Fe, Co, Ni$) spinel ferrites. *Chemical Engineering Journal*. 2012. Vol. 181–182. P. 72-79.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894711013465>

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ УНІВЕРСАЛЬНОГО ШАМПУНЮ

Магден Надія Олександрівна,
здобувач вищої освіти III курсу, magdennadia@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Косовець Олександр Юрійович,
здобувач вищої освіти III курсу, kosovets557@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Біла Галина Миколаївна,
доцент, кандидат хімічних наук, bilagalina2017@gmail.com
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. Шампунь - це базовий засіб для догляду за волоссям. Він являє собою складні суміші різних за природою речовин, які об'єднують здатність видаляти бруд, сало та піт, не ушкоджуючи шкіри та волосся. Комфортне миття забезпечують хімічні складові, завдяки яким шампунь піниться та має правильну консистенцію.

Матеріали та методи. У дослідженні представлено удосконалення рецептури, а саме консистенції та фізичних властивостей, універсального шампуню додаванням до нього ксантанової камеді.

Результати. Нещодавно рецептури шампунів базувалися на концентрованій рідкій мильній основі. Рецептуру такого шампуню наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептура універсального шампуню

№	Компонент	Вміст компоненту рецептури універсального шампуню на 100 г	
		у г	у %
1	Вода	64,5	64,5
2	Рідка мильна основа	35	35
3	Гліцерин	0,4	0,4
4	Ефірна олія	0,04	0,04
5	Барвник	0,04	0,04
6	Вітамін Е	0,02	0,02

Шампунь, виготовлений за такою рецептурою має наступні ознаки:

- Високе значення рН (рН = 8,5 – лужне середовище);
- Низька в'язкість;
- Дуже висока здатність до піноутворення;
- Висока собівартість шампуню.

Для того, щоб шампунь мав потрібну текстуру та в'язкість, до рецептури потрібно додати більше мильної основи. Проте це буде недоцільно, адже ще більше збільшиться рН, піноутворююча здатність та собівартість. З метою покращити ці показники було проведено дослідження – додавання у рецептуру шампуню ксантанової камеді як стабілізатора та загущувача.

Ксантанова камідь - високомолекулярна полісахаридна сполука, що складається з D-глюкози та D-манози, основних складових молекул гексози, та D-глюкуронової кислоти.

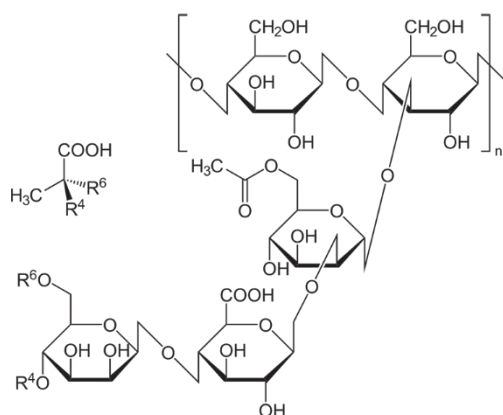


Рис.1. Структурна формула ксантанової камеді.

Ксантанова камедь є харчовою добавкою E-415 та дуже сильним загусником, дія абсолютно не залежить від кислот, солей, нагріву і механічної дії. Завдяки хімічній стабільності і незалежності від зовнішніх дій ксантан особливо придатний для загущення і/або желювання сильнокислих і солевмісних продуктів. Ксантанова камедь є потужним загусником і стабілізатором для гелів, емульсій та систем на основі поверхнево-активних речовин. Вона створює кристально чисті формули, стійка до електролітів і етанолу, може вводитися в "холодні" рецептури і не вимагає нейтралізації.

Масова частка ксантанової камеді у рецептурі шампуню становить від 0,2% до 1,4%.

Після проведення експериментальних досліджень по додаванню ксантану в шампунь у таких масових частках:

- 0,2%
- 0,4%
- 0,8%
- 1%
- 1,2%
- 1,4%,

було встановлено наступне: масова частка камеді у шампуні 1,2% показала найкращі результати. Вони наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Властивості універсального шампуню з масовою часткою камеді 1,2%

№	Властивість	Результати
1	pH	Значення знизилось (pH = 7,3)
2	В'язкість	Значно зросла
3	Піноутворююча здатність	Незначно зменшилась
4	Собівартість шампуню	Знизилася на 12% за рахунок зниження частки доданої мильної основи та зростання частки води
5	Інше	При практичному використанні шампуню було встановлено, що волосся значно довше залишається свіжим та шовковистим

Отже, на основі проведеного дослідження було встановлено нову, удосконалену рецептуру універсального шампуню, яка наведена у таблиці 3.

Таблиця 3. Удосконалена рецептура універсального шампуню

№	Компонент	Вміст компонента рецептури універсального шампуню на 100 г	
		у г	у %
1	Вода	70,3	70,3
2	Рідка мильна основа	28	28
3	Ксантанова камідь	1,2	1,2
4	Гліцерин	0,4	0,4
5	Ефірна олія	0,04	0,04
6	Барвник	0,04	0,04
7	Вітамін Е	0,02	0,02

Висновки. Було удосконалено рецептуру універсального шампуню додаванням ксантанової камеді масовою часткою 1,2%, що значно покращило властивості продукту.

1. Л. В. Пешук, Л. І. Бавіка, І. М. Демідов. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. НУХТ. м.Київ.2007р. – с. 211.

2. В. В. Зомчак, Н. М. Грегірчак, (2022). Біотехнологія мікробних полісахаридів, продуценти, використання, техніко-економічне обґрунтування виробництва ксантану. Редакційна колегія, 48. 2022 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРИ МОДЕЛЕЙ ОЛІГОУРЕТАНІВ ТА ФРАГМЕНТІВ ЇХ БУДОВИ

Макаренко Наталія Віталіївна,
здобувач вищої освіти II курсу магістра, makarenkonataliyaa@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Віленський Володимир Олексійович,
доктор хімічних наук,
старший науковий співробітник, професор кафедри хімії, volodymyr-vilensky@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Мета дослідження полягає в дослідженні методом комп'ютерної хімії характеристик структури моделей олігоуретанів та фрагментів їх будови.

Об'єктом дослідження є моделі олігоуретанів, отримані з диетиленгліколю ($n=1, 2, 3$) та гексаметелендіізоціанату.

Для досягнення мети дослідження будуть використовуватися такі **методи**:

- метод комп'ютерної хімії;
- методи розрахунку енергії зв'язків;
- методи розрахунку геометричної структури.

Олігоуретани – це полімери, що складаються з кількох (від 2 до 10) мономерних одиниць уретану. Вони мають широке застосування в різних галузях промисловості, зокрема в електроніці, машинобудуванні, медицині та будівництві.

Структура олігоуретанів залежить від природи мономерних одиниць, які їх утворюють. Мономерні одиниці уретану можуть бути діізоціатами, поліізоціанатами або карбамідами. Діізоціати та поліізоціанати є більш поширеними, оскільки мають нижчу ціну та доступніші.

Структурні характеристики олігоуретанів впливають на їхні властивості. Наприклад, молекулярна маса олігоуретану визначає його механічні властивості, а тип мономерних одиниць впливає на його хімічні властивості.

Дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії є важливим завданням, оскільки дозволяє отримати інформацію про їхні властивості та закономірності, що існують між структурою та властивостями.

Дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії є актуальним, оскільки дозволяє:

- Отримати інформацію про молекулярну структуру олігоуретанів, зокрема про розташування атомів, довжини зв'язків та кути обертання.
- Розрахувати енергію активації реакцій, що відбуваються з участю олігоуретанів.
- Передбачити властивості олігоуретанів, зокрема механічні, термічні та хімічні.

У 2005 році було опубліковано дослідження « Surface Structure and Properties of (Oligourethane with Fluoroalkyl End Groups I Polyurethane) Blend Thin Films » в якому вчені використовували комп'ютерну хімію для вивчення взаємозв'язку між послідовністю та властивостями олігоуретанів. Вони виявили, що склад мономерної послідовності може бути використаний як інструмент для регулювання термічних властивостей олігоуретанів і може впливати на шлях деградації. Індукуючи хіральність у макромолекулах, вони можуть точно програмувати гідродинамічний об'єм, теплові характеристики та оптичну активність.

У статті «Application of Quantum Computing to Biochemical Systems: A Look to the Future» авторів Hai-Ping Cheng, Erik Deumens та ін. розглядають застосування квантових комп'ютерів для моделювання біохімічних систем. Автори пропонують загальний підхід, який полягає в розділенні системи на дві частини: одна частина описується на класичному комп'ютері, а друга частина – на квантовому комп'ютері. Цей підхід дозволяє використовувати квантові комп'ютери для моделювання складних систем, навіть якщо

квантовий комп'ютер недостатньо потужний для опису всієї системи.

Автори показують, що запропонований ними підхід може бути використаний для моделювання цих систем з високим ступенем точності. Ці результати свідчать про те, що квантові комп'ютери мають потенціал для значного прискорення розрахунків, пов'язаних з моделюванням біохімічних систем.

Ці дослідження є новими, оскільки вони демонструють потенціал комп'ютерної хімії в розумінні характеристик моделей олігоуретанів та їхніх структурних фрагментів. Вони також показують, що комп'ютерна хімія може бути використана для розробки нових полімерних матеріалів з заданими властивостями.

Дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії є важливим завданням, оскільки дозволяє отримати інформацію про їхні властивості та закономірності, що існують між структурою та властивостями. Нові дослідження в цьому напрямку можуть призвести до розробки нових полімерних матеріалів з заданими властивостями.

Для досягнення мети дослідження будуть вирішені такі конкретні завдання:

- для диетиленгліколю ($n=1$):
 - визначення структури поліуретану;
 - характеристика геометричної структури поліуретану;
 - характеристика енергії зв'язків у поліуретані;
- для диетиленгліколю ($n=2$):
 - визначення структури поліуретану;
 - характеристика геометричної структури поліуретану;
 - характеристика енергії зв'язків у поліуретані;
- для диетиленгліколю ($n=3$):
 - визначення структури поліуретану;
 - характеристика геометричної структури поліуретану;
 - характеристика енергії зв'язків у поліуретані.
- Вивчення впливу довжини полімерної ланки на структурні характеристики поліуретанів.
- Вивчення впливу структурних характеристик поліуретанів на їхні властивості.

Очікується, що результати дослідження допоможуть краще зрозуміти структуру та властивості поліуретанів. Ці знання можуть бути використані для розробки нових поліуретанових матеріалів з заданими властивостями.

Дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії є актуальним та перспективним напрямком досліджень. Нові дослідження в цьому напрямку можуть призвести до розробки нових полімерних матеріалів з заданими властивостями, а також до розробки нових методів моделювання біохімічних систем.

Основні висновки з цього дослідження такі:

- Дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії дозволяє отримати дані про їхні властивості та закономірності, що існують між структурою та властивостями.
- Ці дослідження можуть бути використані для розробки нових полімерних матеріалів з заданими властивостями, наприклад, з підвищеною міцністю, гнучкістю, термічною стійкістю, оптичними властивостями тощо.

• Квантові комп'ютери мають потенціал для значного прискорення розрахунків, пов'язаних з моделюванням складних молекулярних систем, таких як олігоуретани.

У майбутньому дослідження структури олігоуретанів методом комп'ютерної хімії можуть бути спрямовані на такі напрямки:

- Розробка нових методів моделювання, які дозволять отримувати точніші результати.
- Дослідження впливу інших факторів, таких як температура, тиск, вологість, на властивості олігоуретанів.
- Розробка нових методів синтезу олігоуретанів з заданими властивостями.

Ці дослідження можуть призвести до розробки нових полімерних матеріалів з широким спектром застосування, наприклад, у медицині, електроніці, машинобудуванні та інших галузях.

РОЛЬ СОРБЦІЇ ТА СОРБЕНТІВ У ФАРМАЦІЇ ТА МЕДИЦИНІ

Мельник Оксана Федорівна,

кандидат педагогічних наук, melnyk.ksenia@pharm.zt.ua
Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж
Житомирської обласної ради, Україна

Сорбційні процеси активно використовують у різноманітних сферах людської діяльності, особливо у медицині і фармації.: у хіміко-фармацевтичній промисловості – для очищення розчинників, лікарських субстанцій, розділення сумішей, синтезу лікарських препаратів; у клінічній та медичній біохімії; при очищенні харчових продуктів і води; у біотехнології, фармакології, хімії. Дуже великого поширення набули лікування та профілактика захворювань за допомогою сорбентів.

Широке застосування сорбції та сорбентів спричинено їх властивостями, однією з яких є їх селективність, тобто здатність вибірково поглинати тільки певні компоненти, що дає змогу добром сорбентів очищати різноманітні суміші або вловлювати з них потрібні речовини [1]. Серед основних сорбційних процесів розрізняють: абсорбцію, адсорбцію, хемосорбцію та йонний обмін [10, с. 262].

Сорбційні методи як частина загального напрямку – еферентної медицини – відомі здавна. У часи Гіппократа як медичний сорбент використовували деревне вугілля. Його наносили на рани та виразки для поглинання неприємного запаху і швидкого загоєння, вживали при отруєннях та уремії. Гален й Авіценна давали високу оцінку цілющим властивостям глини – розповсюдженого природного сорбенту. За свідченнями французького військового інженера Боплана, запорізькі козаки накладали на рани землю (містить глину, алюмо-силікати, гумінові речовини), а для позбавлення від лихоманки приймали всередину чарку горілки, у яку додавали порох (містить вугілля) [2].

Лікар Гіппократ Ятцидис у пошуках заміни гемодіалізу застосував гемокарбоперфузію – пропускання крові через шар активованого вугілля. Паралельно із сеансами гемосорбції Ятцидис проводив ентеросорбцію вугіллям, що значно підвищувало ефективність лікування. Окрім вугілля, він разом з колегами випробував й інші сорбенти: зокрема, з'ясувалося, що камедь плодів рожкового дерева поглинає з діалізату сечовину, креатинін, сечову кислоту, амоніак, фосфат, йони хлору та натрію [2].

У процесі багатьох експериментів та досліджень сорбційні методи лікування розділилися на 3 напрями: гемосорбцію, ентеросорбцію та аплікаційну сорбцію.

Гемосорбція є методом очищення крові від токсичних та патологічних сполук за допомогою сорбентів. Гемосорбцію застосовують в якості додаткового терапевтичного методу при лікуванні захворювань, спричинених гострими та хронічними ендотоксикозами, аутоімунними чи імунними процесами та геморагічними розладами. Цей метод можуть застосовувати як окремий метод терапії, так і в комплексі з базовим медикаментозним лікуванням перелічених захворювань, при чому в останньому випадку, значно підвищується чутливість організму до лікарських засобів. Серед усіх методів еферентної терапії, гемосорбція має більш детоксикуючий та імунокорегуючий ефект [2].

Ентеросорбція є одним із методів еферентної терапії, який спрямований на зв'язування та виведення з шлунково-кишкового тракту екзо- та ендогенних токсинів, ксенобіотиків, що приймаються перорально. Ентеросорбенти здатні накопичуватися або проникати у просвіт шлунково-кишкового тракту. Широкого розповсюдження ентеросорбенти набули в онкологічній практиці. У разі виразкової хвороби шлунка і дванадцятипалої кишки ентеросорбенти сприяють зниженню лейкоцитарного індексу інтоксикації, відновленню складу крові, зменшенню частоти ерозій слизових оболонок. Метод детоксикації на основі ентеросорбції знайшов застосування під час лікування вірусних гепатитів, гострої дизентерії, сальмонельозу, лептоспірозу. У хірургічній практиці ентеросорбенти використовують під час періоду підготовки хворих на рак товстого

кишківника до операції з метою зниження частоти післяопераційних ускладнень [4].

На сьогодні і у медицині широке застосування знаходять різні форми препаратів ентеросорбентів на основі природних мінералів, які відрізняються способом отримання, структурою та фізико-хімічними властивостями [9, с. 150].

Згідно зі змішаним, фізико-хімічним (фармацевтичним) принципом ентеросорбенти класифікують за:

- 1) лікарською формою та фізичними властивостями – гранули, порошки, таблетки, пасти, гелі, зависі, колоїди, інкапсульовані матеріали, харчові добавки, волокна. Аплікаційні сорбенти застосовують у вигляді пов'язок, серветок тощо;
- 2) хімічною структурою – активоване вугілля, силікагелі, цеоліти, алюмогелі, оксидні й інші неорганічні сорбенти, харчові волокна, органомінеральні та композиційні сорбенти;
- 3) механізмами сорбції – адсорбенти, абсорбенти, іонообмінні матеріали, сорбенти-комплексоутворювачі, сорбенти з каталітичними властивостями;
- 4) селективністю – неселективні, селективні моно-, бі- та поліфункціональні сорбенти [2].

Сорбенти, що використовуються у медицині, повинні бути безпечними, механічно міцними, високо стандартизованими, сумісними з біотканинами і володіти достатньою сорбційною активністю. Виділяють: активоване вугілля – найбільш вивчені сорбенти на основі викопної вуглецевої сировини, шкаралупи горіхів, карбонізованих полімерів; мінеральні сорбенти на основі оксидів алюмінію та кремнію, алюмосилікатів, цеолітів; сорбенти на основі полімерів – мікрокристалічна целюлоза, лігнін на основі рослинної сировини; вуглець-мінеральні сорбенти вдало поєднують властивості міцних, з певною структурою мінеральних сорбентів із сорбційною активністю вугілля; модифіковані сорбенти – саногенний вплив сорбента на органи і тканини зростає під час нанесення на його поверхню біологічно активних речовин (антибіотиків, антисептиків, ферментів і тд.); селективні сорбенти – надання сорбентам селективності шляхом іммобілізації на їх поверхні специфічних лігандів і рецепторів [3, с. 239].

Таблиця 1. Характеристика деяких медичних сорбентів

Препарат	Виробник	Зовнішній вигляд	Склад
Вугілля активоване (карболен)	Борщагівський ХФЗ, Київ, Україна	Таблетки чорного кольору	1 таблетка містить: вугілля активоване – 0,25 г; крохмаль картопляний, тальк.
Ентеросгель	ПрАТ «ЕОФ «КРЕОМА-ФАРМ», Київ, Україна	Волога біла маса схожа за консистенцією на гель, що містить приблизно 90% води	100 г пасти містить гідрогель метилкремнієвої кислоти 70 г
Полісорбент НЕО	Фармалекс ООО, Київ, Україна	Порошок в пакетиках (саше)	1 пакетик містить: діоксид кремнію високодисперсний - 1,5; мікрокристалічну целюлозу - 0,5
Смекта	«Beaufour Ipsen Industrie» для «Beaufour Ipsen International», Франція	Білий порошок	1 пакетик містить діоктаедричного смектиту - 3,0 г, глюкози моногідрат, натрію сахаринат, ванілін
Атоксіл (порошок)	ТОВ «Орісіл-Фарм», Львів, Україна	Легкий аморфний порошок білого кольору без смаку та запаху.	1 пакет-саше містить 2,0 г кремнію діоксиду (високодисперсного)

Сорбенти як центри концентрації і переносу компонентів вмісту кишечника, виступають у ролі коферментів, що сприяють кращій взаємодії метаболітів між собою, прискорюють процес їх природного перетворення і, вірогідно, зменшують кількість проміжних продуктів з токсичними властивостями. Травні ферменти, іммобілізовані на вуглецевій матриці, посилюють травлення, насамперед гідроліз білків, що дозволяє розраховувати на зниження антигенного подразнення імунної системи. Роль безпосереднього каталізатора може відігравати кисень, який міститься в порах сорбенту, активуючи реакції окиснення, розкладу перекисних сполук, трансамінування та інші. Оскільки в каталітичних реакціях каталізатор залишається незмінним, ці процеси спостерігаються протягом всього часу перебування сорбенту в кишці [9].

Якщо нещодавно поняття «сорбент» асоціювалось лише з активованим вугіллям, то за доволі короткий термін фармацевтичний ринок України поповнився великою кількістю ентеросорбентів (*табл. 1*) [6, с. 30]. Наведемо коротку характеристику особливостей дії найбільш застосованих у сучасній медичній практиці сорбентів. Активоване вугілля - адсорбує токсичні речовини, уповільнює або припиняє їх всмоктування, зменшує небезпеку гострого отруєння, знижує активність лікарських засобів при одночасному застосуванні.

Сорбекс має детоксикуючий ефект, знижує метаболічні навантаження на системи організму, сприяє відновленню. Активна речовина сорбексу – активоване вугілля рослинного походження, що в процесі обробки одержує значну сорбційну поверхню; активно зв'язує токсичні речовини різного походження, у тому числі токсичні метаболіти організму, сприяє їх виведенню. Ентеросгель – це гідрогель кремнієвої кислоти, ентеросорбент. Препарат активно адсорбує з кишечника і крові та ескертує з організму середньомолекулярні токсичні речовини, продукти незавершеного метаболізму, інкопоровані радіонукліди. Він усуває прояви токсикозу, дисбактеріозу, нормалізує метаболічні процеси та показники лабораторних досліджень крові, сечі, захищає слизову оболонку шлунка і кишечника від агресивних впливів, поліпшує імунний статус [2].

Останнім часом в медицині з'явився новий напрям, який інтенсивно розвивається, а саме еферентна медицина (з латинської «*effere*ns» – виводити). На відміну від традиційних методів лікування, заснованих на введенні ліків в організм, еферентна медицина дозволяє за допомогою сорбентів виводити з нього шкідливі і токсичні речовини, щоб захищати внутрішнє середовище організму. Слід зазначити, що за допомогою методів еферентної медицини відбувається очищення не тільки від токсичних речовин, які потрапляють із зовнішнього середовища, тобто токсинів екзогенного походження, а й від токсинів ендогенного походження [5, 7].

Застосування сорбентів попереджає розвиток атеросклерозу та ішемічної хвороби серця, запобігає похмільному синдрому. Дані препарати можуть призначатися лікарем в таких випадках: гострі харчові отруєння, передозування лікарськими препаратами, отруєння важкими металами або іншими токсичними речовинами, алкогольна та наркотична інтоксикації, алергії, гострі і хронічні хвороби печінки, нирок, шлунково-кишкового тракту), патологія жовчного міхура та жовчовивідних шляхів, захворювання шкіри, опіки різної локалізації, супровід вагітності.

У деяких випадках у процесі лікування використовують адсорбційну терапію, основними методами якої є гемосорбція, ентеросорбція й аплікаційна терапія. За допомогою гемосорбції кров очищують від токсичних речовин при отруєннях, ниркової й печінкової недостатності та ін. Як адсорбент звичайно використовують гранульоване активоване вугілля. Аплікаційна терапія застосовується при лікуванні опіків і інших поверхневих патологій [8].

Окрім цього, у фармації застосовують сорбційні процеси під час виготовлення препаратів. Метод хроматографії полягає у розподіленні суміші речовин, за якого компоненти зразка розділяються між двома фазами, одна з яких є рухомою, а інша – нерухома (стаціонарна). Завдяки відмінності в адсорбційних чи інших властивостях сполук, вони по-різному розподіляються між твердим адсорбентом і протікають через його шар рідиною (або газом). Значення хроматографічних методів у фармації полягає у тому, що

часто під час виробництва ліків потрібне попереднє відділення природних або синтетичних продуктів у чистому вигляді.

Сорбційні процеси посіли важливе місце в житті кожної людини, зокрема у лікуванні багатьох захворювань. Саме тому активно розвивається напрям сорбційної медицини і, відповідно, синтез та виробництво сорбційних матеріалів різних за хімічною природою та призначенням. Асортимент сорбційних лікарських препаратів збільшується, проте потрібно уважно вивчати їх характеристики задля ефективного лікування та, загалом, цільового застосування.

1. Адсорбція на поверхні рідин. Визначення впливу ПАР на величину поверхневого натягу. Адсорбція на поверхні твердих адсорбентів. Іонообмінна адсорбція: конспект лекцій/Тернопільський національний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського. URL: https://tdmuv.com/kafedra/internal/zag_him/classes_stud/uk/med/health/ptn: (дата звернення: 23.10.23).

2. Адсорбенти в медичній практиці. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2018/05/Лекція-1.pdf> (дата звернення: 11.10.23).

3. Біологічні властивості сорбентів та перспективи їх застосування / Ю.І. Бородін, В.І. Коненков, В.Н. Пармон та ін. Успіхи сучасної біології. 2014. Т.134, №3. С. 239-240.

4. Бондарев Є.В., Штриголь С.Ю., Дірявий С.Б. Застосування ентеросорбентів у медичній практиці. Провізор. Харків: НФаУ, 2008. №13 URL:http://www.provisor.com.ua/archive/2008/N13/enters__138.php?part_code=62&art_code=6692 (дата звернення: 09.10.23).

5. Лопаткин Н.А., Лопухин Ю.М. Эфферентные методы в медицине. Москва: Медицина, 1989. 352 с.

6. Маркелов Д.А., Ницак О.В., Геращенко І.І. Порівняльне вивчення адсорбційної активності медичних сорбентів. Хіміко-фармацевтичний журнал. 2008. Т.42, №7. С. 30-33.

7. Сорбція біологічно активних речовин. Основи адсорбційної терапії. Адсорбція електролітів. Хроматографічні методи аналізу сумішей біологічно активних речовин: методичні вказівки для студентів стоматологічного факультету. Одеса: ОНМУ, 2020. 12 с.

8. Сорбція біологічно-активних речовин на межі розподілу фаз. Іонний обмін. Хроматографія: метод. вказівки для студентів І-го курсу / уклад. Г.О. Сирова, С.В. Андреева, В.О. Макаров, В.М. Петюніна, Є.Р.Грабовецька та ін. Харків: ХНМУ, 2014. 12 с.

9. Томчук В.А. Ентеросорбенти, їх властивості та застосування. Біологія тварин. 2014. Т.16, №1. С. 150-153.

10. Фізична та колоїдна хімія: базовий підруч. для студ. вищ. фармац. навч. закл. (фармац. ф-тів) ІV рівня акредитації / В.І. Кабачний, Л.Д. Грицан, Т.О. Томаровська та ін.; за заг. ред. В.І. Кабачного. 2-ге вид., перероб. та доп. Харків: НФаУ: Золоті сторінки, 2015. 432с.

НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ІТРИЄВИХ ГРАНАТІВ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ

Прокопенко Владислав Сергійович,
здобувач вищої освіти I курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Мельник Дмитро Олександрович,
здобувач вищої освіти IV курсу chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тігов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, chem@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Панасюк Дмитро Юрійович,
судовий експерт, асистент кафедри хімії dima.panasuk261195@gmail.com
Житомирський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Наноматеріали зі структурою шпінелі, в тому числі ітрієві гранати, виступають об'єктами всебічних досліджень через їх унікальний склад та фізико-хімічні властивості.

Особливий інтерес до ітрієвих гранатів, що мають кубічну структуру шпінелі пов'язаний з тим, що на основі таких матеріалів, наприклад, виготовляють потужні твердотільні лазери [1].

Серед сучасних методів одержання наноматеріалів в цілому та наношпінелей зокрема, найбільшої популярності набув золь-гель метод за участю автогоріння (ЗГА). Ефективність і виробництво високоякісного тонкодисперсного порошку залежить від природи палива, співвідношення палива до окислювача, концентрації прекурсорів, рН, перемішування, механізму нагрівання, температури відпалу та умов підготовки тощо [2]

Наприклад, у роботі [3] досліджено механізм синтезу дрібнокристалічного ітрієво-алюмінієвого гранату $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG) в надкритичних умовах водного середовища. Встановлено, що у докритичних умовах синтезу вихідні оксиди гідроксилюються з утворенням гідроксиду ітрію та агломератів нанорозмірних кристалів YAG, а в надкритичних умовах нанорозмірні кристали перекристалізуються з утворенням мікронних кристалів YAG з добре сформованими гранями.

На рис. 1 показано схему золь – гель процесу за участю автогоріння з метою одержання надпровідних сполук на основі барій-купрум-ітрієвих гранатів [4].

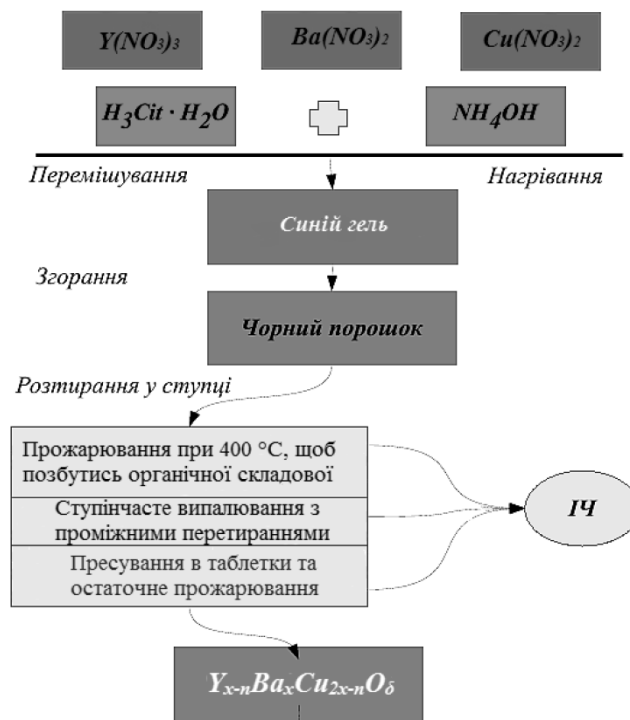


Рис.1. Технологія одержання барій-купрум-ітрієвих гранатів золь-гель синтезом.

Отже, нанометеріали зі структурою шпінелі є перспективними об'єктами досліджень у галузях нанохімії та нанотехнологій.

1. Michael Bredol, Joanna Micior Preparation and characterization of nanodispersions of yttria, yttrium aluminium garnet and lutetium aluminium garnet. Journal of Colloid and Interface Science. 2013. Vol. 402. P. 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.03.060>

2. N. Kaur, M. Kaur, Comparative studies on impact of synthesis methods on structural and magnetic properties of magnesium ferrite nanoparticles. Process. Appl. Ceram. 2014. Vol. 8, Is. 3. P. 137-143. <https://doi.org/10.2298/PAC1403137K>

3. Valery A. Kreisberg, Yurii D. Ivakin, Marina N. Danchevskaya Volatile impurities in the structure of $Y_3Al_5O_{12}$ garnet synthesized in water fluid. The Journal of Supercritical Fluids. 2021. Vol. 168. 105078. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.105078>

4. А. Пилипенко, І. Фесич, С. Неділько, О. Дзязько Характеристика золь-гель процесу в системі $Y_xBa_{x+n}Cu_{2x+n}O_\delta$ ($x=1, n=1$; $x=2, n=3$; $x=3, n=2$). Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2017. С. 31-34.

ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ БАРВНИКІВ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Юрова Тетяна Анатоліївна,
старший викладач, lubimovataneska0@gmail.com
Херсонський національний технічний університет, Україна

Салєба Людмила Володимирівна,
кандидат технічних наук, доцент, lyudmilasaleba@gmail.com
Херсонський національний технічний університет, Україна

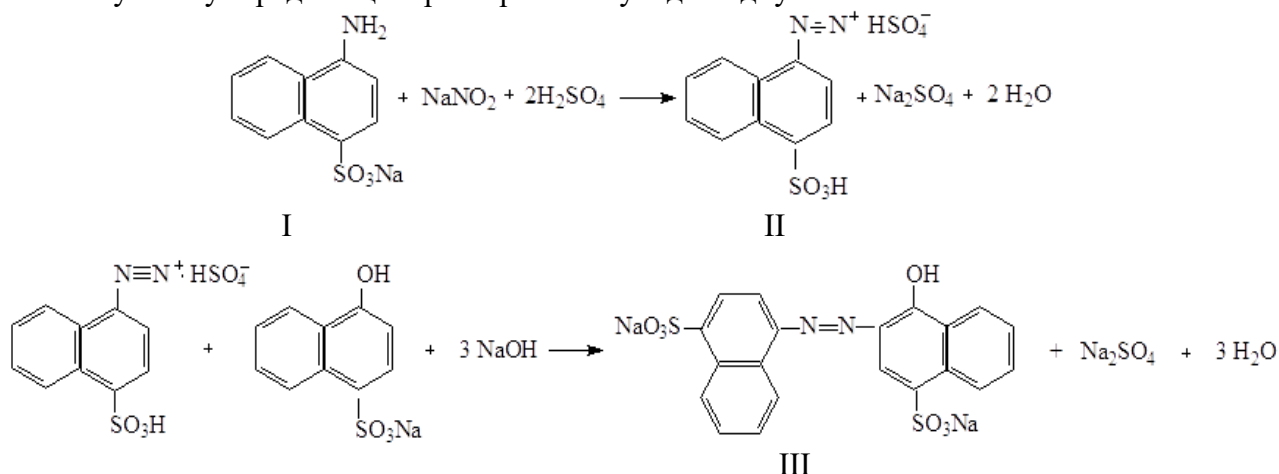
Моргун Віолетта Ігорівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, violetkamor20024.com.ua@gmail.com
Херсонський національний технічний університет, Україна

Забарвлення харчових продуктів поряд зі смаком і запахом є одним з важливих факторів, що впливають на їх привабливість. Приємний зовнішній вигляд продукту і його впізнаваність є запорукою успіху у споживача. Умови промислової переробки харчової сировини настільки жорсткі, що готові харчові продукти не можуть зберегти свого первісного забарвлення і лише за допомогою барвників можливо відновити природне забарвлення, втрачене в процесі обробки і під час зберігання, підвищити інтенсивність природного забарвлення та надати привабливий естетичний вигляд.

Дефіцит барвників природного походження, дорожнеча їх виготовлення сприяли тому, що в широких масштабах при виробництві харчових продуктів використовуються синтетичні барвники. Синтетичні барвники мають високу стійкість, чистоту і постійність кольору. Головним їх недоліком є недостатність вивчення впливу барвних речовин, домішок і продуктів їх метаболізму на біохімічні процеси в організмі людини.

Азорубін (Кармуазін) E122 – це синтетичний харчовий барвник червоного кольору з групи азобарвників. Азорубін (Кармуазін) представляє собою порошок або гранули від червоного до червоно-бордового кольору, водні розчини якого мають забарвлення від блакитно-червоного до жовтувато-червоного, залежно від якості води. Він добре розчиняється у воді та гліцеролі (120 г/л при кімнатній температурі); посередньо – в метанолі; не розчиняється в дихлорметані. Світлостійкість, термостійкість (до 150°C) та стійкість до кислот добрі. Стійкість барвника до дії лугу помірна [1].

Азорубін одержують початковим діазотуванням нафтіонової кислоти (4-нафтиламін-1-сульфонової) I до відповідної солі діазонія II. Остання вступає в реакцію азосполучення з 1-нафтол-4-сульфоною кислотою (кислотою Невіля-Вінтера) з утворенням азобарвника III, який в лужному середовищі перетворюється у відповідну сіль.



Слід зазначити, що якість проведення реакцій діазотування та азосполучення

суттєвою мірою залежить від кислотності середовища та від природи кислоти, яку використовують як середовище, а також від температури, оскільки швидкість реакції діазотування пропорційна швидкості розкладу діазосполук з її підвищенням та часу [2].

До складу молекули Азорубіну Е122 входить електронодонорна група, що схильна до комплексоутворення з металом. Гідроксигрупи двох молекул барвника поряд з розташованими в структурі молекул азогрупами схильні до утворення комплексів хелатного типу з катіонами d-металів, утворюючи ковалентний зв'язок з атомом кисню гідроксильної групи і координаційний зв'язок з атомом азоту азогрупи. Відомо, що комплексоутворення найбільш ефективно протікає в лужному або слабокислому середовищі через максимальні електронодонорні властивості молекули ліганда; в умовах підвищеної кислотності розчину катіони водню блокують атоми з високою електронною щільністю і запобігають утворенню комплексів металів. За описаним механізмом азобарвники, відповідної будови, здатні зв'язувати катіони металів в організмі людини і таким чином блокувати необхідні мікроелементи (кобальт, мідь і інші).

Крім того азобарвники схильні до окисного руйнування під дією кисню повітря з перетворенням азогрупи в азоксигрупу. Для барвника Азорубін Е122 з розташуванням гідроксигрупи в орто-положенні до азогрупи можливий механізм окиснення з утворенням хінону і нової азосполуки, яка здатна активно взаємодіяти з фенолами та іншими сполуками, присутніми у харчових продуктах. Контактуючи з білковими речовинами, азобарвники здатні змінювати забарвлення за відновлювальним механізмом і утворювати аміни і амінонафтоли, які у присутності нітритів можуть утворювати відомі своєю токсичністю N-нітрозаміни. Також існує можливість наявності в харчовому барвнику залишків початкових амінів, що не прореагували під час реакції діазотування і азосполучення (в перерахунку на анілін не більше 0,01%), фенолів та їх похідних (не більше 0,5%), побічних барвників (не більше 1,0%) [1, 3].

Щоб запобігти негативній дії зазначених речовин на організм людини при виробництві харчових барвників необхідно створювати всі умови для забезпечення максимального ступеня перетворення реагентів та напівпродуктів у кінцеву цільову сполуку, розраховувати та забезпечувати оптимальні технологічні параметри із застосуванням автоматизованих систем управління хімічним процесом. В свою чергу, в харчовій промисловості під час виробництва харчових продуктів слід дотримуватися дозування харчових синтетичних барвників за певними харчовими категоріями [4]. Так, для Азорубіну Е122 в залежності від харчової системи це може бути концентрація від 50 мг/кг для супів і бульйонів до 300 мг/кг для прикрас (наприклад, для тістечок), не фруктових начинок і солодких соусів.

1. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості : навч. посібник. Львів : Центр Європи, 2009. 836 с.

2. Ягодинець П. І., Скрипська О. В., Андрійчук Ю. М. Хімія барвників : навч. посібник. Чернівці : Рута, 2009. 100 с.

3. Харчові добавки. Довідник / Упорядник: В.С. Тимошенко; заг. ред. В.Л. Іванова. – Львів: НТЦ «Леонорм-стандарт», 2002. – 144 с.

4. "Codex General Standard for Food Additives" (GSFA, Codex STAN 192-1995)
URL: https://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192e.pdf

СЕКЦІЯ 6:

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ

РОЛЬ ТА МІСЦЕ ДОМАШНЬОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В ДИСТАНЦІЙНІЙ ФОРМІ НАВЧАННЯ

Галян Ольга Юрївна,
здобувач вищої освіти II курсу, halian.olha2022@vnu.edu.ua
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

Лукашук Микола Миколайович
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії,
Lukashchuk.Mykola@vnu.edu.ua
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

Хімічний експеримент є обов'язковою складовою освітнього процесу та відіграє фундаментальну роль у формуванні хімічного мислення й хімічної компетентності. Його проведення та споглядання дозволяє учням наочно спостерігати за хімічними явищами, що спонукає розвитку уяви та логічного мислення, змушує до творчості, закладає вміння робити висновки та передбачити результат експерименту. Проте, в умовах дистанційної форми навчання проведення хімічних експериментів, що визначені програмою шкільного курсу хімії є проблематичними. За таких обставин варто використовувати домашній хімічний експеримент, який дозволяє учням виконувати досліди в домашніх умовах.

Домашній хімічний експеримент ми розуміємо як самостійну діяльність учнів вдома за алгоритмом, що розробив вчитель, з дотриманням техніки безпеки. Для проведення таких дослідів використовується посуд та реактиви які є доступними в побуті і є такими, що не завдають шкоди здоров'ю дитини. Основною умовою виконання домашніх хімічних експериментів є знання та дотримання правил техніки безпеки які завчасно готує вчитель та ознайомлює з ними учнів.

Провівши аналіз літературних джерел хочемо відмітити принципи, яких потрібно дотримуватися для того, щоб реалізувати навчальні, виховні та розвивальні цілі домашнього хімічного експерименту:

- має бути поєднаним із навчальним матеріалом уроку;
- сприяти формуванню екологічної грамотності;
- спрямованість на практичне використання;
- простота та доступність виконання [1].

Аналіз Internet ресурсів показав достатню розробленість вчителями проблеми проведення домашнього хімічного експерименту та дозволив нам ознайомитися із підходами до організації та конкретними покроковими інструкціями їх проведення. Зокрема вчитель хімії в дистанційній школі «Атмосферна школа» фіналіст Global Teacher Prize Ukraine 2021 Гліб Репіч вважає, що без дослідів діти «швидко знуються» [2]. Автор звертається до вчителів і запевняє колег виділяти час для дослідів і спиратися у викладанні предмета на їх проведенні у різних формах. Для більш впевненого виконання домашнього хімічного експерименту учнями вчитель подає відео цього дослідів у власному виконанні. Такий підхід дозволяє учням відстежити всі нюанси та тонкощі техніки його реалізації й дотримання правил техніки безпеки. Вчитель-новатор ділиться такими відеокліпами на мультимедійній платформі TikTok та в соціальній мережі Instagram.

Перелік домашніх експериментів для учнів 7-9 класів з хімії за новою програмою 2017 року з посиланнями на їх відеодемонстрації представлені на сайті методичного об'єднання вчителів хімії міста Мелітополя [3]. Особливістю представлених дослідів є те, що вони не тривалі у часі, прості у виконанні та демонструють чіткі ознаки хімічних реакцій. Для їх виконання підібрані речовини й матеріали ужиткового характеру (продукти харчування, медичні препарати, засоби догляду та гігієни та ін.). Крім того техніку виконання цих дослідів представлено відповідними відеоматеріалами.

Отже, аналіз ролі домашнього хімічного експерименту в дистанційній формі навчання засвідчив його вплив на:

- зростання інтересу в учнів до вивчення хімії;
- розвиток самостійності й впевненості у поводженні з посудом, обладнанням та реактивами;
- формування відповідальності у збереженні здоров'я.

1. Шкільний учнівський експеримент та методика його організації / URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/228637373.pdf>

2. 7 видовищних дослідів із хімії від зіркового вчителя Гліба Репіча. Освіторія / URL: <https://osvitoria.media/experience/7-vydovyshhnyh-doslidiv-iz-himiyi-vid-zirkovogo-vchytelya-gliba-repicha/>

3. Домашній експеримент з хімії. Методичне об'єднання вчителів хімії м. Мелітополя / URL: http://melitopol-moxim.zp.sch.in.ua/skrinjka_vchytelya/himichnij_eksperiment/domashnij_eksperiment

ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Грабовський Юрій Ігорович,
здобувач II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти, crazybug1985@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Анічкіна Олена Василівна,
кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Профільний рівень вивчення хімії у закладі загальної середньої освіти передбачає забезпеченні загальноосвітньої профільної та початкової допрофесійної підготовки здобувачів освіти згідно з їх освітніми потребами, нахилами, здібностями; формуванні потреби в неперервній освіті протягом життя, самореалізації; розвитку компетентностей із хімії, потрібних для творчої реалізації особистості; набуття навичок самостійної творчої практичної, дослідницької та пошукової діяльності [1].

Реалізація Концепції профільного навчання у закладі загальної середньої освіти зумовлює потребу в удосконаленні професійної здатності вчителів хімії, які повинні забезпечити навчання хімії на основі компетентісного підходу. Це, в свою чергу, вимагає створення та вдосконалення методики викладання хімії учнів закладів загальної середньої освіти з орієнтацією на реалізацію Концепції розвитку STEM-освіти [2], оновлення змісту форм та методів викладання хімії, залучення інтерактивних і цифрових технологій. Проаналізувавши науково-методичну літературу та розроблені уроки вітчизняних учителів і методистів можна відмітити деякі тенденції щодо застосування збільшення вчителями використання інтерактивного та проблемного навчання.

Враховуючи актуальність, практичну й теоретичну значущість викладання хімії за профільним рівнем, його недостатню методичну розробленість, нами розроблено низку уроків із теми «Елементи IV-A групи» за програмою профільного рівня вивчення хімії в закладі загальної середньої освіти з використанням методів інтерактивного навчання та проблемної технології, адже тема має значний практичний потенціал і дозволяє учням самостійно набувати компетентностей в ході виконання проєктів.

При викладанні теми «Елементи IV-A групи» ключовим є структура навчального матеріалу, правильно обраний предметний зміст. Розподіл часу може бути обраний вчителем індивідуально, але з обов'язковим відведенням значної частини навчального часу на експериментальну роботу, яка може бути виконана в вигляді лабораторних дослідів, практичних робіт і домашнього хімічного експерименту.

Так, згідно розробок і визначеного рівня їх ефективності, можна констатувати, що використання індивідуальних повідомлень найменш зацікавило учнів, а найбільшу ефективність виявила робота в малих групах над проєктами з обов'язковою експериментальною частиною. Вивчення різноманітності алотропних модифікацій Карбону, виявлення карбон (IV) оксиду в повітрі, яке видихає людина, парниковий ефект в банці, природні та штучні силікати, основні силікатні будівельні матеріали, наскільки хімічно стійке скло, сучасна кераміка, від неорганіки до органіки та назад тощо, визнані учнями найбільш цікавими темами проєктів.

Значний практикоорієнтований потенціал теми може бути реалізований через усвідомлення учнями знаходження сполук Карбону та Силіцію порід із людиною протягом життя, формування дослідницького ставлення до життя через пізнання оточуючих об'єктів,

тлумачення процесів які відбуваються в побуті з позиції хімічної науки.

1. Навчальна програма з хімії 10-11 класи. Профільний рівень. [online]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalniprogrami/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 08.11.2023)

2. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). [online]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 08.11.2023)

ЗНАЧЕННЯ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ

Дідик Ірина Олександрівна,
здобувач II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
didyk.irina1305@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Стан навколишнього середовища, скорочення біологічного розмаїття видів тварин і рослин, внесення в екосистеми різних видів забруднень, надмірне та невиправдане використання прісних вод, енергії, продуктів харчування є предметом вивчення низки науковців у різних країнах світу. В умовах сьогодення питання набуття екологічної компетентності та обізнаності людства займає одне з перших місць серед глобальних проблем, оскільки суттєві зміни екологічного стану довкілля відбуваються щоденно внаслідок згубного воєнно-техногенного впливу на ґрунти, водні ресурси тощо. Слід визнати, що на тлі соціально-економічних і політичних потрясінь останніх років, які охопили в тій чи іншій мірі значну частину території сучасного цивілізованого світу, екологічні проблеми, незважаючи на весь їхній глобальний характер і тенденцію до посилення поступово відійшли на другий план в очах як населення України, так і суміжних територій. Однак, не слід забувати, що стан навколишнього середовища, а також природно-ресурсний потенціал нашої планети та конкретних регіонів світу, як і раніше, залишаються провідними факторами, що визначають ефективний розвиток людства в майбутньому. Це дає підстави для об'єктивного та адекватного оцінювання всього масштабу екологічних проблем, які постали перед сучасним соціумом, що дозволить створити перспективний план виходу цивілізації з екологічної кризи.

Варто зазначити, що в підсумковій резолюції Світової конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 1972 р.) зазначено, що збереження біосфери разом з усіма її основними компонентами залишається фундаментальною умовою виживання живих організмів на планеті Земля. Дане твердження отримало остаточне визнання у проголошенні стратегії стійкого розвитку (sustainable development), в якій окреслено питання мінімізації шкоди, що завдається майбутнім поколінням, у тому числі, в галузі стану навколишнього середовища й збереження природних біоресурсів [1].

В умовах сьогодення зростання людських можливостей і великої кількості потреб призвело до суттєвих порушень екосистем, що сприяло трансформуванню екологічних проблем у глобальні виклики, які за своєю значимістю випередили економічні, що було зазначено на Всесвітньому економічному форумі у Давосі в 2020 році [2].

Безвідповідальне ставлення населення до стану та охорони довкілля призвело до виникнення наявних проблем. Саме тому необхідно звертати особливу увагу на екологічне виховання серед дітей і молоді. Важливою умовою даного процесу є формування їх екологічної компетентності в цілому, й на уроках хімії, зокрема. Адже правильне ставлення до природи виходить із екологічних знань. Все це вимагає оволодіння екологічними знаннями, екологічною культурою та екологічною етикою. Для викорінення існуючих проблем необхідно виховати людей з екологічним світоглядом.

Основною складовою екологічної компетентності є усвідомлення власної причетності до екологічних проблем кожним учнем. Аналіз навчальних програм із дисциплін природничого циклу свідчить про недостатню кількість інформації для систематичного екологічного навчання та формування на цій основі екологічної компетентності учнів, а

застосування вчителями неефективних методик теж суттєво гальмує цей необхідний процес.

Одним із основних завдань є формування почуття відповідальності перед природою в учнів закладів загальної середньої освіти. Таким чином, школярі набувають розуміння того, що добре знаючи хімію, можна організувати виробництво, яке не завдасть шкоди природі, наприклад, безвідходну технологію. Адже хімія є основою нашого повсякденного життя й учні мають розуміти тісний зв'язок науки із сучасним розвитком. Сучасна людина не може жити, не користуючись здобутками хімічної науки. Роль хімічної науки й хімічної технології в глибокому усвідомленні екологічних проблем та їх вирішенні – надзвичайно велика. Тому для ефективного пояснення учням наявних екологічних проблем потрібно надати їм всебічну інформацію про джерела, що забруднюють навколишнє середовище, забруднювачі, що потрапляють у біосферу, їх вплив на людський організм, флору та фауну, а також екологічні проблеми регіону, в якому проживають.

Під час уроків хімії вчитель має використовувати різні форми (індивідуальну, фронтальну, групову, масову) та методи (дискусію, бесіду, обмін думками, інтегровані завдання та навчальні проекти екологічного спрямування, дидактичні ігри, симуляції екологічного змісту тощо), що забезпечить ефективне підвищення пізнавальної активності учнів щодо вивчення матеріалу екологічного характеру. Важливим є залучення учнів до різних видів позакласних заходів на тему охорони навколишнього середовища із практичним змістом з метою активізації екологічної свідомості школярів.

Отже, формування екологічної компетентності надає учням здатність бачити й кращою мірою розуміти навколишній світ, хімічні явища, які відбуваються в природі; прогнозувати використання хімічних знань у практичній діяльності людини тощо. При цьому використання інтегрованих завдань із практичним змістом сприяє розвитку природозберігаючих компетентностей учнів та попередженню екологічних проблем у майбутньому.

1. Ільків Н. В. Екологічне право України. Курс лекцій. – Львів, 2013. 218 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/207>
2. The Global risks Report 2020 [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>

РОЗВИТОК ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ У ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ

Жук Анастасія Олегівна,
здобувач II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
anastasiiazhuk14@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.), avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія – це наука, яка оточує кожного з нас протягом всього життя. Більшість процесів у нашому організмі обумовлені хімічними взаємодіями та реакціями, які інколи мають визначальний вплив на здоров'я, настрій та емоційні реакції. Саме тому формування в учнів пізнавальної активності в ході вивчення хімії має велике значення як в урочний час, так і в позакласній діяльності.

Науковці трактують поняття «пізнавальна активність» як бажання самостійно мислити, знаходити власний підхід до вирішення конкретного завдання, бажання самостійно одержувати знання, формувати критичний підхід до думки інших тощо [1].

У ході проведення навчального заняття з хімії важливим є формування наукового світогляду учнів, засвоєння у них нових знань, набуття практичних умінь і навичок, а також мотивування до самостійної роботи через хімічний експеримент, розвиток індивідуальних творчих здібностей із урахуванням інтересів та нахилів, що працює як заохочення до свідомої самостійної позакласної роботи учнів.

В умовах сьогодення широкого використання набули такі методи активізації пізнавальної діяльності, як: метод проблемного, алгоритмізованого, евристичного та дослідницького навчання. Саме зазначені методи спрямовані на вирішення творчих завдань та орієнтовані на індивідуальну й групову дослідницьку діяльність.

Основні характеристики методів активізації пізнавальної діяльності учнів у ході вивчення хімії, які в процесі навчання діють в органічній єдності [2]:

- метод проблемного навчання – на сьогодні один із основних методів, базу якого складає створення проблемних ситуацій, підведення до них учнів. Цей метод дозволяє задіяти волю, пошукову та емоційну сторони учнів, що спрямує їх на максимальне оволодіння матеріалом, викликає інтерес до навчання;
- метод алгоритмізованого навчання – дозволяє учням будувати логічні зв'язки при вирішенні проблеми та шукати найбільш оптимальний шлях з метою її рішення, ґрунтується на тому, що будь-яка діяльність людини є послідовністю дій, алгоритмом;
- метод евристичного навчання – метод пошуку, в ході якого людина приходить до способу вирішення проблеми та робить певні висновки;
- метод дослідницького навчання – є наслідком евристичного методу, служить механізмом перевірки теоретичного припущення.

Позакласна діяльність учнів із хімії ґрунтується на засадах добровільності у вільний від уроків час та під керівництвом учителя, вона зазвичай доповнює матеріал навчальної програми, глибше розкриває проблемні питання, формує пізнавальний інтерес до вивчення хімії як науки повсякденного життя. Такий вид діяльності є доповненням до уроку, яке більш детально розкриває тему, дозволяє сформулювати дослідницькі вміння за межами традиційного проведення уроку, що дозволить учням не лише вивчити матеріал, а й обдумати його більш детально, сформулювати власні думки та припущення, дискутувати та обговорювати ідеї разом із учителем та іншими учнями. Це вид діяльності, спрямований на задоволення освітніх потреб учнів у позаурочний час, який сприяє закріпленню отриманих на уроці знань,

розвитку індивідуальних здібностей, потреб, нахилів, а також допомагає проявляти себе в ході виконання завдань, проведення конкурсів, вікторин, обговорення проблемних питань тощо.

При підготовці до проведення позакласного заняття вчитель має приділити особливе місце підготовці, враховувати ступінь обізнаності учнів, їхній вік, міжпредметні зв'язки та засвоєний матеріал, щоб обрати найбільш оптимальний вид діяльності для позакласної роботи. Оскільки хімія оточує нас всюди, при плануванні позакласних занять доцільно підбирати теми, які б цікавили школярів і стосувалася їх повсякденного життя.

Отже, хімія має все більший вплив на життя сучасної людини, тому важливо в повній мірі підготувати до цього учнів. Подібний підхід в ході проведення позакласних занять з хімії сприяє формуванню пізнавального інтересу до предмету та дозволяє застосовувати отримані знання на практиці, гуртує учнів, надає можливість проявляти їх особисті якості.

1. Вахрушева Т. Ю. Теоретичні аспекти активних методів навчання. [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://www.sportpedagogy.org.ua/html/journal/2008-03/08vtyaml.pdf>

2. Живайкіна М. О. Прийоми та методи активації пізнавальної діяльності учнів у початковій школі. [Електронний ресурс] – Режим доступу: – <https://kadet-mvd.ru/uk/pelevin-victor/metody-i-priemy-dlya-aktivizacii-uchashchih-sya-priemy-i-metody.html>

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Новикова Анастасія Дмитрівна,
здобувач II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В сучасному освітньому середовищі актуальність питання покращення освітнього процесу та збільшення ефективності вивчення хімії в закладах освіти набуває особливого значення. Хімія, як один із ключових предметів у загальній середній освіті, часто сприймається учнями як складний та важко зрозумілий. Спрощення та зрозумілість матеріалу, а також залучення учнів до активної участі у освітньому процесі – це завдання, перед якими стоять сучасні вчителі хімії [1].

Навчання хімії в закладах загальної середньої освіти є важливою складовою формування наукової грамотності та розвитку наукового мислення учнів. У сучасну цифрову епоху доступ до інформації та можливості навчання значно урізноманітнилися. Одним із найефективніших способів викладання хімії є використання домашніх експериментів, які надають учням можливість спостерігати та вивчати основні закони та явища хімії з перших рук. У цій статті розглядається потенціал використання домашнього експерименту для підвищення ефективності навчання хімії в закладах загальної середньої освіти.

Домашній експеримент – це педагогічний метод, який передбачає залучення учнів до проведення хімічних дослідів та експериментів в домашніх умовах під керівництвом вчителя. Цей метод відкриває перед учнями можливість самостійно вивчати та досліджувати хімію, робити власні відкриття та спостереження, що сприяє збільшенню їхнього інтересу до предмету та покращенню розуміння хімічних концепцій [2].

Сучасні методи навчання вимагають більшого акценту на активне навчання, дослідження та самостійну діяльність. Використання домашніх експериментів дозволяє учням вивчати хімію самостійно та брати участь у практичній діяльності.

Хімія часто сприймається як складний і абстрактний предмет. Використання домашніх експериментів підвищує інтерес учнів до науки і мотивує їх до навчання, дозволяючи їм проводити власні експерименти і спостерігати за подіями [3]. Експерименти дають учням можливість здобути практичні навички та знання з реального світу, які залишаться з ними надовго. Це може позитивно вплинути на якість освіти та розуміння хімічних понять.

Проводячи експерименти вдома, учні заохочуються аналізувати результати, робити висновки та формулювати гіпотези. Це сприяє розвитку критичного мислення та наукових навичок. В умовах пандемії та дистанційної освіти домашні експерименти можуть стати важливим інструментом для забезпечення безперервності навчання та практики учнів.

Використання домашніх експериментів може сприяти просуванню STEM-освіти учнів (наука, технології, інженерія та математика), що є важливим у технологічному суспільстві, яке стрімко розвивається.

Експеримент має велике значення у навчанні хімії. У працях відомих учених і методистів О. І. Астахова, В. Н. Верховського, В. Я. Вівюрського, О. А. Грабецького, Д. М. Кірюшкіна, К. Ю. Парменова, В. С. Полосіна, Л. А. Цветкова, І. М. Черткова, С. Г. Шаповаленка та інших, велика увага приділяється проблемам організації та проведення експериментів на навчальних заняттях [1].

Домашні хімічні експерименти – це унікальний метод навчання, в якому хімічні досліді проводяться вдома. Для домашніх експериментів використовуються звичні та

недорогі матеріали, які зазвичай є в кожному домі. Тому немає потреби в складному і дорогому лабораторному обладнанні.

Домашні хімічні експерименти безпечніші, оскільки проводяться в присутності дорослого (батьків або вчителя), який може наглядати і контролювати процес. Учні заохочують до самостійного проведення експериментів, що допомагає їм розвивати такі навички, як незалежність, відповідальність і критичне мислення.

Домашні експерименти дозволяють учням розвивати практичні навички, такі як підготовка та проведення експериментів, вимірювання та аналіз даних.

Крім того, бачення результатів реальних експериментів може допомогти учням розвинути інтерес і внутрішню мотивацію до вивчення хімії [2].

Існує багато хімічних експериментів, які можна проводити вдома, від простих до складних, і учні можуть вибирати завдання на рівні, що відповідає їхньому віку і здібностям. Домашні експерименти сприяють розвитку творчих навичок учнів, дозволяють їм формувати власні гіпотези та досліджувати хімічні явища.

Вчителі можуть використовувати домашні експерименти для створення інтерактивних уроків, на яких учні беруть активну участь у навчальному процесі. Загалом, домашні хімічні експерименти – це цікавий та ефективний інструмент навчання, який може допомогти покращити розуміння учнями хімічних понять та підвищити їхній інтерес до вивчення хімії.

Практичний досвід з хімії дуже важливий для розвитку знань і навичок учнів. Учні можуть побачити, як протікають хімічні реакції, зрозуміти їхню природу та вивчити основні хімічні поняття, такі як реакції, сполуки та закони збереження маси й енергії. Домашні експерименти надають учням можливість проводити власні хімічні дослідження і заохочують до активної участі в освітньому процесі.

Домашні експерименти сприяють розвитку дослідницьких навичок учнів. Проведення експериментів вимагає від учнів вміння планувати, збирати й аналізувати дані, формувати гіпотези та робити висновки. Ці навички необхідні не тільки для навчання хімії, але й для розвитку загальнонаукових навичок, корисних для подальшого навчання і життя. Домашні експерименти можуть значно підвищити інтерес учнів до вивчення хімії. Експерименти дозволяють їм бачити результати своєї роботи, спостерігати цікаві явища і відкривати для себе нові знання. Це створює додатковий стимул для вивчення хімії та розвитку інтересу до науки. Багато хімічних експериментів можна провести, використовуючи наявні матеріали та домашнє обладнання, тому немає потреби витратити великі суми грошей на дороге обладнання та реактиви [1].

Сучасні технології та доступ до Інтернету роблять домашні експерименти більш доступними та цікавими. Учні можуть досліджувати методи проведення експериментів онлайн і ділитися своїми знахідками та дослідженнями з онлайн-спільнотами. Це робить процес вивчення хімії більш інтерактивним і сприяє обміну знаннями між учнями. Використання домашніх експериментів на уроках хімії у закладах загальної середньої освіти має багато переваг, адже сприяє розвитку практичних навичок, інтересу до науки, збереженню ресурсів та використанню сучасних технологій в освіті. Домашні експерименти можуть доповнити традиційні підходи в навчанні хімії і зробити навчання більш ефективним і цікавим для учнів.

1. Савчин М. Шкільний хімічний експеримент як система та його дидактичне забезпечення// Педагогічна Думка. 2003. № 1-2. С.36-44.

2. Йосипенко Л. Хімічний експеримент: формування в учнів системного аналітичного мислення. Хімія. 2010. № 9 /621/. С.11-22.

3. Мартишок Г.В. Хімічний експеримент. Практикум: навч. посібник / Г.В. Мартишок. – Рівне: Видавничий центр РДГУ, 2011. 263с.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ПАНЕЛІ INTBOARD НА УРОКАХ ХІМІЇ

Осовський Сергій Анатолійович,
здобувач I курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
osa120289@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєв Сергій Володимирович,
старший викладач кафедри хімії, avdeevsv@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія – наука високого рівня абстрактності, оскільки весь процес мислення, доведення та пояснення відбувається на абстрактному рівні. Тому не дивно, що лише незначна частина учнів розуміється саме на вивченні цього предмету.

З метою отримання позитивних результатів учнів у процесі вивчення навчального предмету «Хімія» потрібно орієнтуватись на сучасні інноваційні технології навчання та вдосконалювати методичний супровід до кожного уроку. Таким чином, головним завданням учителя є забезпечення Державного стандарту в освіті та реалізація ключових компонентів навчальної програми з хімії – знанневого, діяльнісного та ціннісного. Варто зазначити, що активні засоби візуалізації, які становлять певну систему передачі візуальної інформації забезпечують здатність впливати на різні процеси, проводити дослідження, моделювати у віртуальному середовищі реальні ситуації, наприклад, визначення рН середовища речовин, побудова атома, створення молекули, урівнювання хімічних реакцій тощо.

Одним із прикладів реалізації активних засобів візуалізації є використання інтерактивної панелі Intboard, яка насичена програмним забезпеченням, що постійно оновлюється та доповнюється.

В умовах сьогодення інтерактивна панель є ефективним сучасним засобом для навчання учнів з метою формування їх предметної компетентності, в тому числі, на уроках із хімії. З можливістю використовувати Intboard з'явився доступ до понад 25 ліцензійних сервісів для створення інтерактивних завдань та візуально-аудіальної підтримки уроку.

Однією з тем, опанування якої відбувається на абстрактному рівні, є «Будова атома. Періодичний закон та періодична система». За навчальною програмою з хімії вивчення даної теми відбувається спочатку у 8-му класі [1], а потім – в 11-му [2] та є вищим концентром в оволодінні цієї теми. Тому з метою візуалізації та кращого розуміння навчального матеріалу рекомендуємо використовувати освітні можливості інтерактивної панелі.

Завдяки проекту University of Colorado Boulder та його засновнику Карлу Віману було створено сайт Інтерактивних симуляцій PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>), який надає можливість створювати і використовувати безкоштовні інтерактивні симуляції з деяких навчальних дисциплін (хімії, фізики, математики, біології, вивчення Землі). Дані симуляції є свого роду ігровими імітаціями з дослідницьким, однак простим у користуванні інтерфейсом, які використовують із метою отримання нових знань і формування практичних уявлень учнів у вигляді проведених віртуальних досліджень. Таким чином, запустивши програму та відкривши симуляцію «Будуємо атом», спостерігаємо наявність трьох основних розділів: «Атом», «Символ» і «Гра».

У розділі «Атом», використовуючи елементарні частинки: протони, нейтрони та електрони, маємо можливість змоделювати склад нуклідів різних хімічних елементів,

визначити нуклонне число та заряд частинки, здійснити розподіл електронів за енергетичними рівнями в електронній оболонці атомів різних хімічних елементів.

У розділі «Символ» завдання в симуляціях побудовані на когнітивному рівні, який передбачає застосування отриманих знань про особливості будови атомів хімічних елементів для встановлення причинно-наслідкових зв'язків між кількістю елементарних частинок і нуклідом хімічного елемента, його нуклонним числом та зарядом частинок.

Завдання, які представлені у розділі «Гра» ґрунтуються на запитаннях високого рівня – аналізі та синтезі й дозволяють учителю ефективно розвивати критичне мислення в учнів, а також візуалізувати завдання, які пов'язані із завданнями Національного мультипредметного тесту (НМТ), наприклад, вказати нуклідний символ атома з певною кількістю частинок у ядрі, або ж обрати електронейтральну частинку.

Отже, педагогічна цінність використання інтерактивної панелі Intboard та інтерактивних симуляцій полягає у здатності вчителя так організувати процес навчання, що учні повністю відчують свою активну роль в освітньому процесі, а якісно підібраний зміст Phet-симуляцій і складені на їх основі пізнавальні завдання, забезпечують ефективність навчання й допомагають реалізувати вимоги навчальної програми та Державного стандарту, зокрема освітньої галузі «Природознавство».

1. Навчальна програма з хімії 7-9 класи. Рівень стандарту. [online]. Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalniprogramy.html>

2. Навчальна програма з хімії 10-11 класи. Рівень стандарту. [online]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalniprogrami/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

РОЛЬ ДОМАШНЬОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З УЖИТКОВИМИ РЕЧОВИНАМИ В МЕЖАХ ПОЗАКЛАСНОЇ РОБОТИ З ХІМІЇ

Пасічник Іван Іванович,
здобувач I курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
3102110575@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юрїївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент (б.в.з.) кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєв Сергій Володимирович,
старший викладач кафедри хімії, avdeevsv@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія – це наука, яка вивчає склад, властивості, перетворення речовин і взаємодію між ними на молекулярному та атомному рівнях. Вона є частиною природничих наук і займається дослідженням того, як речовини взаємодіють між собою, як вони змінюються в залежності від умов і як можна контролювати ці процеси.

Хімія відіграє значну роль у нашому повсякденному житті, оскільки вона визначає властивості матеріалів, створює нові речовини, досліджує енергетичні процеси та впливає на розвиток різних галузей науки і техніки.

Варто зазначити, що навчальні програми з хімії для учнів 7-9 [1] та 10-11 класів рівня стандарту [2] та профільного рівня [3], передбачають у межах вивчення тем обов'язкове виконання різних видів хімічного експерименту: демонстрацій, лабораторних дослідів, практичних робіт, навчальних проєктів, домашнього експерименту. Тому актуальним є питання реалізації завдань навчальної програми вчителем як на уроках (проведення демонстрацій, виконання лабораторних дослідів і практичних робіт), так і в позаурочний час (створення навчальних проєктів, виконання домашніх експериментів). Адже цікавість до навчального предмету «Хімія» зароджується, в першу чергу, в ході виконання хімічного експерименту завдяки можливості проведення різноманітних дослідів, спостереження за реакціями, створенням нових речовин і формування уявлень про них. Такий практико-орієнтований підхід зможе зробити навчання більш цікавим і захоплюючим.

Розуміння того, як хімія застосовується у повсякденному житті та різних галузях промисловості може збільшити цікавість до вивчення предмету. В даному випадку ключовим є питання можливості виконання учнями хімічного експерименту в домашніх умовах із використанням ужиткових речовин. Провівши аналіз навчально-методичної літератури та тих речовин, які людина використовує в побуті, можна стверджувати, що дане питання є надзвичайно цікавим, проте недостатньо вивченим.

Ужиткові речовини – це речовини або матеріали, які використовуються людством у повсякденному житті з різною метою, їх можна придбати в доступних місцях (засоби побутової хімії, харчові продукти, будівельні матеріали, лікарські препарати тощо). Експерименти з використанням ужиткових речовин забезпечують можливість на нескладному та доступному рівні зрозуміти елементарні хімічні процеси, що відбуваються в різних сферах нашого життя, наприклад, вивчення складу та властивостей продуктів харчування, засобів побутової хімії, лікарських препаратів, будівельних матеріалів; проведення цікавих хімічних експериментів тощо. Такі дослідницькі завдання зможуть підтримати та розвинути цікавість і розуміння навчального предмету «Хімія», розвинути елементарні експериментальні навички учнів. Таким чином, учитель має організувати роботу учнів, розробити чіткі інструкції до виконання домашніх експериментів (вони повинні бути

безпечними), бути їх консультантом.

Однак, проведення домашнього хімічного експерименту повинно враховувати безпеку та відповідати ряду вимог, щоб уникнути потенційних ризиків та нещасних випадків. Тому учні обов'язково повинні дотримуватися правил техніки безпеки, працювати лише за інструкцією та під наглядом батьків. Завданням дорослих у даному випадку є створення середовища, в якому учні зможуть вчитися та експериментувати, забезпечивши при цьому їхню безпеку та успішність.

Умовно ужиткові речовини, які використовуються в побуті можна поділити на окремі категорії: харчова хімія, хімія побутових засобів, хімія лікарських препаратів, цікава хімія тощо. До кожної категорії нами відібрано хімічні експерименти, які можна виконати в домашніх умовах, розроблено до них чіткі інструкції. В подальшому заплановано реалізацію низки домашніх експериментів із метою аналізу результатів і перевірки доцільності їх проведення.

1. Навчальна програма з хімії 7-9 класи. Рівень стандарту. [online]. Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalniprogramy.html>

2. Навчальна програма з хімії 10-11 класи. Рівень стандарту. [online]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalniprogrami/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

3. Навчальна програма з хімії 10-11 класи. Профільний рівень. [online] Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

СПЕЦИФІКА ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ МИСТЕЦЬКОГО СПРЯМУВАННЯ

Сальва Ольга Володимирівна

викладач вищої категорії, методист відділу, salvaolga.92@gmail.com
Житомирський музичний фаховий коледж ім. В.С. Косенка, Україна

У навчальних закладах мистецького спрямування організовується освітній процес із творчим підходом, у зв'язку зі специфікою діяльності і професії здобувачів освіти. Студенти завантажені в повній мірі: навчаються з самого ранку і до пізнього вечора; працюють по суботах та займаються грою на інструменті навіть у неділю. Дуже часто відвідують профільні концерти або ж беруть участь у музичних конкурсах, тому досить важливо правильно і продуктивно організувати процес навчання.

«Природничі науки», зокрема хімія, сприяють переконливому розкриттю ролі людини в пізнанні природи, цілісності її сприйняття. Зміст цієї галузі закладає підвалини формування наукового світогляду і стилю мислення, є основою розуміння сучасних технологій та виробництва, розвитку екологічного мислення [1].

Наш навчальний заклад навчається за інтегрованим курсом «Природничі науки» (рівень стандарту), призначеним для здобувачів освіти гуманітарного напрямку, який містить окремі модулі, в тому числі й *хімічний модуль* з незначною кількістю годин. Враховуючи те, що хімія не є профільною, у закладах мистецького спрямування (гуманітарного профілю) виникає проблема із відбором навчального матеріалу. Програма визначає тільки коло значущих питань, обов'язкових при викладанні предмета. Так недостатньо вивчаються хімічні властивості речовин, але значна увага приділяється їх застосуванню. Внаслідок цього порушується причинно-наслідковий зв'язок між властивостями та застосуванням речовин. До того ж неможливо показати генетичний зв'язок хімічних речовин без глибокого вивчення їх хімічних властивостей [1]. Нам усім відомо, що мозок людини асиметричний. Права півкуля більш емоційно-образна, просторова, інтуїтивна, творча, на відміну від лівої півкулі. Тобто здобувачі освіти мистецького напрямку мають більш розвинуту праву півкулю і це слід врахувати при наповненні змістом навчальної програми. А під час викладання дисципліни потрібно здійснювати опору на емоційно-образну інформацію, з виділенням логічного й образного аспектів активізації уваги, використання схем-опор, оригінальних запитань і завдань. Урахування освітніх потреб, компетентностей та можливостей кожного студента стосується не тільки змісту освіти, а й форм і методів роботи [1]. Це можливість застосування інтегративного підходу, намагаючись поєднати хімію не лише з іншими природничими науками, а й з профільними предметами. Ефективним у навчанні є використання інтерактивних технологій. Студенти залюбки складають вірші, казки, сценарії. Окреме місце в навчальному процесі займає метод проектів.

Зазвичай у закладах мистецького спрямування відсутні навчальні кабінети хімії, за освітньою програмою проведення практичних та лабораторних занять не передбачається. Провести можна тільки ті практичні заняття, які не потребують спеціального обладнання, наприклад, розв'язування розрахункових задач. Тому, виходячи з таких реалій, вивчення хімії є більш теоретичним, відсуваючи хімічний експеримент на задній план, значення якого потрібно компенсувати іншими видами пізнавальної діяльності.

Також відчувається вагомий вплив на протікання навчального процесу спалах COVID-19 та жорстока повномасштабна війна в Україні, які спонукали більшість навчальних закладів переходити на різні форми навчання, зокрема на дистанційну. Тобто заклади вищої освіти, зокрема I-II рівнів акредитації, запровадили так звану «*неперервну освіту*», яка вимагає внесення коректив у програми вищої школи, що забезпечує оволодіння базовими знаннями і навичками, необхідними для розвитку у студентів адаптивності постійно вчитися і поповнювати знання впродовж усього життя [2].

Система професійної підготовки пропонує застосування компетентнісного підходу,

результат якого зорієнтований на формування всебічних компетентностей у здобувачів освіти. Підготовка фахівців потребує системно-діяльнісного підходу, реалізації особистісно-орієнтованого навчання із залученням інформаційних технологій: інтернет-платформ, месенджерів та інше.

Інноваційний шлях розвитку суспільства можна забезпечити лише сформувавши покоління людей, які міркують і думають по-новому. Якість освіти набуває дедалі більшого значення в забезпеченні конкурентоспроможності випускників вищої школи на ринку праці.

Хімія як фундаментальна наука є базою для розвитку мислення і пізнання світу за законами філософії: єдності і боротьби протилежностей, переходу кількісних змін у якісні, що є сутністю методології природознавства. Сучасна наука і виробництво потребують не тільки глибоких знань предмета «хімії», а й сформованого інноваційного мислення [3].

Ще видатний слов'янський просвітителі і педагог XVII століття Я.А. Коменський засуджував школу свого часу за те, що вона вчить дітей дивитись на світ чужими очима, мислити чужим розумом, і вимагав розвивати здібності розуміти речі [4]. Мислення потрібно розвивати. Мисленню потрібно вчити. А це можливо при застосуванні викладачем активних форм та методів організації пізнавальної діяльності студентів, бо саме вони сприяють інтелектуальному розвитку, формуванню гнучкості, критичності розуму, самостійності мислення, виховують наполегливість, допитливість, винахідливість. Саме такі завдання стоять перед сучасним викладачем природничих наук.

Не зважаючи на умови сьогодення та зміни, що відбуваються у нашому сучасному світі, де ніщо не стоїть на місці, перед нами ставлять вимогу постійного розвитку професійної культури викладача та вдосконалення педагогічних технологій. Відповідно до вимог часу викладач повинен професійно використовувати інформаційно-комунікаційні технології та технічні засоби, володіти здатністю до професійної мобільності та соціальної активності [5]. І, незважаючи на постійний стрес та тривоги, які тривають майже два роки, викладачі навчальних закладів України продовжують працювати, шукаючи нові або удосконалюючи старі методи викладання хімії, цим самим впроваджуючи і надалі стратегічні напрямки розвитку освіти в Україні, забезпечуючи умови для розвитку самоствердження й самореалізації особистості здобувача освіти. За словами Ф. Нансена: *«Людина прагне до знань, і як тільки в ній згасне бажання до знань, вона перестане бути людиною»*.

1. Біологія і хімія в школі. Науково-методичний журнал. / МОН України, НАПН України. – Видавництво «Педагогічна преса», 2007 №2(60)

2. Доповідь викладача вищої категорії Ярошинської Н.В в рамках регіонального науково-методичного онлайн-семінару «Лінгвометодичні аспекти формування мовнокомунікативної професійної компетентності здобувачів вищої освіти в умовах дистанційного навчання», 18 березня 2021 року.

3. Хімія: довідник для абітурієнтів та учнів загальноосвітніх навчальних закладів: навчальний посібник / М.В. Гриньова, Н.І. Шиян, Ю.П. Кращенко [та ін.]. – Київ: Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

4. Студентський історико-педагогічний альманах. Випуск 1. Ідеї педагогів минулого в освіті сьогодення : збірн. наук. праць молодих дослідн. / за ред. О.Є. Антонової, В.В. Павленко. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2012. – 208 с.

5. Формування базових і фахових компетентностей студентів у закладах вищої освіти: матеріали науково-практичної конференції / за ред.проф. О.Є. Антонової, проф. О.А. Кучерук, проф. В.М. Мойсієнка, проф. О.О. Юрчук. – Житомир: ПП «Рута», 2020. – 284 с.

ВИКОРИСТАННЯ МЕНТАЛЬНИХ КАРТ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Сінельникова Надія Іванівна,
здобувач II курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
sinelnikovanadia@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, chem.@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

У зв'язку із зростанням впровадження в освітній процес інноваційних методів навчання виникає потреба у пошуку нових педагогічних ідей. Незважаючи на наявність великої кількості методичних підходів у вивченні хімії потрібно віддати належне ментальним картам, що являють собою інструмент візуалізації даних.

Введення в практичну діяльність педагогів ментальних карт є однією з необхідних складових у підготовці та побудові сучасних уроків хімії. Застосування Mind Mapping, як унікальної технології роботи з інформацією, сприяє підвищенню ефективності навчання шляхом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів. Головними перевагами методу є його простота, доступність, захоплення процесом, беззаперечний результат у вигляді відкладеної інформації в пам'яті, значний творчий потенціал.

Занотовуючи слово за словом, речення за реченням, стрічку за стрічкою, аркуш за аркушем, під диктовку, учні без усвідомлення доводять до автоматизму процес складання конспекту, записують інформацію не осмислюючи її. За таких обставин мозок перебуває в умовах пасивної діяльності або ж іншими словами він бездіяльний. Адже в разі потреби відтворити записану інформацію виникне проблема неможливості пригадування, бо в мозку не встановлені зв'язки з іншою інформацією, відсутня система логічного пов'язування. Причину такого явища пояснити достатньо просто, великий обсяг інформації, висока абстрактність хімічних понять, переважання отримання інформації над систематизацією та узагальненням її, відсутність ілюстрування, візуалізації тощо. Мозку важко запам'ятовувати інформацію зображену лінійно. Мозок лишає у сховках пам'яті певні моделі, асоціативні схеми, патерни – схеми-образи. Такі асоціативні схеми під назвою Mind Map (інтелектуальні, ментальні карти) – ментальні карти свого часу були запропоновані Тоні Б'юзеном. Дослідження доводять, що використання таких схем, які дозволяють спрощувати сприйняття і, відповідно, запам'ятовувати потрібну інформацію значно полегшує засвоєння та відтворення навчального матеріалу. Т. Б'юзен відрізняє поняття «анотування» від поняття «конспектування». Анотування книги або матеріалу уроку — це вилучення суттєвої інформації з лінійно викладеного матеріалу з метою створення інтелект-карти. На його думку метод інтелект-карт відповідає природному прагненню мозку до закінченого та цілісного сприйняття, в цілому до пізнання нового. Новозеландський вчений, Гордон Драйден, займаючись проблемами освіти, зокрема вивченням методів навчання казав: «ідея — це нова комбінація старих елементів. Немає нових елементів, є тільки нові комбінації» [1].

В результаті постійного використання всіх кортикальних здібностей свого мозку людина стає інтелектуально активнішою і сприймає інформацію у повному обсязі, а отже, і впевнена у своїх силах; у процесі складання інтелект-карти людина постійно перебуває на грані відкриття чогось нового. Це сприяє безупинному і потенційно нескінченному процесу мислення [2]

Інтелект-карти являють собою зображення складних взаємозв'язків наших думок у даний момент, сприяючи виникненню цікавих ідей, які стосуються конкретної «центральної» проблеми. Інтелект-карта є радіальною схемою, адже завжди будується навколо центрального об'єкта. Кожне слово і графічне зображення стають за визначенням центром

чергової асоціації, а весь процес побудови карти являє собою потенційно нескінченний ланцюг асоціацій, що розгалужуються. Хоча інтелект-карта будується на площині, наприклад аркуші паперу, вона являє собою тривимірну реальність — у просторі, часі і кольорі [2].

Ментальні карти основані на асоціативних рядах, які кодують вирази через базові поняття. Дієвим методом під час створення інтелект-карт є використання малюнків чи символів замість слів. Ключове слово або ідея повинна розташовуватись в центрі, а від неї відходять асоціативні гілки, кожна з яких матиме свій колір, від середини до периферії потоншуватимуться та розгалужуватимуться подібно гілкам дерева чи променям сонця.

Людський мозок застосовує інтелект-карти ще з народження, не усвідомлюючи цього. Так, поняття «мама» — є центром інтелект-карти! Від цього слова (і образу!) для дитини, як промені, виходять такі поняття, як любов, їжа, тепло, захист, транспорт, виховання і т. п. Змалку дитина інстинктивно оперує своєрідними внутрішніми інтелект-картами від моменту, як вона народилася, і все своє життя будує власні знання навколо центрів-радіантів у вигляді нескінченних і густо переплєтених асоціативних гілок, що є потім, у зрілому віці, тим, що називають багажем знань, інтелектуальним капіталом і на базі чого у подальшому будується мислення [2].

Переважає більшість схильна мислити стандартними шаблонами. Першочергове завдання сучасних вчителів полягає у тому щоб віднайти, розвинути та зберегти креативну індивідуальність кожного учня. Доведено, що «склеювання» слів у речення звужує свободу мислення, а написання окремих слів породжує нові ідеї, адже кожне слово може мати безліч можливих асоціацій.

Після аналізу низки проведених уроків, можемо констатувати, що використання Mind Mapping в ході вивчення хімії учнями в закладі загальної середньої освіти дозволило досягти знаного підвищення інтересу до хімії, підвищився рівень засвоєння знань і можливість системно та аргументовано відтворювати матеріал тощо. Варто зауважити, що в процесі самостійного створення учнями карт розуму за підтримки вчителя вирішується актуальне завдання щодо особистісно-зорієнтованого навчання, можливість творчої реалізації дозволяє учням навіть гуманітарного спрямування досягти значних результатів у вивченні хімії.

Так, самостійне створення учнями ментальних карту із теми «Розчини», «Основні класи неорганічних сполук», «Вуглеводні» дозволило сконцентрувати свою зусилля на основних поняттях теми, позбавило їх необхідності заучувати значний обсяг, не завжди доцільної інформації, сприяло кращому запам'ятовуванню, значному спрощенню конспектування, економії часу на уроці, позитивній емоційній мотивації до вивчення хімії, сприяло розвитку креативного мислення і стимулюванню розумової діяльності, а також дозволило досягти успішності в вивченні теми учням із різним рівнем навченості. Створені ментальні карти використовувалися учнями в процесі вивчення нового матеріалу, як допоміжний засіб у ході відтворювання; під час повторення та систематизації матеріалу теми; з метою узагальнення матеріалу теми тощо. Інтелектуальні карти допомагають реалізувати системний підхід та систематичність вивчення хімії, полегшують та візуалізують навчальний матеріал із хімії.

1. Мапа думок. Докладний посібник із вивчення і застосування найпотужнішого інструмента мислення у світі. Тоні Бьюзен: переклад з англійської Олени Замойської.- Львів: Видавництво Старого Лева, 2021. – 224 с.

2. Posibniki.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://posibniki.com.ua/post-vikoristannya-intelekt-kart-v-organizaciyi-samostiinoyi-roboti>

МОЖЛИВОСТІ СУЧАСНОГО АСИНХРОННОГО ВИВЧЕННЯ КУРСУ ХІМІЇ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Стасюк Олена Олександрівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти II курсу, alenakostya@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Анічкіна Олена Василівна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В останні роки відбувся стрімкий розвиток інформаційних технологій, що впливає на всі сфери нашого життя, включаючи освіту. Традиційна модель навчання в класній кімнаті поступово змінюється, пропонуючи нові формати та підходи, щоб задовольнити потреби сучасних учнів. Одним із таких новаторських підходів є асинхронне навчання, яке дає можливість студентам самостійно визначати темп та час навчання.

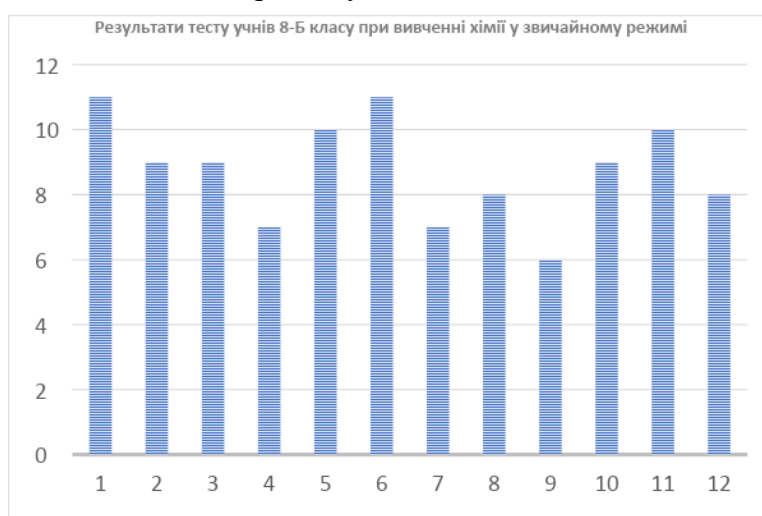
Курс хімії є елементом загальної середньої освіти, оскільки надає учням повні знання про основи хімічних процесів та явищ. Однак традиційні методи викладання хімії можуть бути обмежені у великих класах або у випадку, коли немає можливості забезпечити доступ до деяких матеріалів та ресурсів.

У зв'язку з цим асинхронне вивчення стає все більш популярним методом, який дозволяє учням вивчати матеріал у власному темпі та відповідно до власного графіка. Асинхронне навчання може забезпечити більший підхід до вивчення хімії, дозволяючи студентам повністю зрозуміти матеріал та виконати завдання в зручний для них час.

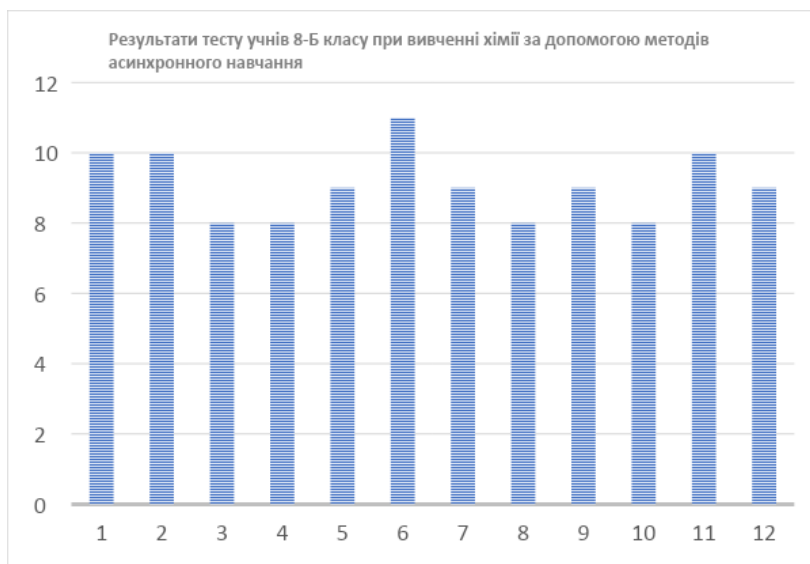
З метою перевірки ефективності використання представленого мною методу асинхронного навчання було проведено дослідження щодо визначення засвоєння знань учнями даним методом. Під час виробничої практики в закладах загальної середньої освіти, учні 8-Б класу Андрушківського ліцея ім. А.Н. Вітрука, Житомирська обл, Житомирського району виступили дослідною групою.

Один тиждень учні навчались у звичайному режимі та ще один тиждень при використанні методів асинхронного навчання. При підсумках кожного тижня було проведено узагальнюючий тест по вивченому матеріалу.

Діаграми успішності можна переглянути нижче.



Діаграма 1. Результати тесту учнів 8-Б класу при вивченні хімії у звичайному режимі



Діаграма 2. Результати тесту учнів 8-Б класу при вивченні хімії за допомогою методів асинхронного навчання

З діаграм можна побачити, що після вивченні хімії за допомогою асинхронного навчання в деяких учнів покращились, а в деяких залишились сталими результати, порівнюючи зі знаннями, які були отримані традиційним методом.

Дослідження показали, що асинхронне навчання є ефективним способом передачі знань і навичок учням. Результати можуть свідчити про те, що студенти, які навчаються асинхронно, можуть досягти аналогічних або навіть кращих результатів, ніж ті, хто навчається традиційним способом.

Експеримент також показав, що асинхронне навчання дозволяє студентам більшу гнучкість у часі та темпі навчання. Вони можуть самостійно регулювати свій навчальний розклад і глибину освоєння матеріалу, що може сприяти підвищенню самоорганізації та самодисципліни.

Асинхронний режим передбачає роботу за власним розкладом і темпом і повне використання переваг змішаного навчання. Це дозволяє вам опанувати матеріал і зосередитися на своєму розумінні, а не на прогресі решти команди. У той же час асинхронна модель може створити більше відчуття ізоляції, оскільки без спеціальної підтримки відчувається менше відчуття спільноти, що навчається. Крім того, це вимагає від студентів досить високого рівня самодисципліни та сильних навичок управління часом, що може бути досить складно, зокрема за відсутності попереднього досвіду такої роботи.

1. Асинхронний режим: веб-сайт. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/TM047171> (дата звернення: 18. 11. 2023)
2. Григорович О. Медіаграмотність на заняттях з хімії. Навчальне видання / за ред. О. Волошенюк, В. Іванов – Київ : АУП, ЦВП, 2020. 53 с. URL: [file:///D:/Download/2%20\(1\).pdf](file:///D:/Download/2%20(1).pdf)
3. Ястремська, С.О. (2017). Порівняльний аналіз навчальних можливостей сучасних моделей дистанційного навчання. Журнал Науковий огляд, 8 (40), 1–15.

ПРОЄКТНА ТЕХНОЛОГІЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Степанюк Марія Анатоліївна
здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти II курсу,
merilink@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович
доцент кафедри хімії, кандидат хімічних наук,
denisuk@zu.edu.ua

Євдоченко Олена Сергіївна
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
доцент б.в.з. кафедри хімії,
evdochenko_lena@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В умовах стрімкого розвитку та вдосконалення науки та техніки суспільство потребує освідчених, здатних швидко адаптуватись у нестандартних умовах праці фахівців. Тому, на сучасному етапі розвитку шкільної освіти постає потреба активізації пізнавальної діяльності учнів, формування в них креативного, нестандартного мислення. Активізація процесу пізнання на уроках хімії можливе лише з використанням активних методів навчання. До цілей навчання хімії в закладі загальної середньої освіти віднесемо:

- засвоєння хімічних знань;
- оволодіння експериментальними вміннями;
- розвиток пізнавальних інтересів та творчих здібностей в процесі власноручного виконання хімічних експериментів, спостереження за демонстраційними експериментами, роботи з різними джерелами інформації тощо [1].

Одним із головних завдань, що постає перед вчителем хімії в закладі загальної середньої освіти є – формування в учнів здатності застосовувати набуті компетенції в повсякденному житті. Одним із способів глибокого пізнання та активного дослідження певної проблеми є проєктна технологія навчання. Проєктна технологія навчання – це комплексний інтегративний процес, який передбачає формування цілей проєкту, його планування, організацію, використання адекватних методів і форм із метою його реалізації, підведення підсумків і аналіз отриманих результатів [2].

До головних принципів, які застосовуються в процесі реалізації проєктної технології можна віднести:

- принцип активності учасників проєкту (цілеспрямоване усвідомлення учнями мети проєкту, пропонування шляхів розв'язання головних завдань проєкту);
- принцип продуктивної діяльності (спрямованість діяльності учасників проєкту на одержання соціально чи суб'єктивно ціннісного результату);
- принцип технологічності (визначення чіткої послідовності та поетапності дій);
- принцип саморозвитку (в ході реалізації проєкту створюється розвивальне середовище, в якому під час досягання поставлених цілей започатковуватимуться нові проєкти);
- принцип опори на існуючий досвід учнів (обов'язкове врахування існуючого досвіду учасників проєкту);
- принцип зв'язку із реальним життям (об'єктами дослідження мають ставати продукти харчування, побутова хімія, сполуки природнього походження тощо);
- принцип співробітництва та партнерства [1].

Отже, проєктну технологію на уроках хімії варто розглядати в контексті проєктної

діяльності учнів.

Технологія реалізації навчальних проєктів визначається кількома параметрами залежно від цілей і задач навчання. На уроках хімії вчитель може використовувати такі проєктні технології як:

- рольові (ігрові проєкти, коли учні в процесі гри імітують поведінку схожу на реальні ситуації (наприклад на уроці узагальнення з теми «Металічні елементи та їх сполуки» провести гру «Передвиборчі дебати в країні Металії») [2].
- ознайомлювально-зорієнтовані проєкти (інформаційні) (під час реалізації таких проєктів учні самостійно шукають і відбирають інформацію (результатом такого проєкту може бути електронна газета, стіннівка фотовиставка тощо). Наприклад міні-проєкт в 7 класі «Для чого потрібно вивчати хімію», «Як убезпечити себе під час виконання хімічних дослідів?»;
- дослідницько-пошукові (найбільше зацікавлюють учнів, адже результат такого проєкту заздалегідь невідомий).

Для реалізації дослідно-пошукового проєкту можна запропонувати проєкт «Виявлення крохмалю в кисло-молочних продуктах харчування» або «Виявлення білку в ковбасах різних видів», «Очищення води на водоочисних станція та вдома» тощо.

Отже, проєктна технологія передбачає використання вчителем хімії сукупності дослідницько-пошукових і творчих за своєю сутністю методів та прийомів навчання, що розвиватиме в учнях креативне мислення, творчий підхід у вирішенні проблемних ситуаціях та розвиток життєвої компетентності.

1. <https://ivanushunsoroku.webnode.com.ua/navchaln%D1%96-tekhnolog%D1%96i/proektna-tekhnolog%D1%96ya/>

2. <https://vseosvita.ua/library/uzagalnenna-j-sistemizacija-znan-z-temi-metalicni-elementi-ta-ihni-spolukirolova-gra-peredviborci-debati-v-kraini-metalii-10-kl-62817.html>

3. Вороненко Т. Використання міні-проєктів на уроках хімії. Біологія і хімія в рідній школі, 2018. №4. С. 12-19.

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ДОШКИ НА УРОКАХ ХІМІЇ

Фурманець Ірина Юріївна,

здобувач вищої освіти IV курсу, iryanafurmanets@gmail.com
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Сливка Юрій Іванович

доктор хімічних наук, доцент, yurii.slyvka@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Сьогодні уроки хімії з використанням мультимедійних технологій стають набагато цікавішими і учні із захопленням слухають вчителя. Маючи в своєму арсеналі мультимедійну дошку вчитель по різному може подавати навчальний матеріал. Він може створювати власні мультимедійні презентації, показувати різні навчальні відеоматеріали, анімації, симулятори, таблиці, графіки тощо. Хімія, як одна з природничих наук, вимагає якісної візуалізації навчального матеріалу. Правильно підібраний демонстраційний матеріал допомагає краще зрозуміти різноманітні процеси та явища, будову хімічних сполук та механізми їх взаємодій [1, 2].

Мультимедійна форма дозволяє подати матеріал як систему яскравих опорних образів, наповнених вичерпною структурованою інформацією в алгоритмічному порядку та є одним із інструментів зацікавлення учнів до вивчення певного предмету. Навчаючи учнів за допомогою мультимедійної дошки, можна з великою ефективністю візуалізувати 2D та 3D моделі сполук, взаємне розташування атомів, електронну будову частинок, особливості взаємоперетворення речовин, найцікавіші хімічні експерименти тощо. Для учнів, яким важко щось уявляти в просторі це дуже допомагає. Використовуючи різноманітні програми, уроки можна проводити у ігровій формі та задавати додому домашнє завдання, мету якого розкрито на мультимедійній дошці. Наприклад, для закріплення будови органічних сполук задати їм пограти гру LiCo: Organic Compounds. На нашу думку, таким домашнім завданням з хімії здобувачі освіти будуть неабияк задоволені, а ефективність засвоєння нового навчального матеріалу та набуття (вдосконалення) відповідних компетентностей зросте у рази.

Мультимедійну дошку сучасні учні не так бояться як звичайну, з її появою на уроках кількість охочих відповідати біля дошки помітно зросла. На новий рівень перейшов і контроль знань учнів, а його проведення стало набагато простіше. Школярі зараз майже увесь свій час проводять в телефонах, планшетах. Тому під час опитування вони мають велике бажання виходити писати щось саме на сенсорній дошці. Їм інтуїтивно зручніше і приємніше розкривати свої думки використовувати пальці своїх рук або спеціальні ручки для монітора. У дітей з використанням такої дошки почало формуватися інше бачення хімії як науки. Вони починають розуміти, що вона не настільки страшна і важка як їм часом здається, а навпаки, вносить великий і неоціненний вклад у існування сучасного життя людей та науково-технічного прогресу.

Застосування мультимедійної дошки дозволяє демонструвати особливо небезпечні досліди, хімічні експерименти у відео-форматі, а також показувати, що стається у разі неправильного поводження з речовинами і недотриманням правил техніки безпеки. Візуально цю інформацію діти сприймуть краще, емоційніше, ніж монотонне читання інструктажу.

Тепер, користуючись мультимедійною дошкою, вчителю не доводиться пояснювати теоретичний матеріал на пальцях або за допомогою підручних засобів, а учнів можна навчити працювати у віртуальних лабораторіях, давати домашнє завдання на повторення певних дослідів, які вони робили руками під час уроку або просто спостерігали як це робив вчитель.

Таким чином, з використанням мультимедійної дошки на уроках можна експериментувати, зацікавити та змотивувати кожного учня вивчати предмет хімії і не тільки. Для заняття це дає якусь певну своєрідну новизну. Також із застосуванням

мультимедійних засобів здобувачі освіти краще усвідомлюють і розуміють матеріал, тобто ефективніше засвоюють початковий матеріал.

1. Жукова О.В. Мультимедійний супровід уроків хімії як засіб підвищення ефективності навчально-виховного процесу. Посібник. – Новоукраїнка, 2015. – 28с.

2. Тенденції і проблеми розвитку сучасної хімічної освіти : збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-практичної конференції. 23-24 травня 2019 року / За заг. ред. Л.Я. Мідак; ДВНЗ «Прикарпатський нац. універ. ім. В. Стефаника»; Івано-Франківський обл. інст. післядип. пед. освіти. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2019. - 188 с.

КРИТЕРІЇ ВІДБОРУ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ЇХ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Хом'як Марія Олександрівна

здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,

merilink@ukr.net

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Євдоченко Олена Сергіївна

доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,

доцент б.в.з. кафедри хімії, evdochenko_lena@ukr.net

Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Розвиток освіти потребує від учителя природничих наук значної підготовки та здатності застосовувати сучасні освітні технології, що передбачають значну цифровізацію освітнього процесу. Насьогодні використання цифрових інструментів є одним із перспективних напрямків в освітній галузі, адже досить актуальним стає змішане та дистанційне навчання. Зазначимо, що з 16 жовтня 2020 року набрало чинності «Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти», яке було затверджене наказом МОН від 08 вересня 2020 року №1115 [3].

На основі аналізу науково-методичної літератури можна сказати, що вибір цифрових інструментів, які варто використовувати вчителю на уроках хімії, здійснюється на основі наступних критеріїв [2]:

1. Мультимедійність та форма подання навчального матеріалу:

- вартість (ціна) використання інструменту;
- можливість одночасного застосування різних форм подання інформації (тексти, схеми, таблиці, графічні об'єкти,);
- присутність спеціалізованого інструментарію для проведення уроків хімії (можливість написання хімічних формул речовин, виконання експериментів вчителем в офлайн режимі, демонстрація відеофрагментів з хімічними дослідами тощо);
- врахування індивідуальних особливостей кожного учня;
- можливості унаочнення теоретичного матеріалу (використання доповненої реальності – застосування хімічних тренажерів та віртуальних хімічних лабораторій);
- реалістичність об'єктів та явищ, що демонструються.

2. Структура та логіка подання представленої інформації:

- компактність розміщення великих обсягів інформації;
- присутність інструментарію для структуризації подання інформації;
- можливість організації навчання в різнопрофільних класах;
- зручність та доступність навігації додатку;
- можливість додавання підказок та зауважень до завдань різного типу тощо.

3. Сумісність із навчальним контентом:

- можливість створення інструментів та сервісів для роботи вчителя та учнів, а також зручність використання при опрацюванні матеріалу (виділення окремих фрагментів тексту маркерами, створення нотаток, закладок, нагадувань, додавання окремих елементів в зміст в процесі підготовки до уроку та, за потреби, в ході викладання уроку);
- можливість швидкого пошуку необхідної інформації за змістом;
- інтерактивне моделювання процесів та явищ;
- швидке оцінювання виконаних учнями завдань (автоматичне або відразу після ручної перевірки) та повідомлення одержаних результатів;
- присутність інструментарію для оцінювання навчальних досягнень учні;

- можливість проведення уроків в реальному офлайн режимі (наявність інструментарію для проведення відотрансляції уроку);

- присутність сервісів зворотного зв'язку з учнями.

4. *Варіативність подання змісту навчального матеріалу:*

- реалізація індивідуальної освітньої траєкторії, можливість викладання навчального матеріалу у відповідності до запиту учнів, реалізація вибіркової подання інформації;

- різноманітність інструментарію для організації та реалізації навчання;

- можливість реалізації диференціації навчання;

- можливість застосування варіативності подання навчальної інформації.

Зауважимо, що метою використання вчителями цифрових інструментів та додатків може бути:

- створення тестів, завдань, вікторин тощо (Google Форми, Online Test Pad, Quizizz);

- програми для створення презентацій та іфоруафіки (Piktochart, Venngage, Creately, Canva);

- онлайн-інструменти для створення ігрових вправ (Learning Apps, Kahoot);

- скорочення посилань в онлайн-режимі (Bitly.com, U.to, Goo.su тощо) [1].

Отже, підбір і використання зручних у застосунку цифрових інструментів допоможе вчителю хімії в організації, оптимізації та візуалізації уроків, забезпечить швидкий зворотній зв'язок з учнями, ефективність перевірки набутих учнями знань. Подальшими перспективами дослідження стане вивчення можливості застосування цифрових інструментів на уроках хімії, їх конкретизація, та приклади реалізації в класах профільних та непрофільних рівнів.

1. <https://osvita.ua/school/method/84628/>

2. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти: метод. рекомендації / Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. / За ред. М. В. Мар'єнко, А. С. Сухіх. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. 87 с.

3. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти. Наказ Міністерства освіти і науки України 08 вересня 2020 року № 1115 [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text>

**ВИКОРИСТАННЯ ЗАВДАНЬ З ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИМ
ЗМІСТОМ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ
«ОСНОВИ ТИТРИМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ»
СТУДЕНТАМИ ФАКУЛЬТЕТУ
АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Швець Ольга Григорівна

кандидат педагогічних наук, доцент, olgvasenko@gmail.com
Сумський національний аграрний університет, Україна

Івченко Вікторія Дмитрівна

кандидат технічних наук, доцент, ivchenkovd@gmail.com
Сумський національний аграрний університет, Україна

Дисципліни хімічного циклу в підготовці бакалаврів спеціальностей 162 «Біотехнологія та біоінженерія», 201 «Агрономія», 205 «Лісове господарство», 206 «Садово-паркове господарство» належать до загальноосвітніх фундаментальних дисциплін. Студенти вивчають окремі розділи неорганічної, аналітичної, органічної, фізичної та колоїдної хімії.

Їх вивчення сприяє кращому розумінню фізіології мінерального живлення, росту і розвитку рослин, процесів біогенної міграції хімічних елементів. Ефективне застосування добрив, засобів хімічної меліорації та захисту рослин передбачає науково-обґрунтоване їх дозування, що потребує від спеціаліста певного рівня хімічних знань. Уміння визначити вміст хімічних елементів в об'єктах навколишнього середовища дозволяють проводити профілактичні екологічні заходи та сприяють покращенню якості рослинної продукції і раціональній експлуатації навколишнього середовища. Досягнення студентами системи знань про будову, властивості, застосування неорганічних та органічних сполук, особливості протікання хімічних процесів в рослинних організмах і природних об'єктах, здатності їх використовувати при вивченні спеціальних дисциплін та вирішенні практичних завдань

У межах виконання науково-дослідної роботи за темою «Інформаційно-комунікативні технології реалізації інтегративно-компетентнісного підходу до хімічної освіти фахівців аграрної галузі» Державний реєстраційний номер: 0121U112138 кафедри біотехнології та хімії було проведено спостереження за діяльністю студентів, вивчення результатів навчальної діяльності шляхом анкетування, бесіди, опитування, тестування, аналізу студентських робіт; педагогічний експеримент.

Аналіз одержаних результатів констатувального етапу педагогічного засвідчив низький рівень мотивації вивчення хімічних дисциплін серед студентів всіх спеціальностей.

Була розроблена методична система формування загальної професійної компетенції майбутнього спеціаліста, що реалізується в процесі вивчення хімічних дисциплін. Важливе місце відведено системі навчальних завдань з професійно-орієнтованим змістом. Завдяки певній послідовності та внутрішнім взаємозв'язкам між окремими завданнями забезпечується формування цілісного уявлення про роль хімічних знань у професійній підготовці майбутнього фахівця.

Завдання, до змісту яких включено професійні відомості, використовуємо при роботі із студентами всіх напрямів підготовки для яких хімія виділена як нормативна дисципліна.

Пропонуємо різні типи завдань: інтерактивні вправи на платформах Kahoot, Learning Apps, Wizer.me, тести з вибіркоким типом відповіді, розрахункові задачі тощо.

Наведемо декілька прикладів розрахункових завдань з професійно-орієнтованим змістом із розділу «Аналітична хімія», що використовуємо при вивченні теми «Основи титриметричних методів аналізу».

Завдання, пов'язані із розрахунками результатів кислотно-основного титрування.

1. Для визначення кислотності наважку муки 5,65 г розколоти у дистильованій воді. На

титрування одержаної суспензії витратили 1,82 мл розчину Калій гідроксиду, що приготували з розрахунку: 1,8025 г КОН на 300 мл розчину. Визначити кислотність муки в градусах кислотності.

2. Для визначення Нітрогену в борошні взяли наважку його 0,808 г і обробили концентрованою Сульфатною кислотою для переведення азоту в кислоту амонійну сіль NH_4HSO_4 . Із цієї солі дією лугу відігнали аміак у розчин, який містить 20 мл розчину Хлоридної кислоти. $T \text{ HCl/N} = 0,003211 \text{ г/мл}$. Надлишок кислоти від титрували 0,2 н розчином Натрій гідроксиду, якого пішло на реакцію 5,25 мл (метод К'ельдаля). Розрахувати відсотковий вміст Нітрогену в борошні.

3. Для визначення амонійного нітрогену наважку добрива обробили формаліном. На нейтралізацію кислоти, що виділилась витратили 21 мл розчину NaOH ($T \text{ (NaOH)} = 0,003991 \text{ г/мл}$). Яку наважку слід взяти для аналізу, якщо вміст нітрогену в добриві становить біля 20%?

4. Наважку пестициду, що містить 20,86% формальдегіду, масою 3,017 г обробили 50 мл 1 М NaOH ($K=0,9022$) за наявності перекису водню: $\text{HCHO} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{HCOO}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$
Надлишок лугу відтитрували розчином HCl ($T \text{ (HCl)} = 0,03798 \text{ г/мл}$). Який об'єм HCl витратили на титрування?

Задачі на обчислення результатів окисно-відновного титрування

1. Для визначення сірчистого ангідриду (SO_2) у вишневому сокові зважили 5 г подрібненої проби. Наважку кількісно перенесли в колбу і прилили сірчану кислоту. На титрування приготовленого розчину витрачено 16,5 мл 0,01 н. розчину йоду. Визначити вміст сірчистого ангідриду (%) у досліджуваному продукті.

2. Для визначення окиснюваності води до 100 мл її при кип'ятінні додали 20 мл 0,01 н розчину перманганату калію і сірчаної кислоти (для окислення органічних речовин). Коли припинилося знебарвлення розчину в колбу прилили 20 мл оксалатної кислоти, титр якої становить 0,0006209 г/мл. Надлишок кислоти, яка не прореагувала, відтитрували 2,02 мл 0,01 н розчину перманганату калію. Визначити окиснюваність води, виразивши її у мг кисню на літр води.

3. Для визначення води в добриві взяли наважку масою 1,500 г і від титрували 9,82 мл йодпіндинового розчину (SO_2 , I_2 , $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ – реактив Фішера), титр якого по воді встановили по стандартному розчину води в метанолі, рівним 0,0100 г/мл. На титрування 2,00 мл стандартного розчину води витратили 5,85 мл реактиву Фішера. Визначити масову частку (%) води у добриві.

Задачі на обчислення результатів осаджувального і комплексометричного титрувань

1. Із зразку протрави для насіння масою 5 г відігнали формальдегід у колбу на 500 мл і довели об'єм до мітки водою. До 25 мл одержаного розчину додали 25 мл 1 М KCN для перетворення формальдегіду в ціангідрин калію: $\text{K}^+ + \text{CH}_2\text{O} + \text{CN}^- = \text{KOCH}_2\text{CN}$

Для осадження надлишку KCN додали 50 мл 0,1 М AgNO_3 : $\text{CN}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCN} \downarrow$

Надлишок AgNO_3 відтитрували 18,25 мл 0,1 М NH_4SCN . Визначити масову частку (%) CH_2O у зразку.

2. Arsenicum, який міститься в 1,22 г проби пестициду, відповідною реакцією перетворили в H_3AsO_4 . Після нейтралізації кислоти додали 40 мл 0,0789 н. розчину AgNO_3 для якісного осадження As у вигляді Ag_3AsO_4 . На титрування Ag^+ , який міститься в фільтраті і промивних водах, витратили 11,2 мл 0,100 н. Розчину KSCN. Розрахуйте процентний вміст As_2O_3 в пробі.

3. Наважку добрива масою 2,503 г розклали дією мінеральної кислоти, об'єм одержаного розчину довели до 250 мл і профільтрували. У мірну колбу на 100 мл помістили 50 мл фільтрату, туди ж додали 25 мл 0,1 М $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ і довели розчин до мітки. У результаті взаємодії ортофосфату в кислому середовищі з $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ утворюється осад BiPO_4 , який знову відокремили фільтруванням. У фільтраті об'ємом 50 мл від титрували надлишок іонів Bi^{3+} 15 мл 0,05 М ЕДТА за наявності індикатора пірокатехінового фіолетового. Визначити масову частку (%) P_2O_5 в добриві.

4. При визначенні заліза в стічних водах об'ємом 200 мл, його окислили до трехвалентного, осадили аміаком, відокремили від розчину та після розчинення в НСІ відтитрували 5,14 мл 0,005 М ЕДТА. Визначити загальну концентрацію (мг/л) заліза у воді.

Завдання до змісту яких включаємо професійно-зорієнтовану інформацію використовуємо під час проведення практичних робіт щодо вивчення окремих видів титриметричного методу аналізу та оформлення результатів експериментальних завдань відповідних лабораторних робіт. Для організації самостійної роботи студентів над теоретичними питаннями кількісного аналізу речовин підготовлено методичний супровід. У якому наведено приклади виконання завдань і пропонуються вправи та задачі для самоперевірки [1].

Як свідчить наш досвід, впровадження завдань з професійно-орієнтованим змістом поживає процес їх вирішення, сприяє появі у студентів додаткових питань щодо методики проведення практичних визначень і можливих результатів аналізу, а отже, робить процес набуття хімічних знань вмотивованим і спрямованим на формування професійної компетенції майбутніх спеціалістів.

1. Швець О.Г., Івченко В.Д. Неорганічна та основи аналітичної хімії. Розрахунки в кількісному аналізі речовин. Методичні вказівки щодо самостійної роботи студентів. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2022. 36 с.

ІНТЕГРАЦІЯ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ НУШ НА УРОКАХ ХІМІЇ 10 КЛАСУ

Щербак Роман Айсайович,

здобувач вищої освіти II курсу, alexandra.verlak@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Онищук Олександра Олегівна,

здобувач вищої освіти II курсу, alexandra.verlak@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Онищук Ірина Петрівна,

кандидат біологічних наук, доцент, irinashpin@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,

кандидат хімічних наук, доцент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Нова українська школа (НУШ) передбачає інтеграцію різних наукових дисциплін одна в іншу для більш комплексного та цікавого навчання учнів.

У сучасному освітньому контексті інтеграція наукових дисциплін стає дедалі більш важливою для навчання учнів. Концепція Нової Української Школи надає наголос на розвиток комплексних знань та вмій. Однією зі способів реалізації цієї концепції є інтеграція хімії та біології на уроках хімії для учнів 10 класу.

Інтеграцію хімії та біології можна розглядати як новий погляд на навчання так як це важливі взаємопов'язані природничі дисципліни, які доповнюють одна одну та мають безліч спільних точок дотику. Інтеграція цих двох предметів дозволяє учням більш глибоко розуміти природу, життя та всі процеси, які відбуваються в природі [1].

На уроках хімії 10 класу, можна розглядати теми, вивчення яких дозволяє краще засвоїти матеріал з біології. Наприклад, вивчення органічних речовин, важливих для біології, таких як білки, ліпіди, вуглеводи та нуклеїнові кислоти. Варто також розглянути міжпредметні зв'язки між хімією та біологією більш детально [2].

Хімія та біологія мають численні точки спільного контакту, оскільки обидві науки вивчають природні процеси. Інтеграція цих предметів дозволяє учням бачити взаємозв'язок між хімічними реакціями та життєвими процесами. Наприклад:

- процес фотосинтезу у рослин. У ході фотосинтезу здійснюються хімічні реакції, в результаті яких світлова енергія перетворюється на хімічну енергію у вигляді глюкози. Урок з цієї теми може включати демонстрацію хімічних реакцій та їх вплив на життя рослин;
- вивчення хімічних елементів, які необхідні для життя, таких як Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген тощо. У цьому контексті можна розглянути їх роль у молекулах біологічних сполук, таких як ДНК, білки, жири [3].

Інтеграція хімії та біології дозволяє збагатити навчальний процес та робити його більш цікавим для учнів. Вчитель може використовувати приклади з реального життя, щоб показати, як хімічні знання застосовуються в біологічних процесах. Наприклад, розгляд антибіотиків та їх вплив на мікроорганізми. Учні можуть дослідити, як різні хімічні речовини впливають на життя та розвиток бактерій, що може вказувати на важливість правильного використання антибіотиків [4].

Інтегрований підхід до навчання також може сприяти розвитку критичного мислення та дослідницьких навичок учнів. Вони навчаються аналізувати інформацію, вирішувати завдання та встановлювати взаємозв'язки між різними поняттями. Учні можуть брати участь у

дослідницьких проектах, де вони вивчають вплив різних хімічних речовин на біологічних об'єктах, таких як рослини або мікроорганізми [5].

Інтеграція хімії та біології на уроках хімії в 10 класі, в умовах реалізації Концепції Нової Української Школи, виявляється важливим та актуальним кроком у покращенні навчання та розвитку учнів. Ця інтеграція не лише допомагає зблизити дві наукові дисципліни, але й надає учням можливість краще розуміти природу та життя навколо них. Посилена увага до спільних аспектів хімії та біології розширює горизонти знань учнів і підготовлює їх до більш глибокого та збалансованого сприйняття світу, учні можуть більше зрозуміти взаємозв'язок між природними явищами та біологічними процесами, що мають велике значення для їхнього повсякденного життя, докладніше вивчати ролі хімічних сполук у клітинах та біохімічні процеси, які забезпечують життя організмів [2].

Інтеграція хімії та біології також сприяє застосовному навчанню, оскільки учні можуть бачити, як їхні знання можуть бути використані для пояснення різних природних явищ. Це допомагає підготувати учнів до розуміння та вирішення складних проблем сучасного світу.

У підсумку, інтеграція хімії та біології на уроках хімії в 10 класі відображає сучасні підходи до навчання та сприяє розвитку глибокого розуміння природи та життя. Вона підтримує Концепцію Нової Української Школи та надає учням можливість розвивати аналітичне та критичне мислення, що важливо для їхнього майбутнього.

1. Засекіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія / Тетяна Миколаївна Засекіна. Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/729967/3/monografiya_integrachia.pdf

2. Шелехвост Л. М. МІЖПРЕДМЕТНА ІНТЕГРАЦІЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ ЯК ОДНА ІЗ ФОРМ НАСКРІЗНОГО STEM-НАВЧАННЯ [Назва з екрану]. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/17033/1/Shelekhvost.pdf>

3. Губенко О.В. Інтегративний підхід до вивчення і розвитку творчих здібностей школярів: методичний посібник. К. : Видавничий Дім “Слово”, 2020. 161 с. URL: <http://surl.li/mvros>

4. Теоретичні та методичні засади інтеграції природничо - наукової освіти основної школи.: посібник/ Ільченко В.Р., Гуз К.Ж, Ільченко О.Г., та ін. К. : Видавничий дім «Сам», 2017. 320 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/162002462.pdf>

5. Анічкіна О. В. На шляху до хімічної старт-освіти // Інноваційна педагогіка. Науковий журнал. Одеса: Видавництво ПУ «Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій», 2019. Вип. 12, Том 1. С. 9–13. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/30241/>

ПРАКТИКО- ОРІЄНТОВАНА ПІДГОТОВКА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 102 «ХІМІЯ»

Ярова Тетяна Юріївна,
здобувач вищої освіти, магістр, tania331byarova@gmail.com
Сумський державний університет, Україна

Диченко Тетяна Василівна,
кандидат педагогічних наук, старший викладач, t.dychenko@chem.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Большаніна Світлана Борисівна,
кандидат технічних наук, доцент, s.bolshanina@chem.sumdu.edu.ua
Сумський державний університет, Україна

Практико-орієнтоване навчання спрямоване на формування практичних здібностей студентів ВНЗ та забезпечення зв'язку теоретичних знань із практичною професійною діяльністю [1, 2]. Метою навчання є розвиток професійних здібностей студентів та набуття практичного досвіду професійної діяльності. В українських вищих навчальних закладах реалізується практико-орієнтоване навчання, що дозволяє: 1) мінімізувати час адаптації випускників до роботи; 2) навчати студентів на сучасному обладнанні; 3) організувати виробничу практику, сформувати стажування та налагодити тісну співпрацю в кадрові резерви компанії та інші аспекти.

Метою нашого дослідження було впровадження інноваційних рішень у практико-орієнтовану освіту з метою ефективного створення у здобувачів вищої освіти професійних компетентностей, здобування ними практичного досвіду професійної діяльності. Для її реалізації кафедра теоретичної та прикладної хімії, як у академічному, так і в прикладному напрямках (проходження виробничої практики) співпрацювала з підприємствами, представники яких входять до Ради роботодавців зі спеціальності 102 «Хімія».

В рамках співпраці з роботодавцями було організовано:

- Засідання Ради роботодавців, в якому взяли участь керівники найбільших підприємств м. Суми, викладачі кафедри та студенти 102 «Хімія». На засіданні вчителі спільно з членами ради провели аналіз складових освітньої програми з метою підтвердження їх актуальності та відповідності результатів навчання (знань, умінь, навичок, компетентностей) потребам на сучасному ринку праці. Потреби сучасного ринку праці, можливість поглибленого вивчення предмету за участю спеціалістів виробництва, створення курсів на базі підприємства. Присутні на зустрічі студенти цікавилися можливостями працевлаштування, умовами та можливостями подальшого розвитку кар'єри.
- Екскурсії на виробництва, що дозволяють майбутнім хімікам починаючи з першого курсу долучатись до практичних потреб окремих підприємств та спілкуватись із фахівцями.
- Лекції досвідчених професіоналів-практиків підприємств-роботодавців стали ще одним кроком у залучення виробництва до навчального процесу та підготовки справжніх фахівців-хіміків.
- Студенти проходять практику у хімічній лабораторії підприємства. Метою проходження є здобуття досвіду, виконання професійних завдань та обов'язків, удосконалення знань, умінь та професійних навичок, вивчення та опанування нових технологій та процесів, набуття додаткових навичок.
- Виробнича практика студентів є важливою складовою формування висококваліфікованих фахівців. Виробнича практика студентів є продовженням

навчального процесу безпосередньо у виробничих умовах. Основне призначення виробничої практики – закріпити отримані під час навчання теоретичні знання, оволодіти методами аналізу матеріалів в лабораторіях підприємств і науково-дослідних інститутів, а також безпосередньо брати участь у здійсненні хімічних процесів на підприємствах.

Результати співпраці з підприємствами, представники яких входять до Ради роботодавців:

- Внесено зміни до освітньої програми, з урахуванням пропозицій роботодавців.
- Студенти магістратури проходять навчання за індивідуальним графіком і працюють на підприємствах.

1. Анічкіна, О. В., Романишина, Л. М., Авдєєва, О. Ю., Камінський, О. М., Чайка, М. В. (2022) *Практична підготовка майбутніх хіміків як ефективний засіб формування професійної компетентності*. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах (84). pp. 146-151. ISSN 1992-5786.

2. Шинкаренко В. І. Практико-орієнтоване навчання з хімії в системі вищої освіти / В. І. Шинкаренко, Т. Ю. Кузнецова, В. Ю. Крикунова // *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта : зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., (м. Полтава, 16–17 травня 2022 р.)*. – Полтава, 2022. – С. 164–167.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК:

		В
Bedrii M	11, 88	
		М
Мукутун І.	11, 88	
		Р
Роровуч V.	11	
Prokirschuk I.	11, 88	
		А
Авдєєв С. В.	40, 137, 139,	
Авдєєва О. Ю.	34, 93, 96, 131, 133, 135, 137, 139	
Анічкіна О. В.	129, 145	
Антонова Г. О.	91	
Афанасєва А. П.	57	
		Б
Баранівська О. М.	14, 93	
Басюк В. О.	34	
Біла Г. М.	105, 113	
Большаніна С. Б.	91, 98, 158	
Бондарєва А. І.	31	
Бурківська І. В.	59	
		В
Ванельчук І. М.	61	
Віленський В. О.	50, 55, 65, 74, 95, 107, 116	
Войцешук З. А.	95	
Воробйова І. Г.	109	
		Г
Галушко Ю. М.	63	
Галян О. Ю.	127	
Гоменюк В. В.	98	
Гордієнко М. В.	65	
Горобей К. М.	85	
Грабовський Ю. І.	129	
Гриценко Т. О.	49	
		Д
Данилюк Н. В.	16	
Денисюк Р. О.	14, 26, 63, 65, 69, 71, 79, 81, 83, 85, 103, 111, 147	
Диченко Т. В.	158	
Дідик І. О.	131	
Дмухайло А. В.	36	
Довбня А. І.	96	
Дубенська Л. О.	36	
		Є
Євдоченко О. С.	20, 74, 147, 151	
		Ж
Жук А. О.	133	
		З
Зайнчуківська Н. О.	38	
Зозуля В. П.	100	
Зозуля І. І.	67	

	І
Івченко В. Д.	153
	К
Камінський О. М.	14, 18, 24, 44, 50, 57, 59, 61, 63, 67, 69, 74, 81, 83, 85, 95, 100, 103, 111, 122, 156
Качан В. Ю.	18
Кичкирук О. Ю.	38, 42, 76
Клименко О. А.	69
Кожухова М. М.	103
Кондрацька А. О.	71
Король Р. О.	36
Косовець О. Ю.	105, 113
Костенко Н.С.	20
Костиціна А. М.	74
Кравченко Д. В.	107
Крижанівська В. В.	59
Крупська А. М.	109
Куликівська К. Б.	111
Кусяк Н. В.	28
	Л
Лапчук І. В.	22
Лебіга Н. М.	14
Левицький В. Є.	49
Левковська А. О.	50
Листван К. В.	52
Листван В. В.	50, 52, 55
Литвиненко Гжегож	52
Литвинчук А. П.	24
Літвінова В. Е.	73
Лукашук М. М.	127
	М
Магден Н. О.	105, 113
Макаренко Н. В.	116
Мельник Д. О.	122
Мельник О. Ф.	118
Мельниченко М. В.	52
Міякіна М. О.	79
Моргун В. І.	124
Мординський І. С.	63
	Н
Новикова А. Д.	135
Нюкало В. О.	40
	О
Олексюк О. Ю.	26
Онищук І. П.	156
Онищук О. О.	57, 156
Осовський С. А.	137
	П
Панасюк Д. Ю.	18, 44, 69, 79, 85, 95, 100, 111, 122
Панченко Т. В.	74
Пасічник І. І.	139
Писаренко С. В.	18, 24, 44, 61, 65, 69, 71, 81, 83, 103, 111
Півень А. Є.	67

Подоляк У. О.	28	
Прокопенко В. С.	122	
Пушкар В. С.	55	
		Р
Раєць В. В.	76	
Романишина Л. М.	59	
		С
Салеба Л. В.	124	
Сальва О. В.	141	
Свиридюк А. В.	24	
Середюк О. А.	42	
Сінельникова Н. І.	143	
Сливка Ю. І.	149	
Солдаткіна Л. М.	73	
Стасюк О. О.	145	
Степанюк М. А.	147	
Стороженко Т. А.	95	
		Т
Танська М. В.	44	
Тарасова О. О.	73	
Татарчук Т. Р.	16, 22, 29	
Тичина М. П.	79	
Тітов Ю. О.	44, 57, 63, 83, 100, 122	
Тобілко В. Ю.	31	
Томашик В. М.	59, 67	
Трухим М. В.	36	
		У
Устиченко Р. І.	81	
		Ф
Фурманець І. Ю.	149	
		Х
Хімчик О. С.	63	
Ходюк О. В.	83	
Хом'як М. О.	151	
		Ц
Цубуларчик-Цецотка Мартина	52	
		Ч
Чайка М. В.	14, 18, 24, 61, 67, 79	
Чигиринець О. Е.	71	
Чумак В. В.	24, 86, 100, 122, 143	
Чуян Т. В.	85	
		Ш
Швець О. Г.	153	
Шульга В. С.	29	
		Щ
Щербак Р. А.	156	
		Ю
Юй Цзюньцзе	31	
Юрова Т. А.	124	
		Я
Яновська Г. О.	46	
Ярова Т. Ю.	46, 158	