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 КОЦЮБИНСЬКОГО

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ІІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

«Перспективи хімії в сучасному світі»

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ



23 листопада 2022 року,
м. Житомир

Житомир 2022

УДК 061 54(06)
А 43

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол №21 від 25 листопада 2022 року).

ІІ Інтернет-конференція молодих вчених «Перспективи хімії в сучасному світі» (23 листопада 2022 року). Матеріали конференції. – Житомир: Видавництво ЖДУ ім. І. Франка, 2022. – 247 с.

ISBN 978-966-995-262-2

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, Харкова, Львова, Одеси, Луцька, Івано-Франківська, Черкас та Житомира

Матеріали друкуються в авторській редакції.

Рецензенти збірника:
Заблоцька Ольга Сергіївна –доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри «Технології медичної діагностики та лікування. Громадське здоров'я» Житомирського медичного інституту Житомирської обласної ради;
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.

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

ISBN 978-966-995-262-2 **© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2022**

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
Денисюк Роман Олександрович	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Камінський Олександр Миколайович	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Марушко Лариса Петрівна	кандидат хімічних наук, доцент, декан факультету хімії, екології та фармації Волинського національного університету імені Лесі Українки.
Сливка Наталія Юріївна	кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри органічної хімії та фармації Волинського національного університету імені Лесі Українки
Снігур Денис Васильович	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії, Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.
Чайка Микола Володимирович	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Щербакова Тетяна Михайлівна	кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова
Авдєєва Ольга Юріївна	доктор філософі з галузі Освіта/Педагогіка, асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Євдоченко Олена Сергіївна	здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) ступеня зі спеціальності 015 Професійна освіта, асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Писаренко Сніжана Василівна	здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) ступеня зі спеціальності «161 Хімічні технології та інженерія» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка;
Баранчук Катерина Анатоліївна	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Свиридюк Катерина Петрівна	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Редактори наукового збірника

Авдєєва Ольга Юріївна	доктор філософі з галузі Освіта/Педагогіка, асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Баранчук Катерина Анатоліївна	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Денисюк Роман Олександрович	кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Євдоченко Олена Сергіївна	здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) ступеня зі спеціальності 015 Професійна освіта, асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Камінський Олександр Миколайович	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана

	Франка
Писаренко Сніжана Василівна	здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) ступеня зі спеціальності «161 Хімічні технології та інженерія» Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка;
Свиридюк Катерина Петрівна	асистент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка
Чайка Микола Володимирович	кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1: НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО 12

Блищик М. О., Денисюк Р. О. ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО НАТРІЙ ГІДРОКСИДУ 13

Бурківська І. В., Камінський О. М., Чумак В. В. ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТУ $ZnAl_2O_4$ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ 15

Данилюк Н. В., Татарчук Т. Р. ФОТОКАТАЛІТИЧНЕ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ 17

Перехристюк М. М., Кусяк Н. В., Матвієнко О. В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОКОМПОЗИТІВ $Fe_3O_4/Al_2O_3/C$ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОЇ ІММОБІЛІЗАЦІЇ АЛЬБУМІНУ 19

Солтис Л. М., Татарчук Т. Р. МАГНІТНІ НАНОЧАСТИНКИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ВИДАЛЕННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ З ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ 20

Старко І. Ю., Данилюк Н. В., Татарчук Т. Р. АДСОРБЦІЙНІ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Ni-Co ФЕРИТУ ДОПОВАНОГО ІОНАМИ La^{3+} 21

Ходюк О. В., Писаренко С. В., Камінський О. М., Денисюк Р. О. ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУВАННЯ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ІЛЬМЕНІТУ 23

Якименко І. К., Солодовнік Т. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТЛЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ АДСОРБЕНТІВ 25

СЕКЦІЯ 2: АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ 27

Bodiak Y. M., Boichuk T. M. RECYCLING AND DISPOSAL OF CHEMICAL WASTE IN UKRAINE 28

Малик І. К., Мирошниченко Д. В., Мєщанін В. І. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗАГОРАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ 30

Новожилова М. С., Душна О. М., Дубенська Л. О. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ХІНІНУ В СЕЧІ 33

Піта Р. І., Плотнікова К. М., Дубенська Л. О. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОНІДАЗОЛУ ТА РОНІДАЗОЛУ 35

СЕКЦІЯ 3: ОРГАНІЧНА, БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ВМС 36

Oksiuta O. V., Pashenko O. E., Ryabukhin S. V., Volochnyuk D. M. ANALYSIS OF COMMERCIALLY AVAILABLE BUILDING BLOCKS FOR THE NEEDS OF DNA-ENCODED LIBRARIES (DEL) 37

Severin O. O., Kachaeva M. V., Hodyna D. M., Pilyo S. G., Brovarets V. S. IN VITRO ACTIVITY OF NOVEL OXAZOLE DERIVATIVES AGAINST HUMAN PAPILOMAVIRUS 40

Yehorov D. V., Sotnik S. O., Asaula V. M., Rozhenko O. B., Kolotilov S. V., Ryabukhin S. V., Volochnyuk D. M. COPPER(II)-SILICA COMPOSITES AS HETEROGENEOUS CATALYSTS FOR SYNTHESIS OF CONDENSED PYRIDINES FROM PROPARGYLAMINE AND CYCLIC KETONES 42

Аксьонова М. В., Піткович Х. Є., Литвин Р. З., Обушак М. Д. СИНТЕЗ 3-[2-(9Н-КАРБАЗОЛ-9-ІЛ)ФЕНІЛ]-1-МЕТИЛ-4-ФЕНІЛ-ХІНОЛІН-2(1Н)-ОНУ 45

Барабаш О. В., Остап'юк М. Ю., Остап'юк Ю. В. ВИВЧЕННЯ РЕГІОНАПРАВЛЕНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ПРОДУКТІВ ТІОЦІАНАТОАРИЛЮВАННЯ МЕТИЛВІНІЛКЕТОНУ З 1-МЕТИЛ-3-АМІНОПІРАЗОЛОМ 47

Борденюк О. Ю., Боцула Д. М., Капаціла С. М., Носова Н. Г. ПОЛІАКРИЛАМІДНІ ГІДРОГЕЛЕВІ ПЛАСТИНИ АРМОВАНІ ПОЛІПРОПІЛЕНОВОЮ СІТКОЮ 49

Бутенко С. О., Єфімов І. А., Новосад В. В., Аксьонова М. В., Горак Ю. І., Литвин Р. З., Обушак М. Д. ПІДХІД ДО СИНТЕЗУ 2,4,6-ТРИФЕНІЛАНІЛІНУ З ФРАГМЕНТАМИ КАРБАЗОЛУ 51

Жуковецька О. М., Гузенко О. М., Снігур Д. В. ІОНІЗАЦІЯ АРОМАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ НЕЙОНОГЕННИХ ПАР 53
Закопайло Д. В., Походило Н. Т. СИНТЕЗ НОВИХ 1Н-1,2,3-ТРИАЗОЛІВ З 1,2,4-ТРИАЗОЛОАЗИНОВИМИ ФРАГМЕНТАМИ ДЛЯ ВІДКРИТТЯ ПРОТИПУХЛИНИХ АГЕНТІВ 54
Костиціна А. М., Віленський В. О., Матвієнко О. В. СПОСОБИ СИНТЕЗУ ПОЛІМАМІДІВ, КАТАЛІЗАТОРИ ТА ІНГІБІТОРИ ПРОЦЕСІВ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ 55
Коваль В. В., Богоявленська О. В., Мірошниченко Д. В. ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВУГІЛЛЯ НА ЙОГО РОЗМОЛОЗДАТНІСТЬ 57
Куликівська К. Б., Віленський В. О., Матвієнко О. В. РОЗЧИНИ ПОЛІМЕРІВ, ЇХ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИКЛАДІ ПОЛІЕТИЛЕНІВ 61
Мельниченко М. В., Листван В. В., Матвієнко О. В. НОВІ ГІДРАЗОНИ ТА СЕМІКАРБАЗОНИ – ПОХІДНІ 2-АЦИЛІНДАНДІОНІВ 63
Мельничук А. М., Кичкирук О. Ю. СИНТЕЗ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРЕМНЕЗЕМУ, МОДИФІКОВАНОГО КОМПЛЕКСОТВІРНИМИ ПОЛІМЕРАМИ 65
Невмержицька Г. В., Віленський В. О., Матвієнко О. В. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ 67
Олексюк О. Ю., Віленський В. О., Матвієнко О. В. ХРОМАТОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ ПОЛІМЕРІВ 69
Омельчук А. О., Кичкирук О. Ю., Матвієнко О. В. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ КОМПОЗИТІВ 71
Салієва Л. М., Сливка Н. Ю., Вовк М. В. ЗРУЧНИЙ СПОСІБ СИНТЕЗУ N-ОКСИДІВ 4-ПІРИДИНІЛОКСИЗАМІЩЕНИХ (БЕНЗ)ІМІДАЗО[2,1-b][1,3]ТІАЗИНІВ 73
Сітар А. А., Юрчук Д. В., Чура О. Р., Литвин Р. З., Горак Ю. І., Обушак М. Д. ПРО ВЗАЄМОДІЮ 3-(2-ФУРИЛ)-2-МЕТИЛПРОПЕНАЛЮ З АРОМАТИЧНИМИ СОЛЯМИ ДІАЗОНІЮ 75
Сливка Н. Ю., Салієва Л. М., Вовк М. В. СЕЛЕКТИВНИЙ СИНТЕЗ S,S-ДІОКСИДІВ ПІРИДИНІЛОКСИЗАМІЩЕНИХ [2,1-b][1,3]ТІАЗИНІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ПРОТИЗАПАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ 77
Снігур Д. В., Жуковецька О. М., Гузенко О. М. ФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СТИБІЮ(III) З ПЕРХЛОРАТОМ 6,7-ДИГІДРОКСИ-4-КАРБОКСИЛ-2-ФЕНІЛБЕНЗОПІРИЛІЮ 79
Стасюк А. В., Лях В. І., Сачук А. В., Шабікова В. І., Самарик В. Я. КОЛОЇДНО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФОСФОРОВМІСНИХ ПОЛІЕСТЕРІВ ОТРИМАНИХ ЗА РЕАКЦІЄЮ СТЕГЛІХА 80
Тупичак М. А., Походило Н. Т. СИНТЕЗ АДУКТІВ УҐІ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ БРОМАРИЛЮВАННЯ АКРИЛАТІВ 83
Чернявський А. В., Григоров А. Б. ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОТОРНИХ ПАЛИВ 84
Шулятицький І. В., Віленський В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СПОЛУК ПАЛЬМІТИНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ЇЇ СОЛЕЙ З ЛІТІЄМ, АБО З МАГНІЄМ. ВИЗНАЧИТИ ВЛАСТИВОСТІ, ВІДМІННОСТІ ТА МОЖЛИВІ ЗАСТОСУВАННЯ, ВИКОРИСТОВУЮЧИ ПРОГРАМУ HYPERCHEM V.8. 86
СЕКЦІЯ 4: ФІЗИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ 88
Volkanova A. O., Kiyko S. M. SOLVATOCHROMIC EFFECTS IN BINARY MIXTURES OF BIFUNCTIONAL ETHYLENE DERIVATIVES WITH DIMETHYL SULFOXIDE 89
Алєксєєва О. О., Писаренко С. В., Денисюк Р. О., Камінський О. М., Тітов Ю. О. ПРОМИСЛОВІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТИТАН (IV) ОКСИДУ 92

Барашивець І. С., Бабич М. Д., Мелещук Ю. Ф., Денисюк Р. О. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ $Cd_{1-x}Mn_xTe$ У ТРАВИЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЯХ HNO_3-KI-ДМФА-ЛАКТАТНА КИСЛОТА 94

Басюк В. О., Камінський О. М., Чайка М. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РЕФРАКЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЦУКРІВ У НАПОЯХ 96

Ванельчук І. М., Камінський О. М., Баранчук К. А., Свиридюк К. П. СУЧАСНІ НАНОМАТЕРІАЛИ 98

Гедз Л. С., Томашик В. М., Чайка М. В. ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЕНСАЦІЙНОГО ЕФЕКТУ У КІНЕТИЦІ ХІМІЧНОГО РОЗЧИНЕННЯ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe ТА $Zn_xCd_{1-x}Te$ В БРОМОВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВНИКАХ 100

Демчук Б. Д., Демчук І. М. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВ 102

Демчук Б. Д., Демчук І. М. КОМПОЗИТИ ДЛЯ САНАЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ 104

Демчук І. М., Демчук Б. Д. ОСОБЛИВОСТІ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ МЕТАНУ 105

Ільчук О. Р., Писаренко С. В., Камінський О. М., Тітов Ю. О., Чигиринець О. Е. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ЛУЖНОГО ВИЛУЧЕННЯ ТИТАНАТІВ З ІЛЬМЕНІТУ 107

Качан В. Ю., Кусяк Н. В. НОВІТНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНІ МОНОКРИСТАЛІВ 109

Левковська А. О., Кусяк Н. В. КРІОСКОПІЧНІ ТА ЕБУЛІОСКОПІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИН 110

Літвінова В. Е., Солдаткіна Л. М. КІНЕТИКА ЕКСТРАКЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ АНТОЦІАНІВ З ПЕЛЮСТОК ЧЕРВОНОЇ ТРОЯНДИ 112

Марценюк О. В., Томашик В. М., Денисюк Р. О. ХІМІКО-МЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ $Cd_{1-X}Zn_XTe$ РОЗЧИНАМИ СИСТЕМИ KI–ОРГАНІЧНИЙ РОЗЧИННИК 114

Марченко К. О., Денисюк Р. О. КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЩО МІСТЯТЬ TiO_2 116

Мельник Я. І., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чумак В. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЬОГО НАНОФЕРИТОМ $MgFe_2O_4$/ГА 118

Мукіна Н. В., Мирошниченко Д. В., Мєщанін В. І. СИРОВИННА БАЗА КОКСУВАННЯ КХВ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» У ПЕРІОД З 2017 ПО 2021 РІК 120

Мураценко В. П., Тітов Ю. О., Чайка М. В. ОПТИМІЗАЦІЯ БРОМВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВНИКІВ $K_2Cr_2O_7$–HBr–РОЗЧИННИК ДЛЯ РІЗНИХ ЕТАПІВ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ CdTe ТА $Zn_xCd_{1-x}Te$ 122

Назарова О. В., Камінський О. М., Тітов Ю. О., Баранчук К. А., Свиридюк К. П. ВИВЧЕННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОФЕРИТІВ НІКЕЛЮ ТА КУПРУМУ 124

Неук Ю. П., Томашик В. М., Денисюк Р. О. СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ РІДИННИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ 126

Остапчук–Назарчук О. С., Камінський О. М., Чайка М. В., Свиридюк К. П. НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ХРОМОВИХ ШПІНЕЛЕЙ 128

Панченко Т. В., Камінський О. М., Тітов Ю. О., Баранчук К. А. ІСТОРІЯ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ МАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРИКЛАДІ МАГНЕТИТУ 130

Сергєєва Є. О., Захаров А. Б., Кійко С. М. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ ОРБІТАЛЕЙ БАРВНИКІВ РАЙХАРДТА ТА 4-[[(2,4-ДИНІТРОФЕНІЛ)МЕТИЛЕН]ІМІНО-2,6-ДИФЕНІЛ]ФЕНОЛА 132

Сергєєва Є. О., Колесник Я. В., Кійко С. М. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОЛЬВАТОХРОМІЇ БАРВНИКІВ РАЙХАРДТА ТА 4-[[(2,4-ДИНІТРОФЕНІЛ)МЕТИЛЕН]ІМІНО-2,6-ДИФЕНІЛ]ФЕНОЛА 135
Устиченко Р. І., Кусяк Н. В. ОСНОВНІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТА СФЕРИЗАСТОСУВАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ ОКСИДІВ 138
Фурдига Н. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Тітов Ю. О., Чигиринець О. Е. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЛУЖНОГО ВИЛУЧЕННЯ КАЛІЙ ТИТАНАТУ З ІЛЬМЕНІТУ 142
СЕКЦІЯ 5: ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ХІМІЇ (ФАРМАЦЕВТИЧНА, КОСМЕТИЧНА, ХАРЧОВА, КРИМІНАЛІСТИЧНА, КОМП'ЮТЕРНА, МЕДИЧНА ХІМІЇ, АГРОХІМІЯ) 144
Bilym A. O., Boichuk T. M., Milyukin M. V. DETERMINATION OF MICROELEMENT STORAGE OF LAVENDER HYDROLATE BY MASS SPECTROMETRY WITH INDUCTIVELY COUPLED PLASMA 145
Donchenko O. V., Boichuk T. M. INNOVATIVE PRODUCTION TECHNOLOGY OF SHAMPOO WITH BIOTIN AND SAGE EXTRACT 147
Repetuyeva S. S., Boichuk T. M., Milyukin M. V. STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE ALCOHOL PROPOLIS EXTRACT BY THE ICP/MS METHOD 148
Бабич М. Д., Тітов Ю. О., Денисюк Р. О., Камінський О. М. ТИТАНВМІСНІ КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ 149
Бойко І. О., Гуменюк Н. І., Музичка Л. В., Вринчану Н. О. АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ ТРИЦИКЛІЧНИХ ПОХІДНИХ ПІРИДО[1,2-a]ПІРИМІДИНУ 151
Бурківська І. В., Авдєєв С. В. КАЛІЙНІ ДОБРИВА ТА ЇХ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН 153
Вовченко М. М., Авдєєв С. В. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ БІУРЕТУ В КАРБАМІДІ ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ 154
Квітковська Н. П., Іщенко В. М. ШЛЯХИ ВСТАНОВЛЕННЯ НАТУРАЛЬНОСТІ МОЛОКА 156
Кравченко Д. В., Віленський В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДОМ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУКТУРИ МОДЕЛЕЙ ОЛІГОУРЕТАНІВ ТА ФРАГМЕНТІВ ЇХ БУДОВИ 158
Литвинчук А. П., Писаренко С. В., Камінський О. М., Денисюк Р. О. ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТИТАНВМІСНИХ СПОЛУК НА ОСНОВІ TiO_2 160
Майкович О. В., Гнип А. В., Помилуйко О. П., Букартик Н. М., Варваренко С. М. ГІДРОГЕЛЕВІ ЛІКУВАЛЬНІ ПОВ'ЯЗКИ НА ОСНОВІ ЖЕЛАТИНУ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ВАЖКОЗАГОЮВАНИХ РАН 162
Мудрак В. В., Авдєєв С. В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФАТНИХ ДОБРИВ 165
Свиридюк А. В., Авдєєв С. В. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОДОБРИВ 167
Храмченко К. Р., Камінський О. М., Писаренко С. В. КОЛОЇДИ НА ОСНОВІ ТИТАНАТІВ У КОСМЕТИЦІ 169
Яковів М. В., Гнип А. В., Матіїшин Р. В., Варваренко С. М. ФЛУОРЕСЦЕЇНОВМІСНІ КОПОЛІЕСТЕРИ - ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ ЛІКІВ 171
СЕКЦІЯ 6: ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ 173
Афанасьєва А. П., Анічкіна О. В., Романишина Л. М. СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ 174

Банацька І. С., Анічкіна О. В. КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ХІМІЇ У 7-9 КЛАСАХ 177
Баранчук К. А. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 179
Білошицька А. О., Романишина Л. М., Анічкіна О. В. СУЧАСНІ ФОРМИ ТА МЕТОДИ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 181
Буш С. В., Анічкіна О. В. ВИКОРИСТАННЯ YOUTUBE-КАНАЛУ ВЧИТЕЛЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 183
Грабовський Ю. І., Баранчук К. А., Анічкіна О. В. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО КАРБОН НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 185
Дайнюк С. М., Баранчук К. А., Анічкіна О. В. ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ПРО КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У КУРСІ ХІМІЇ ЗАКЛАДУ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 187
Дідик І. О., Авдєєва О. Ю. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 189
Дорошенко Д. О., Авдєєва О. Ю. РЕАЛІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ІЗ ХІМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ 190
Дубенко О. Є., Анічкіна О. В. ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 192
Жук А. О., Авдєєва О. Ю. ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ У ХОДІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ХІМІЇ 194
Загоруйко Д. О., Романишина Л. М. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ ІЗ ХІМІЇ ЯК ОСНОВА КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇШКОЛИ 196
Євдоченко О. С., Авдєєв С. В. «ХІМІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ» У СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ХІМІКІВ 198
Карабінська А. О., Чумак В. В. ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ‘ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ ЗАСОБАМИ ІНТЕГРАЦІЇ ХІМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ 200
Корчинська Ю. В., Чайка М. В. ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ВУГЛЕВОДНІ» НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬЕНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 202
Костюченко Ю. П., Анічкіна О. В. МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ЗМІСТУ ПРИРОДНИЧИХ ПРЕДМЕТІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ 206
Кочубей О. В. ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ДО ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ 208
Левченко Ю. А., Анічкіна О. В. ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 214
Маринич Н. С., Анічкіна О. В. МОЖЛИВІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ STEM-ОСВІТИ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ 216
Мельниченко М. В., Анічкіна О. В., Листван В. В. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СПОСОБІВ СИНТЕЗУ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ 218
Міщук Б. В., Чумак В. В. КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ У 7-9 КЛАСАХ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 220
Миронова К. В., Авдєєва О. Ю. РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ, ЯК ВАЖЛИВА УМОВА УСПІШНОГО ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ 222

Ніколаєва Ю. В., Баранчук К. А., Анічкіна О. В. МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕБДОДАТКУ MOLVIEW ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 223
Новикова А. Д., Авдєєва О. Ю. ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОМАШНЬОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ 225
Онищук О. О., Писаренко С. В., Камінський О. М., Чайка М. В., Анічкіна О. В. ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ «КАТАЛІЗ» ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ 227
Перехристюк М. М., Анічкіна О. В., Кусяк Н. В. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ НАНОХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ 229
Сероветник Я. Р., Авдєєва О. Ю. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ 230
Сінельникова Н. І., Чумак В. В. ВИКОРИСТАННЯ МЕНТАЛЬНИХ КАРТ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ХІМІЇ 232
Ташута К. С., Чайка М. В. МОЛЕКУЛЯРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ STEM-ОСВІТИ 234
Терещенко Н. І., Романишина Л. М., Анічкіна О. В. КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ – МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ХІМІЧНИХ ЗНАНЬ 236
Уразов Д. В., Анічкіна О. В., Романишина Л. М. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ У 7 КЛАСІ – ІНКЛЮЗИВНИЙ АСПЕКТ 238
Черних Т. М., Анічкіна О. В. ВИКОРИСТАННЯ САМОСТІЙНО РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 241
243
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

СЕКЦІЯ 1:

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО НАТРІЙ ГІДРОКСИДУ

Блищик Микола Олександрович
здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти IV курсу Halk123098123@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

Натрій гідроксид, найпоширеніша основа, виробляється в рідкій формі і в маленьких білих гранулах, які практично не мають власного аромату. Залежно від умов і цілей натрій гідроксид надходить на промислові підприємства в цистернах або іншій герметичній тарі.

Сьогодні NaOH отримують шляхом електролізу розчину натрій хлориду (NaCl) і утворення NaOH та газоподібного хлору, або рідше за допомогою старих методів, заснованих на взаємодії розчину натрій карбонату з гашеним вапном. Велика кількість натрій карбонату, що виробляється у світі, використовується для виробництва NaOH.

Вапняний спосіб виробництва NaOH полягає в каустифікації шляхом взаємодії натрій карбонату з вапном або кальцій гідроксидом.

Каустифікація вапном замість вапняного молока може використовувати тепло гасіння CaO. Крім того, завдяки видаленню води під час процесу утворюється більш концентрований розчин NaOH:

$$Na_2CO_{3(р)} + Ca(OH)_{2(тв.)} \leftrightarrow 2\ NaOH_{(р)} + CaCO_{3(тв.)} + 0{,}84\ кДж.$$

На початку процесу каустифікації у розчині присутня велика кількість іонів CO_3^{2-}, що знижують і без того малу розчинність $CaCO_3$. По мірі каустифікації у розчині нагромаджуються іони – OH^- та зменшується кількість іонів CO_3^{2-}, тому розчинність $CaCO_3$ збільшується, а розчинність $Ca(OH)_2$ зменшується.

Вапняний спосіб отримання натрій гідроксиду ґрунтується на каустифікації натрію карбонату вапном або вапняним молоком за реакцією:

$$Na_2CO_{3(р)} + Ca(OH)_{2(тв.)} \leftrightarrow 2\ NaOH_{(р)} + CaCO_{3(тв.)} + 0{,}84\ кДж.$$

Подача на каустифікацію замість вапняного молока вапна дозволяє використовувати теплоту гасіння CaO. Крім цього, утворюється більш концентрований розчин натрій гідроксиду за рахунок виведення з процесу води, що надходить із кальцій гідроксидом. На початку процесу каустифікації у розчині присутня велика кількість іонів CO_3^{2-}, що знижують і без того малу розчинність $CaCO_3$. По мірі каустифікації у розчині нагромаджуються іони – OH та зменшується кількість іонів CO_3^{2-}, тому розчинність $CaCO_3$ збільшується, а розчинність $Ca(OH)_2$ зменшується. Під час досягнення однакової розчинності солей настає рівновага.

У хлорній промисловості натрій гідроксид отримують електролізом водних розчинів хлориду натрію (NaCl) за загальною реакцією:

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{2\bar{e}} 2NaOH + Cl_2 + H_2$$

Використовуються три методи: діафрагмовий електроліз (з використанням твердого катода), ртутний (катодом є ртуть) і мембранні методи, при яких замість діафрагми використовується катіонообмінна або аніонообмінна мембрана.

Сировиною для електролізу з отриманням лугу є водний розчин натрій хлориду (NaCl). На хлорних заводах замість кальцій гідроксиду використовують розчин каустичної соди. Крім того, в процесі використання ртутного методу необхідно проводити доочищення солей важких металів, токсичних для ртуті в розсолі. Мембранний спосіб вимагає більш глибокого очищення розсолу в порівнянні з мембранним методом, який виконується за допомогою йонообмінних смол.

Реакції, що відбуваються на катоді, відрізняються для кожного конкретного методу

виробництва електролізу лугу та хлору. У діафрагмовому методі йони гідрогену розряджаються на твердому катоді і утворюють основу із залишковим NaCl в електроліті. Гарячий очищений розсіл подається в анодний простір і видаляється утворений хлор. Рух розсолу з анодного простору в катодний обумовлений різницею рівнів аноліту і католіту (розчину натрій гідроксиду).

Натрій гідроксид отримують шляхом електролізу водних розчинів – натрій хлориду. Одночасно використовуються два типи електролітичних елементів, кожен з яких має переваги та недоліки. Але в обох випадках процес виробництва натрій гідроксиду супроводжується утворенням газоподібних побічних продуктів, небезпечних для людини і навколишнього середовища. Тому на цьому виробництві слід дотримуватися особливих заходів безпеки.

Спосіб отримання NaOH з використанням вапняного процесу залишається основним промисловим способом отримання NaOH, однак деякі умови синтезу змінилися. Зокрема, щоб запобігти реакційному потоку між продуктом і вихідним матеріалом, різні стадії взаємодії здійснюються в окремих реакторах або окремо. Відповідно до цього стандарту можна виділити три основні методи: метод ртуті, метод діафрагми та метод мембрани.

1. CRC Handbook of Chemistry and Physics / D. R. Lide. — 86th. — Boca Raton (FL) : CRC Press, 2005. — 2656 p. — ISBN 0-8493-0486-5. (англ.)
2. Schmittinger P., Florkiewicz T., Curlin L. C. Chlorine // Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. — 6th. — Weinheim: Wiley-VCH, 2005. — P. 8-57. — DOI:10.1002/14356007.a06_399.pub3.
3. Сода. Навчальний посібник. / В.Я. Кожухаря, В.Г. Рябіх, В.В. Брем, Л.В. Іванченко. – Одеса: "Сімекс-прінт", 2012 – 208 с.

ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТУ $ZnAl_2O_4$ ЗІ СТРУКТУРОЮ ШПІНЕЛІ

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

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

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

Шпінель, що містить катіони цинку(II) $ZnAl_2O_4$ широко використовується у технічній промисловості при виробництві керамічних та силікатних матеріалів, сучасних електричних приладів, а також для синтезу нанонапівпровідникових матеріалів. Цинкова шпінель володіє високою температурною стабільністю, достатньою механічною стійкістю, відмінними оптичними та діелектричними характеристиками [1-3].

В роботі проведено синтез цинкової шпінелі за методикою, описаною в [4-5]. Окремо зважували 2,61 г цинк нітрату тетрагідрату (ч.д.а.), 7,5 г алюміній нітрату нонагідрату (ч.д.а.) та 6,3 г лимонної кислоти (фарм) (у мольному співвідношенні компонентів 1:2:3) та переносили їх у хімічну склянку на 150 мл. До суміші речовин додавали 50 мл дистильованої води та ретельно перемішували до повного розчинення речовин. Потім піпеткою покрапельно додавали 16,5 мл розчину амоніаку (25 %) до утворення pH~9 (перевіряли універсальним індикаторним папірцем). Склянку з утвореним розчином нагрівали на електричній плитці до повного загустіння суміші з подальшим автогорінням. Одержаний порошок наношпінелі промивали дистильованою водою до нейтральної реакції та висушували у сушильній шафі декілька годин за температури 80 ºС.

На рис. 1 зображено кристалічна структура та зовнішній вигляд цинкової шпінелі.

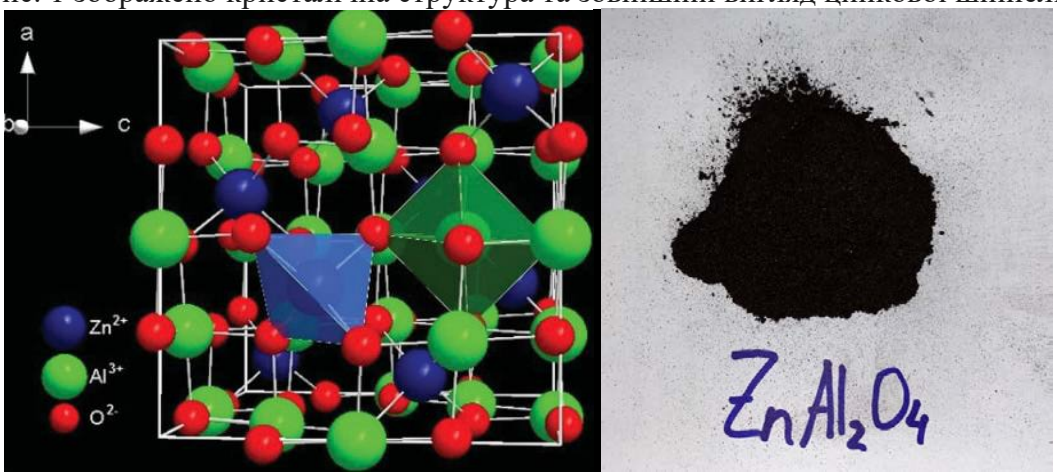


Рис. 1. Кристалічна структура та зовнішній вигляд шпінелі $ZnAl_2O_4$.

Визначено, що золь-гель синтез за участю автогоріння (ЗГА) дозволяє отримати однорідні наношпінелі без довготривалої термічної обробки та громіздкого обладнання.

1. Ge D-L, Fan Y-J, Qi C-L, Sun Z-X. Facile synthesis of highly thermostable mesoporous $ZnAl_2O_4$ with adjustable pore size // Journal of Materials Chemistry. – 2013;1(5). – p.p.1651-1658.

2. Tsai M T, Chang Y S, Huang B and Pan B Y Luminescent and structural properties of manganese-doped zinc aluminate spinel nanocrystals // Ceram. Int. – 2013, 39 (4). – p.p. 3691-3697.

3. Ianoș R, Borcănescu S, Lazău R. Large surface area $ZnAl_2O_4$ powders prepared by a modified combustion technique // Chemical Engineering Journal. – 2014;240:260-263

4. Особливості синтезу складних оксидних систем з використанням ЗГА-методу / В.С. Бушкова, Б.К. Остафійчук, О.В.Копаєв // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т. 15, №1 (2014). – с. 182-185.

5. Синтез та магнітна мікроструктура наночастинок магнієвих феритів, заміщених цинком / Б.К. Остафійчук, В.С. Бушкова, В.В. Мокляк, Р.В. Ільницький // Укр. фіз. журн. – 2015. – Т. 60, № 12. – с. 1236 – 1244.

ФОТОКАТАЛІТИЧНЕ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

Данилюк Назарій Володимирович,
аспірант ІІ року навчання, danyliuk.nazariy@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, директор навчально-наукового центру хімічного матеріалознавства та нанотехнологій,tatarchuk.tetyana@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Отримання водню (H_2) за допомогою фотокаталітичного розкладу води є однією з найперспективніших технологій, яка з'явилася за останні десятиліття. Створення новітніх технологій виробництва енергії в результаті фотокаталітичного розщеплення води дозволило б використовувати воду, як паливо для майбутніх потреб людства. Серед різних фотокаталітичних матеріалів для отримання водню найбільш перспективним є діоксид титану (TiO_2) через його унікальні фізико-хімічні характеристики. Відомо, що введення атомів металів в структуру TiO_2 є перспективним шляхом для покращення розділення носіїв заряду на поверхні каталізатора та зміщення світлопоглинання зразків у видиму область світла [1]. Допування структури TiO_2 наночастинками металами/неметалами є основним методом для зміни електронних конфігурацій [2] та підвищення ефективності виробництва H_2 [3]. Метали-допанти відіграють важливу роль у розділенні пар електрон-дірка на поверхні TiO_2під час УФ/видимого/імітованого сонячного випромінювання. При виборі легуючих речовин слід враховувати електронну конфігурацію зовнішньої оболонки та атомний радіус частинок допантів, наприклад: Pt[4], Rh[5], Ag[6] та Cu[7], які виявилися ефективними електронними пастками для посилення ефективності утворення H_2. Проте, важливо замінити дуже дорогі допанти Pt і Au і досягнути максимальної квантової ефективності.

Відомо, що ефективність утворення H_2 і механізм переносу електронів легуючими речовинами сильно залежать від природи джерела світлового опромінення, такого як УФ-, видиме та імітоване сонячне світло. Тому, на сьогодні, розробка конструкції фотореактора виробництва H_2, для лабораторних досліджень є важливою проблемою. Як правило, всі дослідження проводяться в лабораторних масштабах з використанням спеціально виготовлених мікрофотореакторів з різними робочими об'ємами в діапазоні 50–100 мл та УФ-опроміненням. Однак, не існує чіткої стратегії щодо конструкції фотореактора для оцінки ефективності виділення H_2. Відомо, ефективність роботи фотореактора можна підвищити, за рахунок збільшення вільного простору для проходження реакції. Основне завдання, яке стоїть на сьогодні перед науковцями, це провести ряд досліджень, щоб посилити фотокаталітичне утворення H_2 під дією природного сонячного світла та розробити фотокаталізатори подвійної дії, здатних виробляти водень шляхом розкладу води та руйнувати органічні забруднювачі навколишнього середовища.

1.Ismael M. Enhanced photocatalytic hydrogen production and degradation of organic pollutants from Fe (III) doped TiO_2 nanoparticles // J. Environ. Chem. Eng. – 2020. – 8. – P. 103676. https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103676.
2. Wei S., Ni S., Xu X. A new approach to inducing Ti^{3+} in anatase TiO_2 for efficient photocatalytic hydrogen production // Cuihua Xuebao/Chinese J. Catal. – 2018. – 39. – P. 510-516. https://doi.org/10.1016/S1872-2067(17)62968-1.
3. Kumaravel V., Mathew S., Bartlett J., Pillai S.C.Photocatalytic hydrogen production using metal doped TiO_2: A review of recent advances // Appl. Catal. B Environ. – 2019. – 244. – P. 1021-1064. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2018.11.080.
4. Chung Y.H., Han K., Lin C.Y., O'Neill D., Mul G., Mei B., Yang C.M.Photocatalytic hydrogen production by photo-reforming of methanol with one-pot synthesized Pt-containing TiO_2

photocatalysts // Catal. Today. – 2020. – 356. – P. 95-100.https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.07.042.
5.Fang S., Liu Y., Sun Z., Lang J., Bao C., Hu Y.H.Photocatalytic hydrogen production over Rh-loaded TiO_2: What is the origin of hydrogen and how to achieve hydrogen production from water? // Appl. Catal. B Environ. – 2020. – 278. – P. 119316.https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119316.
6.Reddy N.R., Bharagav U., Shankar M.V., Reddy P.M., Reddy K.R., Shetti N.P., Alonso-Marroquin F., Kumari M.M., Aminabhavi T.M., Joo S.W. Photocatalytic hydrogen production by ternary heterojunction composites of silver nanoparticles doped FCNT-TiO_2 // J. Environ. Manage. – 2021. – 286. – P. 112130.https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112130.
7. Chen W., Wang Y., Liu S., Gao L., Mao L., Fan Z., Shangguan W., Jiang Z.Non-noble metal Cu as a cocatalyst on TiO_2 nanorod for highly efficient photocatalytic hydrogen production // Appl. Surf. Sci. – 2018. – 445. – P. 527-534.https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.03.209.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОКОМПОЗИТІВ $Fe_3O_4/Al_2O_3/C$ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОЇ ІММОБІЛІЗАЦІЇ АЛЬБУМІНУ

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

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

Матвієнко Олена Василівна,
асистент кафедри хімії, elena.matvienko@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Вирішення низки проблем сучасної медицини для транспортування ліків і зменшення їх шкідливого впливу на організм можливе з використанням магніточутливих наночастинок (МЧН), які виявилися перспективними в біотехнології через низьку токсичність, суперпарамагнетизм та велику площу поверхні та просте розділення. Але використання МЧН вимагає детального вивчення взаємодії таких матеріалів як з лікарськими засобами, що транспортуються, так і з компонентами біологічного середовища. Успішне використання таких матеріалів для біомедичних цілей як субстратів для цільової доставки терапевтичних або діагностики препаратів залежить від відповідності фізико-хімічних параметрів наночастинок принципам біосумісності, адсорбційної активності, часу перебування в біологічному середовищі та цільової зони, гідрофільності/гідрофобності, що досягається функціоналізацією поверхні наночастинок і визначає їх взаємодію з різними білками в крові [1-2]. Альбумін як простий глобулярний білок і входить до складу тканин, а сироватковий альбумін людини широко використовується як кровозамінник.

Отже, дослідження взаємодії між МНЧ і білками, зокрема альбуміном, вкрай важлива для прогнозування реакцій всередині тіла. Серед тих наноносіїв, які мають здатність працювати надійно в організмі, особливе місце займають магніточутливі на основі Fe3O4, завдяки їх біосумісності та керованості, високим адсорбційним властивостям та ін. [3]. Перспективною комбінацією є композити складу $Fe_3O_4/Al_2O_3/C$. Метою нашої роботи стало вивчення процесів адсорбційної іммобілізації альбуміну МНЧ даного складу та з'ясувати конкретні деталі механізму взаємодії між білком та наноносіями.

1. Abramov N.V., Turanska S.P., Kusyak A.P., Petranovska A.L., Gorbyk P.P. Synthesis and properties of magnetite/hydroxyapatite/DOX nanocomposites and magnetic liquids based on them. //J. Nanostruct. Chem. – 2016. - №6. – P. 223–233.
2. Abramov M.V., Kusyak A.P., Kaminskiy O.M., Turanska S.P., Petranovska A.L., Kusyak N.V., Gorbyk P.P. Magnetosensitive nanocomposites based on cisplatin and DOX for application in oncology. In: Reimer A (ed) Horizons in world physics. Nova Science Publisher, New York. – 2017. – PP. 1–56.
3. Abramov M.V., Turanska S.P., Gorbyk P.P. Magnetic properties of nanocomposites of a superparamagnetic core–shell type//Metallofiz. Noveishie Tekhnol. – 2018. - №40. – P. 423–500.

МАГНІТНІ НАНОЧАСТИНКИ ДЛЯ АДСОРБЦІЙНОГО ВИДАЛЕННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ З ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ

Солтис Любов Михайлівна,
кандидат хімічних наук, доцент, soltys86@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,
кандидат хімічних наук, доцент, tatarchuk.tetyana@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Глобальний розвиток промисловості та сільського господарства у всьому світі призвів до забруднення різноманітних водних середовищ фармацевтичними препаратами. Навіть при невеликих концентраціях у воді ці забруднювачі викликають значні проблеми зі здоров'ям людей, шкідливо впливають на якість питної води та мають згубний вплив на навколишнє середовище. Неконтрольоване потрапляння фармпрепаратів у водні екосистеми створює реальну загрозу для всього живого на Землі та вимагає ефективних методів видалення. Адсорбція є одним з найкращих та економічно вигідних способів очищення стічних вод від мікрозабруднювачів. Адсорбцію можна здійснити змінюючи такі параметри водної фази як температуру, концентрацію, pH розчину тощо. Серед адсорбентів значну увагу привертають магнітні наночастинки завдяки чудовим магнітним властивостям, високій реакційній здатності поверхні, хімічній стабільності та можливості їх модифікування та функціоналізації. Саме наявність різноманітних функціональних груп дозволяє підвищити ефективність адсорбції. На адсорбційну здатність магнітних наноадсорбентів впливають розмір частинок та пор, питома площа поверхні, магнітні характеристики тощо. Велика відкрита поверхня магнітних наночастинок допомагає їм діяти як «суперадсорбент» для багатьох сполук, хімічно перетворюючи забруднювачі до їх нетоксичних форм. Серед магнітних адсорбентів найбільш частіше використовуються нанокомпозити на основі Fe_3O_4.

Мета дослідження полягала в комплексному огляді сучасних наукових досліджень по застосуванню різноманітних магнітних нанокомпозитів для ефективного видалення фармацевтичних препаратів з водних середовищ методом адсорбції. Лікарські засоби у даному дослідженні поділені на дві категорії: антибіотики (тетрациклін, ципрофлоксацин, левофлоксацин тощо) та нестероїдні протизапальні засоби (диклофенак, ібупрофен тощо). Проаналізовані дані по концентрації цих забруднювачів у поверхневих водах Європи. Обговорюються основні механізми взаємодії адсорбенту (функціоналізованих магнітних наночастинок) з адсорбатом (фармацевтичними забруднювачами). Вибрані лікарські засоби в основному адсорбуються через електростатичну взаємодію, водневі зв'язки та π-π взаємодію. Приводяться дані впливу різних параметрів (pH, часу контакту, температури, концентрації адсорбату, дози адсорбенту) на ефективність адсорбції. Результати аналізу свідчать, що адсорбційна поведінка сильно залежить від pH розчину, температури та початкової концентрації забруднювача. Описано структурні властивості фармацевтичних препаратів, а саме існування їх у катіонній, аніонній та цвітеріонній формах в залежності від pH середовища. Такі дисоційовані форми проявляють різні хімічні властивості, а тому і механізми адсорбції будуть відрізнятися в залежності від pH розчину. Наприклад, левофлоксацин у катіонній формі існує при $pH < 5$, а в аніонній формі при $pH > 8{,}5$. Він може бути адсорбований негативно зарядженим адсорбентом через депротонування карбоксильних груп або позитивно зарядженим адсорбентом через протонування аміногрупи. Магнітні наночастинки мають хороший потенціал видалення фармацевтичних препаратів з водних середовищ з максимальною адсорбційною здатністю понад 100 мг/г.

АДСОРБЦІЙНІ ТА КАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ Ni-Co ФЕРИТУ ДОПОВАНОГО ІОНАМИ La^{3+}

Старко Ірина Юріївна,
аспірант III року навчання, starkoiryna93@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Данилюк Назарій Володимирович,
аспірант II року навчання, danyliuk.nazariy@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Татарчук Тетяна Романівна,
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії, директор навчально-наукового центру хімічного матеріалознавства та нанотехнологій, tatarchuk.tetyana@gmail.com
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Україна

Шпінельні ферити є цікавим матеріалом завдяки широкому діапазону фізико-хімічних властивостей, які дозволяють широкий спектр застосувань [1], таких як адсорбенти, каталізатори, фотокаталізатори і т.д [2]. Добре відомо, що рідкісноземельні елементи (РЗЕ) можуть істотно змінити властивості феритів шпінельної структури. Коли РЗЕ входить у структуру шпінелі MFe_2O_4, то змінюється катіонний розподіл фериту через більший розмір іонів РЗЕ. Зрозуміло, що іон Fe^{3+} має менший розмір атома, ніж РЗЕ. В результаті катіони з більшим радіусом атома займають октаедричні позиції [3].

В даному досліджені було вивчено вплив іонів La^{3+} на адсорбційні та каталітичні властивості Ni-Co феритів. Порошки складу $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4$ (де x=0, 0.01, 0.025 та 0.05) синтезовано методом золь-гель автогоріння із наступних вихідних речовин: нікол(II) нітрат гексагідрат ($Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), кобальт(II) ацетат тетрагідрат ($Co(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$), лантан нітрат нонагідрат ($La(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) та ферум(III) нітрат нонагідрат ($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$). Полівініловий спирт був вперше використаний як відновник. Процес синтезу описується наступним хімічним рівнянням [2]:

$$0.5Ni(NO_3)_2 + 0.5Co(CH_3COO)_2 + xLa(NO_3)_3 + (2-x)Fe(NO_3)_3 + (C_2H_4O)_n \rightarrow$$
$$\rightarrow Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4 + 3.5N_2 + 2+2nCO_2 + 2nH_2O + (8.5-1.5n)\,O_2$$

де x=0; 0.01; 0.015; 0.05.

Структурні, морфологічні та магнітні властивості отриманих сполук характеризувались Х-променевим аналізом, скануючою електронною мікроскопією (СЕМ), енергодисперсійним аналізом (ЕДС) та Мессбауерівською спектроскопією. Х-променевий аналіз вказує на утворення однофазної кубічної шпінелі. Пораховано середній розмір кристалітів методом Шеррера (12-19 нм) та методом Уільямсона-Холла (20-45 нм). Параметр елементарної решітки зменшується із збільшенням вмісту La^{3+}. СЕМ фотографії показують, що зерна мають гомогенну структуру та агломеровані. Спектри ЕДС підтвердили запланований хімічний склад отриманих феритів.

Адсорбційні властивості досліджувались з використанням барвника Конго червоного. Адсорбційні ізотерми опрацьовано моделями Ленгмюра, Фрейндліха та Дубініна-Радушкевича. Найвищий коефіцієнт кореляції відповідає моделі Ленгмюра, тобто адсорбція Конго червоного відбується на однорідні поверхні і має однакові значення енергії. Модель Дубініна-Радушкевича була використана для розрахунку вільної енергії адсорбції. Показано, що La^{3+} впливає на механізм адсорбції і ефективність видалення барвника збільшується із збільшенням вмісту іонів La^{3+}.

Каталітичні властивості синтезованих наночастинок $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4$ вивчено під час розкладу пероксиду водню в діапазоні від 10 до 25 mM. Згідно отриманих результатів більш активним зразком виявився $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_{0.025}Fe_{1.975}O_4$, з ступенем розкладу пероксиду водню

87.73% протягом 120 хвилин. Отримані графіки кінетики першого порядку вказують на те, що експериментальні дані розкладу пероксиду водню з наночастинками $Ni_{0.5}Co_{0.5}La_xFe_{2-x}O_4$ добре описуються кінетикою реакцій першого порядку, це підтверджує високий коефіцієнт кореляції від 0.9433 до 0.9967. Під час вимірювання експериментальних значень концентрації H_2O_2, проведено запис спектрів відібраних проб в заданий момент часу, в діапазоні довжин хвиль від 200 до 340 нм. За допомогою кондуктометричного датчика проведено запис зміни електропровідності від часу. Зміна електропровідності спричинена утворенням гідроксид іонів (OH^-) та продуктів реакції, які утворюються під час каталітичного розкладу H_2O_2.

1. Abdellatif M., El-Komy G., Azab A. Magnetic characterization of rare earth doped spinel ferrite // J. Magn. Magn.Mater. – 2017. – 442. – P. 445-452. https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.07.020.
2. Starko I., Tatarchuk T., Bououdina M. La-doped $Ni_{0.5}Co_{0.5}Fe_2O_4$ nanoparticles: effect of cobalt precursors on structure and morphology // Mol. Cryst. Liq. Cryst. – 2018. – 674. – P. 110-119. https://doi.org/10.1080/15421406.2019.1578517.
3. Hossain M., Hossain M., Sikder S. Hysteresis loop properties of rare earth doped spinel ferrites: A review // J. Magn. Magn. Mater. – 2022. – 564. – P. 170095. https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2022.170095.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИДОБУВАННЯ ТА ЗБАГАЧЕННЯ ІЛЬМЕНІТУ

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

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, 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

Найбільш поширена титановмісна руда Житомирської області – ільменіт – займає одну з головних позицій на металургійному ринку та має величезне значення для економіки та розвитку світового господарства.

Основною метою нашої роботи було розглянути найбільші родовища ільменітових руд, вивчити основні етапи технології видобутку та способи збагачення ільменітової руди, а також використання ільменітового концетрату в металургійній та хімічній промисловості.

Ільменіт-це змішаний оксид титану та феруму, що може бути виражений загальною формулою $FeTiO_3$. Дана руда може містити до 40 % Феруму у своєму складі.

На рис. 1. зображено зовнішній вигляд ільменітового концентрату Іршанського родовища Житомирської області.



Рис. 1. Зовнішній вигляд ільменітового концентрату

Зустрічається ільменіт на усіх континентах, та до найбільших родовищ належать території Південного Уралу, Швеції, Норвегії, Канади та України. В межах Українського щита розсипні родовища ільменіту були відкриті напочатку 1950-х років. На даний час є два найбільших комбінати по видобутку та збагаченню ільменіту це Іршанський та Малишівський ГЗК. Хочу підкреслити, що Україна має найбільші в Європі запаси та ресурси титану [1].

Збагачений ільменіт широко використовують в хімічній промисловості зокрема для виготовлення титанових білил, які широко використовуються завдяки набору корисних

властивостей. Наприклад в лакофарбових покриттях, якими обробляють найбільш важливі споруди для життя людини такі як мости і навіть кораблі, а саме їх підводну частину. Також ільменіт використовують в металургійній промисловості для виплавки чистого титану та його сплавів. Титанові сплави використовуються у хімічній, нафтохімічній, медичній, целюлозно-паперовій та харчовій промисловостях; а також у електроніці, електромашинобудуванні, ядерній техніці, гальванотехніці і при виробництві зброї [2-3].

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

2. Jihua Zhaia, Pan Chena, Wei Suna, Wei Chenc, Si Wanc. A reviewof mineral processing of ilmenite by flotation.*Minerals Engineering*. 2020; 157: 1-11.doi: 10.1016/j.mineng.2020.106558.

3. Хімічний і мінералогічний склад ільменіту: вплив на фізичні та поверхневі властивості. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0892687514003033 (дата звернення: 06.10.2022).

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТЛЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ МІНЕРАЛЬНИХ АДСОРБЕНТІВ

Якименко Ірина Костянтинівна
аспірант, yakimenko97@ukr.net
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Солодовнік Тетяна Володимирівна
кандидат хімічних наук, доцент, solodovniktetana@gmail.com
Черкаський державний технологічний університет, Україна

У зв'язку із постійним збільшенням впливу сільського господарства та промисловості на водні ресурси зростає необхідність контролю якості питної води. Вода, що призначена для господарчо-питного споживання, повинна відповідати прописаним державним і міжнародним стандартам. Важливим етапом аналізу води для питних потреб є визначення органолептичних показників води, таких як мутність, прозорість, кольоровість, запах, смак. Невідповідність цих параметрів є підставою для детальнішого хімічного аналізу[1].

Одним із найпомітніших проявів забруднення води є кольоровість. Кольоровість – це природна властивість, обумовлена наявністю гумінових речовин, що вимиваються у воду із ґрунту. Крім кольоровості, є таке поняття, як фарбування води, що пов'я1зано із забрудненням води речовинами різного походження. Найчастіше тут грають роль барвники, які потрапляють у водойми разом із стічними водами промислових підприємств.

Дивний відтінок або колір води всіляко відштовхують людину, що змушує її шукати нові джерела водопостачання або шляхи покращення якості води. Найбільш поширеним способом очищення води є використання побутових фільтрів, які базуються на процесі сорбції забрудників адсорбуючим матеріалом.

На разі актуальним є застосування природних екологічно безпечних адсорбентів, серед яких найбільш популярними є активоване вугілля, цеоліти, пористі мінеральні породи і т.п.

На базі лабораторії фізико-хімічного аналізу води кафедри хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету проведено дослідження освітлюючої здатності мінеральних адсорбентів.

Перед початком проведення визначень адсорбенти висушують у сушильній шафі 1 годину за температури 100–110 ºС. На технохімічних вагах уконічній колбі на 100 $см^3$ зважують 1,0 г адсорбенту, доливають 10 $см^3$ 0,15 % розчину метиленового блакитного, щільно закривають і збовтують 10 хвилин. Після знебарвлення продовжують додавати розчин метиленового блакитного по 1 $см^3$ до синього забарвлення розчину, що не зникає за 5 хвилин. Якщо перші 10 $см^3$ барвника не знебарвлюються у продовж 10 хвилин, дослід повторюють, починаючи з меншої кількості метиленового блакитного.

Освітлюючу здатність (E, %) виражають у відсотках до умовно прийнятої величини – освітлюючої здатності адсорбенту, 1 г якого знебарвлює 20 $см^3$ 0,15 %-вого водного розчину метиленового блакитного (умовно прийнята за 100 %):

$$E=5\cdot n$$

де n – об'єм розчину метиленового блакитного, який знебарвлює 1 г адсорбенту, $см^3$; 5 – коефіцієнт розбавлення.

Проводять 2–3 паралельних визначення, розбіжність між якими не повинна перевищувати 5 % [2].

В якості досліджуваних адсорбентів було взято: коксове активоване вугілля, цеоліт, шунгіт, кварц та кремінь.

В ході дослідження адсорбентів здатність до освітлення забарвлених вод проявилася тільки в активованому кокосовому вугіллі (Е=10%) та слабо виражена в цеоліті (2%), а для інших сорбентів освітлююча здатність не зафіксована (див.таблицю 1.).

Таблиця 1. Освітлююча здатність адсорбентів за метиленовим блакитним

Адсорбент	**Освітлююча здатність Е,%**
Кокосове активоване вугілля	10
Цеоліт	2
Шунгіт	-
Кварц	-
Кремінь	-

Таким чиномвизначено, що серед обраних адсорбентів, активоване кокосове вугілля є більш ефективним для освітлення кольорових вод. Також встановлено, що для подальших досліджень з розробки побутового фільтру необхідно розглянути можливість створення фільтруючої суміші з комбінації різних типів адсорбентів.

1. Органолептичні показники якості води : методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни "Хімія природних і стічних вод" для студентів факультету хімії та фармації / О. В. Перлова, Н. О. Перлова. – Одеса : Одес.нац. ун-т ім. І. І. Мечникова», 2019. – 42 с.
2. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 6,75 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 232 с.

СЕКЦІЯ 2:

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ

RECYCLING AND DISPOSAL OF CHEMICAL WASTE IN UKRAINE

Bodiak Yuliia Mykhaylivna
4th year higher education student, juliiabodiak@gmail.com
National University of Food Technologies, Ukraine

Boichuk Tetiana Mykhaylivna
Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences, boichuk_tm@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

One of the modern problems of the world is the issue of ecology, especially waste recycling. We partially know how to manage household waste, but processes of recycling and disposal of chemical waste in Ukraine are little known. Chemical waste is one of the most toxic and hazardous type of waste. In large quantities, they can be stored for many years at the warehouses, landfills, in numerous cemeteries. Waste related to of the chemical industry complex, are inert or chemical substances, sometimes their various mixtures. In any case, if the raw material is not used repeatedly, over time it should be sent for disposal.

Special services handle chemical waste disposal. An important rule for chemical waste is proper packaging and a specially prepared place where the waste will be stored before transferring it for disposal. Waste of chemical origin, which is subject to mandatory disposal, includes: laboratory waste; chemicals of various origins; bases, acids and mixtures substances; pesticides and other poisons, intended for agricultural production, enterprises; mercury, oil and substances containing; pyro materials; waste of the production, manufacture and use of chemicals for wood impregnation; waste containing chemicals that are not subject to certification or those that have lost their expiration dates (flavors, food and cosmetic products, household chemicals, fillers, etc.).

Waste is divided into 5 classes according to the level of toxicity: 4-5 classes - low-hazard waste, 3 class - sludge from cleaning structures of chemical production, waste paint and paint materials and glues, wooden sleepers impregnated with chemicals, 2 class - various acids, secondary raw materials of the oil industry, lead-type batteries with electrolyte, class 1 - the most toxic waste. The method of disposal depends on the type of waste and the degree of its harmfulness: destruction by mechanical and thermal methods; high temperature compression; demercurization (mercury); sterilization.

Untimely disposal has its consequences, among which, according to the law of Ukraine, officials and enterprises are subject to fines and may be subject to administrative penalties. The list of prohibited actions also includes incineration of chemical waste. In addition, in special cases, it is allowed to suspend the work of enterprises for a period of up to 90 days. In Ukraine, such companies as "UtilVtorProm", "UkrEkoProm", "Alfa Ecology", "Eko Utilization", "Ecosphere", SE "Bondarivka", Ecological Investments "Waste Management Services" and others are engaged in the disposal of chemical waste [1-7].

In addition to minimizing the amount of toxic waste, chemical technology sets itself the task of developing biodegradable materials. Much attention is paid to the production of polymers that can be quickly disposed of, recycled or decomposed after their use. Nowadays, there are three main methods of secondary recycling of polymers. The first is thermal decomposition using pyrolysis, which can occur both in the presence of oxygen and without it. As a result of pyrolysis, semi-finished monomers are obtained, which can later be used in synthesis. The second method is related to the decomposition of the material to the level of low molecular weight products. The resulting recycled products can be used for the production of cast plastics and easily soluble adhesives. Currently, the third method of secondary recycling of polymer materials, which is called mechanical recycling, has become the most widespread in Ukraine, as a result of which a granulate suitable for secondary production of plastics can be obtained. Currently, the creation of intermediate materials to replace traditional wood materials is considered a promising direction of polymer recycling [8].

So, we identified substances that are subject to disposal from chemical industries, considered the methods of recycling polymers, a list of companies engaged in disposal and the consequences for untimely disposal or improper storage of chemical waste is indicated.

1. ДП «Боднарівка» URL: https://bodnarivkaeko.lviv.ua/index.php/utylizatsiia-nebezpechnykh-vidkhodiv-promyslovymy-pidpryiemstvamy (дата звернення 10.11.2022).
2. Компанія «УтільВторПром» URL: https://xn--80ancaco1ch7azg.xn--j1amh/uk/utilizatsiya-othodov/utilizaciya-ximicheskix-otxodov/ (дата звернення 10.04.2022).
3. Компанія «Екологіні Інвестиції» URL: https://ekoinvest.com.ua/uk/ (дата звернення 10.11.2022).
4. Компанія ТОВ «НВК «УкрЕкоПром» URL: https://ueco.com.ua/ (дата звернення 10.11.2022).
5. ТОВ «Альфа Екологія» URL: https://alphaeco.com.ua/utilizatsiya-khimichnikh-rechovin (дата звернення 10.04.2022).
6. Компанія «ЕКО УТИЛІЗАЦІЯ» https://ecology-alfa.com.ua/ (дата звернення 10.11.2022).
7. Промислова компанія «Екосфера» https://ekosfera.com.ua/p577165870-zbir-utilizatsiya-vidhodiv.html (дата звернення 10.11.2022).
8. Борисюк Я.С. «Технології переробки полімерних відходів»/ Кафедра хімії і хімічної технології, Навчально-науковий інститут екологічної безпеки, НАУ. Київ. 2007. 21 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТИ ЗАГОРАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Малик Іван Костянтинович,
аспірант IV курсу, greenpower.ukr@gmail.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

Мирошниченко Денис Вікторович,
доктор технічних наук, професор, dvmir79@gmail.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

Мєщанін Валерій Іванович,
аспірант IV курсу, valerameshchanin@gmail.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

У цій роботі виконано аналіз взаємозв'язку показників технічного (вміст вологи, зольність, вихід летких речовин, вміст нелетючого вуглецю) та елементного (вміст вуглецю, водню, азоту, сірки та кисню) аналізів різних видів рослинної сировини (362 проби) для виробництва біогазу, деревної біомаси з величиною його найвищої теплоти згоряння.

Встановлено, що найбільш тісно в органічній масі рослинної сировини пов'язані показники вмісту вуглецю та кисню (R2=0.898).

Розроблено математичні залежності, що дозволяють з високою точністю (R2>0.849) прогнозувати величину вищої теплоти згоряння рослинної сировини за вмістом у ньому вуглецю, кисню та їхнього атомного відношення.

Ключові слова: рослинна сировина, технічний аналіз, елементний склад, теплота згоряння, математичні залежності.

Теплота згоряння палива визначається як кількість теплової енергії, що виділяється при згорянні певної кількості. Теплота згоряння є важливою властивістю рослин, яка може відображати здатність фіксувати сонячну радіацію під час фотосинтезу. Теплота згоряння також є важливим показником для оцінки матеріального циклу та перетворення енергії у лісових екосистемах.

У роботі показано, що теплота згоряння хвойних порід деревини вище, ніж листяних, причому різні компоненти деревини, такі як пень, стовбур, вершина, кора, листя і гілки також мають різну теплоту згоряння.

Теплота згоряння рослинної сировини пов'язана з її елементним складом, зокрема вмістом вуглецю, водню та кисню. Різні види сировини характеризуються різним елементним складом і, отже, мають різну величину теплоти згоряння.

У роботі наведено рівняння (1) і (2), що дозволяють прогнозувати найвищу теплоту згоряння рослинної сировини за даними її елементного складу:

$Q^d_s=0.3491\cdot C^d+0.1783\cdot H^d+0.1005\cdot S^d-0.1034\cdot O^d-0.0151\cdot N^d-0.0211\cdot A^d$, (1)

$Q^d_s=0.2949\cdot C^d+0.8250\cdot H^d$, (2)

де Q^d_s – найвища теплота згоряння на сухий стан, МДж/кг; C^d, H^d, S^d, O^d, N^d – вміст вуглецю, водню, сірки, кисню та азоту на сухий стан, %; A^d – зольність,%.

Коефіцієнти в рівняннях (1) та (2) показують, що вміст вуглецю, водню та сірки має позитивний вплив на величину вищої теплоти згоряння, а вміст азоту та кисню – негативний.

У роботі в результаті аналізу понад 150 різних рівнянь, що дозволяють прогнозувати величину вищої теплоти згоряння рослинної сировини, показано, що лише 3 рівняння (3)-(5) характеризуються найменшою похибкою розрахунку, що не перевищує 5-6%:

$Q^d_s=0.4373\cdot C^d+1.6701$, (3)

$Q^d_s=0.00355\cdot (C^d)^2-0.232\cdot C^d-2.230\cdot H^d+0.05\cdot C^d\cdot H^d+0.131\cdot N^d+20.6$, (4)

$Q^d_s=0.328\cdot C^d+1.4306\cdot H^d-0.0237\cdot N^d+0.0929\cdot S^d_t-\left(1-\frac{A^d}{100}-\frac{40.11\cdot H^d}{C^d}\right)$, (5)

Теплота згоряння рослинної сировини також залежить від її хімічного складу, зокрема,

вмісту в ньому целюлози, лігніну, геміцелюлози та смолистих речовин.

Найвища теплота згоряння целюлози та геміцелюлози становить 18–19 МДж/кг, лігніну – 24–27 МДж/кг, а смолистих речовин – 32–38 МДж/кг.

В роботі розроблено таке рівняння (6):

$Q^d_s = 32.3Ext + 24.5L + 18.6Cell,$ (6)

де Q^d_s – вища теплота згоряння на сухий беззольний стан, МДж/кг; Ext, L і Cell – вміст смолистих речовин, лігніну та суми целюлози та геміцелюлози у рослинній сировині.

У роботі при аналізі взаємозв'язку вищої теплоти згоряння 17 проб деревного палива та вмісту в ньому лігніну та смолистих речовин було отримано рівняння (7):

$Q^d_s = 14.3366 + 0.1228L + 0.3553Ext;\ R^2 = 0.915,$ (7)

де Q^d_s – вища теплота згоряння на сухий беззольний стан, МДж/кг; L і Ext – вміст лігніну та смолистих речовин у рослинній сировині.

В рамках цього дослідження аналізували взаємозв'язок показників технічного (W^r_t, A^d, V^{daf}) та елементного (C^{daf}, H^{daf}, N^{daf}, S^{daf}, O^{daf}) аналізів, а також атомних відносин C/H, C/N, C/S та C/O різних видів рослинної сировини з величиною її вищої теплоти згоряння (Q^{daf}_s).

Для аналізу скористалися унікальною базою даних, яка містить інформацію про склад та властивості рослинної сировини, яку можна використовувати для виробництва біогазу, деревного вугілля та торефікованої біомаси. Усього було вивчено 362 проби, серед яких були такі зразки: -необроблена деревина, оброблена деревина, солома та залишки зернових культур, трава та рослини, лушпиння, шкаралупа, кісточки – тверді частини різних горіхів та морські водорості.

Вміст кисню (O^{daf}) розраховувалося за формулою (8):

$O^{daf} = 100 - C^{daf} - H^{daf} - N^{daf} - S^{daf}$

Необхідно відзначити, що хоча вміст кисню і є розрахунковою величиною, проте його роль у формуванні величини теплоти згоряння рослинної сировини можна порівняти лише з вмістом вуглецю, оскільки його вміст може сягати 50% і більше.

Аналізуючи дані показників якості рослинної сировини можна констатувати, що вони характеризуються досить широким діапазоном значень. Зокрема, вміст робочої вологи варіюється від 0 до 75.3%; зольність - від 0.1 до 9.9%; вихід летких речовин – від 61,6 до 94,9%.

Таблиця 1. Математичні рівняння та їх статистична оцінка

№	Уравнение	Статистическая оценка	
		r	R^2
(10)	$C^{daf} = -0.8711O^{daf} + 87.557$	0.948	0.898
(11)	$\frac{C}{H} = -0.0003(C^{daf})^2 + 0.0397C^{daf} - 0.6564$	0.587	0.345
(12)	$\frac{C}{H} = -0.0088(H^{daf})^2 - 0.2205H^{daf} + 1.7138$	0.750	0.562
(13)	$\frac{C}{O} = 0.0058(C^{daf})^2 - 0.5051C^{daf} + 12.365$	0.973	0.946
(14)	$\frac{C}{O} = 0.0048(O^{daf})^2 - 0.4785O^{daf} + 13.175$	0.982	0.965
(15)	$Q_s^{daf} = 0.0066(C^{daf})^2 - 0.3549C^{daf} + 21.124$	0.921	0.849
(16)	$Q_s^{daf} = 0.0055(O^{daf})^2 - 0.569O^{daf} + 42.294$	0.932	0.869
(17)	$Q_s^{daf} = -0.3215\left(\frac{C}{O}\right)^2 + 5.2847(\frac{C}{O}) + 12.53$	0.939	0.882

Показники елементного складу також схильні до сильних змін: вміст вуглецю коливається від 40.22 до 79.30 %; водню – від 4.12 до 15.16%; азоту - від 0.02 до 3.04%; сірки – від 0.01 до 2.21%; кисню - від 10.54 до 53.45%.

Зазначені зміни показників технічного та елементного аналізів відбилися на величині вищої теплоти згоряння (Qdafs) вивчених проб – вона варіювалася від 16.25 до 33.82 МДж/кг.

Встановлено, що найбільш тісно в органічній масі рослинної сировини пов'язані показники вмісту вуглецю та кисню. Показано, що залежність вмісту вуглецю від вмісту кисню носить лінійний характер (R2=0.898), а залежність атомного відношення вуглецю до кисню (C/O) від вмісту вуглецю та кисню – квадратичний (R2=0.946 та R2=0.965).

Розроблено математичні та графічні залежності, що дозволяють з високою точністю (R2>0.849) прогнозувати величину вищої теплоти згоряння рослинної сировини за даними її елементного аналізу, а саме: за вмістом вуглецю, кисню та атомним відношенням вуглецю до кисню.

1. Балаєва Я.С., Мирошниченко Д.В., Кафтан Ю.С. // ХТТ. 2018. №5. С. 3. DOI: 10.1134/S0023117718040138 [Solid Fuel Chemistry, 2018, vol. 52, no. 5, p. 279. DOI: 10.3103/S0361521918030023].
2. Балаева Я.С., Мирошниченко Д.В., Кафтан Ю.С. // ХТТ. 2017. №3. С. 10. DOI: 10.7868/S0023117717030021 [Solid Fuel Chemistry, 2017, vol. 51, no. 3, p. 141. DOI: 10.3103/S0361521917030028].
3. Bao Y.J., Li Z.H., Han X.G., Song G.B., Yang X.H., Lu H.Y. // Chinese Journal of Ecology. 2006. V. 25. № 9. P. 1095.
4. Singh T., Kostecky M.M. // Canadian Journal of Forest Research. 1986. V. 16. P. 1378.
5. Demirbas A. // Energy, Explorations and Exploitation. 2002. V. 20. №1. P.105.
6. Gaur S., Reed T.B. An atlas of thermal data for biomass and other fuels. NREL/TB-433-7965. National renewable Energy Laboratory. Golden. Colorado. USA. 1995.
7. Channival S.A., Parikh P.P. // Fuel. 2001. V. 81. P. 1051.
8. Yin C. // Fuel. 2011. V. 90. № 3. P. 1128.
9. Demirbas A., Demirbas A.H. // Energy, Exploration and Exploitation. 2004. V. 22. № 2. P. 135.
10. Jover J., Antal K., Zsembeli J., Blasko L., Tamas J. // Research in Agricultural Engineering. 2018. V. 64. № 3. P. 121.
11. Bychkov A.L., Denkin A.I., Tikhova V.D., Lomovsky O.I. // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2017. V. 130. № 3. P. 1399.
12. Рустамов Н.А., Зайцев С.И., Чернова Н.И. // Энергия. 2005. № 6. С. 20.
13. White R.H. // Wood and Fiber Science. 1987. V. 19. № 4. P. 446.
14. Rhen C. // Scandinavian Journal of Forest Research. 2004. V. 19. № 1. P. 72.
15. Akpinar A., Komurcu M.I., Kaukal M., Ozoker I.H., Kaygusuz K. // Renewable Sustainable Energy Reviews. 2008. V. 12. P. 2013.
16. Database for the physico-chemical composition of (treated) lignocellulosic biomass, micro- and macroalgae, various feedstocks for biogas production and biochar // https://phyllis.nl/

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ХІНІНУ В СЕЧІ

Новожилова Марія Сергіївна,
студентка ІІ курсу магістратури, maridrog2000@gmail.com.
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Душна Ольга Миколаївна,
аспірантка І року, olgadushna88@gmail.com
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Дубенська Лілія Осипівна,
кандидат хімічних наук, доцент, liliya.dubenska@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Хінін – природний алкалоїд, який міститься в корі хінного дереваі належить до групи похідних хіноліну. Раніше його застосовували як протималярійний і жарознижуючий засоби, а також для зменшення збудливості серцевого м'яза та для стимуляції пологової діяльності. Зараз хінін може міститися в харчових продуктах, зокрема в безалкогольних напоях, тоніках,як смаковий компонент. Максимально допустимий рівень хініну в безалкогольних напоях становить 100 мг/л [1-2]. Однак, хінін може негативно впливати на організм людини. Велика кількість хініну може викликати головний біль, запаморочення, підвищення температури тіла, безсоння, а також шум у вухах і погіршення слуху, порушення зору. Летальною дозою для дорослої людини є 2-8 г [3]. В організмі людини хінін частково метаболіє та виводиться сечею. Тому визначення хініну в сечі є актуальним.

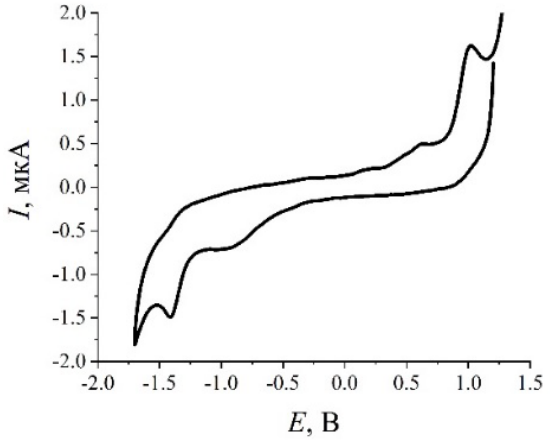


Рис. 1 Вигляд циклічної вольтамперограмиу розчині $1{,}0\cdot10^{-4}$ М хініну на фоні універсальної буферної суміші (pH=8.5)

Ми розробили вольтамперометричну методику визначення хініну на робочому алмазному електроді, допованому бором (АДБЕ). Хінін відновлюється на поверхні АДБЕ в широких межах pH з утворенням одного піку, а в лужному та сильнокислому середовищі хінін окислюється (рис.1).

За pH 5,5 лінійна залежність струму відновлення хініну від його концентрації зберігається в межах від $2{,}0\cdot10^{-7}$ до $3{,}6\cdot10^{-6}$ моль/л. Межа виявлення для розробленої методики становить 0,084 мкМ методом квадратно хвильової вольтамперометрії та 0,092 мкМ методом диференційно імпульсної вольтамперометрії.

Для визначення хініну в сечі випробували різні способи пробопідготовки сечі:розведення сечі фоновим електролітом у співвідношенні від 1:2 до 1:500; фільтрування через фільтр «синя стрічка» та через мембранний фільтр з діаметром пор 0,22 мкм і 0,45 мкм; центрифугування та дію ультразвуку. На підставі проведених досліджень було обрано як спосіб пробопідготовки центрифугування з подальшим розведенням фоновим електролітом у співвідношенні 1:10. Завдяки такій підготовці сечі можна досягнути межі визначення 0,67 мг хініну на 1 мл сечі.

1. REGULATION (EU) No 872/2012.
2. EFSA CEF Panel (EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids). Scientific Opinion on Flavouring Group Evaluation 35, Revision 1 (FGE.35Rev1) // EFSA Journal – 2015. – 13, No. 9. – pp. 37. DOI:10.2903/j.efsa.2015.4245

3. FDA (Food and Drug Administration), 2011. Quinine sulfate. June 2008. URL: https://www.fda.gov/

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОНІДАЗОЛУ ТА РОНІДАЗОЛУ

Піта Роман Іванович,
здобувач вищої освіти IV курсу, roman.pita@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Плотнікова Катерина Миколаївна,
аспірант IV року навчання , katerina27pl@gmail.com
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Дубенська Лілія Осипівна,
кандидат хімічних наук, доцент, liliya.dubenska@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Сполуки 5-нітроімідазолів (НІМ) – це група речовин із загальновизнаною протипрозойною та антибактеріальною дією, які з успіхом використовують для лікування інфекцій та захворювань, спричинених анаеробними бактеріями та найпростішими. Так само вони мають інші цікаві терапевтичні властивості, наприклад, є радіосенсибілізаторами при лікуванні раку, контролі фертильності і протитуберкульозній терапії.

НІМ містять нітрогрупу, яка здатна до відновлення і, таким чином, зумовлює їхню електрохімічну активність. Грунтуючись на цьому, ми розробили методику вольтамперометричного визначення нітроімідазолів метронідазолу (МНЗ) та ронідазолу (РНЗ) в лікарських засобах. Використали планарну друковану комірку з робочим алмазним електродом, допованим бором. Методом циклічної вольтамперометрії дослідили залежність струму відновлення МНЗ та РНЗ від pH та від швидкості накладання напруги поляризації на фоні універсальної буферної суміші. За оптимального pH побудували градуювальні графіки методом диференційно-імпульсної вольтамперометрії та обчислили метрологічні характеристики (***табл. 1***).

Таблиця 1. Метрологічні характеристики кількісного визначення НІМ

Метрологічна характеристика	**Метронідазол**		**Ронідазол**
	pH 3,1	pH 11,0	pH 7,0
Потенціал піку *E*, В	-0,63	-0,88	-0,88
Межі лінійності, моль/л	$1{,}95\cdot10^{-6} – 2{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}6\cdot10^{-6} – 1{,}02\cdot10^{-4}$	$2{,}3\cdot10^{-6} – 12{,}5\cdot10^{-4}$
Коефіцієнт кореляції R	0,9988	0,9920	0,9941
b	$5{,}7\cdot10^{3}$	$8{,}5\cdot10^{3}$	$7{,}8\cdot10^{3}$
Δb	58	133	167
a	$1{,}6\cdot10^{-2}$	$-2\cdot10^{-3}$	$9{,}5\cdot10^{-2}$
Δa	$2{,}2\cdot10^{-3}$	$1{,}2\cdot10^{-3}$	$6{,}6\cdot10^{-3}$
Межа кількісного визначення ($C_н$), М	$3{,}9\cdot10^{-6}$	$2{,}1\cdot10^{-6}$	$8{,}4\cdot10^{-6}$
Межа виявлення (C_{min}), М	$1{,}3\cdot10^{-6}$	$6{,}8\cdot10^{-7}$	$2{,}8\cdot10^{-6}$

В обраних оптимальних умовах розробили методику вольтамперометричного визначення цих НІМ у розчині для інфузій “Метронідазол” та в таблетках “Ронідазол”. Одержані результати підтвердили правильність озробленої методики.

СЕКЦІЯ 3:

ОРГАНІЧНА, БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЯ ВМС

ANALYSIS OF COMMERCIALLY AVAILABLE BUILDING BLOCKS FOR THE NEEDS OF DNA-ENCODED LIBRARIES (DEL)

Oksiuta Oleksandr Vyacheslavovych,
4th year PhD student, aloksyuta2010@gmail.com
Institute of organic chemistry of the NASU, Ukraine

Pashenko Oleksandr Evgeniovych,
Candidate of chemical sciences, leading researcher, alev.pashenko@gmail.com
Institute of organic chemistry of the NASU, Ukraine

Ryabukhin Serhii Viktorovych,
Doctor of Chemical Sciences, associate professor, s.v.ryabukhin@gmail.com
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Volochnyuk Dmytro Mikhailovych,
Doctor of Chemical Sciences, professor, d.volochnyuk@gmail.com
Institute of organic chemistry of the NASU, Ukraine

DNA-encoded library (DEL) technology occupies a prominent position in the early drug discovery toolkit as a rapid and inexpensive approach to generate large collections of compounds using combinatorial chemistry techniques. It is notable, that the size of libraries created using DEL technology sometimes exceeds the size of conventional HTS combinatorial libraries by several orders of magnitude [1]. Because of the increased size, creating a DEL requires a significant number of suitable, available mono-, bi- and tri-functional building blocks (BBs). (Fig. 1)

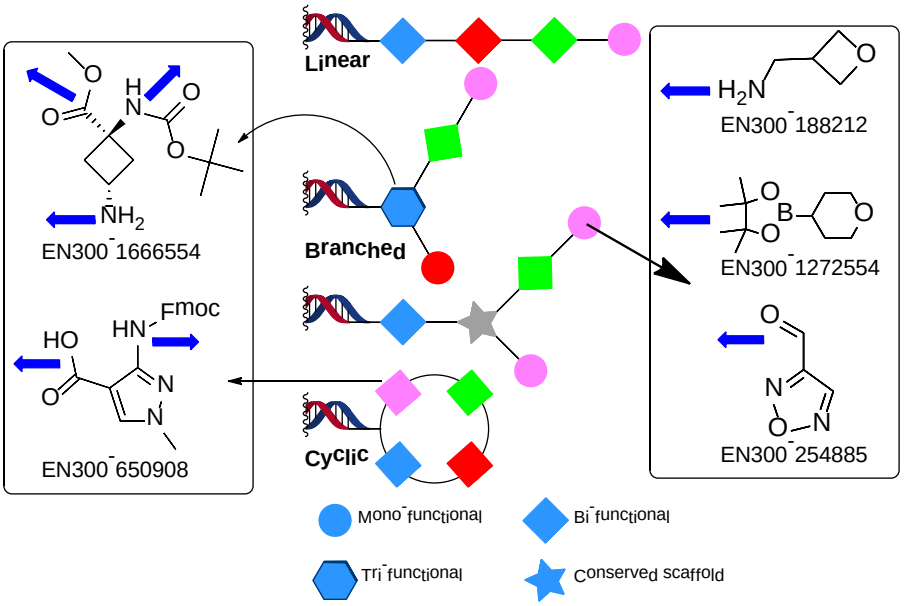


Fig. 1. Typical DEL sequence for a 4-step cycle with examples of mono-, bi-, tri-functional BBs

Despite the popular belief that most HTS building blocks can be used for DEL technology, there are selection criteria that limit the number of actual DEL compatible building blocks. Reactivity in aqueous, non-acidic conditions at temperatures below 90°C with a high degree of conversion and selectivity are characteristics of DEL-compatible building blocks [2].

We report a chemoinformatic selection algorithm that allows pre-screening of constraints for building blocks. General exclusion criteria for modifying and polyfunctional BBs considering are interfering functional groups, racemic compounds or compounds with unidentified chirality,

functional groups with reactivity significantly decreased within the given class (for instance deactivated by neighboring EWG), molecular weight above 125 Da (when targeting 500 Da and less screening compounds) [3], steric hindrance molecular weight, compatibility of substituents, steric hindrance, and chirality. Custom exclusion filters allow to select building blocks based on lipophilicity, the number of rotatable bonds, fraction of saturated carbons (Fsp3) or the basicity of the molecule.

A statistical analysis of the proportion of "likely compatible with DEL technology" modifying agents compared to the total array of commercially available building blocks in the eMolecules [4], Chemspace [5] and Enamine [6] data sets is given. (Fig. 2)

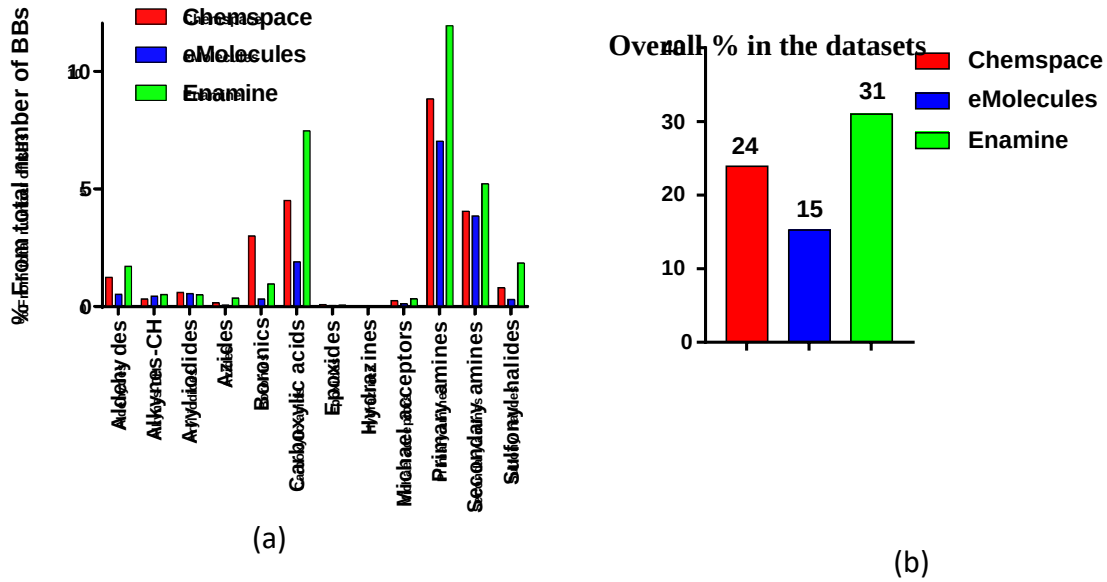
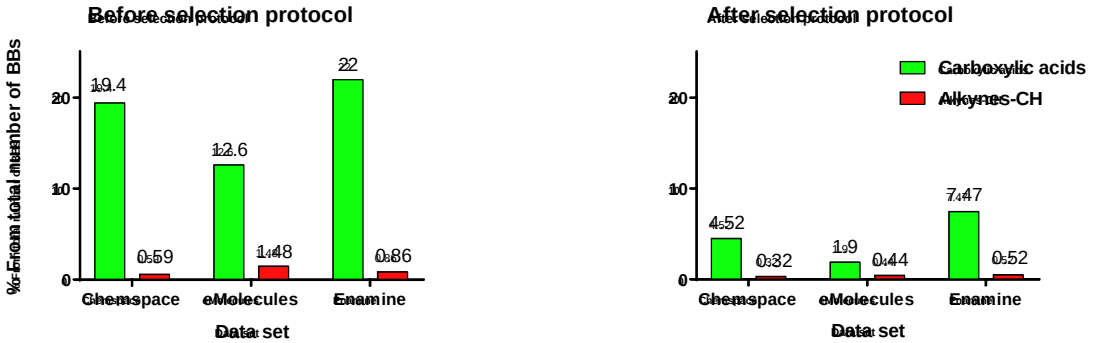


Fig. 2. (a) Availability of DEL-compatible modifying agents and (b) overall percentage in the datasets

The results of applying selection protocols of DEL-compatibility criteria to the most populated and underpopulated classes of modifying agents shows significant attrition comparing with initial quantity. (Fig. 3)



	Chemspace	eMolecules	Enamine
Total BBs count	468 061	6 908 533	156 927
Carboxylic acids (unsorted)	90 908	871 856	34 511
Alkynes-CH (unsorted)	2 748	102 296	1 348

Fig. 3. Database analysis for widespread class of modifying agents and one in low supply

The in-depth statistical analysis of the current state of the commercially available bi- and tri-functional BBs shows similar pattern of chemotypes distribution as the datasets of modifying agents. Extracted with the help of in-house selection protocols pool of bi-functional BBs was

classified in 29 subclasses and tri-functional cores were divided in 20 subclasses. (Fig. 4)

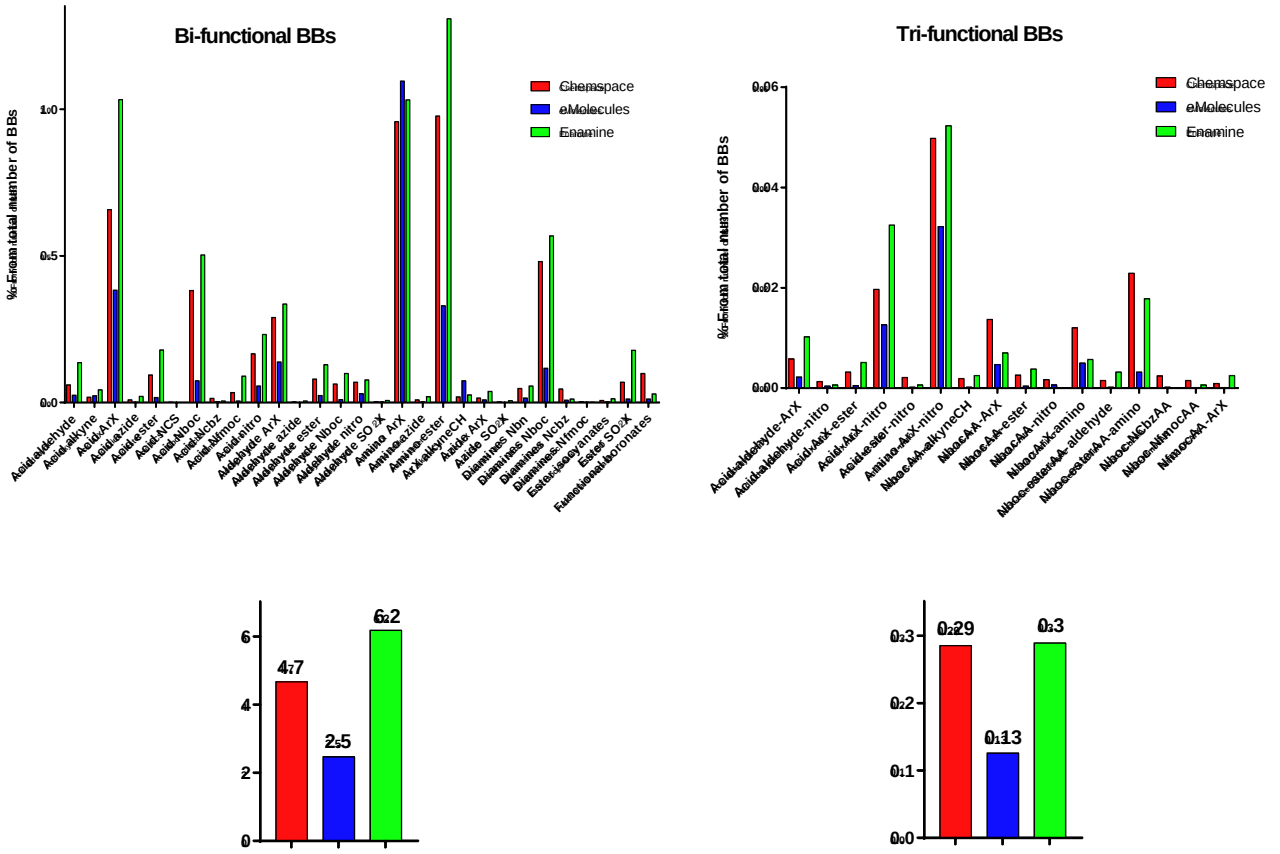


Fig. 4. Statistical analysis of DEL-compatible poly-functional BBs availability

1. Goodnow R. A., Dumelin C. E., Keefe A. D. DNA-encoded chemistry: Enabling the deeper sampling of chemical space. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2017. Vol. 16, No. 2. P. 131–147.

2. Satz A. L., Cai J., Chen Y., Goodnow R., Gruber F., Kowalczyk A., Petersen A., Naderi-Oboodi G., Orzechowski L., Strebel Q. DNA Compatible Multistep Synthesis and Applications to DNA Encoded Libraries. *Bioconjugate Chemistry*. 2015. Vol. 26, No. 8. P. 1623–1632.

3. Huang Y., Savych O., Moroz Y., Chen Y., Goodnow R. A. DNA-Encoded Library Chemistry: Amplification of Chemical Reaction Diversity for the Exploration of Chemical Space. *Aldrichimica Acta*. 2019. Vol. 52, No. 3. P. 75-87.

4. https://www.emolecules.com/info/plus/download-database.

5. https://chem-space.com/compounds#building-blocks.

6. https://enamine.net/building-blocks.

IN VITRO ACTIVITY OF NOVEL OXAZOLE DERIVATIVES AGAINST HUMAN PAPILOMAVIRUS

Severin OlexandrOlehovych,
PhD student, engineer of the 1st category, oleksandrseverin.chem@gmail.com
V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine

Kachaeva Maryna Volodymyrivna,
Candidate of chemical sciences, Research Scientist, kachaeva@bpci.kiev.ua
V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine

Hodyna Diana Mykolayivna,
Candidate of biological sciences, Senior Research Scientist, dianahodyna@gmail.com
V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine

Pilyo Stepan Grygorovych,
Candidate of chemical sciences, Senior Research Scientist, stepanpilyo@ukr.net
V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine

Brovarets Volodymyr Sergiyovych
Doctor of Chemical Sciences, Professor of Chemistry, brovarets@bpci.kiev.ua
V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine

Until recent years, there were rather few chemotherapies for HPV infections, for example, cidofovir (CDV) [1,2], imiquimod, sinecatechins (Veregen), podophyllotoxin, and some other compounds [3].

Various substituted oxazoles have significant antiviral activity [4]. Recently, we have synthesized novel 1,3-oxazole-4-and 5-sulfonamides and their antiviral activities against human papillomavirus were evaluated *in vitro* [5]. These compounds exhibited considerably higher antiviral activity (EC_{50} = 2.43-47.28μM) against a normal laboratory strain than Cidofovir (EC_{50} = 148.0 μM). These data indicate that 1,3-oxazole derivatives are promising compounds in the search for design of new antiviral drugs.

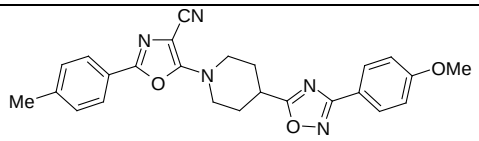
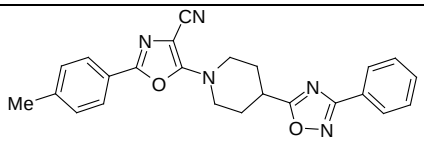
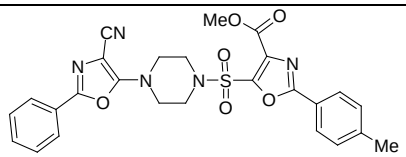
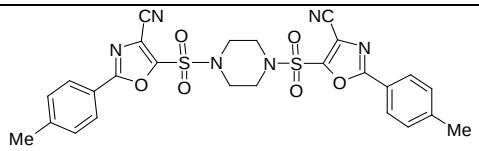
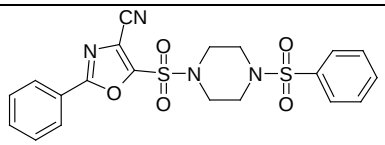
In this work a set of novel 2-aryl-4-cyano-5-amino-1,3-oxazoles and 1,3-oxazole-5-sulfonylamides as potential anti-HPV agents generated and screened using the QSAR model were synthesized in V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, NAS of Ukraine and evaluated *in vitro*. The antiviral activity of the compounds **1** and **2**was predicted as 4.6 -log(M) unit, while the activity of the rest compounds was predicted in the range of 3.8-4.0 -log(M) units.

The all cytotoxicity and efficacy tests performed at UAB. The evaluation was carried out under the auspices of the National Institute of Allergy and Infectious Diseases (USA) and its Collaborative Antiviral Testing Group. The effects of the 1,3-oxazole derivatives on antiviral activity against a normal laboratory HCMV strain, AD-169, and their cytotoxicity was evuated on HFF cells using CellTiter-Glo (Cytopathic effect/Toxicity) assay (Table 1).

Control and drug concentrations ranges are 0.048-150 μM. Vehicle is DMSO. EC_{50} and CC_{50} are compound concentrations that reduce viral replication and cell viability, respectively, by 50% in CellTiter-Glo (Cytopathic effect/Toxicity) assay. Selectivity Index (SI_{50}) is calculated as the CC_{50} value divided by the EC_{50} value.

Compounds exhibited different antiviral activityagainst HE611260.1strainof human papillomavirus 11 and, with the exception of **5**, had EC_{50} values of >17 μM. Compound **5** showed the best activity with EC_{50} =3.68 μM. Compounds **1-4** have shown moderate antiviral activity.

Table 1 The antiviral activity and cytotoxicity of the 1,3-oxazole derivatives against HE611260.1strainof human papillomavirus 11, in C-33A cell line. Compound concentrations are in μM.

No	Compound	Strain HE611260.1		
		EC_{50}	CC_{50}	SI_{50}
1		>150	>150	1
2		21	>150	>7
3		17.21	103.04	6
4		>30	105.44	<4
5		3.68	88.10	24
9-[2-phosphono-metoxy)ethyl]guanine		1.77	>150	>85

Acknowledgements

This work was supported by the NAS of Ukraine (within the additional departmental theme of research work in 2022 "Search and synthesis of antiviral agents among nitrogencontaining heterocycle derivatives").

1. De Clercq E. Clinical potential of the acyclic nucleoside phosphonates cidofovir, adefovir, and tenofovir in treatment of DNA virus and retrovirus infections // Clin Microbiol Rev. – 2003. – 16. – P. 569-96.

2. Fradet-Turcotte A, Archambault J. Recent advances in the search for antiviral agents against human papillomaviruses // AntivirTher. – 2007. – 12. – P. 431-51.

3. Kachaeva MV, Pilyo SG, Kornienko AM, Prokopenko VM, Zhirnov VV, Prichard MN, et al. In vitro activity of novel 1,3-oxazole derivatives against human papillomavirus // Ibnosina J Med Biomed Sci. – 2017. – 9. – P. 111-8.

4. Stern PL, van der Burg SH, Hampson IN, Broker TR, Fiander A, Lacey CJ, et al. Therapy of human papillomavirus-related disease // Vaccine. – 2012. – 30 Suppl 5. – F71-82.

5. Zhong ZJ, Zhang DJ, Peng ZG, Li YH, Shan GZ, Zuo LM, et al. Synthesis and antiviral activity of a novel class of (5-oxazolyl)phenyl amines // Eur J Med Chem. – 2013. – 69. – P. 32-43.

COPPER(II)-SILICA COMPOSITES AS HETEROGENEOUS CATALYSTS FOR SYNTHESIS OF CONDENSED PYRIDINES FROM PROPARGYLAMINE AND CYCLIC KETONES

Yehorov Dmytro Viktorovich,
4th year PhD student, chem@ukr.net
Institute of Organic Chemistry of the NASU, Ukraine

Sotnik Svitlana Oleksandrivna,
Candidate of Chemical Sciences, Researcher, sotniksvitlana@ukr.net
L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of NASU, Ukraine

Asaula Vitaliy Mykolayovych,
Candidate of Chemical Sciences, Researcher, asaula@nas.gov.ua
L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of NASU, Ukraine

Rozhenko Oleksandr Borisovich,
Doctor of Chemical Sciences, Leading researcher, Professor a_rozhenko@ukr.net
Institute of Organic Chemistry of the NASU, Ukraine

Kolotilov Sergiy Volodymyrovych,
Doctor of Chemical Sciences, Deputy Director, s.v.kolotilov@gmail.com
L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of NASU, Ukraine

Ryabukhin Sergiy Viktorovich,
Doctor of Chemical Sciences, Associate professor, s.v.ryabukhin@gmail.com
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Volochnyuk Dmytro Mykhailovich,
Doctor of Chemical Sciences, Professor, d.volochnyuk@gmail.com
Institute of Organic Chemistry of the NASU, Ukraine

Pyridines condensed with cycloalkanes are good precursors to piperidines and suitable building blocks for medicinal chemistry due to their high fraction of sp^3 carbon atoms (Fsp3) and the hydrophilic pyridine ring. For decades, different methods of synthesis of this class of compounds have suffered from low yields and few suitable substrates. In our previous work we modified the known Abbiati method [1], via replacing the expensive aurum salt by copper salts, achieving higher preparative yields and lab-friendly conditions [2]. Our next goal was to adopt the reaction to flow reactor conditions obtaining scale up for the process and elaborating easier purification procedures.

Flow reactors require a design of a catalyst suitable for arranging them in a cartridge. Such approach is studied well for hydrogenation reactions catalyzed by palladium catalysts, but also tested on Co-based catalysts [3]. Approach used to prepare cobalt-containing catalysts was used to synthesize copper composites. A complex of copper(II) with a nitrogen-containing ligand sorbed on silica was pyrolysed (Fig. 1). PXRD, SEM and TEM confirmed forming a composite of copper nanoparticles with carbon on silica. The catalyst samples were tested using the flow reactor with the model substrates studied in our previous study (Fig. 2) [2].

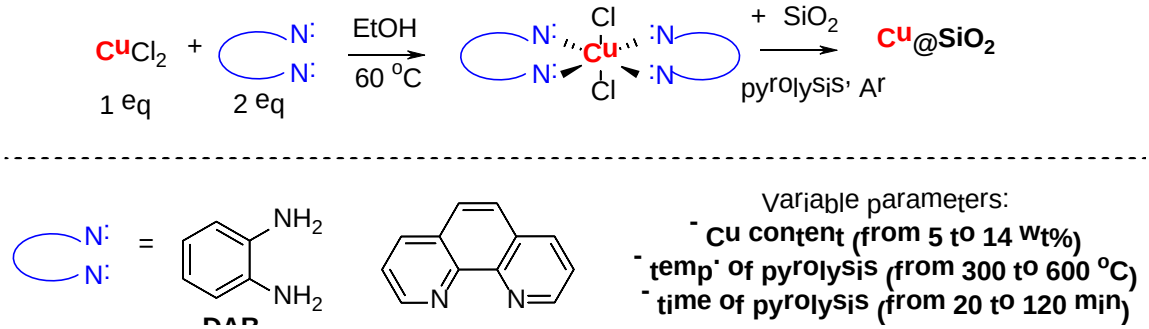


Fig. 1. Scheme of catalyst preparing

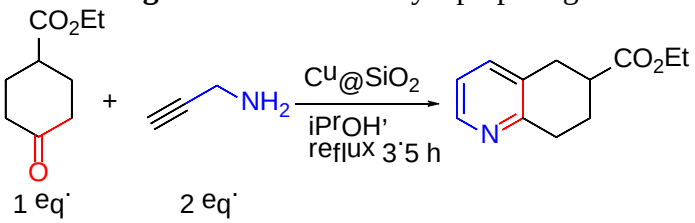


Fig. 2. Scheme of model reaction

The data on the catalytic activity are collected in Table 1. Complexes with DAB seem to provide more effective catalysts. Increasing copper content from 5 to 14wt% did not affect the yield of the condensation product, while pyrolysis at 600 °C decreased the catalytic activity. Despite the generally smaller yields achieved by using heterogeneous $Cu@SiO_2$ catalyst compared to those with soluble Cu salts, the advantage of using the flow-reactor technology is undeniable.

Table 1. Study of catalytic activity of different catalyst samples

Complexes on silica	Cu content, %	Temperature of pyrolisis	Time of pyrolysis, min	Yields after 3.5 hours of the reaction, %
$Cu(DAB)_2Cl_2$	14	300	30	46
$Cu(DAB)_2Cl_2$	**5**	**400**	**20**	**62**
$Cu(DAB)_2Cl_2$	5	400	20	58
$Cu(DAB)_2Cl_2$	6	400	20	48
$Cu(DAB)_2Cl_2$	14	400	40	42
$Cu(DAB)_2Cl_2$	7	600	20	38
$Cu(Phen)_2Cl_2$	4	300	30	56
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	300	30	51
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	400	100	48
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	400	20	45
$Cu(Phen)_2Cl_2$	7	400	100	41
$Cu(Phen)_2Cl_2$	4	400	20	40

$Cu(Phen)_2Cl_2$	7	400	20	35
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	400	40	33
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	400	100	29
$Cu(Phen)_2Cl_2$	7	400	100	27
$Cu(Phen)_2Cl_2$	7	600	120	35
$Cu(Phen)_2Cl_2$	7	600	120	31
$Cu(Phen)_2Cl_2$	14	600	120	28

1. Abbiati G., Arcadi A., Bianchi G., Giuseppe S. Di, Marinelli F., Rossi E. Sequential amination/annulation/aromatization reaction of carbonyl compounds and propargylamine: A new one-pot approach to functionalized pyridines. *Journal of Organic Chemistry*. 2003. Вип. 68, № 18. С. 6959–6966.

2. Sotnik S. O., Subota A. I., Kliuchynskyi A. Y., Yehorov D. V., Lytvynenko A. S., Rozhenko A. B., Kolotilov S. V., Ryabukhin S. V., Volochnyuk D. M. Cu-Catalyzed Pyridine Synthesis via Oxidative Annulation of Cyclic Ketones with Propargylamine. *The Journal of Organic Chemistry*. 2021. С. acs.joc.0c03038.

3. Asaula V. M., Buryanov V. V., Solod B. Y., Tryus D. M., Pariiska O. O., Kotenko I. E., Volovenko Y. M., Volochnyuk D. M., Ryabukhin S. V., Kolotilov S. V. Catalytic Hydrogenation of Substituted Quinolines on Co–Graphene Composites. *European Journal of Organic Chemistry*. 2021. Вип. 2021, № 47. С. 6616–6625.

СИНТЕЗ 3-[2-(9Н-КАРБАЗОЛ-9-ІЛ)ФЕНІЛ]-1-МЕТИЛ-4-ФЕНІЛ ХІНОЛІН-2(1Н)-ОНУ

Аксьонова Мирослава Василівна,
здобувачка ІІ рівня вищої освіти, І курсу магістратури, myroslava.aksonova@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

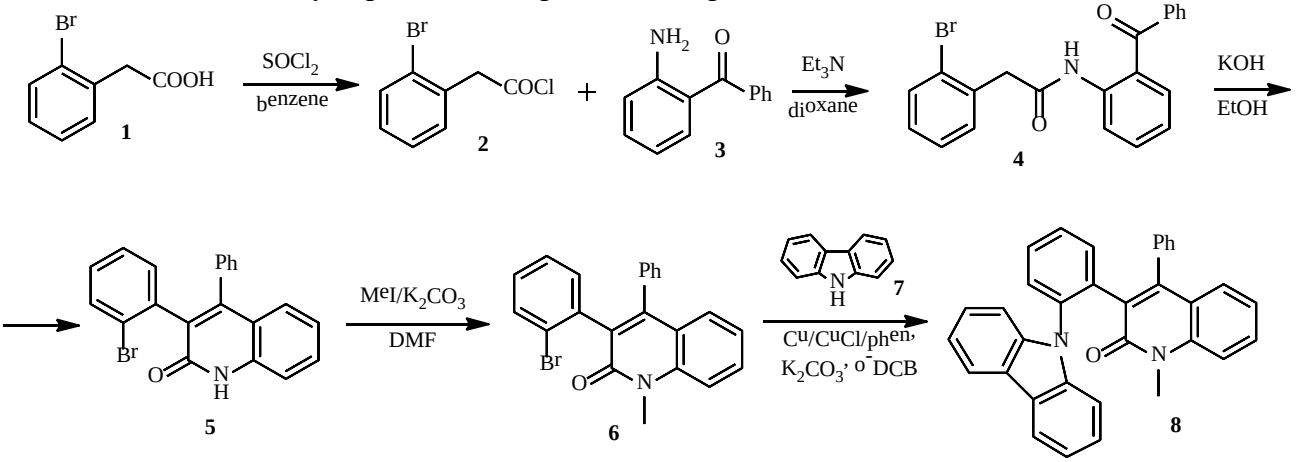
Піткович Христина Євгенівна,
кандидат хімічних наук, молодший науковий співробітник, khrystyna.pitkovych@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Литвин Роман Зіновійович,
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, roman.lytvyn@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Обушак Микола Дмитрович,
доктор хімічних наук, завідувач кафедри органічної хімії, mykola.obushak@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Донорно-акцепторні кон'юговані системи, з'єднані безпосередньо або через π-спейсер, широко застосовують у конструюванні високоефективних органічних світловипромінюючих діодів (OLED). Цікавим є те, що хромофори донорного та акцепторного типів, поєднані через *орто*-положення феніленового лінкера, взаємодіють між собою не тільки через π-систему, а й через простір, за екссіплексним типом взаємодії, оскільки у цьому випадку через стеричні ефекти вони знаходяться достатньо близько. Нещодавно ми показали, що такий молекулярний дизайн є перспективним для застосування у конструюванні OLEDів [1]. У цій роботі ми поєднали в одній молекулі донорний фрагмент карбазолу та акцепторний фрагмент хінолін-2-ону через *орто*-положення феніленового лінкера.

З цією метою розробили привабливий синтетичний підхід, який полягає у першочерговому конструюванні хінолонового циклу з введенням фрагмента карбазолу на останній стадії синтетичної схеми. Вихідною сполукою для реалізації цієї ідеї слугувала 2-бромофенілоцтова кислота **1**, яку дією тіонілхлориду в бензолі перетворили на хлорангідрид **2**. Далі взаємодією сполуки **2** з 2-амінобензофеноном **3** отримали відповідний амід **4**. Циклізація аміду **4** в хінолон **5** відбувається доволі легко при кип'ятінні його в спиртовому розчині калій гідроксиду протягом 2–3 годин (контроль за ТШХ). Для уникнення можливих побічних реакцій атом азоту хінолонового фрагменту сполуки **5** алкілювали метилйодидом і з високим виходом отримали потрібний бромовмісний реагент **6**. На останній, ключовій стадії, нам вдалося реалізувати крос-сполучення сполуки **6** з карбазолом **7** в умовах реакції Ульмана, що дало змогу отримали донорно-акцепторний кон'югат **8**.



На наш подив, незважаючи на стеричні утруднення, спричинені фенільним замісником у положенні 4 хінолонового циклу, вихід сполуки **8** був доволі високим як для такого типу реакцій (63 %). Реакцію Ульмана проводили при кип'ятінні реагентів в *орто*-дихлоробензолі протягом 48 годин в атмосфері аргону, за наявності каталітичної системи Cu(10 мол. %) / CuCl(10 мол. %) / phen(фенантролін, 20 мол. %).

Отже, ми розробили п'ятистадійний метод синтезу сполуки **8**, у якій через *орто*-положення феніленового лінкера поєднано донорний фрагмент карбазолу та акцепторний фрагмент хінолін-2-ону, і яка є перспективною для конструювання нових OLED пристроїв.

1. Stanitska M., Mahmoudi M., Pokhodylo N., Lytvyn R., Volyniuk D., Tomkeviciene A., Keruckiene R., Obushak M., Grazulevicius J.V. Exciplex-forming systems of physically mixed and covalently bonded benzoyl-1*H*-1,2,3-triazole and carbazole moieties for solution-processed white OLEDs // J. Org. Chem. – 2022. – Vol. 87(6). – P. 4040–4050. DOI: 10.1021/acs.joc.1c02784

ВИВЧЕННЯ РЕГІОНАПРАВЛЕНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ПРОДУКТІВ ТІОЦІАНАТОАРИЛЮВАННЯ МЕТИЛВІНІЛКЕТОНУ З 1-МЕТИЛ-3-АМІНОПІРАЗОЛОМ

Барабаш Оксана Василівна,
аспірантка II курсу, oksana.barabash@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

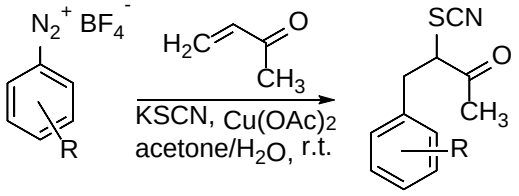
Остап'юк Марія Юріївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, mariiasofiia.ostapiuk@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Остап'юк Юрій Володимирович,
кандидат хімічних наук, доцент, yurii.ostapiuk@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Заміщені 2-амінотіазоли належать до важливого класу гетероциклічних сполук, а 2-амінотіазольне ядро часто міститься в структурі біоактивних сполук. Так, їх похідні виявилися активними як протипухлинні [1], антибактеріальні [2], протитуберкульозні [3] речовини. Фармакофорний каркас 2-амінотіазолу міститься в багатьох клінічних препаратах, таких як цефдіторен, алпелісіб, дазатиніб, праміпексол. Похідні амінотіазолу також є важливими матеріалами в хімії матеріалів [4].

Серед низки підходів до конструювання амінотіазольного ядра, чи не найменш дослідженим є використання α-тіоціанатокетонів, що зумовлено порівняно вузьким колом доступних попередників. Синтези вихідних α-тіоціанатокетонів, здебільшого ґрунтуються на нуклеофільному заміщенні атома галогену в α-галогенокетонах, прямому тіоціануванні кетонів і гідратації тіоціанатоалкінів. Однак, ці методи обмежують варіативність одержуваних α-тіоціанатокетонів. За допомогою реакції Меєрвейна можна одержати різні біфункціональні синтони для побудови гетероциклів.

Ми показали, що функціоналізовані алкени можуть бути зручними реагентами для одержання нових α-тіоціанатокетонів. Реакцією арилдіазонійтетрафтороборатів з метилвінілкетоном і тіоціанатом амонію (еквімолярні кількості) у присутності солі купруму(II), ми отримали 4-арил-3-тіоціанатобутан-2-они **2**:



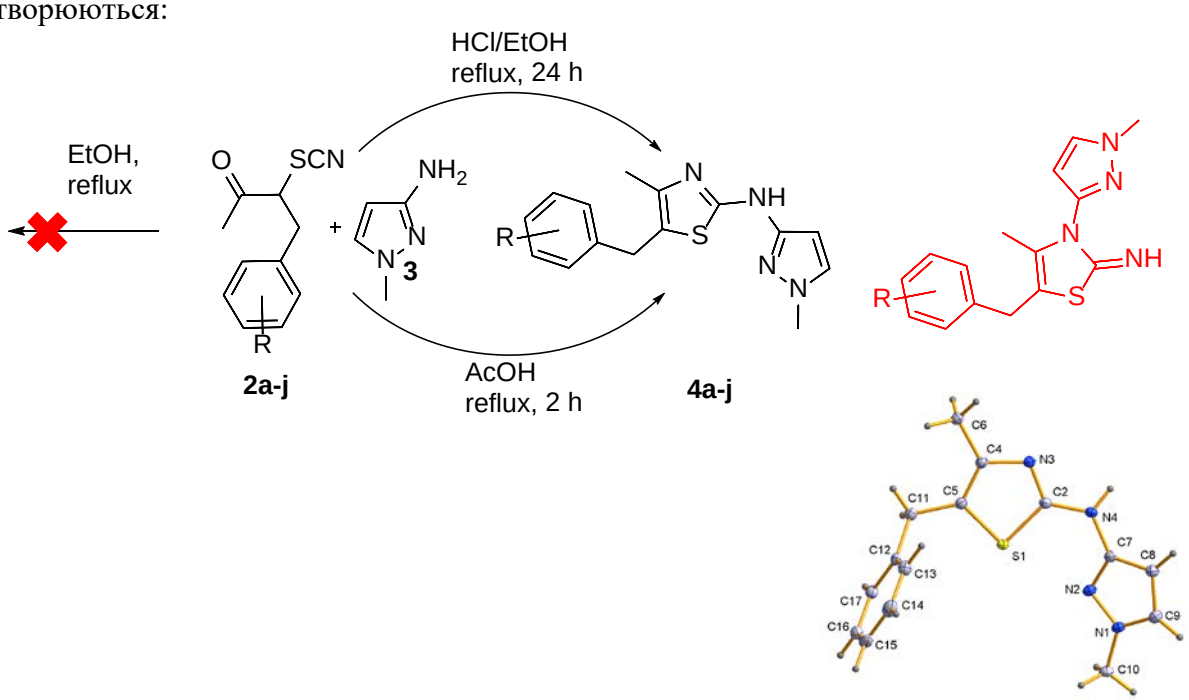
1a-i **2a-i**

2	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**	**f**	**g**	**h**	**i**	**j**
R	H	3-CH_3	4-CH_3	4-OCH_3	4-OCF_3	2-F	4-F	2-CF_3	3-CF_3	4-CF_3
Yield	35	41	39	35	67	68	60	75	62	73

У літературі описані реакції α-тіоціанатокетонів із заміщеними анілінами, деякими аліфатичними амінами, і лише один приклад циклізації α-тіоціанатокетонів гетариламіном (заміщеним 2-амінотіофеном). Також, згідно літературних даних напрям циклізації визначається кислотністю середовища та дозволяє отримувати 3- та 2-заміщені 2-амінотіазоли. Раніше в такій циклізації амінопіразоли не досліджувалися, хоча синтез піразолілтіазолів є цікавим з огляду на перспективність дослідження їх біоактивності.

Ми вивчили взаємодію 4-арил-3-тіоціанатобутан-2-онів **2** з 3-аміно-1-метилпіразолом **3** в трьох різних середовища: абсолютного етанолу насиченого HCl; оцтової кислоти; абсолютного етанолу. Наші дослідження показали, що незалежно від кислотності середовища, як у HCl/EtOH так і в AcOH, реакція протікає з селективним утворенням N-(піразол-3-іл)-1,3-тіазол-2-амінів **4a-j**, а 3-(піразол-3-іл)-тіазол-2(3H)-іміни не

утворюються:



Таким чином, нами було розроблено та оптимізовано зручний метод синтезу 4-арил-3-тіоціанатобутан-2-онів тіоціанатоарилюванням метилвінілкетону в умовах реакції Меєрвейна, придатний для використання анілінів з електронодонорними та акцепторними групами. Також було досліджено регіонаправленість взаємодії 4-арил-3-тіоціанатобутан-2-онів з 3-аміно-1-метилпіразолом, і отримано N-(піразол-3-іл)-1,3-тіазол-2-аміни [5].

1. Finiuk N., Klyuchivska O., Ivasechko I., Hreniukh V., Ostapiuk Y., Shalai Y., Panchuk R., Matiychuk V., Obushak M., Stoika R., Babsky A. Proapoptotic effects of novel thiazole derivative on human glioma cells // Anti-Cancer Drugs. – 2019. – 30, № 1. – P. 27–37.
2. Ejaz S., Nadeem H., Paracha R. Z., Sarwar S., Ejaz S. Designing, synthesis and characterization of 2-aminothiazole-4-carboxylate Schiff bases; antimicrobial evaluation against multidrug resistant strains and molecular docking // BMC Chemistry. – 2019. – 13 – P. 115.
3. Kesicki E. A., Bailey M. A., Ovechkina Y., Early J. V., Alling T., Bowman J., Zuniga E. S., Dalai S., Kumar N., Masquelin T., Hipskind P. A., Odingo J. O., Parish T. Synthesis and evaluation of the 2-aminothiazoles as anti-tubercular agents // PLoS One. – 2016. – 11, № 5. – P. e0155209.
4. Chowdhury A., Patel S., Sharma A., Das A., Meshram P., Shard A. A perspective on environmentally benign protocols of thiazole synthesis // Chem. Heterocycl. Comp. – 2020. – 56. – P. 455–463.
5. Ostapiuk Y. V., Barabash O. V., Ostapiuk M. Y., Goreshnik E., Obushak M. D., Schmidt A. Thiocyanatoarylation of methyl vinyl ketone under Meerwein conditions for the synthesis of 2-aminothiazole-based heterocyclic systems // Org. Lett.. – 2022. – 24, № 25 – P. 4575-4579.

ПОЛІАКРИЛАМІДНІ ГІДРОГЕЛЕВІ ПЛАСТИНИ АРМОВАНІ ПОЛІПРОПІЛЕНОВОЮ СІТКОЮ

Борденюк Олена Юріївна,
здобувач вищої освіти ІІ-го курсу магістратури, olena.bordeniuk.mnkhtm.2021@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Боцула Дар'я Миколаївна,
здобувач вищої освіти ІІ-го курсу магістратури, daria.botsula.mnkhtm.2021@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Капаціла Соломія Михайлівна,
здобувач вищої освіти І-го курсу магістратури, solomiia.kapatsila.mnkhtm.2022@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Носова Наталія Геріанівна,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, nataliia.h.nosova@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Гідрогелі інтенсивно досліджуються упродовж останніх чотирьох десятиліть і знайшли застосування в різних сферах життєдіяльності людини, таких як, медицина, сільське господарство, екологія, фармакологія. Широке застосування гідрогелі, завдяки біосумісності з тканинами людського організму, знаходять в медицині, зокрема, при створенні предметів санітарно-гігієнічного призначення та носіїв лікарських препаратів, для одержання м'яких контактних лінз, матеріалів для перев'язування та лікування ран, іонообмінних мембран, замінників тканин, таких як шкіра, хрящі, м'язи та ін. Недоліками, які обмежують виробництво та застосування гідрогелів, є незбалансованість їх окремих властивостей (фізико-механічних, сорбційних та ін.). Тому, сьогодні активно ведуться роботи щодо створення нових технологій одержання та способів покращення властивостей гідрогелевих матеріалів.

В роботі пропонується для надання підвищених механічних властивостей поліакриламідному гідрогелю проводити його армування поліпропіленовою сіткою, внаслідок утворення ковалентного зв'язку між поліакриламідним полімером та макромолекулами модифікованої поверхні поліпропілену.

Результати досліджень радикальної кополімеризації комономерів з одночасним прищепленням утворених макромолекул кополімеру до поверхні пероксидованої поліпропіленової сітки свідчать, що процес радикальної кополімеризації комономерів рівночасно ініціюється двома пероксидними ініціаторами, один з яких є в об'ємі реакційної суміші, а другий ковалентно закріплений на пероксидованій поверхні поліпропілену. Встановлено, що тільки за умови узгодженості проходження процесів ініціювання з об'єму реакційного середовища та з поверхні армувальної сітки відбувається процес прищеплення до поверхні

Основним завданням, яке реалізується при армуванні гідрогелю поліпропіленовою сіткою, є зростання його фізико-механічних властивостей. У таблиці 1 наведено величини коефіцієнта Пуассона, модуля Юнга та границі міцності на стискання. Спостерігається помітне зростання модуля Юнга одержаного композиційного матеріалу. Використання непероксидованої сітки підвищує механічні властивості композиту у порівнянні з механічними властивостями неармованого гідрогелю у 9 разів. Формування поліпероксидного шару на волокнах армувальної сітки при використанні розчину пероксидовмісного кополімеру з концентрацією до 0,5% не призводить до суттєвого збільшення механічних властивостей, тобто за такої концентрації поліпероксиду на поліпропіленовій поверхні не формується суцільний прищеплений шар поліпероксиду,

здатний забезпечити ефективне ініціювання від поверхні.

Таблиця 1

Фізико-механічні характеристики армованих гідрогелевих пластин

№	Наявність поліпропі-ленової сітки	Концентрація поліпероксиду*, %	Ступінь набрякання, г води/ г полімеру	Модуль Юнга, кПа E	Коефі-цієнт Пуассона	Границя міцності Па
1	-	-	10,5	19±5	0,49±0,03	14202
2	+	0	10,5	170±35	0,5±0,03	20100
3	+	0,25	10,5	220±30	0,45±0,03	28000
4	+	0,50	10,5	216±60	0,5±0,03	29000
6	+	0,75	10,5	620±50	0,45±0,04	33000
7	+	1,00	10,5	940±50	0,45±0,02	39000
8	+	0	13,9	120±40	0,45±0,04	24275
9			16,2	140±20	0,42±0,03	18430
10			33,5	130±20	0,42±0,04	15230
11	+	1,00	13,9	595±50	0,45±0,07	33700
12			16,2	440±50	0,46±0,04	28242
13			33,5	165±40	0,5±0,04	22120

* концентрація поліпероксиду в розчині, з якого формується наношар поліпероксиду на поверхні, визначає висоту пероксидованого шару прищепленого до поліпропіленової поверхні

Використання розчинів поліпероксиду з концентрацією більше 0,75% забезпечує достатню кількість пероксидних груп для формування ефективного поліпероксидного шару, про що свідчить значне збільшення значення модуля Юнга. Так, при використанні для армування гідрогелевої пластини поліпропіленової сітки (попередньо модифікованої 1% розчином поліпероксиду) призводить до значення модуля Юнга гідрогелевої пластини 940 КПа, що у 5,5 разів перевищує значення, яке спостерігається при отриманні гідрогелевої пластини, яку армовано з використанням непероксидованої сітки.

Таким чином, отримані поліакриламідні гідрогелеві пластини армовані поліпропіленовою сіткою, які поєднують властивості полімерів різної природи, набувають покращених експлуатаційних характеристик: гідрогелева структура забезпечує біосумісність з тканинами живого організму, здатність сорбувати і вивільняти лікарські препарати, еластичність і атравматичність, а матеріал армуючого полімеру – необхідну механічну міцність.

ПІДХІД ДО СИНТЕЗУ 2,4,6-ТРИФЕНІЛАНІЛІНУ З ФРАГМЕНТАМИ КАРБАЗОЛУ

Бутенко Сергій Олександрович,
аспірант, serhii.butenko@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Єфімов Ілля Андрійович,
здобувач вищої освіти, ІІІ курс, illia.yefimov@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Новосад Владислав Васильович,
здобувач вищої освіти, ІІІ курс, vladyslav.novosad@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Аксьонова Мирослава Василівна,
здобувачка ІІ рівня вищої освіти, І курс магістратури, myroslava.aksonova@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Горак Юрій Ігорович,
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, yuriy.horak@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

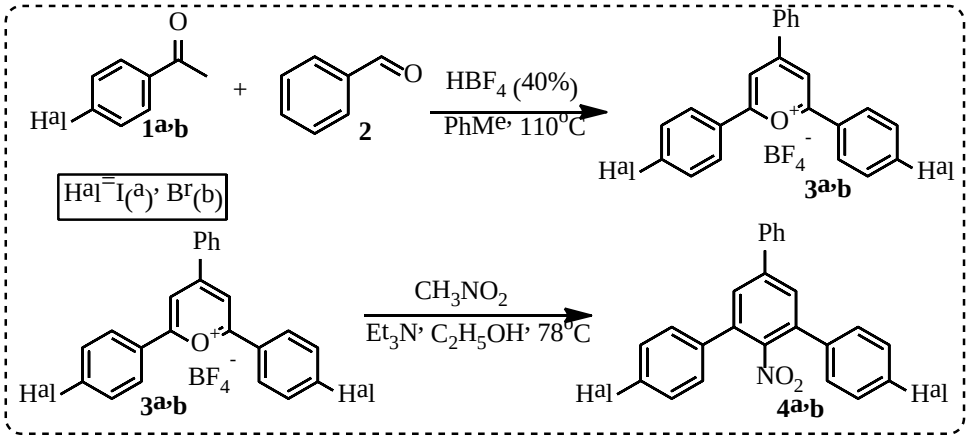
Литвин Роман Зіновійович,
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, roman.lytvyn@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Обушак Микола Дмитрович,
доктор хімічних наук, професор, mykola.obushak@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

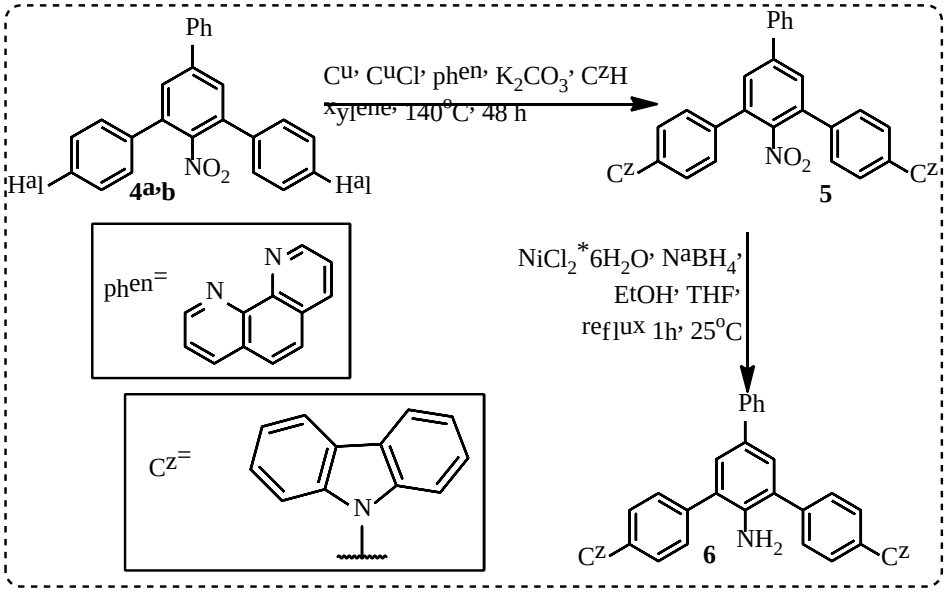
Протягом останніх десятиліть увага багатьох хіміків-органіків прикута до дизайну та синтезу π-кон'югованих органічних матеріалів, що пояснюється їх активним застосуванням в органічній оптоелектроніці. Зараз переважну більшість (опто)електронних пристроїв створюють на основі тонких плівок органічних напівпровідників. У цьому випадку важливим фактором у плані стабільності роботи пристроїв є морфологічна стійкість отриманих плівок, яка, у свою чергу, визначається їхньою температурою склування. Загалом, температура склування плівок органічних сполук залежить від багатьох факторів, проте, на практиці зазвичай використовують непряму залежність підвищення температури склування зі збільшенням молекулярної маси органічної сполуки. Тому матеріали для оптоелектроніки є досить «великими» молекулами, часто з молекулярними масами більше 500 Da. Очевидно, що такі вимоги створюють запит на розробку простих та ефективних методів синтезу доволі складних кон'югованих органічних сполук з простих та дешевих комерційно доступних вихідних реагентів. Більше того, зручні методи синтезу такого типу сполук, котрі містять функційні групи, дають змогу в подальшому функціоналізувати їх відповідно і отримувати широку гаму речовин, перспекивних до застосування в органічній (опто)електроніці.

Керуючись такими передумовами, ми звернули увагу на піридієві солі **3**, які можна отримувати конденсацією комерційно доступних реагентів – ацетофенонів **1a,b** з бензальдегідом **2** за наявності тетрафтороборної кислоти. Отримані в результаті такого перетворення тетрафтороборатні солі піридію **3a,b** вводили в реакцію з нітрометаном, у результаті чого з хорошими виходами отримали галогенозаміщені 2,4,6-трифенілнітробензоли **4a,b**. Слід зауважити, що застосування в аналогічних умовах реакції

перхлоратів піролію замість тетрафтороборатів не дає змоги отримувати сполуки **4a,b**; утворюються продукти з розкриттям пірилієвого циклу.



Далі отримані сполуки **4a,b** вводили в реакцію Ульмана з карбазолом. Як з'ясували, реакція йодопохідного **4a** з карабазолом відбувається достатньо добре при кип'ятінні згаданих реагентів у ксилолі протягом 48 год за наявності каталітичної системи Cu/CuCl/phen та основи – карбонату калію. Натомість застосування бромопохідного **4b** в аналогічній реакції вже вимагає проведення її у більш жорстких умовах –кип'ятіння в *орто*-дихлоробензолі і, крім того, очистка цільового дикарбазолільного продукту **5** є складнішою в практичному відношенні. Для отримання необхідної нам функційної групи нітросполуку **5** відновили за допомогою каталітичної системи $NaBH_4/NiCl_2 \cdot 6H_2O$ до відповідного 2,4,6-трифеніланіліну з фрагментами карбазолу **6**. Незважаючи на певні стеричні утруднення, реакція відбувається добре, вихід сполуки **6** – високий.



Отже ми розробили зручний метод синтезу аміну **6** – перспективного білдінґ-блоку для конструювання матеріалів для (опто)електроніки, базуючись на застосуванні відносно дешевих та комерційно доступних вихідних реагентів – альдегідів та кетонів, а обрана стратегія синтезу не вимагає застосування дорогих каталізаторів або незручних у практичному розумінні методів синтезу. Ведемо дослідження подальшої модифікації сполуки **6**, а також вивчаємо можливості синтезу білдінґ-блоків типу **6** з іншим просторовим розміщенням замісників.

ІОНІЗАЦІЯ АРОМАТИЧНИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ НЕЙОНОГЕННИХ ПАР

Жуковецька Олена Михайлівна,
аспірант, rentinchibs@gmail.com
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Гузенко Олена Михайлівна,
кандидат хімічних наук, доцент, guzenko@onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Снігур Денис Васильович,
кандидат хімічних наук, доцент, snigur@onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Нейоногенні поверхнево-активні речовини (нПАР) і організовані середовища на їх основі широко застосовуються в практиці хімічного аналізу. Окремої уваги заслуговує міцелярна екстракція - екологічно-привабливий метод розділення та концентрування, що ґрунтується на фазовому розшаруванні розчинів нПАР при досягненні критичної температури (температури помутніння) та дозволяє досягати високих коефіцієнтів концентрування при своїй простоті й легкості поєднання із різноманітними інструментальними, і в першу чергу спектроскопічними, методами детектування аналітичного сигналу. На нашу думку, головним недоліком класичної міцелярної екстракції є її довготривалість та необхідність нагрівання системи для ініціювання фазового розшарування. Останнє різко звужує коло об’єктів аналізу та аналітів, які можна сконцентрувати методом міцелярної екстракції.

Запропоновано підходи інтенсифікації утворення міцелярної фази дією ультразвукового або мікрохвильового випромінювання, проте в більшості випадків це виправдано лише частково. Принципово інший підхід засновано на хімічному ініціюванні утворення міцелярної фази. Для зменшення температури помутніння розчинів нПАР або, в деяких випадках, ініціювання міцелярної екстракції за кімнатної температури в хімічні системи вводять електроліти, високомолекулярні спирти та органічні речовини різної природи. Уваги заслуговують солі ароматичних карбонових кислот, які сприяють не тільки суттєвому зниженню температури помутніння розчинів нПАР, а й пришвидшують сам процес міцелярної екстракції до кількох хвилин. Проте механізм хімічного ініціювання міцелярної екстракції однозначно не встановлений, як не визначені й критерії свідомого вибору ініціаторів утворення міцелярної фази. Важливим для пояснення механізму ініціювання утворення міцелярної фази є інформація про кислотно-основні властивості ініціаторів та вплив на їх зміну концентрації нПАР.

Дана робота присвячено визначенню констант йонізації деяких ароматичних карбонових кислот (толуїлових кислот) в присутності Тритону Х-100 методом потенціометричного титрування. Оскільки для міцелярної екстракції застосовують розчини Тритону Х-100, концентрація нПАР яких перевищує критичну концентрацію міцелоутворення, кислотно-основні властивості толуїлових кислот досліджували при вмісті нПАР 1-10 об.%.

Збільшення вмісту нПАР призводить до послаблення кислотних властивостей толуїлових кислот. Величина рКа лінійно збільшується до вмісту НПАР 5 об.% та при подальшому збільшенні вмісту Тритону Х-100 крива виходить на плато, а велична рКа сягає 4,87±0,05 (для м-толуїлової кислоти). Подібна поведінка характерна й для інших досліджених толуїлових кислот.

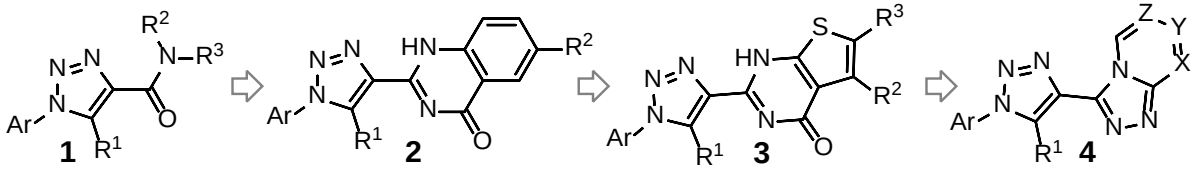
СИНТЕЗ НОВИХ 1Н-1,2,3-ТРИАЗОЛІВ З 1,2,4-ТРИАЗОЛОАЗИНОВИМИ ФРАГМЕНТАМИ ДЛЯ ВІДКРИТТЯ ПРОТИПУХЛИНИХ АГЕНТІВ

Закопайло Дар`я Володимирівна,
магістрант, dsukhina@ukr.net
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Походило Назарій Тарасович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, nazariy.pokhodylo@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

В останні роки серед представників 1-арил-1*H*-1,2,3-триазол-4-карбоксамідів відкрито низку протипухлинних агентів проти різних видів раку, що діють у наномолярних концентраціях. Як потенційні механізми антипроліферативної та цитотоксичної дії цих сполук, показано інгібування ДНК-топоізомерази-IIα, тирозин-протеїнкінази c-Met, білка теплового шоку 90 (Hsp90) та сигнального шляху Wnt/β-катеніну. Нещодавно нами відкрито новий 1-арил-1Н-1,2,3-триазол-4-карбоксамід, що пригнічував ріст клітин лейкемії (SR, МОЛТ-4; CCRF-CEM; HL-60(TB); K-562; RPMI-8226, Jurkat), знижував потенціал мітохондріальної мембрани та індукував пошкодження ДНК у клітинах Jurkat без зв'язування та/або інтеркаляції в молекулу ДНК [1]. Загалом, це вказує на перспективність пошуку високоактивних протипухлинних агентів серед цих сполук та споріднених до них структур.

Як шлях оптимізації нами запропоновано заміщення карбоксамідного фрагменту більш стабільним до метаболізму біоізостером. З'ясувавши деякі закономірності «структура–активність» для високоактивних 1,2,3-триазол-4-карбоксамідів **1** та на основі фрагмент-орієнтованого дизайну, обрано перспективні напрямки синтезу нових 4-гетерилзаміщених 1-арил-1*H*-1,2,3-триазолів. Попередній скринінг на вибірці одержаних 4-гетерил-1-арил-1*H*-1,2,3-триазолів продемонстрував перспективність такого підходу. Зокрема, знайдено (1Н-1,2,3-тріазол-4-іл)хіназолін-4(3*H*)-он **2** що пригнічував ріст клітин раку яєчників [2]. У розвитку цього каркасу розроблено доступний і ефективний спосіб одержання 2-триазол-4-іл-тієно[2,3-*d*]піримідинів **3** [3]. Проте з'ясувалася низка обмежень через низьку розчинність тієно[2,3-*d*]піримідинових похідних, що змусило розпочати дослідження із заміщення їх більш розчинними 1,2,4-триазолоазинами **4** 1,2,4-триазолопіридинових, 1,2,4-триазолопіримідинових та [1,2,4]триазолопіразинових рядів. Синтез та дослідження протипухлинних властивостей нових 1*H*-1,2,3-триазолів із конденсованими 1,2,4-триазолоазиновими фрагментами на даний час проводяться в нашій лабораторії.



1. Pokhodylo N., Finiuk N., Klyuchivska O., Tupychak M.A., Matiychuk V., Goreshnik E., Stoika R. Novel N-(4-thiocyanatophenyl)-1H-1, 2, 3-triazole-4-carboxamides exhibit selective cytotoxic activity at nanomolar doses towards human leukemic T-cells // *Eur. J. Med, Chem.* 2022. Vol. 241. Art. 114633. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2022.114633
2. Pokhodylo N., Shyyka O., Finiuk N., Stoika R. Selected 5-amino-1-aryl-1*H*-1,2,3-triazole scaffolds as promising antiproliferative agents // *Ukr. Biochem. J.* 2020. Vol. 92, No. 5. P. 23–32. https://doi.org/10.15407/ubj92.05.023
3. Sekh T.V., Shyyka O.Y., Pokhodylo N.T. Obushak M.D. Synthesis of 1*H*-1,2,3-triazole-4-carbonitriles as building blocks for promising 2-(triazol-4-yl)-thieno[2,3-d]pyrimidine drug candidates // *Synth. Commun.* 2021. Vol. 51, No. 20. P. 3175-3186 https://doi.org/10.1080/00397911.2021.1966041

СПОСОБИ СИНТЕЗУ ПОЛІМАМІДІВ, КАТАЛІЗАТОРИ ТА ІНГІБІТОРИ ПРОЦЕСІВ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ

Костиціна Альона Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, alenagorbul16@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

Матвієнко Олена Василівна,
асистент, el.v.matvienko@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Актуальність теми курсової роботи у тому, що поліаміди є одним з най поширених, полімерів і ми майже кожного дня у побуті та у своєї діяльності стикаємося з предметами з поліамідів. Оберненою стороною використання поліамідів є їх висока зносостійкість, протистояння кліматичним впливам, хімічна стійкість та інші позитивні властивості які створюють проблеми їх утилізації. Тому систематизація методів, які сприяють виведенню поліамідів з ужитку є актуальною проблемою сьогодення. Саме висвітленню цих напрямів і присвячена дана курсова робота.

Поліаміди - це синтетичні полімерні речовини, які синтезовані з високомолекулярних сполук та містить амідний зв'язок {CONH- або CONR- (R, група заміщення)}. Поліаміди можуть бути отримані поліконденсацією або полімеризацією. Поліконденсація, що призводить до утворення поліамідів, називається поліамідуванням. Полімеризацією і конденсацією отримують дану речовину із соамінокарбонових кислот або їх ефірів, а також з дикарбонових кислот (або їх ефірів) і діамінів за схемою:

$$n\ H_2NRCOOH <\pm [\ -\ HNRCO\ -\ ]_n + n\ H_2O$$

$$n\ H_2NRNH_2 + n\ HOOCR'COOH «\pm [-NHRNHCOR'CO-]_n + 2nH_2O$$

де R - аліфатичний або ароматичний радикал.

Поліконденсацію можна проводити в розплаві вихідних сполук або в розчині висококиплячого розчинника, інертного по відношенню до мономерів і полімеру, що утворюється.

Наразі існує кілька способів синтезу поліамідів: об’ємна поліконденсація, полімеризація в розчині, поліконденсація N-силільованого діаміну і хлориду діамінової кислоти.[1] Перший спосіб полягає у полімеризації розплаву суміші діамінових і діацидних мономерів або солі 1:1 цих мономерів та поділяється на пряму поліконденсацію діаміну та дикарбонової кислоти, полімеризацію розплаву сольових мономерів та твердофазну полімеризацію. Другий спосіб поділяється на розчинну поліконденсацію в гомогенній системі, що використовують у тому разі, коли поліконденсація розплаву утруднена або неможлива, та в міжфазній системі. Останній метод досить утруднений, оскільки має певний побічний продукт - HCl, який досить важко усунути, що позначається на швидкості самого процесу.Третій спосіб поділяється на поліконденсації N-силільованого діаміну і хлористого діаміну, оскільки вони мають меншу основність, в результаті чого потребують більш високих температур для конденсації з хлоридами діацидів, а головною перевагою даного методу є легке очищення від домішкових продуктів реакції, через їх високу розчинність або можливе повторне їх використання для даного процесу, а також поліконденсація діізоціанатів і дикарбонових кислот, що використовуються для синтезу ароматичних поліамідів.

Каталізаторами процесів полімеризації можуть бути: каталізатори Циглера-Натта

(зокрема, широкого застосування набув комплекс, що утворюється під час взаємодії $TiCl_4$ з $Al(C_2H_5)_3$, в результаті чого йде процес відновлення до $TiCl_3$, оксидно - металеві каталізатори (найпоширенішим є оксид хрому, нанесений на поверхню будь-якого носія), металеві каталізатори, що мають більш точну керованість, та металоорганічні комплексні каталізатори.[2]

Інгібіторами процесу полімеризації є повітряне інгібітування за допомогою кисню (але під час використання цього методу можуть утворюватися вибухонебезпечні речовини),(2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-іл)оксил,(4-гідрокси-2,2,6,6-тетраметилпіперидин-1-іл)оксил та інші. Також потрібно пам'ятати, що не слід плутати інгібітори зі сповільнювачами, оскільки це різні речовини. А різниця полягає у тому, що останні не мають індукційного періоду та забезпечують постійне зниження швидкості реакції, на відміну від перших.

Для того, щоб зробити переробку життєздатною стратегією для пластмас після споживання, необхідно розробити економічно обґрунтовані процеси ревалоризації. Амоноліз поліамідів може бути такою передовою технологією переробки; однак, через жорстку структуру цих поліамідних пластиків, умови експлуатації сучасних процесів амонолізу є жорсткими, тобто здійснюється за високих температур та тиску. Хоча і тут знайшли вихід, який полягає у використанні твердого каталізатора кислоти Льюїса та 1 бар NH_3 в простому гліколевому розчиннику при 200 °C.На нашу радість, гліцерин біологічного походження (отриманий шляхом омилення тригліцеридів) також може безпосередньо слугувати відповідним розчинником, навіть перевершуючи процес амонолізу у високоочищеному гліцерині. Також запропоновано новий ефективний метод хімічного розкладу поліаміду 6.6 процесами гліколізу та аміногліколізу. Гліколіз проводять з використанням масового надлишку етиленгліколю, як розкладаючого агенту в присутності каталізатора. Також в якості іншого розкладаючого агенту в процесі аміногліколізу використовували суміш етиленгліколю та триетилентетраміну. Описаний процес розкладання не потребував використання підвищеного тиску. Тобто методів утилізації даного матеріалу є безліч і вони удосконалюються з кожним разом через плідну працю науковців.

1. Kricheldorf HR Handbook of polymer synthesis. CRC Press, New Yorkю- 1991.
2. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ". – 2016. – 161 с.

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВУГІЛЛЯ НА ЙОГО РОЗМОЛОЗДАТНІСТЬ

Коваль Валентин Валерійович,
аспірант IV курсу, kovalen79@gmail.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Богоявленська Олена Володимирівна,
кандидат технічних наук, доцент, evbsob@gmail.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Мірошниченко Денис Вікторович,
доктор технічних наук, професор, dvmir79@gmail.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Відомо, що підготовка вугілля до спалювання або коксування є важливою ланкою в технологічному ланцюжку підприємства, а спосіб подрібнення вугілля має великий вплив на якість і кількість продукції [1, 2]. Рівень і спосіб подрібнення вугілля, мають величезний вплив на міцність і крупність коксу, продуктивність коксових печей, витрати на підготовку вугілля, умови роботи вуглепідготовчих та коксових цехів. Також на теплоелектростанціях вугілля переважно спалюється в пилоподібному стані. Приготування вугільного пилу складається з декількох стадій, але найбільш складною та енергоємною стадією є розмелювання палива. Для проектування та експлуатації розмольного обладнання необхідно знати характеристики міцності палива, серед яких основною є розмолоздатність, що відображає опір палива розмелу в процесі пилоприготування. [3].

У цій роботі досліджено 14 зразків вугілля (Україна, російська федерація, США, Казахстан), що характеризується різним ступенем метаморфізму та петрографічної однорідності. У таблицях 1–3 наведено максимальні, мінімальні та середні показники технологічних властивостей, петрографічних характеристик та елементного складу досліджуваних зразків вугілля.

Таблиця 1. *Технологічні властивості*

Значення	Технічний аналіз, %			Коефіцієнт розмолоздатності за Хардгровим, од.	Коефіцієнт міцності за Протод`яконовим, од.
	A^d	S^d_t	V^{daf}	*HGI*	*f*
Максимальне	10.8	1.32	38.6	86	1.37
Мінімальне	7.2	0.27	18.3	38	0.65
Середнє	8.5	0.64	28.2	68.2	0.82

Таблиця 2. *Петрографічні характеристики*

Значення	Петрографічний склад, %					Середній довільний показник відбиття вітриніту, %
	Vt	*Sv*	*I*	*L*	*∑FC*	R_0
Максимальне	95	2	75	11	76	1.54
Мінімальне	24	0	5	0	9	0.72
Середнє	70.7	0.5	27.7	1.7	28.9	1.10

Сутність метода Протод'яконова задля оцінки подрібнюваності вугілля полягає в дробленні проби вугілля падаючою гирею, що скидається з постійної висоти та послідуючим визначенням гранулометричного складу дробленого вугілля. Руйнування зерен вугілля ударом падаючої гирі імітує умови подрібнення вугілля в молоткових дробарках, а ситовий

склад подрібненої проби наближається до промислових значень. Натомість за методом Хардгрова повітряно-сухий зразок вугілля, підготовлений до випробування із заданим гранулометричним складом, подрібнюють у градуйованому апарату у стандартних умовах.

Таблиця 3. *Елементний аналіз*

Значення	Елементний аналіз, %				
	C^{daf}	H^{daf}	N^{daf}	S_t^d	O_d^{daf}
Максимальне	90.51	5.84	2.97	1.32	8.55
Мінімальне	83.39	4.52	1.32	0.27	2.62
Середнє	87.18	5.18	1.99	0.65	5.00

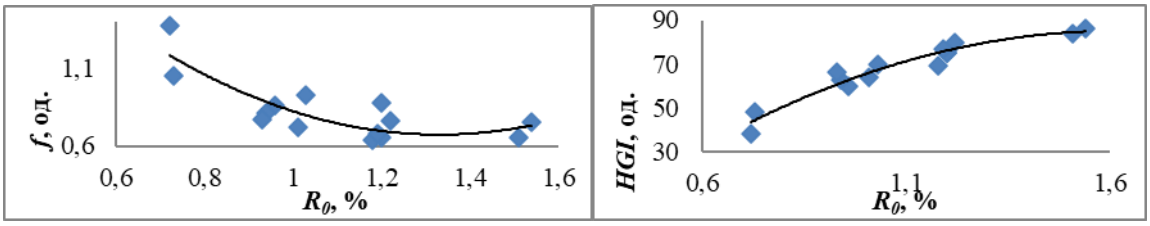
після чого виконують ситовий аналіз отриманого матеріалу.

Для досліджуваних зразків розраховано коефіцієнти парної кореляції між властивостями вугілля та значеннями *f* і *HGI* (табл. 4).

Таблиця 4. *Коефіцієнт парної кореляції r*[1]

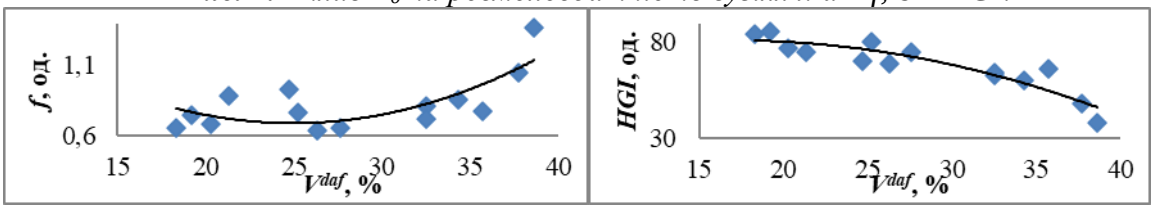
Значення	R_0	V^{daf}	C^{daf}	O_d^{daf}
$\|r\|$	0.693 0.930	0.586 0.896	0.771 0.935	0.798 0.898

Як видно з таблиці 4 значення коефіцієнтів парної кореляції між показниками f і HGI, а також показниками R_0, V^{daf}, C^{daf}, O^{daf}_d, що характеризують склад і структуру вугілля, перевищують 0,5. На рис. 1-4 зображено графічні залежності показників *f* та *HGI* від показників якості вугілля R_0, V^{daf}, C^{daf}, O^{daf}_d. Аналізуючи ці графічні залежності, можна констатувати, що вони задовільно описуються поліномами другого ступеня.



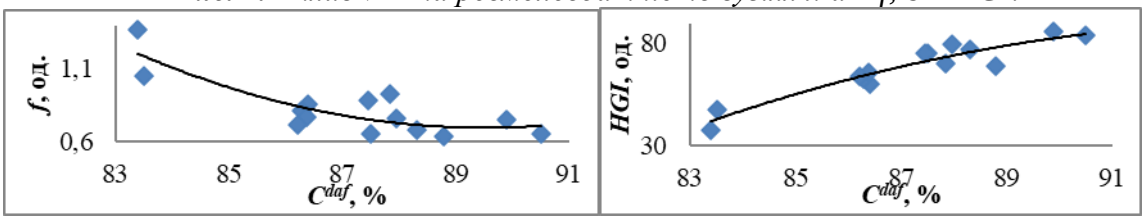
a b

Рис. 1. *Вплив R_0 на розмолоздатність вугілля: a – f; b – HGI.*



a b

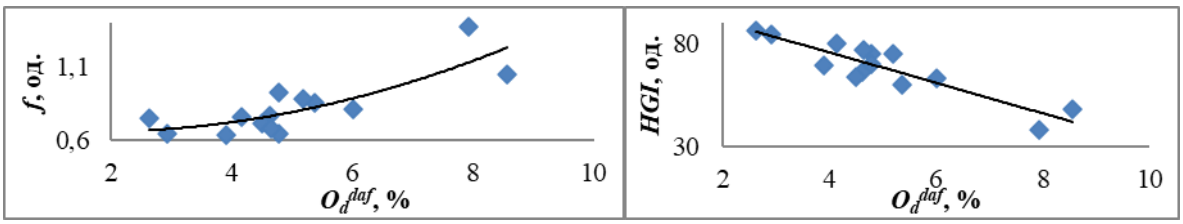
Рис. 2. *Вплив V^{daf} на розмолоздатність вугілля: a – f; b – HGI.*



a b

Рис. 3. *Вплив C^{daf} на розмолоздатність вугілля: a – f; b – HGI.*

[1] У чисельнику для *f*; у знаменнику - за *HGI*.



a b

Рис. 4. *Вплив O^{daf}_d на розмолоздатність вугілля: a – f; b – HGI.*

На рис. 5 наведено графік залежності коефіцієнту міцності *f* від коефіцієнта розмолоздатності *HGI*, з аналізу якого можна зробити висновок, що ці два показники взаємопов'язані, а коефіцієнт кореляції становить 0,90.

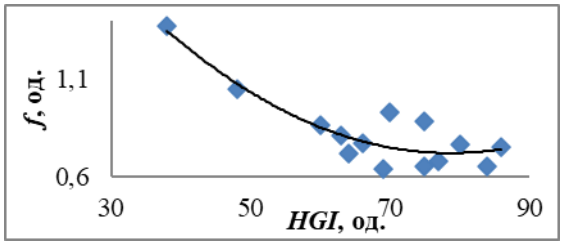


Рис. 5. *Вплив HGI на f*

У таблиці 5 наведено математичні рівняння (1)–(8) та статистичну оцінку залежностей досліджуваних показників властивостей вугілля, що дають змогу успішно прогнозувати показники *f* та *HGI*.

Таблиця 5*. Математичні рівняння та їх статистична оцінка*

№	Вид рівняння	R^2
1	$f = 1.3695 \cdot R_0^2 - 3.6455 \cdot R_0 + 3.0978$	0.711
2	$HGI = -51.754 \cdot R_0^2 + 167.42 \cdot R_0 - 50.297$	0.937
3	$f = 0.0024 \cdot (V^{daf})^2 - 0.1199 \cdot V^{daf} + 2.1846$	0.550
4	$HGI = -0.0738 \cdot (V^{daf})^2 + 2.487 \cdot V^{daf} + 60.081$	0.845
5	$f = 0.0136 \cdot (C^{daf})^2 - 2.4376 \cdot C^{daf} + 109.79$	0.716
6	$HGI = -0.396 \cdot (C^{daf})^2 + 74.843 \cdot C^{daf} - 3445.1$	0.897
7	$f = 0.0119 \cdot (O_d^{daf})^2 - 0.0385 \cdot O_d^{daf} + 0.6895$	0.674
8	$HGI = -0.0141 \cdot (O_d^{daf})^2 - 7.164 \cdot O_d^{daf} + 104.42$	0.807
9	$f = 0.0004 \cdot HGI^2 - 0.0599 \cdot HGI + 3.0722$	0.814

Показано, що вплив показників якості вугілля на коефіцієнт їх міцності за Протод`яконовим (*f*) значно нижчий ($R^2$=0,550-0,716), ніж на коефіцієнт їх розмолоздатності за Хардгровим (*HGI*): $R^2$=0,807-0,937. Виходячи з цього, для прогнозування розмолоздатності вугілля краще використовувати метод Хардгрова, а не метод Протод`яконова.

Крім того, у таблиці 5 наведено рівняння (9), що дає можливість передбачити розмолоздатність вугілля за наявності одного значення з двох.

Визначено якісні показники 14 зразків вугілля, що характеризуються різним ступенем метаморфізму, технічного аналізу, петрографічного, пластометричного та елементного складу, а також показниками розмолоздатності.

Розроблено графічно-математичні залежності, що дозволяють прогнозувати розмолоздатність вугілля за методами Протод`яконова (*f*) і Хардгрова (*HGI*) на основі

визначення показників їх якості (R_0, V^{daf}, C^{daf}, O^{daf}_d).

Встановлено, що значення показників *HGI* та f обернено пропорційні; розроблено математичну та графічну залежність їх прогнозу на основі значень одного з них.

1. Miroshnichenko, D. (2013). Crushing properties of coal. // *Coke and Chemistry*. – 2013. – Vol. 56. – P. 449-455. https://doi.org/10.3103/S1068364X13120090

2. Shmeltser, E., Lyalyuk, V., Sokolova, V., Miroshnichenko, D. Influence of the Crushing of Bituminous Batch on Coke quality. // *Coke and Chemistry*. – 2017. – Vol. 60. – P. 470-475. https://doi.org/10.3103/S1068364X17120067

3. Miroshnichenko D.V., Desna N.A., Koval V.V., Fatenko S.V. Hardgrove grindability of coal. Part 1. Correlations with composition, structure, and properties // Coke and Chemistry. – 2019. – Vol. 62 . – P. 1–4. https://doi.org/10.3103/S1068364X19010058

РОЗЧИНИ ПОЛІМЕРІВ, ЇХ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИКЛАДІ ПОЛІЕТИЛЕНІВ

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

Віленський Володимир Олексійович,
професор (б. в. з.), доктор хімічних наук, volodymyr-vilensky@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Матвієнко Олена Василівна,
асистент, el.v.matvienko@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Важливе практичне значення мають розчини полімерів у низькомолекулярних рідинах. Перш за все, вивчення властивостей, якими володіють розчини, дають можливість визначити основні молекулярні характеристики високомолекулярних сполук, таких як молекулярна маса, форма макромолекул та параметри їх гнучкості. Так як багато полімерів синтезуються в в тих чи інших рідких середовищах, то на закономірності процесів та кінцеві властивості полімерів впливатимуть також розчини, в яких вони знаходяться. Також при переробці полімерів у готові вироби використовують процеси розчинення, наприклад, нанесення покриттів, виготовлення плівок та волокон, наповнення полімерних матриць тощо. Через це виникає завдання визначення залежності властивостей розчинів високомолекулярних сполук від їх технологічних характеристик.

Фізичні і хімічні властивості виробів зі схожих систем значною мірою визначаються специфікою взаємодії полімеру і низькомолекулярних речовин. Важливі практичні характеристики, які також пов’язані з розчинами ВМВ, наприклад, стійкість полімерів до дії розчинників, можна передбачити при детальному вивченні систем «ВМС – НМР».

Процес розчинення є рівномірним розподілом одного компонента в іншому (процес утворення гомогенних систем). Високомолекулярні сполуки, розчиняючись у тому чи іншому розчиннику утворюють розчини ВМС. В залежності від спорідненості ВМС до розчинника утворюються або істинні або колоїдні розчини чи клеї. Молекули ВМС, які містять у своєму складі полярні групи можуть за певних умов утворювати водні розчини (розчин ПВА, полівінілового спирту тощо). Високомолекулярні речовини, які не містять полярних груп здатні утворювати тільки розчини з неполярними розчинниками або розчинятися (набухати) не повністю [1].

Істинні розчини утворюються у випадку спорідненості між полімером та розчинником. А золі — коли подібної спорідненості немає. Золі полімерів, які не мають спорідненості називають ліофільними.

Специфічними особливостями володіють істинні розчини полімерів, що зумовлено великою різницею розмірів молекул полімеру та розчинника. Такими особливостями є явище набухання, висока в'язкість навіть розбавлених розчинів і ще ряд відхилень від класичних законів та рівнянь термодинаміки.

Набухання — процес поглинання низькомолекулярних рідин або їх пари полімером. В результаті чого збільшується маса полімеру, його об'єм та змінюється структура. Розрізняють необмежене та обмежене набухання.

Розчини полімерів можуть бути розбавленими та концентрованими. В результаті взаємодії макромолекул можуть утворюватися асоціати, їх розміри і термін існування залежить від будови полімеру і розчинника, від концентрації розчину та температури. Головною особливістю розчинів полімерів — є їх аномально висока в'язкість і її швидке зростання при збільшенні концентрації ВМС [2].

В даній роботі розглядається характеристика і призначення полімерів на прикладі поліетилену. Поліетилен подібно до більшості інших полімерів має частково аморфну структуру, ступінь його кристалічності змінюється в межах 55% - 90%, що впливає на зміну його густини від 0,92 до 0,96 г/см^3 і, відповідно, температури плавлення. Також на формування поліетиленових ланцюгів впливає тиск, за якого матеріал одержують [3].

Наприклад, ПЕВТ (поліетилен високого тиску) стійкий до дії кислот, лугів, водних розчинів солей, проте не стійкий до дії сильних окисників і концентрованих сульфатної та нітратної кислот. В органічних розчинниках за кімнатної температури поліетилен не розчиняється, проте він розчинний в ароматичних та аліфатичних галогенопохідних вуглеводнів за температурі 70 ºС.

Отже, як власна природа індивідуальних ВМС, так і їх розчинів може суттєво впливати на фізико-хімічні властивості полімерних матеріалів, що дає змогу використовувати дані особливості на практиці.

1. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ ”КПІ”, 2016. – 161 с.

2. Скляр А. М. Вступ до хімії полімерів / А. М. Скляр. – Суми: СумДПУ ім А. С. Макаренка, 2010. – 80 с.

3. "Промислові полімери" та "Основи технології виробництва полімерних матеріалів": навчальний посібник до дисципліни та практикумів для студентів хімічного факультету / упорядн. І. О. Савченко, В. Г. Сиромятніков. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 112 с.

НОВІ ГІДРАЗОНИ ТА СЕМІКАРБАЗОНИ – ПОХІДНІ 2-АЦИЛІНДАНДІОНІВ

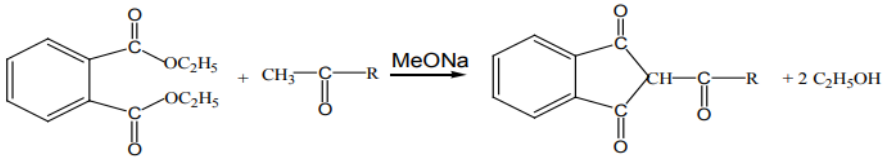
Мельниченко Марія Василівна,
здобувач вищої освіти І курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
masha.melnychenko16@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

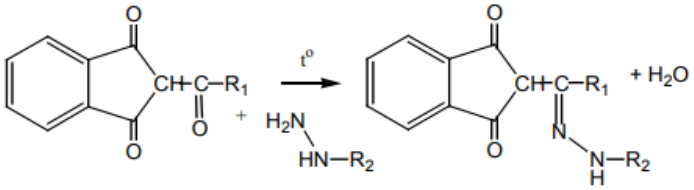
Різноманітні прояви фізіологічної активності похідних 1,3-індандіону спонукали багатьох вчених-органіків до синтезу та вивчення цих речовин. Таким чином було виявлено, що 2-ациліндандіони виявляють протипухлинну, спазмолітичну, протизапальну, антикоагулятивну дію та застосовуються на практиці як родентициди.[1-2]

Важливою особливістю будови речовин даного класу є їхня здатність до таутомерних перетворень, а саме – кето-енольна таутомерія. Наявність кетонної групи дозволяє 2-ациліндандіонам досить активно реагувати гідразинами, гідразидами, утворюючи відповідно алкіл-, арил- чи ацилгідразони. Реакція з первинними амінами протікає трохи важче і в деяких випадках вимагає тривалого нагрівання з утворенням імінів. Таким чином, при введенні в молекулу певних структурних фрагментів, можна спостерігати утворення зовсім нових речовин, що є цінними за своєю фізіологічною дією.[3]

2-ацил-1,3-індандіони синтезуються давно відомим методом – шляхом конденсації Кляйзена, що полягає у конденсації фталатів з відповідними метилалкіл- або метилароїлкетонам у присутності алкоголятів лужних металів як каталізаторів: [4]



Автори роботи [4] встановили, що отримані 2-ацил-1,3-індандіони можуть легко реагувати з гідразидами та гідразинами у спиртовому розчині, утворюючи відповідні гідразони.



Так само протікає реакція і з семікаразидом і тіосемікарбазидом з утворенням семікарбазонів і тіосемікабазонів відповідно.

Антиоксидантну активність отриманих речовин можна досліджувати за допомогою DPPH-методу. Попередні дослідження показали, що значна кількість отриманих речовин знебарвлюють дифенілпікрилгідразил, виявляючи антирадикальну активність.[4]

Таким чином, дослідження 2-ацил-1,3-індандіонів є досить актуальною темою для сьогодення і майбутнього, особливо це впливає на розвиок фармацевтичної галузі; вивчення антирадикальної активності ароїліндандіонів потребує подальшого дослідження.

1. Пат. 8024128 (1980) Японії // C.A. Vol.93. № 114189.
2. Пат. 171342 (1986) ЄС // C.A. Vol.104. № 109627
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. Листван В.В., Листван В.М., Авдєєва В.В. 2-Ациліндандіони як напівпродукти для синтезу нових сполук з потенційною фізіологічною активністю //Наук. записки Тернопільського держ. пед. університету. Сер. хім.- 2003.- Вип.7.- С. 10-13.

СИНТЕЗ ТА СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРЕМНЕЗЕМУ, МОДИФІКОВАНОГО КОМПЛЕКСОТВІРНИМИ ПОЛІМЕРАМИ

Мельничук Анастасія Миколаївна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, nastya_melnychuk@ukr.net
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

Силікагель (кремнезем), що являє собою висушений гель кремнієвої кислоти, має широкий спектр застосування у різних галузях промисловості, включаючи осушення, біотехнологію, селективне розділення газів та каталіз, також використовується для адсорбції платинових металів та розділення ізотопів радіоактивних металів [1]. Силікагель характеризується хімічною інертністю, високою термостійкістю та відносно простою в регулюванні пористою структурою. Модифікування поверхні пористих неорганічних матеріалів оксихіноліновмісними полімерами дозволяє отримати сорбенти для видалення йонів токсичних металів із стічних вод за рахунок їх комплексоутворення з атомами нітрогену та оксигену іммобілізованого полімеру [1-4].

Дана робота направлена на синтез та дослідження композиту, одержаного шляхом адсорбції комплексотвірного полімеру на поверхні силікагелю за наступною методикою: певну наважку полімеру вносили у плоскодонну колбу об'ємом 250 мл і розчиняли у тетрагідрофурані (ТГФ). Потім до утвореного розчину додавали наважку силікагелю, нагрівали при температурі 60°С та інтенсивно перемішували на магнітній мішалці протягом 5 годин в атмосфері аргону. Через добу синтезований композит відділяли декантацією на фільтр і висушували при кімнатній температурі протягом декількох діб до сталої маси.

За допомогою фізичних методів, зокрема ІЧ-спектроскопії, термогравіметричного аналізу, диференціальної скануючої калориметрії, скануючої електронної мікроскопії, BET (низькотемпературної адсорбції-десорбції азоту), було досліджено будову та структуру поверхні дослідженого композиту [5-7].

Сорбційні властивості синтезованих композитів щодо йонів Cu(II), Cd(II), Pb(II) та Fe(III) досліджували в статичному режимі. Концентрації йонів у розчині визначали атомно-абсорбційним методом після доби контакту між розчином та поверхнею адсорбенту.

В конічні колби вносили по 0,1 г сорбенту і по 25 мл водних розчинів нітратів катіонів металів в діапазоні концентрацій 4-50 мг/л. Після цього розчини перемішували і залишали на добу. Далі фільтрували розчини і визначали концентрацію йонів до і після адсорбції. Ступінь сорбції та ємність сорбенту розраховували за відповідними формулами.

1. Рябченко, К. В. and Яновская, Э. С. and Тертых, В. А. and Кичкирук, О. Ю. (2013) Комплексообразование переходных металлов с 8-оксихинолином, химически закрепленным на поверхности композита силикагель–полианилин. Журнал неорганической химии, 58 (3). pp. 413-419.

2. Яновська, Е. С. and Кузовенко, В. А. and Кичкирук, О. Ю. and Тьортих, В. А. (2008) Сорбційні властивості силікагелю з ковалентно закріпленим 1-(2-піридилазо)-2-нафтолом щодо йонів токсичних металів. Наукові записки НаУКМА. Хімічні науки і технології, 79. pp. 45-49.

3. Кичкирук, О. Ю. and Янишпольський, В. В. and Тьортих, В. А. (2005) Адсорбція йонів металів кремнеземами із закріпленим на поверхні оксином. Вісник Харківського національного університету. Хімія, 36 (669). pp. 25-28.

4. Кичкирук, О. Ю. and Кусяк, Н. В. and Янишпольський, В. В. and Тьортих, В. А.

(2006) Оптимізація процесу іммобілізації 8-оксихіноліну за одностадійною реакцією Манніха. Магістеріум. НаУКМА. Хімічні науки (24). pp. 72-75.

5. Химия поверхности кремнезема: В 2 ч. / Под ред. академика НАН Украины А. А. Чуйко.- К.: Наук, думка, 2001.-Ч. 1.-736 с.

6. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2008 – 363 с.

Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Електрохімічні методи аналізу. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 273 с.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕТИЛМЕТАКРИЛАТУ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

Невмержицька Галина Валентинівна,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу,nevmerzhitska06@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

Матвієнко Олена Василівна,
асистент, el.v.matvienko@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Метою даної роботи є загальна характеристика та застосування поліметилметакрилату, його фізико-хімічні і фізико-механічні властивості. Поліметилметакрилат – це синтетичний полярний термопластичний прозорий пластик, який є одним із видів полімерів ефірів метакрилової кислоти. Він відомий під назвою акрилове або органічне скло [1] та представляє собою тверду прозору речовину. Цей полімерний матеріал випускають у вигляді листів або гранульованих мас.

Поліметилметакрилат застосовується для виготовлення вимірювальних приладів, у військовій техніці, при виготовленні годинників, світильників, скла для автомобілів, дорожніх знаків, вікон для літаків [2]. Оскільки ця речовина не токсична, то її також використовують для виготовлення лінз окулярів, зубних протезів тощо. До переваг такого органічного скла також можна віднести значну міцність, достатню легкість, високу світлопроникність та стійкість до УФ-випромінювання.

Акрилове скло буває різних видів: матове, прозоре, кольорове, гладке, рельєфне. Найкращим варіантом для побуту є матове скло тому, що воно є більш стійкішим до подряпин та на ньому не залишаються відбитки пальців [3].

Позитивними властивостями органічного скла також є те, що воно підлягає утилізації та вторинній переробці, стійке у хімічному середовищі, досить тривалий час зберігає свій колір, має малу теплопровідність (тобто володіє тепло ізолюючими властивостями). Одна із негативних властивостей такого скла – це легкозаймистість матеріалу.

Поліметилметакрилат розчинний у кетонах, ароматичних вуглеводнях, естерах та карбонових кислотах. Досить стійкий до дії мінеральних кислот та розбавлених розчинів лугів. Матеріал здатний набухати при дії на нього ацетону [4]. Температура розкладання матеріалу становить 330^0С [5].

Даний полімер одержують за допомогою полімеризації метилметакрилату, який синтезується з пропілену.

Механічними властивостями поліметилметакрилату є: міцність близько 70 МПа та високий модуль Юнга (3 ГПа). Густина матеріалу становить 1,19 г/см^3 . Пропускання світла досягає 92%, а ультрафіолету 76%. Навіть при довготривалому опроміненні ультрафіолетом матеріал, виготовлений із поліметилметакрилату, не жовтіє та зберігає свої властивості.

Поліметилметакрилат досить схожий за властивостями зі склом, проте він є набагато стійкішим, міцнішим та легшим матеріалом.

Отже, поліметилметакрилат набув широкого розповсюдження завдяки набору унікальних механічних та фізико-хімічних властивостей. Його використовують для виготовлення великої кількості промислових та побутових приладів, у машинобудуванні та авіації, оскільки органічне скло – міцний та безпечний матеріал.

1. Поліметилметакрилат. URL: http://surl.li/drjqk
2. Властивості, застосування та отримання поліметилметакрилату – Хімія.URL: http://8ref.com/5/referat_54735.html
3. Види акрилового скла.URL: https://www.maxtrix.com.ua/-7
4. Властивості, застосування та отримання поліметилметакрилату.URL: https://refs.co.ua/79799-Svoiystva_primenenie_i_poluchenie_polimetilmetakrilata.html
5. Властивості, застосування та отримання поліметилметакрилату. URL: http://ur.co.ua/108/350-1-svoiystva-primenenie-i-poluchenie-polimetilmetakrilata.html

ХРОМАТОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ МАСИ ПОЛІМЕРІВ

Олексюк Олена Юріївна,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу, olena7859@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

Матвієнко Олена Василівна,
асистент, el.v.matvienko@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Для полімерних матеріалів молекулярна маса (ММ) або розмір молекул відіграє вирішальну роль у визначенні механічних, об'ємних властивостей та властивостей розчинів полімерних матеріалів.

Ці властивості є визначальними у методах переробки полімерів, характеристик кінцевого використання та взаємодії із сусідніми молекулами. У порівнянні з малими молекулами, які мають дискретну і чітко визначену ММ, більшість синтетичних полімерів складаються із сотень та тисяч ланцюгів з різними ММ, що призводить до характерного молекулярно-масового розподілу (ММР).

На відміну від синтетичних полімерів, існує багато природних полімерів, зокрема нафтопродукти, лігніни, натуральні олії та жири, гумінові кислоти, натуральний каучук, целюлоза та полісахариди які мають характерний ММР, залежно від їх джерела та методу виділення. Нуклеїнові кислоти і більшість білків, однак, складаються з чітко визначеної молекулярної структури одномолекулярного виду.

Отже, різні полімери матимуть, по суті, різний ММР, а його форма і ширина будуть залежати від механізму, кінетики й умов полімеризації [1].

Щоб визначити величину ММР використовують хроматографічний метод аналізу, а саме: метод гель-проникної рідинної хроматографії (GPC).

Широке використання GPC зумовлено її здатністю точно та відтворювано визначати ММР полімеру та розрізняти незначні відмінності між тісно пов'язаними фрагментами.

Для проведення дослідження полімер розчиняють у відповідному розчиннику шляхом введення у розчинник невеликого зразку полімеру, і прокачують через хроматографічну колонку. Згодом сигнал детектора записується у вигляді хроматограми (рис. 1.) [2], яка показує розподіл компонентів різних розмірів у досліджуваному зразку, починаючи від найбільшого до найменшого.

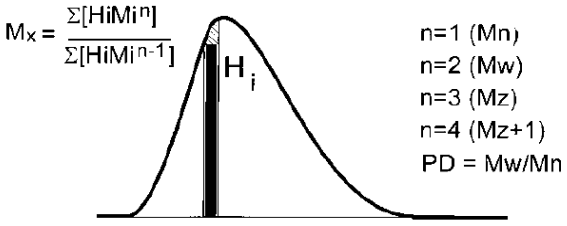


Рис.1. Крива розподілу середніх молекулярно-масових значень взята з [2]

При оброблені хроматограми GPC, її розділяють на кілька вертикальних зрізів і

математично обробляють. Висота кожного зрізу, H_i дорівнює кількості молекул, присутніх у цьому зрізі. Утриманню часу (або об'єму) цього зрізу присвоюється значення молекулярної маси, M_i, який отримано з калібрувального графіку.

Всі значення H_i та M_i присвоєного кожному зрізу, підсумовуються для отримання значень різної молекулярної маси, що описують ММР і для подальшого визначення середнього значення. Ці значення є статистичними моментами розподілу, тоді як показник полідисперсності (PD) є вказівкою на вузькість розподілу [2].

Отже, за допомогою GPC можна точно визначати ММР для різних полімерів, що можуть бути тісно зв'язані між собою.

1. Sadao Mori, Howard G. Barth / Size Exclusion Chromatography – 1999. https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=2D3R8qvJgt8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=viscometric+and+chromatographic+method+of+determining+the+molecular+weight+of+polymers+on+the+example+of+polystyrene+and+isotactic+polypropylene.&ots=YGEcaQsQwu&sig=SC9xe8Xe1sN_aTqxRYXFsK05V2E&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

2. Gary J. Fallick and Rick Nielson/ Liquid Chromatography of Polymers / Waters Corporation, Milford, Massachusetts, USA- 2003.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНО-НЕОРГАНІЧНИХ КОМПОЗИТІВ

Омельчук Анна Олександрівна,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу, annaomelchuk2002@ukr.net
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

Матвієнко Олена Василівна,
асистент, el.v.matvienko@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Останнім часом інтенсивного розвитку набули дослідження, що пов'язані зі створенням нового класу матеріалів багатофункціонального використання – органо-неорганічних композитів (ОНК). ОНК – це матеріали, які в своєму складі поєднують властивості неорганічних наповнювачів (теплостійкість, електричну провідність, механічну міцність тощо) та органічних полімерних матриць (оптичну прозорість, здатність до переробки, стійкість до агресивних середовищ та ін.) [1].

Насамперед нанокомпозити використовуються для отримання різних пластичних матеріалів, які мають напівпровідникові та надпровідникові властивості (нанодроти на полімерній матриці, люмінофори, носії та каталізатори, адсорбенти, що використовуються у фармацевтичній та косметичній промисловостях тощо).

Метою даної роботи є аналіз головних методів дослідження органо-неорганічних композитів.

Серед основних методів дослідження органо-неорганічних композитів виділяють: термогравіметричний, мас-спектрометричний та ІЧ-спектроскопію.

Термогравіметричний метод аналізу полягає у вимірюванні втрат ваги зразку в результаті його безперервного нагрівання. Найчастіше метод використовується з метою визначення концентрації іммобілізованого полімеру синтезованого композиту. В результаті отримуються термограми за якими визначається маса втрат зразку. Втрати переважно зумовлені виділенням залишкової води та термодеструкцією самого полімеру. Перша втрата маси композиту здебільшого спостерігається в діапазоні температур від 90 до 120°С й зумовлена відділенням залишкової води, при подальшому піднятті температури відбувається термодеструкція композиту й за різницею мас розраховується вміст іммобілізованого полімеру.

Мас-спектрометричний метод дослідження полягає на дослідженні іонізації атомів і молекул, що входять до складу проби речовини та реєстрації спектру мас утворених іонів. Найчастіше з метою деталізації процесу термодеструкції композиту його термограму, об'єднують з мас-спектром. За допомогою даних спектрів визначають, залежно від інтенсивності піків, речовини, які утворились в результаті аналізу композиту. Наприклад, піки високої інтенсивності при масі 18 належать до втрат води, піки при 44 – відповідають утворенню вуглекислому газу, піки незначної інтенсивності при 26 переважно свідчать про утворення радикалу CN, а піки в областях від 49 до 55, від 61 до 66, від 74 до 79 – це уламки головного карбонового ланцюга, утворені в процесі деструкції полімеру.

ІЧ-спектроскопія – це метод заснований на взаємодії речовини з електромагнітним випромінюванням в ІЧ діапазоні: між червоним краєм видимого спектра (14000 $см^{-1}$) та початком короткохвильового радіодіапазону (20 $см^{-1}$) [2]. За допомогою даного методу виконується порівняльний аналіз ІЧ-спектрів синтезованого композиту, вихідної речовини та носія й визначається наявність нових смуг поглинання або зникнення існуючих. В результаті

встановлюється факт закріплення органічного модифікатора на певному неорганічному носії.

Таким чином, фізико-хімічний аналіз дозволяє краще вивчити фізико-механічні показники та властивості синтезованих ОНК, що надалі послужить основою для створення нових матеріалів з різнофункціональними властивостями, які будуть використовуватись у різних галузях науки та техніки.

1. Рац О. С. Прилад для визначення концентрації діоксиду вуглецю у повітрі. Bachelor's Thesis. – Київ. – 2020.

2. Хованець Г. І., Медведевських Ю. Г., Закордонський В. П., Кочубей В. В. Фізико-хімічні та механічні властивості органо-неорганічних композитів. Полімерний журнал. – 2015. – 37,№ 4. – С. 369–374.

ЗРУЧНИЙ СПОСІБ СИНТЕЗУ N-ОКСИДІВ 4-ПІРИДИНІЛОКСИЗАМІЩЕНИХ (БЕНЗ)ІМІДАЗО[2,1-b][1,3]ТІАЗИНІВ

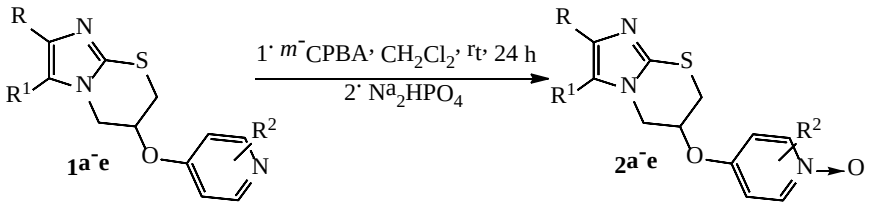
Салієва Леся Миколаївна,
кандидат хімічних наук, старший викладач, saliieva.lesia@vnu.edu.ua
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

Сливка Наталія Юріївна,
кандидат хімічних наук, доцент, slivka.natalia@vnu.edu.ua
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

Вовк Михайло Володимирович,
доктор хімічних наук, професор, член-кореспондент, mvovk@ioch.kiev.ua
Інститут органічної хімії НАН України, Україна

Впродовж останнього часу посилена увага дослідників зосереджена на похідних імідазо[2,1-*b*]тіазину, серед яких знайдено сполуки із антиоксидантною [1], противірусною [2], протитуберкульозною [3], антитрипаноцидною [4] дією, цитотоксичним ефектом до неракових F2408 та ракових 5RP7 клітин [5]. Разом з тим не менш привабливими видаються гетероциклічні системи із фрагментом *N*-оксиду, який зумовлює широкий спектр біологічних властивостей. Тому видавалось доцільним поєднати у структурі молекули імідазо[2,1-*b*]тіазинове ядро та із фрагментом піридин-*N*-оксиду.

Для реалізації поставленого завдання як модельні об'єкти використано раніше синтезовані нами 4-піридинілоксизаміщені (бенз)імідазо[2,1-*b*]тіазини [17]. Знайдено, що 6-(піридин-4-ілокси)-6,7-дигідро-5*H*-імідазо[2,1-*b*]тіазини **1a-c** та 3-(піридин-4-ілокси)-3,4-дигідро-2*H*-бенз[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазини **1d,e** при обробленні *м*-хлоронадбензойною кислотою в дихлорометані за кімнатної температури піддаються селективному окисненню тільки атома азоту піридинового циклу з утворенням відповідних піридин-*N*-оксидів **2a-e** (схема 1).



R = R¹ = Ph, R² = 2-Cl (**a**), R = R¹ = Ph, R² = 2-Cl-5-I (**b**), R = R¹ = Ph, R² = 3,5-Cl₂ (**c**),
R = R¹ = (-CH=CH-)₂, R² = 2-Cl (**d**), R = R¹ = (-CH=CH-)₂, R² = 2-Cl-5-I (**e**)

Схема 1. Синтез піридин-*N*-оксидів **2a-e**

Склад та будова усіх синтезованих сполук доведена комплексним фізико-хімічним аналізом. Так, ЯМР ^{1}H та ^{13}C-спектри характеризуються наявністю сигналів тільки однієї індивідуальної сполуки, що свідчить про селективність процесу окиснення. При цьому діапазони поглинання метиленових та метинової груп імідазотіазинового біциклу продуктів окиснення **2a-e** дуже близькі до діапазонів поглинання відповідних груп вихідних сполук **1a-e**. За даними хромато-мас-спектрометрії молекулярна маса продуктів реакції збільшена на 16 одиниць. Ці факти надійно підтверджують утворення в процесі реакції *N*-оксидів і виключають можливість реалізації окиснювальних трансформацій за участю атома сірки.

1. Ramos Rodríguez, A. O., Magaña Vergara, N. E., Mojica Sánchez, J. P., Sumaya Martínez, M. T., Gómez Sandoval, Z., Cruz, A., Ramos Organillo, A. Synthesis, crystal structure, antioxidant

activity and dft study of 2-aryl-2,3-dihydro-4*H*-[1,3]thiazino[3,2-*a*]benzimidazol-4-one. *Journal of Molecular Structure.* 2020. Vol. 1199. P. 127036.
2. Nikolova, I., Slavchev, I., Ravutsov, M., Dangalov, M., Nikolova, Y., Zagranyarska, I., Stoyanova, A., Nikolova, N., Mukova, L., Grozdanov, P., Nikolova, R., Shivachev, B., Kuz'min, V. E., Ognichenko, L. N., Galabov, A. S., Dobrikov, G. M. Anti-enteroviral activity of new MDL-860 analogues: Synthesis, in vitro/in vivo studies and QSAR analysis. *Bioorganic Chemistry.* 2019. Vol. 85. P. 487-497.
3. Gong, J.-X., He, Y., Cui, Z.-L., Guo, Y.-W. Synthesis, spectral characterization, and antituberculosis activity of thiazino[3,2-*a*]benzimidazole derivatives. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements.* 2016. Vol. 191. № 7. P. 1036-1041.
4. Thompson, A. M., O'Connor, P. D., Marshall, A. J., Francisco, A. F., Kelly, J. M., Riley, J., Read, K. D., Perez, C. J., Cornwall, S., Thompson, R. C. A., Keenan, M., White, K. L., Charman, S. A., Zulfiqar, B., Sykes, M. L., Avery, V. M., Chatelain, E., Denny, W. A. Re-evaluating pretomanid analogues for Chagas disease: Hit-to-lead studies reveal both in vitro and in vivo trypanocidal efficacy. *European Journal of Medicinal Chemistry.* 2020. Vol. 207. P. 112849.
5. Meriç, A., İncesu, Z., Hatipoğlu, İ. Synthesis of some 3,4-disubstituted-6,7-dihydro-imidazo[2,1-*b*][1,3]thiazole and 3,4-disubstituted-7,8-dihydro-6*H*-imidazo[2,1-*b*][1,3]thiazine derivatives and evaluation of their cytotoxicities against F2408 and 5RP7 cells. *Medicinal Chemistry Research.* 2008. Vol. 17, P. 30-41.
6. Slyvka, N., Saliyeva, L., Holota, S., Tkachuk, V., Vaskevych, A., Vaskevych, R., Vovk, M. Convenient Synthesis of 4-pyridinyloxy-Modified imidazo[2,1-*b*][1,3]thiazines as Potential Anti-inflammatory Agents. *Biointerface Research in Applied Chemistry.* 2023. Vol. 13. № 2. P. 183.

ПРО ВЗАЄМОДІЮ 3-(2-ФУРИЛ)-2-МЕТИЛПРОПЕНАЛЮ З АРОМАТИЧНИМИ СОЛЯМИ ДІАЗОНІЮ

Сітар Андрій Андрійович
здобувач вищої освіти IV курсу, andrii.sitar@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка

Юрчук Діана Віталіївна
здобувач вищої освіти III курсу, diana.yurchuk@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка

Чура Олена Ростиславівна
здобувач вищої освіти II курсу, olena.chura@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка

Литвин Роман Зіновійович
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник
Львівський національний університет імені Івана Франка

Горак Юрій Ігорович
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник
Львівський національний університет імені Івана Франка

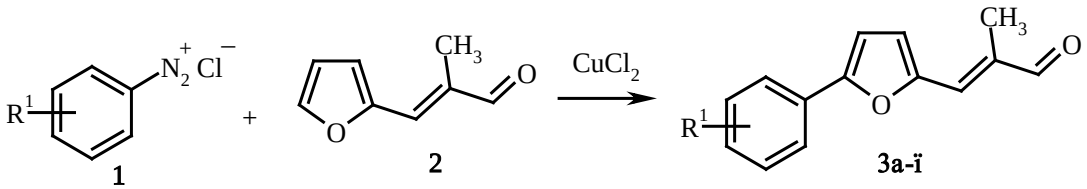
Обушак Микола Дмитрович
доктор хімічних наук, завідувач кафедри органічної хімії
Львівський національний університет імені Івана Франка

Похідні арилфуранів – важливий клас органічних сполук у практичному відношенні. Доступність та функціоналізованість похідних арилфурану відкривають обширні можливості для одержання значного різноманіття потенційних біологічно активних речовин. Відомо, що на основі похідних арилфурану знайдено чимало біологічно активних сполук та синтезовано низку лікарських препаратів [1].

Функціоналізовані фурани, зокрема альдегіди арилфуранового ряду – часто вживані реагенти в органічному синтезі і, зокрема, для створення комбінаторних бібліотек для скринінгу на біологічну активність [2], тому синтез нових функціоналізованих похідних фурану з оптимальними виходами є актуальним завданням.

Розширення меж застосування відомих синтетичних методів і надалі є важливим трендом розвитку органічної хімії. Особливо це стосується синтетично важливих інструментів – таких, які вирішують багато різнопланових синтетичних завдань, використовуються при плануванні багатостадійних синтезів і водночас базуються на доступних та дешевих реагентах. До таких інструментів відносять і реакцію арилювання ненасичених сполук солями арендіазонію. Ми успішно застосовуємо модифікацію цієї реакції, яка стосується арилювання фуранових сполук.

З'ясовано, що хлориди арендіазонію **1** взаємодіють з 3-(2-фурил)-2-метилпропеналем **2** селективно, утворюючи продукти арилювання у положення 5 фуранового кільця (сполуки **3а–ї**). Арилювання проводили у водно-ацетоновому середовищі за наявності $CuCl_2$ до припинення виділення азоту. Таким чином, ми одержали 5-арил-3-(2-фурил)-2-метилакрилальдегіди **3а–ї** з виходами до 49 %. Будову сполук **3** підтверджували даними ^{1}H та ^{13}C ЯМР-спектроскопії (приклади спектрограм наведено на рис. 1, 2).



1 **2** **3a-ї**

3: R = 2,5-Cl_2 (**а**), 2,4-Cl_2 (**б**), 2-OCH_3-4-NO_2 (**в**), 2-NO_2-4-OCH_3 (**г**), 3-NO_2 (**д**), 2-NO_2 (**е**), 2-NO_2-4-Cl (**є**), 2-NO_2-4-CH_3 (**ж**), 2-CH_3-4-NO_2 (**з**), 4-NO_2 (**и**), 2-Cl (**і**), 2-Cl-5-CF_3 (**ї**).

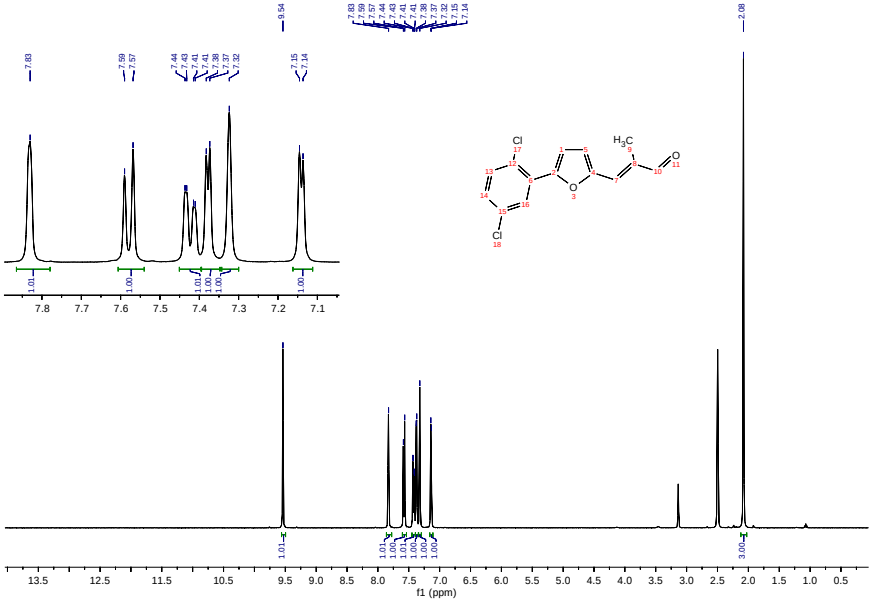


Рис. 1. Спектр ЯМР ^{1}H 3-[5-(2,5-Дихлорфеніл)-2-фурил]-2-метилакрилальдегіду **3а**.

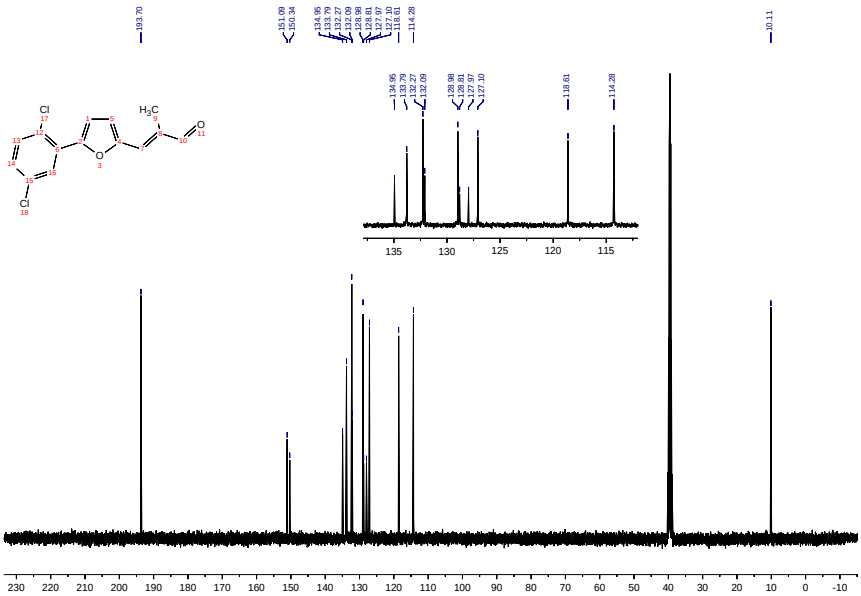


Рис. 2. Спектр ЯМР ^{13}C 3-[5-(2,5-Дихлорфеніл)-2-фурил]-2-метилакрилальдегіду **3а**.

5-Арил-3-(2-фурил)-2-метилакрилальдегіди є перспективними реагентами для мультикомпонентних і тандемних перетворень, синтезу ізоіндолів та інших конденсованих гетероциклів з арилфурановими замісниками.

1. Lima C.J., Kima N.H., Parka H.J., et al. Synthesis and SAR of 5-aryl-furan-2-carboxamide derivatives as potent urotensin-II receptor antagonists // Bioorg. & Med. Chem. Lett. 2018, – Vol 29. – P. 577–580. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2018.12.058
2. Пат. 23769 Україна, МПК C07D 215/00; C07D 307/34; C07D 405/04; C07D 209/00. 2-(5-Арил-2-фурил)-4-хінолінкарбонові кислоти, які виявляють протимікробну активність / М.Д. Обушак, Р.В. Куцик, В.С, Матійчук Ю.І. Горак; заявник та патентовласник Львівський національний ун–т ім. І. Франка. – № U200613987; заявл. 28.12.2006; Опубл. 11.06.2007, Бюл.№ 8.

СЕЛЕКТИВНИЙ СИНТЕЗ S,S-ДІОКСИДІВ ПІРИДИНІЛОКСИЗАМІЩЕНИХ [2,1-b][1,3]ТІАЗИНІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ПРОТИЗАПАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ

Сливка Наталія Юріївна,
кандидат хімічних наук, доцент, slivka.natalia@vnu.edu.ua.
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

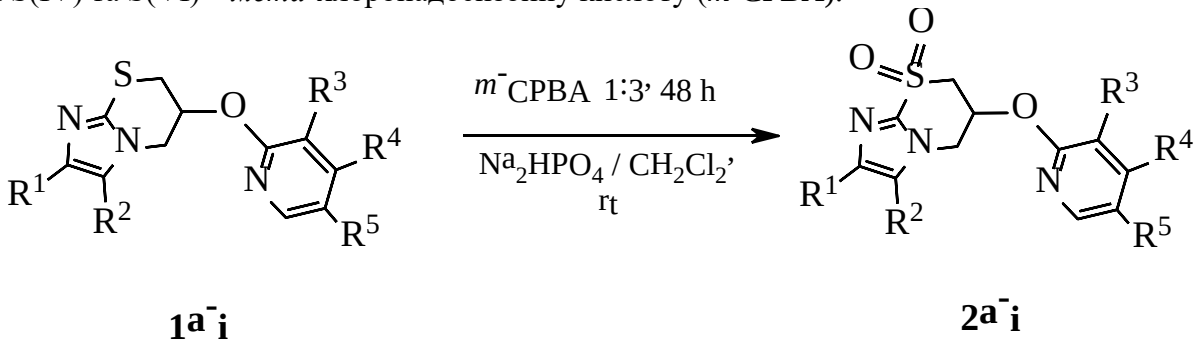
Салієва Леся Миколаївна,
кандидат хімічних наук, доцент, saliieva.lesia@vnu.edu.ua.
Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна

Вовк Михайло Володимирович,
доктор хімічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, mvovk@ioch.kiev.ua.
Інститут органічної хімії НАН України

Реакції окиснення гетероатомів органічних сполук, в першу чергу сірки, є потужним інструментом їх модифікації з метою конструювання нових похідних, важливих як для синтетичних перетворень, так і для структурних та біомедичних досліджень. Зокрема, для селективного окиснення сульфідів до сульфоксидів та сульфонів на даний час розроблено ряд ефективних підходів, серед яких особлива роль відводиться хемо- та біокаталітичним методам [1]. Ациклічні та (гетеро)циклічні сполуки, які містять фармакологічно привабливі сульфоксидну та сульфонову функції, в значній кількості випадків схильні до посилення біологічного ефекту та зниження токсичності або ж є важливими проміжними продуктами і будівельними блоками для дизайну низки біоактивних сполук [2, 3].

Нещодавно [4] нами була синтезована низка раніше невідомих піридинілоксизаміщених імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазинів, які характеризуються задовільними лікоподібними параметрами та в експериментах *in vivo* відзначаються протизапальною дією. З метою покращення фармакологічних параметрів та біологічних властивостей такого типу сполук, нам вдалося оптимізувати їх структуру шляхом селективного окиснення атома сірки тіазинового циклу та дослідити протизапальну активність синтезованих сполук.

З урахуванням важливої ролі сульфогруп в структурі фармакологічно активних сполук, що є похідними азоло-азинових систем в ролі базових субстратів для дослідження процесу окиснення нами були обрані 6-(2-піридинілокси)заміщені **1a-i.** Як окисник використовували достатньо м'який та селективний реагент для перетворення в гетероциклічних сполуках S(II) в можливі валентні стани S(IV) та S(VI) – *мета*-хлоронадбензойну кислоту (*m*-CPBA).



1a-i **2a-i**

Рис. 1. Синтез сульфонів піридинілоксизаміщених (бензо)імідазо[2,1-*b*][1,3]тіазинів **2a-i.**

Встановлено, що взаємодія імідазотіазинів **1a-i** із *m*-CPBA у співвідношенні 1:3 в розчині дихлорометану в присутності гідрофосфату натрію як основи, при кімнатній

температурі впродовж 48 год характеризується високою хемоселективністю і приводить до отримання сульфонів **2a-i** із виходами 58-72 %.

Таблиця 1. Характеристика будови синтезованих сполук **1a-i, 2a-i**.

Сполука	R^1	R^2	R^3	R^4	R^5
1a, 2a	H	H	H	H	Cl
1b, 2b	H	H	H	H	CF_3
1c, 2c	H	H	H	H	CN
1d, 2d	H	H	H	CN	H
1e, 2e	H	H	Cl	H	Cl
1f, 2f	H	H	Cl	H	CF_3
1g, 2g	Ph	Ph	Cl	H	CF_3
1h, 2h	(-CH=CH-)$_2$		H	H	CF_3
1i, 2i	(-CH=CH-)$_2$		H	CN	H

Будова синтезованих сульфонів підтверджена даними ^{1}H NMR, ^{13}C NMR та LC-MS спектрів,.

Протизапальну (антиексудативну) активність синтезованих сполук **2a-i** вивчали *in vivo* за допомогою індукованого карагеніном набряку задньої лапи щура [5]. Як препарат порівняння в експерименті використовувався диклофенак натрію, неселективний інгібітор як циклооксигеназа-1 (ЦОГ-1), так і циклооксигеназа-2 (ЦОГ-2). Результати скринінгу протизапальної активності показали, що досліджувані похідні мають багатообіцяючу протиексудативну дію. Усі сульфони показали значну антиексудативну дію з індексом пригнічення запалення в діапазоні 37,7 - 48,1%. Найактивнішою в експерименті виявилася сполука **2i**, яка дорівнювала дії препарату порівняння.

1. Bäckvall, J.-E. Modern Oxidation Methods, 2nd ed.; Completely rev. and enlarged ed.; Bäckvall, J.-E., Ed.;Wiley-VCH:Weinheim, Germany, 2010; ISBN 978-3-527-32320-3.
2. Surur, A.S.; Schulig, L.; Link, A. Interconnection of sulfides and sulfoxides in medicinal chemistry // Arch. Pharm. – 2018. – P. 1800248.
3. Mahdi, J.; Ameneh, A.; Sadegh, K.; Torabi, Sara; Davood, N. Progress and perspectives of electrochemical insights for C-H and N-H sulfonylation. // New Journal of Chemistry. – 2021. – P. 18246-18267.
4. Saliyeva, L.; Slyvka N.; Litvinchuk, M.; Holota, S.; Grozav, A.; Yakovychuk, N.; Vovk M. Synthesis and evaluation of bioactivity of (2-pyridinyloxy)substituted (benzo)imidazo[2,1-b][1,3]thiazines // Biointerface Research in Applied Chemistry. – 2022. – P. 5031 – 5044.
5. Winter, C.A.; Risley, E.A.; Nuss, G.W. Carrageenin-induced edema in hind paw of the rat as an assay for antiiflammatory drugs // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. – 1962. – P. 544-547.

ФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СТИБІЮ(III) З ПЕРХЛОРАТОМ 6,7-ДИГІДРОКСИ-4-КАРБОКСИЛ-2-ФЕНІЛБЕНЗОПІРИЛІЮ

Снігур Денис Васильович,
кандидат хімічних наук, доцент, snigur@onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Жуковецька Олена Михайлівна,
аспірант, rentinchibs@gmail.com
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Гузенко Олена Михайлівна,
кандидат хімічних наук, доцент, guzenko@onu.edu.ua
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Україна

Стибій і його сполуки широко використовуються у різних галузях промисловості. Для визначення Стибію описані атомно-спектральні методи, зокрема атомно-абсорбційні, атомно-емісійні й атомно-флуоресцентні, яким попри високу чутливість характерні трудомісткість та висока вартість. Варто зазначити, що завдяки своїй простоті, надійності, економічності та доступності відповідної апаратури фотометричні методи його визначення не втрачають актуальності.

В представленій роботі досліджено комплексоутворення Стибію(III) із перхлоратом 6,7-дигірокси-4-карбоксил-2-фенілбензопірилію (КДХ) в подвійних системах й у присутності катіонних поверхнево-активних речовин (кПАР). Із використанням класичних спектрофотометричних методів молярних відношень і зсуву рівноваги встановлено, що в подвійних системах формуються два комплекси зі стехіометрією Sb(III):КДХ 1:2 і 1:3 при pH 2,5 й pH 6,0 відповідно. Для комплексів Sb(III) з КДХ обчислено молярні коефіцієнти поглинання, які становлять $1{,}2\cdot10^4$ і $1{,}1\cdot10^4$ відповідно. Виявлено, що в присутності кПАР хлориду цетилпіридинію чи броміду цетилтриметиламонію утворюються комплекси з молярним співвідношенням компонентів Sb(III):КДХ:кПАР = 1:3:3. Встановлено, що в присутності кПАР не спостерігається зсув оптимального pH комплексоутворення, проте збільшується кількість координованих молекул ліганду за рахунок розпушення гідратної оболонки йона Стибію(III) за рахунок гідрофобної гідратації комплексу. Показано, що введення кПАР призводить до батохромного зсуву смуги поглинання на 10-15 нм й збільшення молярного коефіцієнту поглинання до $2{,}8\cdot10^4$ і $3{,}0\cdot10^4$ при застосуванні хлориду цетилпіридинію та броміду цетилтриметиламонію відповідно. Запропоновано методику фотометричного визначення Стибію(III) з використанням в якості аналітичної форми потрійного комплексу Sb(III):КДХ:кПАР = 1:3:3, яку було апробовано при аналізі зразків полімерних матеріалів, а саме поліетилентерефталатів, а одержані результати представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати визначення Стибію(III) у зразках поліетилентерефталату (n=3, P=0,95)

Зразок	Вміст Sb(III), мг/кг	RSD, %	*Вміст Sb(III), мг/кг	RSD, %
Зразок 1	544,3±31,7	4,7	549,5±33,4	4,9
Зразок 2	170,7±10,2	4,8	174,3±11,1	5,1

*Визначено методом ІЗП-ОЕС.

В цілому, розроблена методика характеризуються задовільною відтворюваністю та не поступається за чутливістю відомим аналогам.

КОЛОЇДНО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФОСФОРОВМІСНИХ ПОЛІЕСТЕРІВ ОТРИМАНИХ ЗА РЕАКЦІЄЮ СТЕГЛІХА

Стасюк Анна Василівна,
здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, anna.v.stasiuk@lpnu.ua
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Лях Володимир Іванович,
здобувач вищої освіти І-го курсу магістратури, volodymyr.liakh.mkhtkhd.2022@lpnu.ua
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Сачук Альона Віталіївна,
здобувач вищої освіти І-го курсу магістратури, alona.sachuk.mkhtkhd.2022@lpnu.ua
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Шабікова Валерія Ігорівна,
здобувач вищої освіти ІІ-го курсу магістратури, valeriia.shabikova.mkhtkhd.2021@lpnu.ua
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Самарик Володимир Ярославович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, volodymyr.y.samaryk@lpnu.ua
Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Останні десятиліття увага дослідників зосереджена на отриманні дисперсних систем доставки терапевтичних засобів на основі поліестерів, які завдяки ряду властивостей – біодегарадельність, біосумісність, вважаються перспективними матеріалами для біомедичних застосувань [1-3]. Фосфоровмісні поліестери на основі N-стероїлглутамінової кислоти та диполіетиленгліколь етилфосфату отримували шляхом незворотної поліконденсації за реакцією естерифікації Стегліха [4]. Фосфатна група, яка введена в гідрофільний ланцюг поліетиленгліколю, здатна забезпечити хемосорбцію ряду біологічно-активних речовин внаслідок утворення між ними іонних зв'язків.

Фосфоровмісні поліестери є поверхнево-активними речовинами і знижують поверхневий натяг до 36 мН/м. На рис.1 наведено ізотерму поверхневого натягу водної дисперсії фосфоровмісного поліестеру на основі N-стероїлглутамінової кислоти та диполіетиленгліколь етилфосфату з молекулярною масою 885 г/моль. На ній спостерігається два перегини, що можна трактувати як наявність критичної концентрації міцелоутворення (0,011%) та критичної концентрації агрегатоутворення (0,1%).

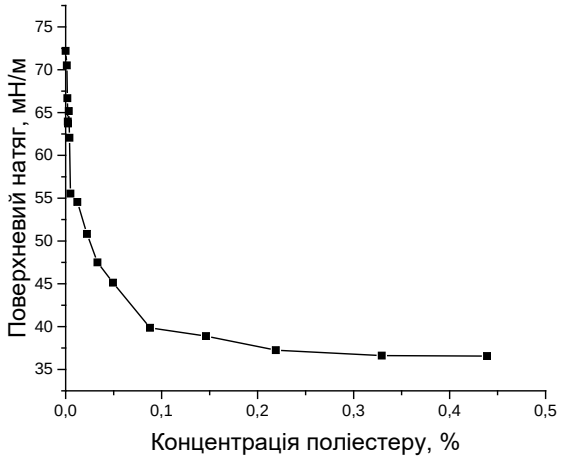


Рис. 1. Ізотерма поверхневого натягу фосфорвмісних поліестерів

В роботі представлені результати по дослідженню розміру дисперсної фази водних дисперсій фосфоровмісних поліестерів з етилфосфатною та фосфатною групою (рис. 2). При концентраціях дисперсної фази до 0,4%, фосфоровмісні поліестери з етилфосфатною групою формують частинки розміром 150 ÷ 300 нм. Дисперсна фаза водних дисперсій поліестерів стабілізується за рахунок структурно-механічного бар'єру, який формується внаслідок сильногідратованих ланцюгів поліетиленгліколів, що формують корону навколо частинок. Введення етилфосфатної групи в гідрофільний залишок поліетиленгліколю послаблює стабілізацію та порушує формування структурно-механічного бар'єру. Гідроліз етилфосфатної групи призводить до підвищення стабілізаційної здатності, і розподіл розміру частинок, який отриманий на тому ж зразку поліестера, формує частинки з суттєво меншим розміром дисперсної фази – 60-80 нм.

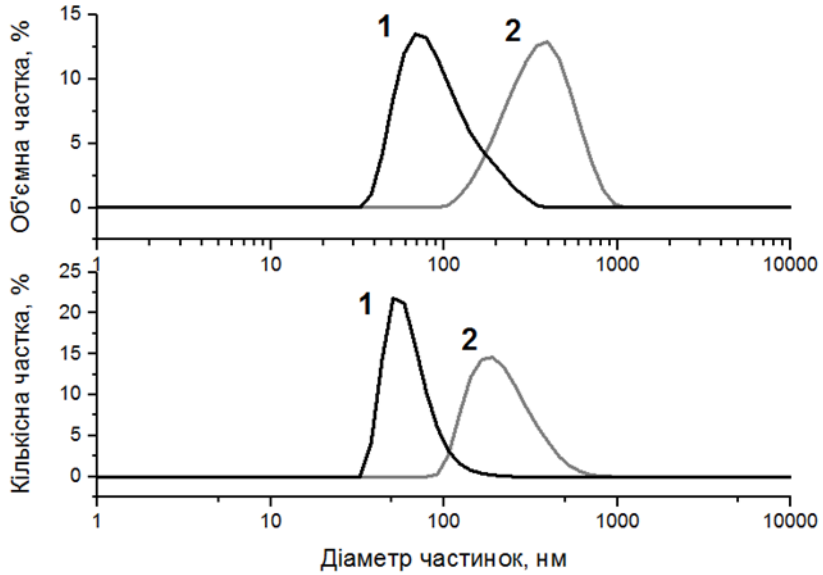


Рис. 2. Гістограми розподілу частинок дисперсної фази ФПЕ з ФГ (1) та з ЕФГ (2). Концентрація ФПЕ 0,4 %, температура 20°С

Дослідження показують, що водні дисперсії отриманих фосфоровмісних поліестерів здатні розчиняти значні кількості нерозчинних у воді органічних речовин і є нетоксичними. Введення фосфатної групи в структуру поліетиленового фрагмента призводить до підвищення абсорбційних і солюбілізаційних властивостей водних дисперсій. На підставі

описаних експериментальних даних можна зробити висновок, що розроблений спосіб отримання фосфоровмісних поліестерів і сукупність властивостей робить їх перспективними для використання як дисперсних систем доставки терапевтичних засобів.

1. Urbánek T., Jäger E., Jäger A., Hrubý M. Selectively Biodegradable Polyesters: Nature-Inspired Construction Materials for Future Biomedical Applications // Polymers – 2019. – 11, No. 6. – P., 1061.
2. Varvarenko S., Tarnavchyk I., Voronov A., Fihurka N., Dron I., Nosova N., Taras R., Samaryk V., Voronov S. Synthesis and Colloidal Properties of Polyesters Based on Glutamic Acids and Glycols of Different Nature // Chem. Chem. Technol. – 2013. – 7, No. 2. – P. 161-168.
3. Da Costa R.C., Pereira E.D., Silva F.M., De Jesus E.O., Souza Jr. F.G.. Drug Micro-Carriers Based on Polymers and Their Sterilization // Chem. Chem. Technol. – 2018. – 12, No. 4. – P. 473-487.
4. Stasiuk, A., Fihurka, N., Vlizlo, V., Prychak, S., Ostapiv, D., Varvarenko, S., Samaryk. V. Synthesis and Properties of Phosphorus-Containing Pseudo-Poly(Amino Acid)sof Polyester Type Based on N-Derivatives of Glutaminic Acid // Chem. Chem. Technol. – 2022. – 16, No. 1. – P. 51-58.

СИНТЕЗ АДУКТІВ УҐІ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ БРОМАРИЛЮВАННЯ АКРИЛАТІВ

Тупичак Микола Анатолійович,
доктор філософії, асистент, mykola.tupychak@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Походило Назарій Тарасович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, nazariy.pokhodylo@lnu.edu.ua
Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

Відома впродовж останніх 80 років чотирикомпонентна реакція Уґі залишається одним із найпотужніших інструментів, що забезпечує швидкий і прямий синтез лінійних дипептидів. Інтерес до пептидоміметиків як фармакологічних речовин зростає і спонукає до активного дослідження та ефективного застосування реакції Уґі.

В реакції бромарилювання естерів акрилових кислот **3** солями діазонію **2** отриманими з анілінів **1**, були синтезовані естери 3-арил-2-бромпропанових кислот **4** з добрими виходами. Останні є зручними прекурсорами в одержані 3-арил-2-заміщених-пропанових кислот. Нуклеофільним заміщенням брому на азидогрупу та подальшим лужним гідролізом були отримані нові 3-арил-2-азидопропанові кислоти **5** [1]. Взаємодією естерів **4** з тіосечовиною, та подальшим гідролізом сформованого імінотіазолідинового циклу було отримано 3-арил-2-меркаптопропанові кислоти **6**. Кислоти **5** та **6** вперше були введені в реакцію Уґі, що дозволило отримати нові лінійні адукти **6** та **7**.

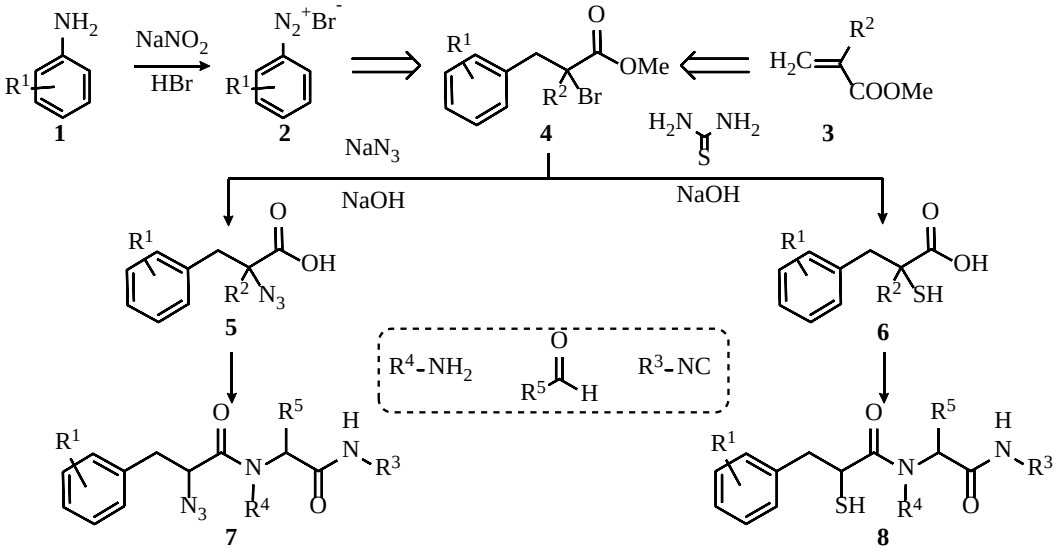


Рис. 1. Синтез лінійних адуктів Уґі

Наявність в α-положенні карбамідного фрагменту високореакційноздатних азидної чи меркапто- груп робить сполуки **6** та **7** зручними для подальших модифікацій. Зокрема, зі сполук **7**, що містили пропаргільні замісники, було синтезовано [1,2,3]триазоло[1,5-*a*]піразинові похідні **9** та **10** з високими виходами [1]. Постциклізації адуктів **8** на сьогодні досліджуються.

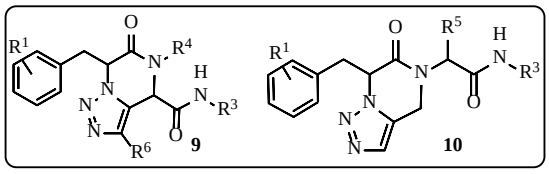


Рис. 2. [1,2,3]Триазоло[1,5-a]піразини

1. Pokhodylo N.T., Tupychak M. A., Goreshnik E. A., Obushak M. D. The synthesis of novel 7-(substituted benzyl)-4,5-dihydro[1,2,3]triazolo[1,5-a]pyrazin-6(7H)-ones via tandem Ugi–Huisgen reactions // *Synthesis*. 2022. Vol.54. https://doi.org/10.1055/s-0042-1751382

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛІМЕРНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОТОРНИХ ПАЛИВ

Чернявський Андрій Володимирович,
здобувач наукового ступеня доктора філософії (PhD), andrey.chernyavsky@gmail.com
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Григоров Андрій Борисович,
доктор технічних наук, професор grigorovandrey@ukr.net
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

Позитивні властивості полімерів (дешевизна, значні запаси та технологічність) робить їх перспективною сировиною в виробництві моторних палив. Одночасно з цим, не вся полімерна сировина може бути використана у виробництві палива без використання різних систем очищення або нейтралізації шкідливих компонентів як в кінцевому продукті – моторному паливі, так і в газоподібних викидах виробництва. На сьогоднішній день крайнє небажаними компонентами вуглеводневої сировини, зокрема полімерної, виступають сірко- та хлорвмісні сполуки.

Відомо, що при переробці сировини з вмістом сірки основна її частина переходить до складу кінцевих продуктів. Причому, чим важчий фракційний склад продукту, тим більший відсоток сірковмісних сполук він містить (наприклад, циклоалкілпохідні бензо- і дібензотіофена) [1]. Внаслідок своєї агресивної дії (на обладнання при виробництві та безпосередньому застосуванні палив) та з урахуванням сучасних вимог до моторних палив Євро-5, вміст сірки у паливах не повинен перевищувати 10 мг/т [2, 3].

Розрізняють внутрішню сірку, яка входить до складу полімерних матеріалів та зовнішню, зумовлену потраплянням до сировини різних домішок (наприклад, барвників). Сірка у кількості до 0,02 % може міститися в складі сировини (етилені, пропілені або бутилені), з якої виробляють полімери.

Також може використовуватися в технологічному процесі виробництва нових видів полімерних матеріалів – хлорсульфованих поліетиленів (ХСП). ХСП є вторинним поліетиленом, який одержують під час обробки поліетилену за допомогою сірчистого ангідриду у присутності хлору. Вміст сірки в ХСП доходить до 0,8-2,2 %, а вміст хлору в цих полімерних матеріалах може знаходитися на рівні 27-45 %.

Іншим полімером, основою якого є етилен і хлорид натрію та який широко застосовується при виробництві будівельних матеріалів різного функціонального призначення, є полівінілхлорид (ПВХ). Вміст хлору в ПВХ доходить до 57 %. При термічній переробці ПВХ з його складу виділяється хлор, який також як і сірка, призводить до корозії технологічного обладнання та є дуже небезпечним для навколишнього середовища.

Окрім цього, сірка та хлор виступають отрутою для різних типів сучасних каталізаторів, які сьогодні досить широко використовуються при термокаталітичній деструктивній переробці полімерної сировини в моторні палива або їх компоненти.

Таким чином, переробка в моторні палива або їх компоненти означеної вище полімерної сировини як безпосередньо, так і в суміші з іншими полімерами, без використання додаткових технологій очищення кінцевого продукту або впровадження сучасних систем очищення/нейтралізації шкідливих для навколишнього середовища газоподібних викидів виробництва, є неможливим. Це, в свою чергу, значно ускладнює виробництво та підвищує собівартість отриманих моторних палив або їх компонентів.

До таких полімерних матеріалів доцільно застосовувати замість термокаталітичної деструктивної переробки технології рециклінгу, що дозволяють отримати матеріал/вироби того ж самого функціонального призначення, що і самі відпрацьовані вироби, які виступають у якості сировини.

На сьогоднішній день, з огляду на їх хімічний склад та властивості, на думку багатьох

вітчизняних та закордонних вчених [4, 5], найбільш придатними вторинними полімерними матеріалами для виробництва моторних палив або їх компонентів є поліолефіни – поліетилени низького та великого тиску, поліпропілен.

Отже, на попередньому етапі переробки полімерної сировини особливе значення набуває її визначення (тобто попередня оцінка придатності сировини для отримання того чи іншого кінцевого продукту). Далі, згідно цього визначення та маркування, що нанесене на полімерні вироби, необхідно проводити сортування полімерної сировини за видами, що дозволить спростити (раціоналізувати) технологію її переробки.

1. Топільницький П.І. Фізико-хімічні властивості важких нафт Яблунівського родовища з високим вмістом сірки / П.І. Топільницький, В.В. Романчук, Т.В. Ярмола, Д.В. Зінчеко //Chemistry, Technology and Application of Substances. – 2020. – Vol. 3. – No. 1. –С. 75-82.

2. ДСТУ 7687:2015 « БЕНЗИНИ АВТОМОБІЛЬНІ ЄВРО. Технічні умови» , Київ. – ДП «НДІННП «МАСМА», 2016.– 19с.

3. ДСТУ 7688:2015 «ПАЛИВО ДИЗЕЛЬНЕ ЄВРО. Технічні умови», Київ. – ДП «НДІННП «МАСМА», 2016.– 15с.

4. Корнієнко Б.В. Каталіз низькотемпературного піролізу полімерних відходів / Б.В. Коріненко, А.П. Ранський, О.С. Худоярова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2021. – №5. – С. 27-37.

5. Recent Progress in Low-Cost Catalysts for Pyrolysis of Plastic Waste to Fuels / Ganjar Fadillah, Is Fatimah, Imam Sahroni, Muhammad Miqdam Musawwa, Teuku Meurah Indra Mahlia, Oki Muraza // Catalysts. – 2021. - № 11. - 837.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛЬНИХ СПОЛУК ПАЛЬМІТИНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ЇЇ СОЛЕЙ З ЛІТІЄМ, АБО З МАГНІЄМ. ВИЗНАЧИТИ ВЛАСТИВОСТІ, ВІДМІННОСТІ ТА МОЖЛИВІ ЗАСТОСУВАННЯ, ВИКОРИСТОВУЮЧИ ПРОГРАМУ HYPERCHEM V.8.

Шулятицький Ігор Васильович
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти II курсу,
igorsul735@gmail.com
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

Основна мета роботи: розширення олігомерних реакційно здатних продуктів, які раніше не були об'єктами синтезу залучаючи технологію комп'ютерного моделювання HyperChem v.8. крім того метою роботи є дослідження не лише кислоти а й солі двух валентного металу

Обєктом дослідження є пальмітинова кислота та її солі магнію і літію На предмет створення нових реакційно здатних олігомерних продуктів на основі пальмітинової кислоти (ПМК) та її солей магнію (ПМСMg)і літію (ПМСLi).

Актуальність: комп'ютерна хімія а саме програма HyperChem v.8 . дає можливість обрахувати не лише загальну енергію молекули а й створювати графічне відображення результатів квантово-механічного розрахунку розподілу електростатичного потенціалу, електронної густини,можливе 2D та 3D зображення, показувати розраховані властивості обраного атома,групи атомів або молекули. Для молекул показані такі властивості як загальна енергія, дипольний момент, поляризуємість; для атомів –символ елемента, атомна маса, частковий заряд; для зв'язків – довжина і кратність зв'язку. Тому користуючись розрахунковими даними можемо визначити ймовірно можливий шлях синтезу олігомерних продуктів на основі пальмітинової кислоти та її солей магнію і літію. Особливої актуальності набувають дослідження комп'ютерної хімії сьогодні коли людство стоїть на межі екологічної катастрофи та потребує нових методів синтезу.

Першим етапом дослідження це визначення загальної енергії рівноважного стану ПМК молекул за умови найбільш вигідного розташування атомів. Розрахунки проводили за умови дії на ПМКсилового поля (MFF) методом Steepest Descents optimizer. Суть методу полягає в тому що система в межах градієнту знаходить локальний мінімум. З кожним наступним циклом розрахунку потенційна енергія ПМК зменшується, але й зменшується й сам градієнт. Тому в цілому даний механізм розрахунку досягає мінімуму енергію оптимізації системи за якої вплив складових структури атомів (зв'язки, кути, двогранні кути, електростатичні ефекти) буде найменшим. Нижче неведені попередні результати досліджень кислоти ПМК, та її солей СПМКLi, СПМКMg, MgПМКMgПМК:

Пальмітинова кислота Energy=7.932664 kcal/mol Gradient=0.095237
Пальміат літію Energy=9.224713 kcal/mol Gradient=0.007659
Пальміат магнію (з одним кислотним залишком) Energy=9.563255 kcal/mol Gradient=0.009748
Пальміат магнію (з двума кислотними залишками)
Energy=19.024291 kcal/mol Gradient=0.016625

Також за залученням програми HyperChem v.8 були обчислені такі величини для кожної з перелічених вище молекул

Bond –зв'язку; Angle – енергія валентного кута; Dihedral – енергія міжплощинного кута ; Vdw– сили вандервальсової взаємодії; Stretch-bend- енергія пружності; Electrostatic – електростатична взаємодія

Назва молекули	Bond	Angle	Dihedral	Vdw	Stretch-bend	Electrostatic	Energy
Пальмітинова кислота	0.715199	1.61289	-3.20459	8.5735	0.235667	0	7.932664
Пальміат літію	0.993563	1.42974	-0.753576	7.26376	0.29123	0	9.224713
Пальміат магнію (1)	0.988483	1.42723	-0.460654	7.31736	0.290845	0	9.563255
Пальміат магнію (2)	1.97936	2.91025	-1.02747	14.4944	0.583973	0.0837812.	19.02429

Перші висновки свідчать що кількість атомів що входять до складу системи та особливості їхньої взаємодії прямо пропорційний енергії системи. Тобто якщо додавати до системи другий кислотний залишок то загальна енергія системи збільшиться відповідно до кількості атомів які додали. У випадку коли у карбоксильній групі гідроген замінили на Li то збільшився радіус заміщеного атома та тип хімічної взаємодії між атомами, що і вплинуло на загальну енергію системи. Магній, що має більший радіус порівняно з літієм також очіковано сприяв новим змінам. Доказом того що кількість атомів напряму залежить від загальної енергії системи є значний внесок вандерваальсових сил взаємодії в загальну енергію системи. Подальшим напрямком роботи планується обчислення властивостей моделі за дії силового поля в певних температурному інтервалах.

1. INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL CHEMISTRY LABORATORY. URL: https://www.tau.ac.il/~ephraim/intro2comp.pdf
2. POLYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY. Volume 21 Modification 01 Polymers. URL: http://surl.li/drjek
3. GAUSSIAN 09W TUTORIAL AN INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL CHEMISTRY USING G09W AND AVOGADRO SOFTWAREp.34.URL:http://surl.li/drjem
4. A GUIDE TO MOLECULAR MECHANICS AND QUANTUM CHEMICAL CALCULATIONSWARREN J. HEHREWAVEFUNCTION, INC. 18401 VON KARMAN AVE., SUITE 370. URL: http://surl.li/drjeq

СЕКЦІЯ 4:

ФІЗИЧНА ХІМІЯ ТА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ

SOLVATOCHROMIC EFFECTS IN BINARY MIXTURES OF BIFUNCTIONAL ETHYLENE DERIVATIVES WITH DIMETHYL SULFOXIDE

Volkanova Anna Olexandrivna,
3-rd year education PhD-student**,** a.o.volkanova@karazin.ua
V.N. Karazin National University, Ukraine

Kiyko Serhiy Mykhailovych,
Candidate of chemical sciences, associate professor, s.m.kiyko@karazin.ua
V.N. Karazin National University, Ukraine

Among bifunctional solvents ethylene glycol (EG), ethanolamine (ETA) and ethylene diamine (ETDA) are commonly used. Those solvents form 3d hydrogen bond network that is similar to water. The only difference is in the fact that groups forming H-bond is separated with ethylene fragment in EG, ETA, ETDA. Thus, the size of organic solvents compared to water is higher as well [1-3].

Because of the feature described above EG, ETA and ETDA cause a quite interest to investigate as components of binary mixtures.

In order to research individual solvents and its mixture are widely used solvatochromic probes among which Reichardt dye [4] is the most approachable. However, Nandi dye [5] (fig. 1) found its application in the recent decade. Nandy dye's specialty is related to the availability of two solvatochromic centers – phenolate Oxygen atom in the ground state and nitrofragment in the excited state.

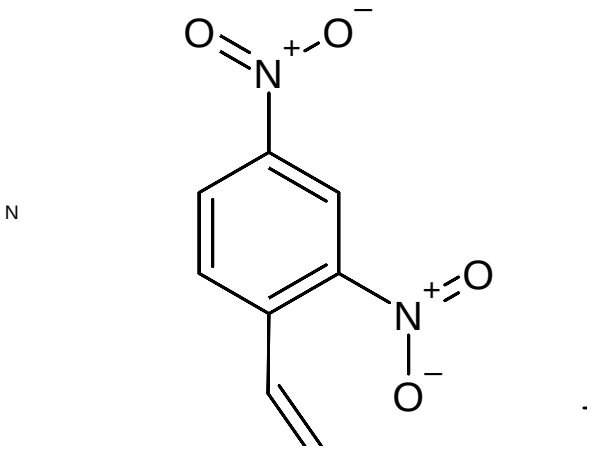


Figure 1. Ground (I) and excited (II) states of Nandi dye

The presence of two solvatochromic centers allows us to employ Nandi dye for binary mixture investigation.

Water/organic mixtures show an unusual behavior on the $E_T(X)$ curves with the change of X (fig. 2), where X is mole fraction of water, E_T is an empirical parameter of polarity obtained from solvatochromic properties of corresponding probes in the solvent mixtures. An unusual behavior appears in preferential solvation in water-rich region by water: by adding water to DMSO E_T mildly grow up to certain concentration, and then sharp decrease of E_T up to the pure water value is observed [6].

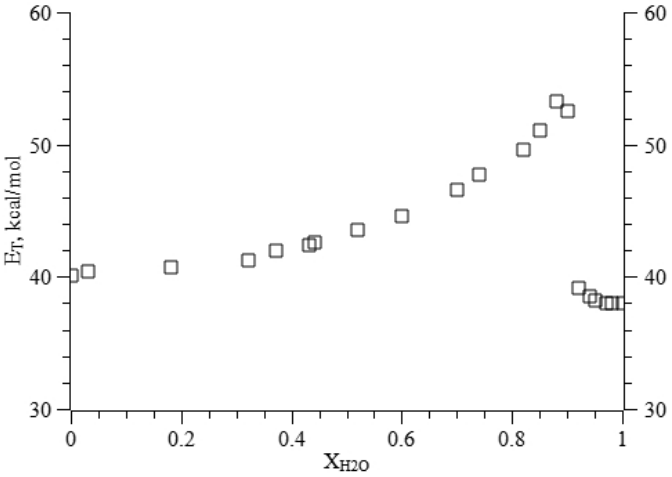


Figure 2. Plot of E_T against mole fraction (x=0 for DMSO, x=1 for water)

That occurs because water solvate Nandi dye in nitrofragment in the excited state, while Reichardt dye is solvated in phenolate Oxygen atom in the ground state.

In present work binary mixtures of EG, ETA and ETDA with dimethylsulfoxide have been investigated using Reichardt and Nandi dye. Plots E_T against mole fraction are shown in the fig. 3(A-C).

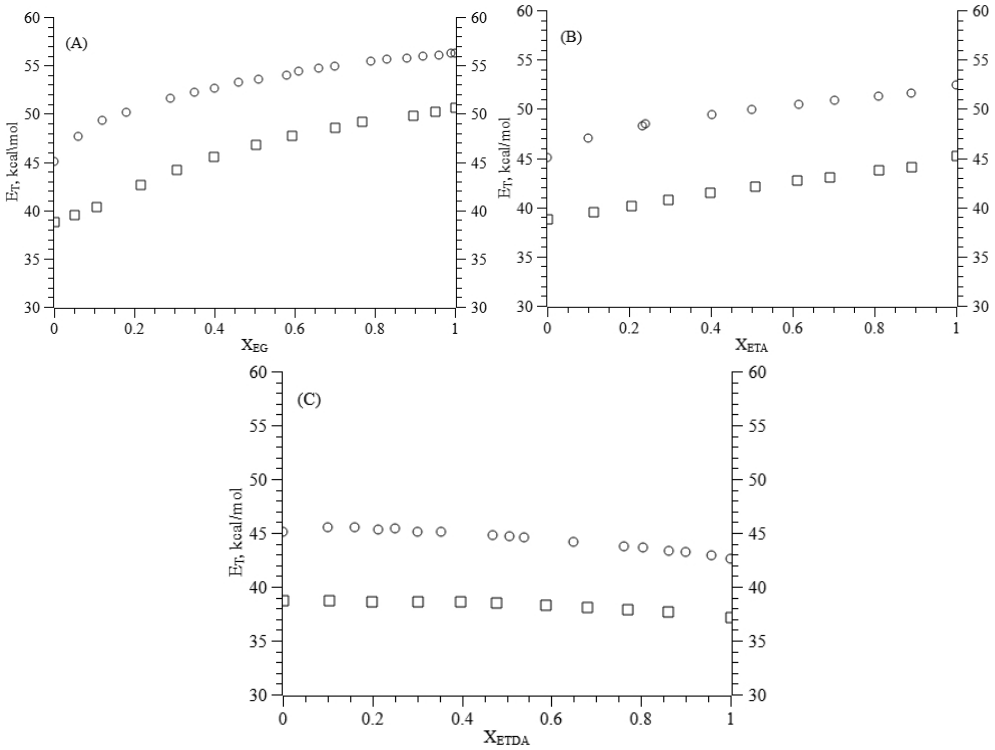


Fig. 3. Plots E_T against mole fraction of (A) EG, (B) ETA, (C) ETDA
(○ – E_T(30) obtained using Reichardt dye, □ – E_T obtained using Nandi dye)

Despite the similarity of water and bifunctional organic solvents, the size of molecules makes huge difference of them that appears in the solvation ability. If extreme behavior of E_T-value is observed in the water/organic mixture, there is no such phenomenon discovered for binary mixture of bifunctional ethylene solvents. Both E_T and E_T(30) curves are plain with no extreme points. Nevertheless, slight preferential solvation by EG in presence of both probes is discovered for EG/DMSO-system. The deviation from linearity for ETA/DMSO and EDTA/DMSO-systems iscommensurate with the experimental error.

1. Aryafard M., Karimi A., Harifi-Mood A. R. [et.al.] Molecular dynamic simulations, solvatochromic parameters, and preferential solvation in aqueous solutions of ethaline, ethylene glycol, and choline chloride *J. Chem. Eng. Data* **2020,** 65(9), 4556-4566.

2. Diguillo R. M., Lee R.-J., Schaeffer S. T [et.al.] Densities and viscosities of ethanolamines *J. Chem. Eng. Data* **1992**, 37, 239-242.

3. Pande R., Kalamse G. M. Dielectric behavior ethylene diamine, 2-ethoxy ethanol and their binary mixtures at microwave frequencies *Int. J. Chem. Sci.* **2005**, 3(1), 41-46.

4. Machado V.G., Stock R.I., Reichardt C. Pyridinium N-Phenolate Betaine Dyes *Chemical Reviews* **2014**, 114, 10429−10475.

5. Nandi L., Facin F., Marini V.[et.al.] Nitro-Substituted 4-[(Phenylmethylene)imino]phenolates: Solvatochromism and Their Use as Solvatochromic Switches and as Probes for the Investigation of Preferential Solvation in Solvent Mixtures *The Journal of Organic Chemistry***2012**, 77, 10668-10679.

6. Сергеева Е. А., Кийко С. М., Волканова А. А. Использование сольватохромных индикаторов для исследования сольватационной способности смешанных растворителей / IX Всеукраїнська наукова конференція студентів та аспірантів «Хімічні Каразінські читання – 2017» - Харків, 2017.- 190-192 с.

ПРОМИСЛОВІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТИТАН (IV) ОКСИДУ

Алєксєєва Ольга Олександрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, olya.alekseeva2002@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@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

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

Україна належить до країн, в яких видобуток титану ведеться з розсипних покладів ільменіту. Найбільші запаси Титану зосередженні на Житомирщині і складають понад 85% усіх запасів титанових руд України. Перше місце у видобуванні ільменітової руди в Україні (понад 40 %) належить Іршанському гірничо-збагачувального комбінату (ІГЗК). Видобуток сировини ІГЗК здійснюється на розсипних родовищах, що розташовані в радіусі від 6 до 21 кілометра від Іршанська. Технологія виробництва є унікальною і передбачає розкриття, видобуток та збагачення руди [1].

Існує декілька основних способів одержання титану з руд, зокрема, ільменіту.

Хлоридний спосіб переробки ільменітової руди є одним із найдавніших промислових способів, який було розроблено ще в 1950 році компанією Дюпон (США). Суть методу полягає в тому, що сировину піддають хлоруванню або взаємодії з розчином HCl за умов зниженого тиску [2-3].

Метод сульфатнокислого вилуговування як спосіб переробки титанових руд був впроваджений в хімічну промисловість в 1931 році. Суть методу полягає в тому, що титанвмісні руди, переважно ільменіт, за різних термодинамічних умов (температури, тиску) обробляють розчином сульфатної кислоти різної концентрації [2-3].

Ще одним важливим способом переробки титанових руд є фторидний метод, який в залежності від середовища обробки та температурного режиму поділяють на термічний та гідрометалургійний. Термічний метод обробки фторуючими агентами полягає в тому, що вихідна титанвмісна сировина змішується, наприклад з амоній фторидом, та піддається довготривалій температурній обробці. В основі гідрометалургійного методу лежить обробка фторуючим агентом, наприклад HF, NH_4F тощо у водному середовищі сировини за відносно низьких температур [2-3].

Також вченими розробляється новий перспективний метод лужного вилуговування титан діоксиду.

1. Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат. [Назва з екрану]. Режим доступу до

ресурсу: https://www.umcc-titanium.com.

2. Титан України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://geoproject.com.ua/publ011.html.

3. Thambiliyagodage, C., Wijesekera, R. & Bakker, M.G. Leaching of ilmenite to produce titanium based materials: a review // Discov Mater 1, 20 (2021). https://doi.org/10.1007/s43939-021-00020-0

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУРОЗЧИНЕННЯТВЕРДОГОРОЗЧИНУ $Cd_{1-x}Mn_xTe$ УТРАВИЛЬНИХКОМПОЗИЦІЯХ HNO_3 - KI-ДМФА-ЛАКТАТНА КИСЛОТА

Барашивець Ірина Сергіївна
здобувач вищої освіти IV курсу,irabarashivets1202@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Бабич Марина Дмитрівна
здобувач вищої освіти IV курсу,marynababych9@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Мелещук Юлія Франеківна
здобувач вищої освіти I курсу магістерського рівня ,ulamelesuk9@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

На сьогоднішній день напівпровідники монокристалів типу $A^{II}B^{VI}$ широко використовуються в нанотехніці та оптоелектроніці. Їх застосовують в якості фотоприймачів, детекторів x- та γ- випромінювання, а також як робочі елементи в радіоелектронній техніці. Активно досліджуються та вивчаються властивості монокристалів $Cd_{1-x}Mn_xTe$ в якості розбавлених магнітних провідників, що мають переваги порівняно змонокристалами $Cd_{1-x}Zn_xTe$, а саме – відсутність явища сегрегації, яка призводить до неоднорідності склад монокристалу.

Якість роботи приладів залежить не тільки від фізико-хімічних властивостей монокристалів, але й від хімічної будови, геометрії полірованої поверхні та структурної досконалості кристалів .

Найважливішим з етапів при виготовленні робочих елементів для приладів є процес хімічної обробки монокристалічних пластин. Внаслідок такої обробки відбувається видалення порушеного шару, одержується поверхня високої якості з досконалою структурою та однорідним хімічним складом. Для досягнення даних цілей, використовують хімічне травлення напівпровідникових пластин, зокрема хіміко-динамічне (ХДП) та хіміко-механічне (ХМП) полірування [1].

Сполуки типу $A^{II}B^{VI}$ мають характерні власні точкові дефекти структури, що мають низьку енергію йонізації і виявляють високу електричну активність. Тому електронна провідність у напівпровідниках здійснюється за рахунок контрольованого заміщення дефектів в кристалічній гратці, можна досягнути за допомогою механічної обробки.

Для кінетичних досліджень використовували монокристали $Cd_{1-x}Mn_xTe$ (x = 0,3; 0,5), які наклеювали за допомогою пінцету до кварцових підкладок. Для приготування травильних розчинів використовували 21% розчин KI в диметилформаміді (ДМФА) та 68%-ву HNO_3. Перед початком вимірювання кінетики розчинення поверхню напівпровідника протравлювали поліруючим травником і промивали 0,2 М водним розчином $Na_2S_2O_3$ та дистильованою водою [2]. Експериментальні дослідження проводили на скляному полірувальнику, який обтягнутий тканиною з швидкістю подачі травника 2-3 мл/хвилину.

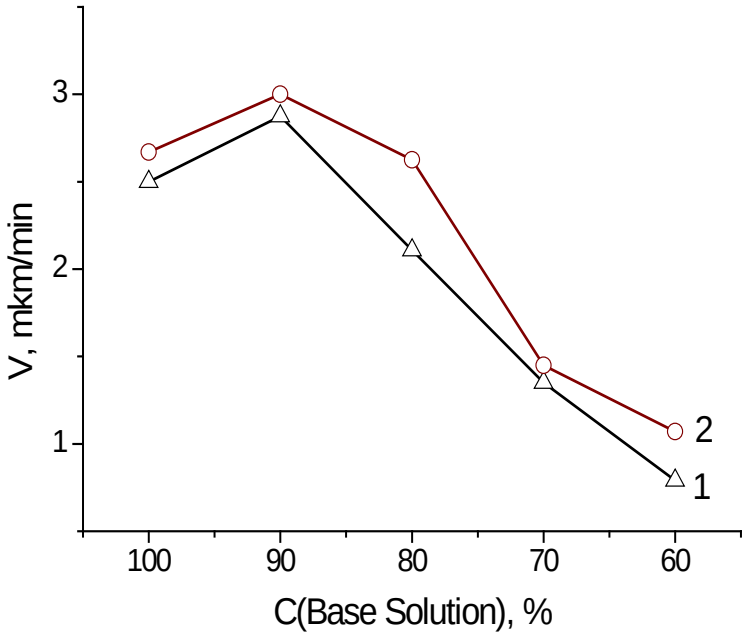


Рис. 1. Залежність швидкості хіміко-механічного полірування $Cd_{0.7}Mn_{0.3}Te$ (1) та $Cd_{0.5}Mn_{0.5}Te$ (2) від розведення базового розчину (в об.%: 88 KI-DMFA : 12 HNO_3) лактатною кислотою.

Досліджено кінетичні закономірності хіміко-механічного полірування $Cd_{1-x}Mn_xTe$ (x = 0,50; 0,70) в йодвиділяючих розчинах. Показано, що при розведенні базового поліруючого травника органічним розчинником (лактатною кислотою) формуються поліруючі травники, що характеризуються високою якістю хіміко-механічного полірування поверхонь досліджуваних кристалів. Встановлено, що якість полірування буде покращуватися зі збільшенням концентрації органічного розчинника, в той же час швидкість полірування знижується, що пов'язано із зменшенням концентрації йоду в травнику. Визначено, що із збільшенням вмісту мангану в монокристалі швидкість полірування збільшується.

Запропоновані травильні композиції та методика хіміко-механічного полірування є перспективними для подальшого використання, з метою одержання якісної полірованої поверхні з контрольованою швидкість взаємодії для м'яких магнітних напівпровідників на основі монокристалів $Cd_{1-x}Mn_xTe$.

1. Denysyuk R.O., Tomashik V.M., Tomashik Z.F., Chernyuk O.S., Grytsiv V.I. Chemical treatment of monocrystalline cadmium telluride and Cd_{1-x}MnxTe solid solutions by H_2O_2–HI citratic acid etchant compositions // Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics. – 2009. – V. 12, N.2. – P. 125-128.

2. Томашик З.Ф., Денисюк Р.О., Томашик В.М., Чернюк О.С., Гнатів І.І., Раренко І.М. Хім.взаємодія монокристалів Cd1-xMnxTe з розчинами йоду в ДМФА// Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – С. 104-107.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ РЕФРАКЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЦУКРІВ У НАПОЯХ

Басюк Владислав Олександрович,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу bosikbasuk9@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, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

При дослідженні харчової продукції використовують набір фізико – хімічних методів з використанням різного обладнання. Серед досить надійних та швидких методів дослідження розчинів неелектролітів, наприклад, вмісту цукрів, широкого розповсюдження набули саме оптичні методи, такі як рефрактометрія. В основі рефрактометрії лежить закон Снела, відповідно до якого визначається показник заломлення (рефркція) речовин при переході світла з одного середовища в інше [1].

Метою даної роботи є порівняльний аналіз вмісту цукристих речовин у різних газованих напоях.

Вміст цукру у газованих напоях визначали відповідно до методики, описаної в [2].

Для визначення концентрації цукристих речовин, наприклад, у напоях, краплину досліджуваного розчину наносять на нижню призму рефрактометра, як це показано на рис.1., та визначають показник заломлення (а паралельно масову частку розчиненої речовини) на межі поділу світлої та темної фаз, дивлячись при цьому в окуляр приладу.



Рис.1. Нанесення проби досліджуваної речовини на призму рефрактометра

В якості об’єкта для досліджень використано напої, що містять цукровий колер як барвник (Кока-кола, Пепсі, Байкал, Кола «Черрі», Квас).

Встановлено, що найбільший вміст цукру містять напої байкал та Квас, а найменше його у Кока-колі.

1. Ковальчук Є. П., Решетняк О. В. Фізична хімія: Підручник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 800 с.

2. Інструментальні методи аналізу харчової продукції / укл.: А.В. Сачко, В.В. Дійчук, М.М. Воробець, О.В. Сема. Чернівці:Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2020. 80 с. URL: https://archer.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/3168/IMA_Ruta_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

СУЧАСНІ НАНОМАТЕРІАЛИ

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

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

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Свиридюк Катерина Петрівна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Останніми роками у багатьох розвинених країн світу все більшої популярності серед науковців набуває новий клас синтетичних матеріалів – наноматеріалів – розробка яких знаходиться у пріоритеті. Цей клас вміщує в себе системи різного хімічного складу, розмір структурних частинок яких менше 100 нм [1].

Дані матеріали характеризуються унікальними фізико – хімічними властивостями, які залежать від комплексу як зовнішніх, так і внутрішніх факторів. Хімічний склад, технології одержання, методи та режими термічної обробки при дії зовнішніх факторів, а також реальна структура кристалічних градок на різних рівнях – все це й визначає властивості синтезованого наноматеріалу [2].

Відмінність наноматеріалів від традиційно вживаних пов’язана з наявністю класичних і квантових розмірних ефектів. Тобто такі властивості, як електропровідність, теплопровідність, проникнення розчинників, тунелювання електронів, квантування енергетичних рівнів і розподіл щільності станів, роль спінів тощо [3].

Внаслідок прояву тих чи інших ефектів, наприклад, непрозорі матеріали перетворюватимуться на прозорі, інертні метали можуть набувати добре виражених каталітичних властивостей, ізолятори набувають електропровідних властивостей і ін. Цим визначається найбільший потенціал наноструктурних матеріалів, а їх практичне застосування є запевненням правильності прогнозів щодо їх важливості.

Розвиток наноматеріалів та нанотехнологій вважають індустріальною революцією нового покоління. Як зазначають автори [3], найближчими десятиліттями статус кожної цивілізованої держави визначатиметься ступенем використання наноматеріалів.

Найбільше застосування в нанотехнології знайшли матеріли на основі силікагелю, оксиду алюмінію, матеріалів зі структурою шпінелі (наприклад, наномагнетит), трекові мембрани, синтетичні опали та ряд органічних плівок.

Також у різних сферах людської діяльності та сучасних технологіях знайшли своє застосування вуглецеві наноматеріали, такі як карбін, фулерен, графен та їх похідні. Їх унікальні хімічні, механічні, електричні та теплові властивості застосовують в електроніці, композиційних матеріалах, в польових випромінювальних пристроях, датчиках, доставці ліків, накопиченні та перетворенні енергії тощо [4].

1. Середа Б.П. Нові матеріали в металургії. Навчальний посібник - Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2009. - 396 с.

2. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.

3. Електронний підручник Основи наноелектроніки: у 2 кн. Кн. 2 «Матеріали і наноелектронні технології : Підручник / Ю.І. Якименко, Д.М. Заячук, , В. М. Співак, А.Т. Орлов, О.В. Богдан, В.М. Коваль. – К: НТУУ «КПІ», 2016. - 400 с.

4. Сещенко Д.І. Сучасні наноматеріали: методи отримання та галузі застосування: кваліфікаційна робота магістра / Д.І. Сещенко; М-во освіти і науки України, Сум. держ. університет. – Суми, 2022. – 35 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЕНСАЦІЙНОГО ЕФЕКТУ У КІНЕТИЦІ ХІМІЧНОГО РОЗЧИНЕННЯ МОНОКРИСТАЛІВ CdTe ТА $Zn_xCd_{1-x}Te$ В БРОМОВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВНИКАХ

Гедз Лілія Сергіївна
здобувач ІІ курсу магістерського рівня вищої освіти, lil1310.1999hz@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Томашик Василь Миколайович
доктор хімічних наук, професор кафедри хімії, laridae92@gmail.com
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

Для нормального функціонування сучасної техніки використовують напівпровідникові матеріали, яким задали певні функціональні параметри, тому стан полірованої поверхні напівпровідника є головним критерієм при виробництві робочих елементів електронних приладів, а хімічна обробка поверхні монокристалів $Zn_xCd_{1-x}Te$ – актуальною. Бромвиділяючі травники володіють високими поліруючими властивостями та дають можливість контролювати процес обробки напівпровідників; вони є перспективними у використанні для обробки поверхні CdTe та твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$.

Метою дослідження є вивчення компенсаційної залежності в кінетиці розчинення поверхні напівпровідникових монокристалів $Zn_xCd_{1-x}Te$ у водних розчинах $K_2Cr_2O_7$ – HBr – розчинник (етиленгліколь, ацетатна кислота), аналіз впливу на неї природи напівпровідників та складу травильних композицій.

Для якісної обробки поверхні напівпровідників CdTe використовують рідкофазне хіміко-динамічне травлення. Процес полірування лімітується дифузійними стадіями, що дозволяє контролювати швидкість полірування напівпровідників, змінюючи режим хіміко-динамічного полірування (ХДП). Процес ХДП відноситься до гетерогенних активаційних процесів [1].

Температура впливає на швидкість хімічного полірування, тому температурна залежність дозволяє встановити уявну енергію активації та константу швидкості реакції, для чого використовують рівняння Арреніуса:

$k = C_E\, e^{-Ea/RT}$,

де k – константа швидкості реакції, C_E – передекспоненційний множник – частота зіткнень частинок, Ea – енергія активації процесу. R – універсальна газова стала (R = 8,314 Дж/моль.К) [2].

Для проведення експерименту використовують нелеговані монокристали CdTe та $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$ і $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$, що вирощені методом Бріджмена.

Перед здійсненням ХДП слід видалити порушений шар з наступним виконанням хіміко-механічного полірування травниками на основі HBr. Перед початком травлення приготовані травильні композиції слід витримувати близько двох годин у термостаті до встановлення хімічної рівноваги між компонентами травильної суміші.

По завершенню процесу розчинення зразки напівпровідників промивають розчином 0,1M $Na_2S_2O_3$ для того, щоб видалити залишки активних компонентів, далі дистильованою водою та висушують потоком сухого повітря.

$K_2Cr_2O_7+14HBr=2CrBr_3+3Br_2+2KBr+7H_2O$

Мікроструктуру поверхні напівпровідника необхідно досліджувати металомікроскопом у білому світлі. Щоб визначити уявну енергію активації процесу розчинення (E_a), необхідно за результатами побудувати залежність швидкості розчинення напівпровідника від

температури розчину [3]. Одразу проводиться травлення декількох зразків та визначається швидкість розчинення за зменшенням товщини пластини напівпровідника.

Травлення проводилось розчинами систем $K_2Cr_2O_7$-HBr, $K_2Cr_2O_7$-HBr-етиленгліколь, $K_2Cr_2O_7$-HBr-CH_3COOH в температурному інтервалі 285–301ºК. Було вивчено залежності швидкості розчинення від температури та побудовані графічні залежності, а також на їх основі розраховані величини уявної енергії активації та логарифм передекспосійного множника. На швидкість хімічної реакції, яка залежить від значення константи швидкості, впливає температура, тому із підвищенням температури зростає константа швидкості реакції, але концентрації реагуючих речовин не змінюються. Побудована графічна залежність, із якої випливає, що отримані значення знаходяться на прямій лінії, тобто, спостерігається взаємозв'язок між логарифмом передекспоненційного множника та уявною енергією активації, що має вигляд лінійної залежності.

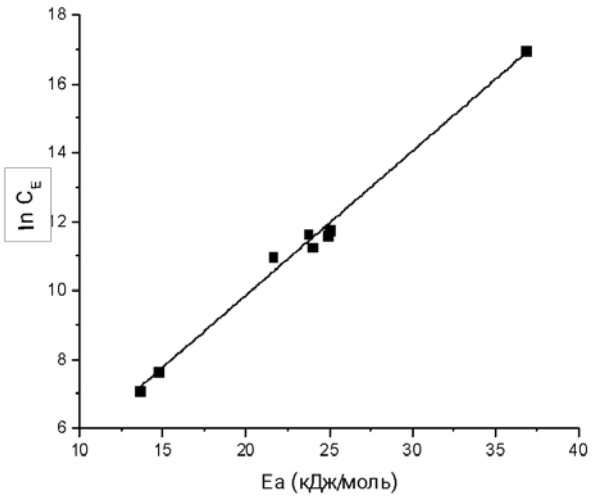


Рис. 1 Залежність величини логарифму передекспоненційного множника (ln C_E) від значення уявної енергії активації (Ea) процесу взаємодії CdTe, $Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$ та $Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$ з бромвиділяючими травниками $K_2Cr_2O_7$ – HBr – розчинник.

Такі результати свідчать про наявність компенсаційного ефекту в кінетиці хімічного розчинення напівпровідників типу $A^{II}B^{VI}$. З вищенаведеного випливає, що на компенсаційну залежність не впливає природа напівпровідника, але важливе значення має склад травильних композицій.

1. Денисюк Р.О. Компенсаційний ефект в кінетиці хімічного травлення твердих розчинів $Cd_{1-x}Mn_xTe$ // Фізика і хімія твердого тіла. – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 344-347.

2. Чайка М.В. Особливості хімічного розчинення монокристалів CdTe, $Zn_xCd_{1-x}Te$ та $Cd_xHg_{1-x}Te$ у водних розчинах $K_2Cr_2O_7$ – HBr – $C_4H_6O_6$/ М.В. Чайка, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик, Г.П. Маланич, А.А. Корчовий // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – № 6. – С. 99-106.

3. Чайка М.В. Хімічна взаємодія CdTe, $Zn_xCd_{1-x}Te$ та $Cd_xHg_{1-x}Te$ з водними розчинами $K_2Cr_2O_7$ – HBr (HCl)/ М.В. Чайка, Р.О. Денисюк, З.Ф. Томашик, В.М. Томашик // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – № 1. – С. 51-56.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВ

Демчук Богдан Дмитрович,
аспірант, b.d.demchuk.asp22@chdtu.edu.ua
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Демчук Іванна Михайлівна,
кандидан технічних наук,старший викладач, ivannademcuk19@gmail.com
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Для сучасного світу однією з найбільш гострих проблем є проблема накопичення, захоронення та утилізації промислових відходів як твердих так і рідких. Накопичених сховищ промислових відходів одна з гострих проблем сьогодення. Наступне десятиліття ООН визначило як «Десятиліття ООН із відновлення екосистем» - це заклик до захисту та відродження екосистем у всьому світі на благо людей і природи. Десятиліття ООН триватиме з 2021 по 2030 рік, що також є кінцевим терміном досягнення Цілей сталого розвитку. Проект спрямований на припинення деградації ресурсів Землі та їхнє відновлення для досягнення глобальних цілей.

Що стосується світового досвіду, найефективнішим рішенням є напрямок модернізації підприємств з метою скорочення відходів. Раціоналізація підприємницької діяльності приводить до створення маловідходних технологій, що засновані на принципах рекуперації відходів. Дані технологічні рішення досить складні для впровадження, тому без залучення іноземних спеціалістів модернізація існуючих промислових агрегатів є недосяжною для українських підприємств. Створення і реалізація маловідходних рекуперацийних технологій має досить низькі економічні показники. Точка беззбитковості деяких технологій перевищує 10 років, що є недопустимо в епоху підвищеної конкуренції. Тому постає одвічне питання: Хто має платити за нові екологічні технології?. Підприємці впевнені, що це має бути державне фінансування, апарат державного управління, прорахувавши бюджет країни, дану можливість виключають.

Так, наприклад, основним підходом до управління промисловими відходами в США є метод скорочення промислових відходів. Це означає модифікацію обладнання або технологій; модифікацію процесу або процедури; переробку продуктів; заміщення сировини; вдосконалення ведення домашнього господарства, обслуговування, навчання та контроль запасів. За даним принципом працюють й азіатські країни.

На заході створюють аудиторські комісії для визначення вузьких місць в технології. В аудиторських технічних перевірках в першу чергу мають бути зацікавлені власники бізнесу, тому дані компанії мають бути автономними. Зрозуміло, що державні перевірки підприємств змушують власників приховувати більшу частину порушень, так як штрафні санкції у більшості випадків приводять до банкрутства підприємств, особливо представників малого бізнесу. Оцінки, які проводяться поза регуляторним середовищем та на добровільних засадах, надають компаніям інформацію про те, як зменшити енерговитрати, підвищити ефективність виробництва та врегулювати екологічні питання, з метою зменшення відходів.

Тісна співпраця з науковими інститутами, може допомогти бізнесу розробити, переглянути або оцінити плани зменшення відходів. Питання фінансування державних установ також залишається відкритою. Фінансування даних установ на нашу думку має бути змішаним, а теми дослідних проектів мають відповідати потребам підприємств. Тобто, наука заради науки в реаліях сьогодення втратила свою актуальність. Варто звернути увагу на метод «Кейсів» суть якого заключається у постановці реально існуючих задач і колективного їхнього вирішення на місці. Практичний досвід, набутий як дослідником так і представниками організацій має на меті оптимізувати темпи модернізації виробництва та зниження енерговитрат, що позитивно вплине на екосистему.

Повне державне забезпечення наукових установ приводить до деградації практичної складової наукових досліджень. Державні програми зменшення відходів не враховують витрати на наукові дослідження з метою зменшення забруднення. Тому відкидати наукову складову в процесі відновлення екосистеми є нераціональним.

Також слід звернути увагу на застарілі техногенні сховища. Питання: «Хто має розробляти та оплачувати технологічні рішення раціонального використання даних відходів, якщо підприємства які створили ці відходи вже припинили свою діяльність?»

Висновок: уконтексті зростання антропогенного перевантаження на екосистеми, гармонізація взаємодіїміж природою та суспільством має ключове значення. Тому особлива роль відводитьсяраціоналізації використаних надр, комплексному використаннюенергоресурсів. Для досягнення даних цілей мають бути присутні певні технологічні рішення, що є завданням науковців. Постановка конкретних завдань до науки в поєднанні з тісною співпрацею з бізнесом обов'язково матиме практичне значення не тільки для підприємницької діяльності а й позитивно вплине на екосистему.

КОМПОЗИТИ ДЛЯ САНАЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Демчук Богдан Дмитрович,
аспірант, b.d.demchuk.asp22@chdtu.edu.ua
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Демчук Іванна Михайлівна,
кандидан технічних наук,старший викладач, ivannademcuk19@gmail.com
Черкаський державний технологічний університет, Україна

У доповіді розглянута альтернативна технологія реконструкції трубопроводів та інженерних мереж методом санації полімерними композитами різного складу. Метод санації застосовують для захисту металу від корозії. Експлуатаційна надійність та міцність, висока ефективність роботи систем трубопроводів та димових труб багато в чому залежить саме від якості проведення їх захисного облицювання. Футеровка є більш економічно вигідним технічним способом по захисту технологічного обладнання. І звісно, важливим фактором надійності покриття буде сам захисний матеріал, яким оброблено ємність.

Метою роботи стало даслідити нові полімерні композити для санації трубопроводів з ціллю їх захисту від корозії в різних агресивних середовищах.

Актуальність теми підтверджена перевагами методу санації в порівнянні з повною заміною трубопроводу. Для досліджень використані зразки металу Ст-3. Використовувалися рідкі полімери складу:

- полімер №1 - Urethane Methacrylate, Urethane Acrylate, Urethane Acrylate Oligomer, Tripropylene Glycol Diacrylate, Trimethylolpropane Trimethacrylate, Trimethylolpropane Triacrylate, Hydroxycyclohexyl Phenyl Ketone, Benzophenone, Silica, Polyether Acrylate, Dipropylene Glycol Diacrylate, Polyester Acrylate;
- полімер №2 - Epoxy acrylate oligomer, urethane acrylate oligomer, 2-hydroxyclohexyl methacrylate, 1- hydroxyclohexyl phenyl ketone, bis (2- methacryloxyethyl) phosphate;
- полімер №3 - Aliphatic Urethane Methacrylate, Polyethylen Glycol 200 Dimethacrylate, Propylidynetrimethyl trimethacrylate, Diphenyl (246-trimethylbenzoyl) phosphine oxide.

Спершу проводилася їх підготовка, а потім нанесення на вже очищенні зразки полімерних матеріалів з подальшою фіксацією під дією ультрафіолетового опромінення. Випробування покритих та необроблених зразків проводилося в різних середовищах, а саме:

1) Карбамід аміачна суміш (КАС-32) (pH = 7,95).
2) HCI (20%, pH = - 0,6).
3) NaOH (20%, pH = 10,8).
4) H_2O (pH = 7,6).

Висновки:

Провівши ряд експериментів над різними зразками Ст-3, вкритих полімерами складу: полімер №1; полімер №2; полімер №3 спостерігалося найбільше змін в кислому середовищі, де було чітко видно відшарування полімерних покриттів. Причиною цього було негерметичне покриття, через яке кислота проникла до самої пластини і почалась рівномірна корозія металу. Холоста пластина у H_2O середовищі покрилася іржою.

В лужному і водному середовищі полімерне покриття залишилось неушкодженим, що свідчить про стійкість матеріалу до відповідних умов та надійне покриття.

За розрахунками встановлено скільки % металу було встановлено масу металу, що розчинилася, швидкість корозії та її проникність (глибинний показник швидкості корозії).

Найбільші втрати по масі були у холостого зразка зануреного в 20 % соляну кислоту, а саме 12,61 %. Найменші втрати по масі спостерігалися у пластин занурених в КАС-32.

ОСОБЛИВОСТІ КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ МЕТАНУ

Демчук Іванна Михайлівна,
кандидат технічних наук, старший викладач, ivannademcuk19@gmail.com
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Демчук Богдан Дмитрович,
аспірант, b.d.demchuk.asp22@chdtu.edu.ua
Черкаський державний технологічний університет, Україна

В роботі розглянуті особливості каталітичної конверсії метану в агрегатах синтезу аміаку. У процесі синтезу аміаку важливу роль відіграє отримання синтез газу, а саме: стехіометричної суміші N_2 та H_2. Якщо азот знаходиться в достантій кількості в повітрі, то водень потрібно добувати. У великій кількості Гідроген міститься у вуглеводнях та воді, тому в процесі отримання синтез газу використовують парову конверсію метані з подальшим очищенням газу від Оксигеновмісних сполук. Процес конверсії енергомісткий і проходить з використанням нікелевого каталізатора [1]. Використання будь-якого каталізатора технологічно ускладнює процес шляхом створення внутрішнього опору; часткової деструкції каталізатора в процесі експлуатації; втрати його активності та ін. [2-3]. У доповіді розглянуто причини виникнення несправностей роботи печей первинного риформінгу метану, а саме зв'язок стану каталізатору та аварійних зупинок роботи агрегату у зв’язку з виходом труб печі з ладу. Оскільки з різним інтервалом роботи агрегатів, в світовій практиці були випадки пошкодження труб печі, що не є причиною природного зносу труб (корозії чи точкового витончення частини труби) встановити основну причину пошкоджень досі не вдалося.

Відповідно до технічної документації, строк експлуатації нікелевих каталізаторів (рис 1) в середньому становить 8-10 років. Проаналізовано два зразки каталізатора: контрольний, який зберігався в статичних умовах і був герметично упакований (рис. 1 (а)) та каталізатор, що був в роботі 9 років (рис. 1 (б)). При вивантаженні відпрацьованого каталізатора (рис. 1(б)) біло відмічено, що основна частина каталізатора не піддалася суттєвому руйнуванню. Цілісність гранул практично збережена (~ 90 %).



а б

Рис. 1. Фото нового (а) та відпрацьованого (б) нікелевого каталізатора з вмістом нікелю до початку експлуатації 16% мас

Метою роботи став аналізвідсоток зносу каталізатора та приналежність якості каталізатора до причин несправностей роботи печі первинного риформінгу метану.

Показник статичної міцності в процесі експлуатації знизився на 32 % в порівнянні з еталонним зразком каталізатора, що не був в експлуатації.

Візуальний аналіз показав зміну кольору каталізатора (рис 1). В умовах каталітичної реакції у відновлювальному середовищі Ni-вмісні оксиди та шпінелі, в залежності від складу, можуть частково або повністю розкладатися з утворенням нанокомпозитів, що складаються з частинок високодисперсного металу або сплаву, міцно зв'язаних з залишковими оксидами [4], що пояснює зміну забарвлення поверхні каталізатора.

Було проведено детальний аналіз каталізатора нового та того, що був в експлуатації 9 років за різними показниками. За результатами аналізу зроблено наступні **висновки:**

1. Каталізатор після 9 річної експлуатації залишився в задовільному стані. Відсоток зносу за показниками: а) зниження ступеня конверсії - 1,1 %; б) зниження показника статичної міцності до 32 %.

2. Причиною погіршення стану труб можуть бути хвильові теплові удари, які могли спричинити утрамбування каталізатора в трубах трубчастої печі.

1. Таважнянський Л.Л., Лобойко О.Я., Гринь Г.І. та ін. Технологія зв'язаного азоту: Підручник. Заред. Лобойко О.Я. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 536 с.

2. Bharadwaj S. S., Schmidt L.D. Synthesis gas formation by catalytic oxidation of methane in fluidized bed reactors.// Journal of Catalysis. 1994, v.l46, p.11-21.

3. Yaying J., Wenzhao L., Hengyong X., Chunying Y. Partial oxidation of methane to syngas in fluidized bed reactor //Cuihua Xuebao, 21(2), 2000, p. 97-98.

4. Шоймарданов Т. Получение синтез-газа из метана и диоксида углерода // ΛΌГОΣ, Lisboa, Portugal 2020, С. 121-126.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ЛУЖНОГО ВИЛУЧЕННЯ ТИТАНАТІВ З ІЛЬМЕНІТУ

Ільчук Ольга Русланівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу, ola034@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант,snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, about:blankalexkamin@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

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

Згідно з даними Національної академії наук України відділу Геології обсяг корисних копалин титанової руди на території України складає близько 8,4 млн. т., що становить 7-12 % від світових запасів. Розвідано 26 покладів титанової сировини, ще на 48 покладах дані про вміст сировини оцінюють наближено [1]. Існує декілька основних способів хімічної переробки ільменітової сировини – хлоридний, сульфатний, фторидний та лужний. У результаті переробки ільменіту утворюються цінні титановмісні речовини, які набули широкого застосування у різних галузях промисловості.

Лужний спосіб переробки ільменітового концентрату, на сьогоднішній день, перебуває на етапі розвитку і не має широкого промислового використання. Однак, за даними науково-технічної літератури він є перспективним, адже має ряд певних переваг над іншими методами: швидке переведення сполук титану у розчин, під час спікання з лугом сполуки силіцію утворюють розчині силікати, що дозволяє ефективно переробляти сировину та відокремлювати її від домішок [2]. Більшість методів, для процесу лужного вилучення, використовують взаємодію сировини з лугами NaOH та KOH, у результаті чого утворюються титанати та ферати K або Na відповідно [3].

Метою дослідження є сучасний аналіз наукової літератури щодо встановлення оптимальних умов для процесу лужного вилучення титанових сполук з ільменіту, дослідити як впливають параметри процесу на ступінь вилуговування.

Так, авторами [4-5] визначено, що температура та гранулометричний склад мають основний вплив на ступінь вилуговування [4]. Досліджено, що лужне вилучення титану при температурі 623 К відбувається найкраще, при співвідношенні компонентів $FeTiO_3$: KOH = 1 : 3 [5].

За думкою авторів [6], попередня механічна обробка збільшує швидкість та ступінь вилучення ільменіту натрієм гідроксидом. Приблизно 72% титану можна отримати з

ільменіту, якщо спочатку провести лужне вилуговування з 60% NaOH при температурі 850 °С, після механічної обробки.

Досліджено процеси вилуговування титанатів з ільменітового концетрату за допомогою насичених розчинів КОН. Виявлено, що майже повне вилуговування подрібненого ільменіту (58-75 мкм) розчином КОН (80%) відбувається за мольного співвідношення луг: руда = 7 : 1. Процес здійснювали протягом 1 години взаємодії між компонентами за температури 260 °С. Вилучення титану досягало 78%, а домішок до 22% [7].

Отже, на підставі аналізованої літератури можна зробити висновок, що ступінь вилучення ільменіту значно залежить від таких параметрів як: температура процесу, механічна обробка мінералу та мольне співвідношення компонентів. Більшість реакцій процесу відбуваються у концентрованих розчинів лугів. Кожне дослідження проводилося із різною титанвмісною сировиною та за різних умов.

1. Титан України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://geoproject.com.ua/publ011.html.

2. Дубенко А. В. Інтенсифікація вилуговування ільменітових концентратів Малишевського родовища у виробництві пігментного діоксиду титану: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра філософії: УДК 661.882.22 –14.061 Дніпро, 2020. – 218с.

3. Kordzadeh-Kermani V, Schaffie M, Rafsanjani H H, Ranjbar M. A modified process for leaching of ilmenite and production of TiO_2 nanoparticles // Hydrometallurgy. – 2020, 198: 105507. URL: doi: 10.1016/j.hydromet.2020.105507.

4. Liu, Yu., et al. Decomposition of Ilmenite by Concentrated KOH Solution under Atmospheric Pressure // International Journal of Mineral Processing. – 2006, vol. 81, no. 2. – pp. 79–84. URL:doi:10.1016/j.minpro.2006.07.003.

5. Extraction of ultrafine titania from black sands broaden on the Mediterranean Sea coast in Egypt by molten alkalies / Fouda M.F.R., Amin R.S., Saleh H.I., Mousa H.A. // Aust. J. Basic Appl. Sci. – 2010. – Vol.4, No. 9. – P.4256-4265.

6. Baba, A.A., et al. Mineralogical Characterization and Leaching Behavior of Nigerian Ilmenite Ore // Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition), vol. 23, no. 9, The Nonferrous Metals Society of China, 2013, pp. 2743–2750. URL:doi:10.1016/S1003-6326(13)62792-2.

7. Liu, Yu Min, et al. Extraction Behaviours of Titanium and Other Impurities in the Decomposition Process of Ilmenite by Highly Concentrated KOH Solution // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – 2012, vol. 19, no. 1. – pp. 9–14, URL:doi:10.1007/s12613-012-0508-3.

НОВІТНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНІ МОНОКРИСТАЛІВ

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

Кусяк Наталія Володимирівна,
доцент, кандидат хімічних наук,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Монокристали – це кристалічні тіла, які складаються з одного кристалу у якому кристалічна ґратка характеризується ближнім та дальнім порядком. Особливе значення монокристали мають в електроніці, вони мають властивості діелектриків і напівпровідників. Зацікавленість у вивчені елементного складу поверхні даних кристалів зростає, оскільки швидкими темпами просувається розвиток технологій для яких монокристали є основною складовою [1].

Для вивчення елементарного складу поверхні монокристалів аналітичні традиційні методи не придатні, тому використовують пучкові методи дослідження елементарного складу поверхні. Методам характерна досить висока чутливість. В основі методів лежить використання потоку різних елементарних частинок: електролітів, іонів, високоенергетичних квантів як зондові засоби. За допомогою такого аналізу можна визначити природу абсорбованих частинок їх кількість, кількісний і якісний склад поверхні (елементний), властивість поверхневого шару.

Класифікація методів аналізу відбувається за типом елементарних частинок та зондового пристрою [2].

Поширеними є такі методи:

1. *Вторинна іонна мас-спектрометрія* – суть методу ґрунтується на зондуванні поверхні твердого тіла за допомогою пучка прискорених іонів інертних газів [3].
2. *Оже-електрона спектроскопія* – це зондування пучком прискорених електронів і реєстрація емітованих оже-електронів.
3. *Електронний мікрозонд* – метод базується на фіксації електронів різного типу і характеристичного рентгенівського випромінювання, яке утворюється під впливом потоку електронів атомами твердого тіла.
4. *Рентгенофотоелектронна спектроскопія* – метод ґрунтується на тому, що атоми досліджуваного зразка під дією зондового рентгенівського випромінювання генерують спектр фотоелектронів.

На сьогодні не існує єдиного методу, за допомогою якого можна визначити всі елементи дослідження складу поверхні, тому методи об’єднують і отримують більш повне розуміння елементного складу поверхні монокристала[2].

1. Монокристали – це …. поняття, властивості та приклади монокристалів. - Режим доступу:https://government.com.ua/navchannia/monokristali-tse-ponyattya-vlastivosti-ta-prikladi-monokristaliv.html

2. Локальні методі досліджень [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В.; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – с. 12-232

3. Метод вторинно-іонної мас-спектрометрії /А.І. Салтикова, М.В. Ісаєв Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка.– Режим доступу:http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/fmo/Zbirnyk_FMO_2-2-2011.pdf#page=71

КРІОСКОПІЧНІ ТА ЕБУЛІОСКОПІЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЧОВИН

Левковська Альона Олександрівна,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу, alenalevkovska@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

Кріоскопія – це метод дослідження властивостей розчинів, заснований на вимірюванні температури замерзання розчинника та розведеного розчину. Цей метод знайшов набагато більшого застосування, ніж ебуліскопічний тому, що вимірювати температури замерзання є простіше і безпечніше.Кріоскопічний метод часто використовують для визначення молекулярної маси речовини.

За законом Рауля:

Відносне значення тиску насиченої пари розчинника над розведеним розчином нелеткої речовини, яка не дисоціює у розчині, дорівнює моляльній частці розчиненої речовини .

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = N_2$$

де p_1^0 – тиск насиченої пари над чистим розчинником;

p_1- тиск насиченої пари розчинника над розчином;

n_1- кількість молів розчинника у розчині;

n_2- кількість молів розчиненої речовини:

N_2- моляльна частка розчиненої речовини.

Також за допомогою цього методу можна визначити сумарну моляльну концентрацію всіх речовин, що містяться в біологічних рідинах, а також ступінь дисоціації слабких електролітів.

Кожна рідина має свою температуру кипіння та при цьому тиск насичених парів цієї рідини дорівнює зовнішньому тиску. Наприклад, якщо розбавлений розчин буде мати у своєму складі нелетку розчинену речовину, то тоді тиск пари над розчином дорівнюватиме тиску пари розчинника, отже тоді даний розчин закипить при тій температурі коли тиск насиченої пари розчинника дорівнюватиме зовнішньому тиску.

Наслідком закону Рауля є те, що розчин нелеткої речовини матиме вищу температуру кипіння, ніж чистий розчинник. Виходить, що для того аби розчин закипів, його потрібно нагріти до тієї температури, коли тиск пари розчинника над розчином дорівнюватиме одній атмосфері [1].

Ебуліскопія – це метод дослідження властивостей розчинів, який грунтується на визначенні підвищення температури початку кипіння розчину порівняно з температурою кипіння чистого розчинника:

$\Delta T_{кип.} = T_{кип} — T_{0\ кип}$

де $T_{кип}$ — температура кипіння розчину; $\Delta T_{кип}$ - це підвищення температури кипіння розчину, $T_{0(кип.)}$- температура кипіння розчину [1].

Для розбавлених розчинів пониження тиску пари пропорційно концентрації, отже виходячи з цього підвищення температури кипіння і зниження температури кристалізації разбавленних розчинів прямо пропорційно їх концентрації .

Отже, можна зробити висновок, що методи кріоскопії і ебуліоскопії фактично є наслідком із закону Рауля. Коефіцієнти пропорційності називаються відповідно ебуліоскопічні Е і К кріоскопічні константи. Обидві вони не залежать від природи розчиненої речовини, а характеризують лише розчинник [2].

1. Фізична та колоїдна хімія. Колігативні властивості розчинів. А. Г. Каплаушенко, Ю. Г. Самелюк, Ю. С. Фролова – 30-33 с.

2. Навчальний посібник. Вчення про розчини. Колігативні властивості розчинів. Каплаушенко А.Г., Пряхін О.Р., Чернега Г.В., Варинський Б.О., Щербак М.О., Самелюк Ю.Г., Фролова Ю.С. – 21 с.

КІНЕТИКА ЕКСТРАКЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ АНТОЦІАНІВ З ПЕЛЮСТОК ЧЕРВОНОЇ ТРОЯНДИ

Літвінова Вікторія Едуардівна
здобувач вищої освіти І курсу магістратури, lytvynova@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

В останні роки в багатьох країнах світу активно проводиться пошук доступної і дешевої рослинної сировини, яка містить антоціани, і досліджуються фізико-хімічні закономірності їх екстракційного вилучення. Антоціани належать до класу поліфенольних сполук і володіють високою антиоксидантною активністю, виявляють протипухлинну, протидіабетичну, гепатопротекторну, імуностимулюючу та протизапальну дію, а також сприяють покращенню зору.

Аналіз літературних джерел показав [1-2], що антоціани можна отримати з різних рослин, але, як правило, в промислових масштабах їх вилучають з ягід чорниці, ожини, бузини, аронії тощо. Перспективною і доступною сировиною антоціанів в Україні можуть бути пелюстки червоної троянди, але відомості щодо фізико-хімічних закономірностей екстракційного вилучення антоціанів з цієї сировини обмежені [3].

Мета роботи: дослідити кінетику екстракційного вилучення антоціанів з пелюсток червоної троянди, застосовуючи в якості екстрагентів водні розчини хлоридної, ацетатної та лимонної кислот.

Об'єктом дослідження були висушені в сушильній шафі при температурі 30 °С і подрібнені до 5 мм пелюстки червоної троянди. Домінуючим антоціаном в пелюстках червоної троянди є ціанідин-3,5-диглюкозид [2]. В якості екстрагентів обрали 0,1 М водні розчини хлоридної, ацетатної та лимонної кислот, оскільки через полярну природу антоціани добре розчиняються і зберігають колір в водних розчинах мінеральних і органічних кислот. Крім цього, доцільність вибору цих екстрагентів обумовлена тим, щоб замінити токсичний метиловий спирт, який є найбільш ефективним екстрагентом антоціанів.

Кінетичні дослідження екстракційного вилучення антоціанів з пелюсток червоної троянди проводили при співвідношенні маси (г) рослинної сировини до об'єму (мл) екстрагенту 1:20, температурі 20 °С, струшуванні вмісту колби з пелюстками троянди і екстрагентом на апараті для струшування з частотою коливань 150 кол/хв. Вміст антоціанів в екстрактах визначали за допомогою методу pH-диференціальної спектрофотометрії [3].

Проведені кінетичні дослідження показали (рис.1), що протягом 4 годин найбільше екстракційне вилучення антоціанів з пелюсток червоної троянди спостерігалося при застосуванні водного розчину хлоридної кислоти, а досліджені екстрагенти за ефективністю можна розмістити в наступний ряд: $HCl > CH_3COOH > C_6H_8O_7$.

В даній роботі для аналізу експериментальних кінетичних кривих екстракційного вилучення антоціанів з пелюсток червоної троянди застосовані моделі формальної кінетики Пелега (рівняння 1), першого (рівняння 2 і 3) і другого порядку (рівняння 4). З табл. 1 видно, що для всіх кінетичних моделей спостерігається високе значення коефіцієнту детермінації (R^2), але найменші значення середньої відносної похибки (ARE) отримані лише для кінетичної моделі Пелега. Згідно з розрахунками, за цією моделлю константи швидкості екстракційного вилучення антоціанів при застосуванні водних розчинів різних кислот збільшуються в наступному ряду $HCl > CH_3COOH > C_6H_8O_7$.

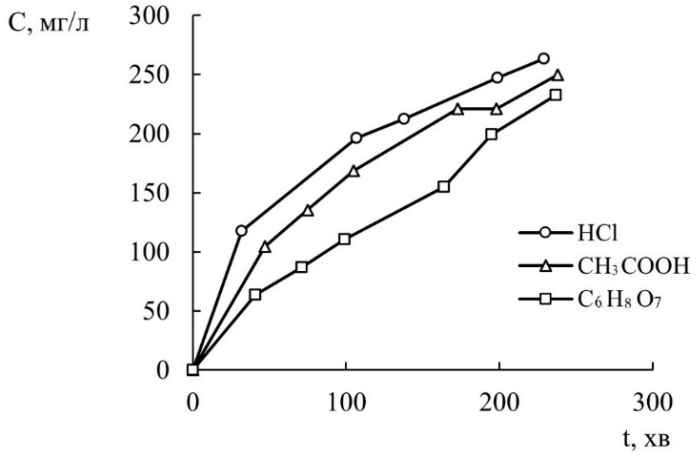


Рис. 1.Кінетичні криві екстракційного вилучення антоціанів з пелюсток червоної троянди.

Таблиця 1. Результати, отримані для кінетичних моделей

Екстрагент	Кінетична модель					
	$C = \frac{t}{k_2 t + k_1}$ (1)			$C_0 - C = C_0(1 - e^{-kt})$ (2)		
	$k_1 \cdot 10^2$, хв·л/мг	R^2	ARE, %	$k \cdot 10^2$, $хв^{-1}$	R^2	ARE, %
HCl	0,33	0,9895	0,09	0,31	0,9918	42,82
CH_3COOH	0,28	0,9939	0,56	0,34	0,9860	52,11
$C_6H_8O_7$	0,27	0,9704	0,90	0,34	0,9737	108,29
	$C = C_0(1 - Ae^{-kt})$ (3)			$\frac{t}{C} = \frac{1}{kC_s^2} + \frac{t}{C_s}$ (4)		
	$k, \cdot 10^2$ $хв^{-1}$	R^2	ARE, %	$k \cdot 10^5$, л/ (мг·хв)	R^2	ARE, %
HCl	0,31	0,9918	0,51	4,47	0,9884	41,58
CH_3COOH	0,34	0,9860	1,18	1,98	0,9898	9,64
$C_6H_8O_7$	0,34	0,9737	0,46	0,49	0,7584	41,80

Таким чином, встановлено, що кінетична модель Пелега краще описує отримані експериментальні кінетичні криві екстракції антоціанів з пелюсток червоної троянди, ніж кінетичні моделі першого і другого порядку, і може бути застосована для оптимізації та моделювання процесу екстракції.

1. Ongkowijoyo P., Luna-Vital D. A. Gonzalez de Mejia E. Extraction techniques and analysis of anthocyanins from food sources by mass spectrometry: An update // Food Chemistry. – 2018. – 250. – P. 113-126.

2. Lee J. H., Lee H.-J., Choung M.-G. Anthocyanin compositions and biological activities from the red petals of Korean edible rose (Rosa hybrida cv. Noblered) // Food Chemistry. – 2011. – 129, № 2. – P. 272-278.

3. Lee J., Durst R.W., Wrolstad R.E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study // J. AOAC Int. – 2005. – 88, № 5. – P. 1269 -1278.

ХІМІКО-МЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПОВЕРХНІ $Cd_{1-x}Zn_xTe$ РОЗЧИНАМИ СИСТЕМИ КІ – ОРГАНІЧНИЙ РОЗЧИННИК

Марценюк Олена Валеріївна
здобувач І курсу магістерського рівня вищої освіти, martsenyuk_aliona@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Томашик Василь Миколайович
доктор хімічних наук, професорtomashyk@isp.kiev.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович
кандидат хімічних наук, доцент denisuk@zu.edu.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Для нормального функціонування сучасної техніки використовують напівпровідникові матеріали, яким задали певні параметри, тому стан полірованої поверхні напівпровідника є головним параметром при виробництві робочих елементів електронних приладів, а хімічна обробка поверхні монокристалів $Zn_xCd_{1-x}Te$ є досить актуальною [1].

Мета даної роботи – фізико-хімічна взаємодія монокристалів твердих розчинів $Cd_{1-x}Zn_xTe$з травильними сумішами КІв диметилформаміді (ДМФА) – молочна кислота, опанування кінетичної закономірності процесу розчинення, установлення концентраційних меж розчинів за їх характером дії на поверхню напівпровідниках та вплив на цей процес вмісту цинку в їх складі, а також оптимізація травильних композицій для практичного їх застосування при хімічному оброблені поверхні пластини.

Для якісної обробки поверхні напівпровідників CdTe використовують рідкофазне хіміко-динамічне травлення. Також з метою фінішного полірування поверхні напівпровідникових пласти використовують хіміко-механічне полірування (ХМП). [2]

Приготовлені травильні розчини відстоювалисьпротягом двох годин, до встановлення хімічної рівноваги між компонентами травильної суміші. Отриманий «базовий розчин» розводили додаванням 80%-вої лактатної кислоти. Хіміко-механічне полірування проводили на скляному поліровальнику, обтягнутому тканиною.Травильну суміш подавали з швидкістю 2-3 мл в хвилину.

При завершенні процесу розчинення зразки напівпровідників промивали 0,1М розчином $Na_2S_2O_3$ для того, щоб видалити залишки активних компонентів травильного розчину, та великою кількістю дистильованої водоиі висушували потоком сухого повітря.

Швидкість травлення визначали за зменшенням товщини досліджуваного напівпровідника.

Проведене хіміко-механічного полірування $Cd_{1-x}Zn_xTe$ показало, що швидкість розчинення становить 0,8-4,8 мкм/хв. (рис. 1). Встановлено, що при розведенні базового поліруючого травника органічним розчинником (лактатною кислотою) утворюються поліруючі травники, які за своє характеристикою є високо якісними для хіміко-механічного полірування поверхонь монокристалів та можуть бути використані для фінішної обробки поверхні. Також експериментально досліджено, що якість полірування значно підвищується із збільшенням концентрації органічного розчинника, водночас швидкість полірування знижується, оскільки концентрація йоду в травнику дещо зменшується. Визначено вплив вмісту цинку в твердому розчині на швидкість полірування, яка підвищується із збільшенням вміст цинку в монокристалі.

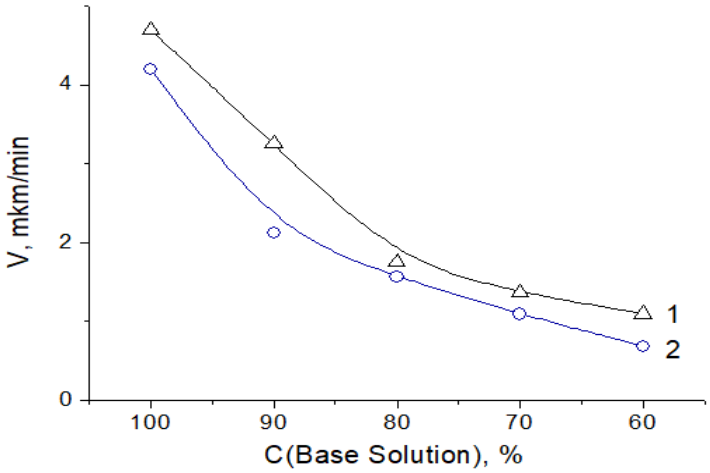


Рис. 1. Залежність швидкості хіміко-механічного полірування $Cd_{0.96}Zn_{0.04}Te$ (1) та $Cd_{0.9}Zn_{0.1}Te$ (2) від розведення базового розчину (в об.%: 88 KI-DMFA : 12 HNO_3) лактатною кислотою.

Для отримання якісної полірованої поверхні з контрольованою швидкість взаємодії напівпровідників монокристалів $Cd_{1-x}Zn_xTe$ запропоновані травильні композиції та методика хіміко-механічного полірування є досить актуальною і перспективною для застосування, зокрема при виготовленні деталей та робочих елементів для сучасних приладів, де застосовуються напівпровідникові матеріали.

1. Особливості розчинення CdTe і твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$ в травильних сумішах системи I_2-диметилформамід / О.Р. Гуменюг, З.Ф.Томашик, В.М. Томашик, П.І. Фейчук // Журн. неорган. Химии. – 2004. – Т.49, №10. – С.1750-1754.

2. Денисюк Р. О. Хіміко-механічне полірування $Cd_{1-x}Mn_xTe$ розчинами на основі H_2O_2–HI–цитратна кислота // Фізика і хімія твердого тіла. – 2014. – Т. 15, № 1. – С. 214-218.

КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЩО МІСТЯТЬ TiO_2

Марченко Катерина Олександрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, katyamarchenko660@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент,denisuk@zu.edu.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Титан діоксид широко використовується в різноманітних продуктах включаючи фарби, косметику та продукти харчування. Як харчова добавка зазвичай використовується для запобігання злежуванню, для відбілювання або для покращення кольору та блиску їжи. У косметиці TiO_2 можна використовувати як білий пігмент лише у мікрокристалічній формі або як неорганічний ультрафіолетовий (УФ) фільтр. Завдяки своїй універсальності та природним перевагам титан діоксид є фаворитом виробників косметики. Його можна знайти практично в будь-якому продукті на ринку, включаючи: рідкі та пудрові основи, бронзери, рум'яна, тіні для повік, туші, губні помади, у сонцезахисних кремах, а також у деяких денних кремах, щоб забезпечити захист від канцерогенних впливів УФ-випромінювання. TiO_2 як УФ-фільтр був використаний у формі мікрочастинок у перших проданих сонцезахисних кремах, але сформований такий чином, що його важко було наносити та залишався білий слід після нанесення [1].

Титан діоксид – це порошок, який використовується як білий пігмент у різноманітних продуктах. Сорт пігменту також відомий як титановий білий, пігментний білий або CI 77891, це найбільший і найяскравіший з усіх відомих пігментів [2].

Титан діоксид – природній білий мінерал, який отримують з ільменітові руди, і є поширеним інгредієнтом мінеральної косметики та сонцезахисних засобів. Як інгредієнт сонцезахисного крему титан діоксид відрізняється від хімічних сонцезахисних кремів, які поглинають УФ-промені, заміст цього діючи як фізичний блокатор [1].

Будь-який тип SPF має великий потенціал, щоб принести користь вашій шкірі, як у короткостроковій перспективі, так і з часом. Титан діоксид має декілька додаткових переваг, які можуть зробити його ідеальним вибором порівняно з іншими УФ-фільтрами.

Не подразнює: деякі косметичні та сонцезахисні засоби, що містять титан діоксид, створені для чутливої шкіри, тому вони можуть заспокоїти шкіру. Титан діоксид – мінерал, який не викликає подразнень, а також є безпечною природною альтернативою синтетичним сонцезахисним кремам, які можуть викликати запалення.

Некомедогенний: якщо шкіра схильна до вугрів, то використання некомедогенних продуктів може допомогти зменшити появу висипів завдяки інгредієнтам, які не блокують пори. Титан діоксид – це вологолюбний, некомедогенний інгредієнт, який легко змивається, що робить його придатним для тих, хто стурбований закупоркою пор, висипаннями та чутливістю шкіри.

Запобігає передчасному старінню: ультрафіолетове випромінювання викликає зміни в ДНК, які можуть призвести до передчасного старіння, а в деяких випадках і до раку шкіри, тому використання сонцезахисного крему, який містить титан діоксид та має SPF не менше 30, є чудовим способом захистити здоров'я вашої шкіри [3].

Титан діоксид не має побічних ефектів, а саме, порошки з діоксином титану не можна вдихати. Потрібно уникати розсипчастих пудр, рум'ян, тіней для повік або аерозолів, які містять титан діоксид [2].

Нано TiO_2 вважається десенсибілізатором і помірним або не подразнювальним для шкіри. Крім того немає доказів канцерогенності, мутагенності або репродуктивної токсичності після нанесення на шкіру. Оскільки титан діоксид не проникає всередину шкіри за межі поверхневих шарів до життєздатних клітин і не досягає загального кровообігу після

нанесення на будь-яку здорову або пошкоджену шкіру, титан діоксид із сонцезахисних засобів не представляє жодних ризиків для здоров'я при застосуванні на шкірі в концентрації до 25% [3].

1. Auttachoat W, McLoughlin CE, White KL Jr, Smith MJ. Route-dependent systemic and local immune effects following exposure to solutions prepared from titanium dioxide nanoparticles. J Immunotoxicol 2014.

2. Sha B, Gao W, Cui X, Wang L, Xu F. The potential health challenges of TiO_2 nanomaterials. J Appl Toxicol 2015; 35: 1086–1101.

3. SCCNFP. Opinion of the Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products Intended for Consumers Concerning Titanium Dioxide. European Commission Brussels, Brussels, 2000.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЬОГО НАНОФЕРИТОМ $MgFe_2O_4$/ГА

Мельник Яна Ігорівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу, yanamelnik843@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Камінський Олександр Миколайович,
кандидат хімічних наук, доцент, chem@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

Вивчення феромагнетизму на нанорівні та його вплив на властивості феритів є однією з сучасних проблем фізики та хімії твердого тіла, а також нанохімії.

Найкращий спосіб одержати багатокомпонентні матеріали зі складом фери- і феромагнітних наноструктур – золь-гель метод. Його суть полягає в тому, що відповідні прекурсори, які містяться у водному середовищі, гідролізують з подальшою поліконденсацією через обов'язкову стадію гелеутворення. Все це призводить до можливості одержання високоякісних матеріалів достатньої чистоти з унікальним хімічним складом та наперед заданими фізико-хімічними властивостями [1-2]

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 [3-4].

Метою роботи є вивчення процесів адсорбції барвника метиленового синього поверхнею $MgFe_2O_4$ / ГА.

На рис. 1. зображено ізотерму залежності адсорбційної ємності від концентрації барвника метиленового синього на поверхні $MgFe_2O_4$ / ГА

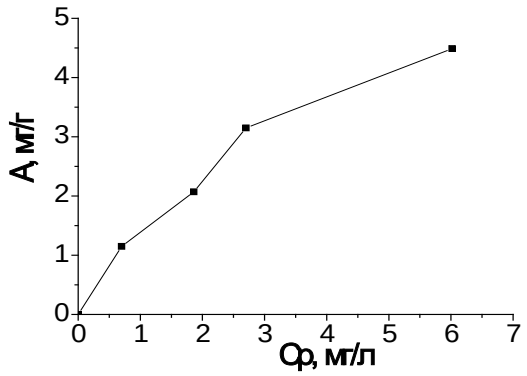


Рис. 1.Залежність адсорбційної ємності від концентрації барвника метиленового синього на поверхні $MgFe_2O_4$/ГА

Розраховано, що максимальна адсорбційна ємність (***A***) становить 4,49 мг/г (C_0 = 12 мг/л), а коефіцієнт розподілу 745,8 мл/г. Характер кривих ізотерм має форму з виходом на насичення, що нагадує криві ізотерм Ленгмюра (L – тип).

В порівнянні з поверхнею чистого гідроксиапатиту, адсорбційна здатність НК $MgFe_2O_4$/ГА майже в три рази більша.

Одержані експериментальні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Експериментальні дані залежності адсорбції ємності від концентрації барвника метиленового синього на поверхні $MgFe_2O_4$ / ГА

A, мг/г	1,15	2,07	3,15	4,58	**4,49**
C_p, мг/л	0,70	1,86	2,70	2,84	**6,02**
E, мл/г	1642,8	1112,9	1166,7	1612,7	**745,8**

Встановлено, що нанокомпозит $MgFe_2O_4$ / ГА є перспективним магніточутливим матеріалом в якості адсорбентів метиленового синього з водних розчинів.

1. Особливості синтезу складних оксидних систем з використанням ЗГА-методу / В.С. Бушкова, Б.К. Остафійчук, О.В.Копаєв // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т. 15, №1 (2014). – с. 182-185.

2. L. A. Frolova, O. V. Khmelenko, and O. S. Kovrov, Magnetic and Photocatalytic Properties of Nanodispersed Ferrites $Co_xNi_yZn_{1-x-y}Fe_2O_4$ // Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 43, No. 2: 159–171 (2021) (in Ukrainian), DOI: 10.15407/mfint.43.02.0159. 10.15407/mfint.43.02.0159.

3. A. I. Ahmed, M. A. Siddig, A. A. Mirghni, M. I. Omer, and A. A. Elbadawi, Advances in Nanoparticles, 4, No. 2: 45 (2015); DOI: 10.4236/anp.2015.42006

4. Jacob and M. A. Khadar, Journal of Applied Physics, 107, Iss. 11: 114310 (2010); https://doi.org/10.1063/1.3429202

СИРОВИННА БАЗА КОКСУВАННЯ КХВ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» У ПЕРІОД З 2017 ПО 2021 РІК

Мукіна Наталя Володимирівна
начальник технічного відділу, коксохімічного виробництва, Natalia.Mukina@arcelormittal.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

Мирошниченко Денис Вікторович,
доктор технічних наук, професор, dvmir79@gmail.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

Мєщанін Валерій Іванович,
аспірант IVкурсу, valerameshchanin@gmail.com
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Україна

Вугільна сировинна база коксохімвиробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» останні п'ять років носить стійкий міжбасейновий характер з переважанням в ній вугілля РФ, США і Казахстану.

Протягом 2017–2021 років склад і показники якості вугільної шихти для виробництва коксу на к.б. №1–4 практично не зазнали змін, в той час як у вугільній шихті для виробництва коксу на к.б. №5, 6 відбувається зниження частки високолеткого вугілля з одночасним збільшенням вмісту середньолетких і низьколетких компонентів.

Використання технології трамбування дозволяє отримувати доменний кокс більш високої якості ніж за традиційною технологією. Зокрема, кокс, отриманий на к.б. №5, 6 характеризується більш низькими значеннями зольності, вмісту загальної сірки та стиранням (M_{10}), при одночасно більш високих значеннях механічної міцності за показником подрібнюваності (M_{25}) і післяреакційної міцності (CSR).

У роботах доведено, що сучасна сировинна база коксування коксохімічного виробництва України носить стійкий міжбасейновий характер, де, поряд з українським вугіллям, використовується імпортне вугілля ближнього і далекого зарубіжжя.

Необхідно відзначити, що українське вугілля присутнє тільки в групі високо і середньолетких компонентів, а в групі низьколеткого вугілля присутнє тільки вугілля РФ.

Аналізуючи наведені дані про склади вугільних шихт, що надходять на коксування на к.б. №1–4, можна зробити висновок про їх відносну стабільність: в середньому частка високолеткого вугілля становила 47,07 %; вміст середньолеткого вугілля – 35,27 %; вміст низьколеткого вугілля – 17,66 %.

Варто зазначити, що протягом 2017–2021 років склади вугільних шихт, які використовувалися для трамбування, були не настільки стабільні: відбувалося поетапне зниження вмісту високолеткого вугілля з 76,01 до 60,95 % при одночасному збільшенні частки середньо і низьколеткого вугілля з 23,99 до 39,05%.

Підтвердження цьому можна знайти в аналізі даних показників якості вугільних шихт, наведених у табл. 3. Якщо значення виходу летких речовин вугільних шихт, що надходять на к.б. №1–4 коливалися від 28,9 до 30,2 %, то значення виходу летких речовин вугільних шихт, що надходили на к.б. №5, 6 знижувалися з 32,7 до 30,0 %.

Як і передбачає технологія трамбування, вологість, насипна густина і вміст класу менше 0,16 і менше 3,0 мм в вугільних шихтах, що надходять на к.б. №5, 6, значно вище значень аналогічних показників вугільних шихт, що надходять на к.б. № 1–4.

Одночасно з цим, в зв'язку з використанням вугілля певної якості, зольність, вміст загальної сірки і товщина пластичного шару у вугільних шихтах, що надходять на к.б. №1–4 трохи вище аналогічних показників у вугільних шихтах, що надходять на к.б. №5, 6.

У табл. 1 наведені значення показників якості одержуваного доменного коксу.

Таблиця 1 Показники якості доменного коксу

Рік	Батарея	Технічний аналіз, %		Механічна міцність, %		Післяреакційна здатність, %
		A^d	S^d_t	M_{25}	M_{10}	CSR
2017	1–4	11,5	0,57	84,9	7,9	48,4
	6	11,5	0,45	87,2	5,9	52,3
2018	1–4	11,8	0,48	85,4	8,2	49,7
	6	11,2	0,43	87,8	6,2	53,6
2019	1–4	11,8	0,53	85,6	8,1	49,1
	5, 6	11,4	0,45	88,4	5,8	53,9
2020	1–4	11,6	0,51	86,4	8,2	51,6
	5, 6	11,6	0,44	89,2	6,1	55,1
2021 (січень-травень)	1–4	11,7	0,50	86,1	8,1	55,3
	5, 6	11,4	0,45	89,4	5,8	57,0
Мінімум	1–4	11,5	0,48	84,9	7,9	48,4
	5, 6	11,2	0,43	87,2	5,8	52,3
Максимум	1–4	11,8	0,57	86,4	8,2	55,3
	5, 6	11,6	0,45	89,4	6,2	57
Середнє значення	1–4	11,7	0,52	85,7	8,1	50,8
	5, 6	11,4	0,44	88,4	6,0	54,4

Виходячи з наведених даних, можна зробити висновок, що використання технології трамбування дозволяє отримувати доменний кокс більш високої якості. Зокрема, кокс, отриманий на к.б. №5, 6 характеризується більш низькими значеннями зольності, вмісту загальної сірки та стиранням (M_{10}), при одночасно більш високих значеннях механічної міцності за показником подрібнюваності (M_{25}) і післяреакційної міцності (CSR).

На підставі виконаних досліджень можна сформулювати наступні основні висновки:

1. Вугільна сировинна база коксохімвиробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» останні п'ять років носить стійкий міжбасейновий характер з переважанням в ній вугілля РФ, США і Казахстану.

2. Протягом 2017–2021 років склад і показники якості вугільної шихти для виробництва коксу на к.б. №1–4 практично не зазнали змін, в той час як у вугільній шихті для виробництва коксу на к.б. №5, 6 відбувається зниження частки високолеткого вугілля з одночасним збільшенням вмісту середньолетких і низьколетких компонентів.

3. Використання технології трамбування дозволяє отримувати доменний кокс більш високої якості. Зокрема, кокс, отриманий на к.б. №5, 6 характеризується більш низькими значеннями зольності, вмісту загальної сірки та стирання (M_{10}), при одночасно більш високих значеннях механічної міцності за показником подрібнюваності (M_{25}) і післяреакційної міцності (CSR).

1. Романюк И.В. Особенности формирования и перспективы развития угольной сырьевой базы коксохимического производства КХП ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» / И.В. Романюк, И.И. Сикан, Н.В. Мукина, С.С. Селин, И.Д. Дроздник, Д.В. Мирошниченко // Углехимический журнал. 2016. №3 – 4. С. 12-17.

2. Попов Е.С. Межбассейновая сырьевая база коксохимического производства Украины: проблемы формирования шихт, их подготовки и коксования / Е.С. Попов, В.И. Гаврилюк, Н.В. Мукина, Е.Т. Ковалев, И.Д. Дроздник, Н.Б. Бидоленко // Углехимический журнал. 2018. №5. С. 3-7.

ОПТИМІЗАЦІЯ БРОМВИДІЛЯЮЧИХ ТРАВНИКІВ $K_2Cr_2O_7$ – HBr – РОЗЧИННИК ДЛЯ РІЗНИХ ЕТАПІВ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ CdTe ТА $Zn_xCd_{1-x}Te$

Муращенко Валерія Павлівна,
здобувач IIкурсу магістерського рівня вищої освіти, valeria26121999@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Тітов Юрій Олександрович,
доктор хімічних наук, професор кафедри хімії, laridae92@gmail.com
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

Проведення хімічної обробки монокристалів особливо важливе при виробництві робочих елементів електронних приладів. Основне призначення хімічної обробки монокристалів – видалення пошкодженого шару, що утворився в результаті попередньої обробки, а також отримання полірованої поверхні, яка буде структурно досконалою та не матиме дефектів. Для успішного вирішення таких завдань застосовуються різні методи хімічного травлення, одним з найбільш перспективних є хімічне полірування.

Для обробки поверхні кристалів CdTe і $Zn_xCd_{1-x}Te$ використовуються наступні бромвиділяючі травильні композиції: $K_2Cr_2O_7$– HBr, $K_2Cr_2O_7$– HBr – лимонна кислота, $K_2Cr_2O_7$ – HBr – оксалатна кислота, $K_2Cr_2O_7$ – HBr – ацетатна кислота, $K_2Cr_2O_7$ – HBr – тартратна кислота, $K_2Cr_2O_7$ – HBr – етиленгліколь, $K_2Cr_2O_7$ – HBr – лактатна кислота.

З метою оптимізації травильних композицій складу $K_2Cr_2O_7$– HBr – розчинник та дослідження швидкості та якості розчинення поверхні монокристалів CdTe і твердих розчинів $Zn_xCd_{1-x}Te$ було досліджено швидкості травлення у зазначених травильних композиціях та стан поверхні після хіміко-динамічного полірування.

Було виявлено, що при використанні органічних розчинників швидкість хімічного полірування монокристалів зменшується у такому порядку: оксалатна → ацетатна → тартратна → лактатна → етиленгліколь [1].

Ця залежність ймовірно обумовлена зменшенням констант іонізації в даному ряду, а також різним співвідношенням карбоксильних (-COOH) і гідроксильних (-OH) груп в молекулах органічної кислоти: чим більше карбоксильних груп, тим вища кислотність травника та вища швидкість травлення.

Експериментально встановлено, що на швидкість хімічного розчинення впливає також і в'язкість органічного розчинника: наприклад, при використанні етиленгліколю, тартратної та лактатної кислот, які мають більшу в'язкість, швидкість полірування монокристалів нижча при однаковому співвідношенні компонентів в травнику.

Зменшення швидкості хімічного полірування також впливає на стан обробленої поверхні: при вмісті етиленгліколю більше 50 об. % утворюється біла плівка на поверхні монокристалу, а зменшення вмісту етиленгліколю в травильній композиції підвищує швидкість полірування та покращує якість поверхні.

Також спостерігається закономірність зміни швидкості хімічного розчинення монокристалів CdTe та $Zn_xCd_{1-x}Te$ залежно від складу твердих розчинів: для всіх травників швидкість хімічного полірування зростає, а якість полірованої поверхні покращується із збільшенням вмісту Zn в твердому розчині, за виключенням травильних композицій з

ацетатною кислотою.

Таблиця 1.Залежність швидкості хімічного розчинення від природи розчинника в травильних композиціях $K_2Cr_2O_7$ – HBr – розчинник

№ п/п	Склад травильних композицій	Швидкість травлення, мкм/хв			Стан поверхні після травлення
		CdTe	$Zn_{0,04}Cd_{0,96}Te$	$Zn_{0,1}Cd_{0,9}Te$	
1	40 $K_2Cr_2O_7$ + 60 HBr	6,5	7,2	7,7	Блиск
2	20 $K_2Cr_2O_7$ + 80 HBr	3,2	3,8	4,3	Полірована
3	20 $K_2Cr_2O_7$ + 20 HBr + 60 $C_2H_2O_4$	2,5	2,6	2,9	Блиск, наявні ямки травлення
4	20 $K_2Cr_2O_7$+20 HBr + 60 CH_3COOH	2	0,9	1,4	Дзеркальний блиск
5	20 $K_2Cr_2O_7$+20 HBr + 60 $C_4H_6O_6$	0,8	0,6	0,8	Полірована
6	20 $K_2Cr_2O_7$+20 HBr + 60 $C_3H_6O_3$	0,6	0,8	1	Полірована, але трапляються матові ділянки
7	20 $K_2Cr_2O_7$+20 HBr + 60 $C_2H_6O_2$	0,4	0,5	0,7	Біла плівка, не полірована
8	20 $K_2Cr_2O_7$+50 HBr + 30 $C_2H_6O_2$	1,8	1,8	2,7	Блиск
9	35 $K_2Cr_2O_7$+50 HBr + 15 $C_2H_6O_2$	4,2	4,4	4,7	Дзеркальний блиск

Щодо якості обробленої поверхні напівпровідників, то гарними поліруючими властивостями володіють травники розведені ацетатною та тартратною кислотою, а також етиленгліколем. Селективну дію мають травильні композиції з оксалатною кислотою.

Травильні композиції з невеликими швидкостями полірування (5-15 мкм/хв) поверхні напівпровідників є найбільш перспективними, оскільки не містять дуже токсичного і нестійкого брому, а є бромвиділяючими. Введення різної кількості органічного розчинника дозволяє частково регулювати процес взаємодії $K_2Cr_2O_7$ і HBr, сприяючи розчиненню токсичного брому, який виділяється при перетворенні продуктів взаємодії в розчинну форму [2]. Такі травильні композиції діють більш плавно, рівномірно та однорідно, як при знятті пошкодженого після різки шару, так і при кінцевій хімічній обробці. Оптимізовані травильні композиції характеризуються низькою швидкістю травлення (0,4-7,7 мкм/хв) і можуть бути використані для зменшення товщини пластин до необхідних розмірів, для обробки тонких плівок, а також для фінішного полірування поверхні CdTe та $Zn_xCd_{1-x}Te$.

1. Чайка М. В. Вплив природи органічного компонента на хімічне розчинення монокристалів CdTe та $ZnxCd_{1-x}Te$ у водних розчинах $K_2Cr_2O_7$ – HBr – розчинник / М. В. Чайка, З. Ф. Томашик, В. М. Томашик, Д. Ю. Панасюк // Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи. – Житомир, 2017. – С. 125-128

2. Чайка М. В. Особливості формування бромвиділяючих травильних композицій для хімічної обробки поверхні CdTe / М. В. Чайка, З. Ф. Томашик, В. М. Томашик // Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи. – Житомир, 2018. – С. 194-197

ВИВЧЕННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОФЕРИТІВ НІКЕЛЮ ТА КУПРУМУ

Назарова Ольга Володимирівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу, olganazarova2209@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

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Свиридюк Катерина Петрівна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Нанохімія магнітних матеріалів - один з напрямків сучасної хімічної науки, який в останні роки інтенсивно розвивається. Феритові наночастинки представляють великий інтерес в науковому аспекті завдяки своїм структурним, магнітним та електричним властивостям [1].

Можливість заміщення одних іонів перехідних металів на інші дозволяє проводити синтез феритів із наперед заданими властивостями, наприклад, одержувати ефективний магнітний момент на формульну одиницю, температуру Кюрі, а також структурні параметри, такі як ступінь оберненості чи довжину міжкатіонних чи катіон-аніонних зв'язків [2]. Більше того, заміщуючи різні іони металу у фериті, можна отримати бажанні структурні, вібраційні, електричні і магнітні властивості [3].

Одним з перспективних способів отримання багатокомпонентних магніточутливих матеріалів, є золь-гель метод, який реалізується шляхом гідролізу та наступної поліконденсації відповідних прекурсорів у водному середовищі. Суттєвою перевагою золь-гель технології є можливість досягнення високої однорідності матеріалів. Всі вихідні речовини знаходяться в рідкій фазі, їх змішування реалізується на молекулярному рівні, завдяки чому і досягається високий ступінь однорідності [4].

У ході дослідження проведено синтез наноферитів $NiFe_2O_4$ та $CuFe_2O_4$ золь-гель методом за участю автогоріння (методом Печіні) та досліджено їх структуру за допомогою ІЧ-Фур'є спектроскопії.

Досліджено адсорбційні властивості одержаних наноферитів щодо барвника метиленового синього. Встановлено, що адсорбційна ємність (при С0 = 12 мг/л) для $NiFe_2O_4$ та $CuFe_2O_4$ становить 0,69 та 1,19 мг/г відповідно.

Встановлено, що характер форм ізотерм для $NiFe_2O_4$ та $CuFe_2O_4$ має форму з виходом на насичення, що нагадує криві ізотерм Ленгмюра.

Проведено розрахунки ізотерм відповідно до математичних моделей Ленгмюра, Фрейндліха, Тьомкіна та Дубініна-Радушкевича. Встановлено, що для обох феритів ізотерма адсорбції барвника задовільно описується моделлю Тьомкіна. Це означає, що адсорбційні центри поверхонь $NiFe_2O_4$ та $CuFe_2O_4$ хоча і не рівноцінні, проте мають енергетично рівномірий розподіл.

Розраховано величини енергії адсорбції для $NiFe_2O_4$ та $CuFe_2O_4$, які становлять 2,58 та 1,09 кДж/моль відповідно. Одержані розрахунки свідчать про те, що в обох випадках відбувається лише фізична адсорбція метиленового синього на поверхні адсорбентів.

1. Masrour, M. Hamedoun, A. Benyoussef, E.K. Hlil Magnetic properties of mixed Ni-Cu ferrites calculated using mean field approach // J. Magn. Magn. Mater. – 2014. – V.363. – P.1-5.

2. Gholizadeh, E. Jafari. Effects of sintering atmosphere and temperature on structural and magnetic properties of Ni-Cu-Zn ferrite nano-particles: Magnetic enhancement by a reducing atmosphere // J. Magn. Magn. Mater. – 2017. – V.422. – P.328-336.

3. Kaykan, L. S., Mazurenko, J. S., Yaremiy, I. P., Bandura, Kh. V., & Ostapovych, N. V. Effect of Nickel Ions Substitution on the Structural and Electrical Properties of a Nanosized Lithium-iron Ferrite Obtained by the Sol-gel Auto-combustion Method // Journal of Nano- and Electronic Physics. – (2019). 11(5), 05041-1-05041–05047. https://doi.org/10.21272/jnep.11(5).05041

4. Синтез та магнітна мікроструктура наночастинок магнієвих феритів, заміщених цинком / Б.К. Остафійчук, В.С. Бушкова,В.В. Мокляк,Р.В. Ільницький // Укр. фіз. журн. – 2015. – Т. 60, № 12. – с. 1236-1244.

СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ РІДИННИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ

Неук Юлія Петрівна,
здобувач вищої освіти IVкурсу, neukulia94@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Томашик Василь Миколайович,
професор кафедри хімії, доктор хімічних наук, about:blankchem@ukr.net
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України, Україна

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

Нині існує проблема утворення великої кількості відходів. Тому постало питання у розробці технологій утилізації і використання дистилерної рідини. І це допомагає (хоч і частково) вирішити дану проблему. Зазвичай відходи або скидають у водойми, або їх накопичують самі ставки-відстійники. Скидуючи дистилерну рідину у природні водойми можна певною мірою мінералізувати її, а також збільшити твердість води і вміст хлоридів у ній. Відповідно це впливає на екологічну картину водойми [1].

Перспективою у напрямку вирішення проблем содового виробництва з екологічної точки зору є те, що дистилерну рідину використовують у виробництві певних видів продукції. Було запропоновано одержувати $CaCO_3$, що застосовують в якості наповнювача при виробництві гуми, паперу, пластмас, медичних препаратів.

Щоб збільшити технологічну продуктивність маточні розчини замінюють, в якості осаджувача, на розчин кальцинованої соди з масовою часткою розчиненої речовини 15%. Дослідження відбувалося при 20-80 °С. Час осадження – 1-6 хв. Надлишок содdвого розчину – 5-20% і частота обертів механічної мішалки від 300 до 600 хв$^{-1}$. Дослідження провdдили з метою визначення умов при яких можливо одержати $CaCO_3$ і, найголовніше, при яких же умовах процес проходить з високим ступенем осадження $CaCO_3$.

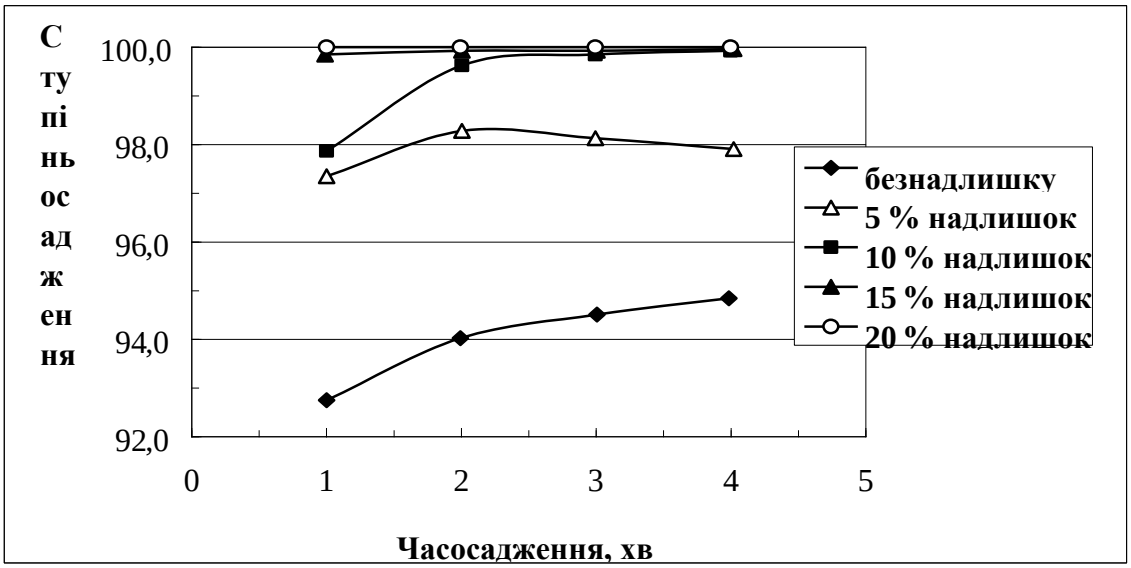


Рис. 1. Залежність ступеня осадження $CaCO_3$ від надлишку розчину осаджувача при 60°

Щоб одержати хімічно-осаджений кальцій карбонат, з вимогами ГОСТ 8253-79, потрібно процесс проводити при температурі 60 °С. Його тривалість має становити до 3 хв.

Надлишок розчину осаджувача ≤ 5%. Відповідно до цього осадження $CaCO_3$ буде становити близько
98 % і більше. При такому способі утилізації дистилерної води можна отримати продукт, який користується значним попитом [2].

1. Методи керування відходами виробнтцтва кальцинованої соди: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. [«Сучасний університет: перспективи розвитку»], (Черкаси, 18 – 21 жовтня 2010р.). – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – Т. П. – Ч. І. – 140 с.

2. Технологія утилізації дистилеоної рідини виробництва кальцинованої соди: тези доповідей ХХ Міжнар. наук.-практ. конф. [«Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освітаздоров'я»], (Харків, 15 – 17 травня 2012р.). – Харків: НТУ «ХПІ», 2012. – Ч. ІІ. – 324с.

НАНОМАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ХРОМОВИХ ШПІНЕЛЕЙ

Остапчук – Назарчук Олександр Сергійович,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, alexkamin@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,about:blankalexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Свиридюк Катерина Петрівна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Сучасні магніточутливі наноматеріали, такі як ферити, знаходять широке застосування в різних галузях промисловості та технологій. Достойне місце серед таких матеріалів займають заміщені феритні матеріали.

Так, наприклад, в Ni-Cr феритах завдяки антиферомагнітній природі йонів Cr^{3+} існує можливість досягнення контролю над магнітними параметрами, такими як залишкова намагніченість і коерцитивна сила [1-3].

Як зазначають автори [2], розподіл катіонів Ni^{2+}, Fe^{3+} та Cr^{3+} у структурі шпінелі нікель-хромових феритів значною мірою залежить як від способу одержання заміщеного фериту, так і температурного режиму обробки, що дозволяє в кінцевому результаті одержувати матеріал із наперед заданими магнітними та електричними властивостями.

В даній роботі проведено синтез наночастинок магній-хромової шпінелі золь-гель методом за участю автогоріння.

На рис.1 зображено зовнішній вигляд хромової шпінелі $MgCr_2O_4$



Рис.1. Зовнішній вигляд хромової шпінелі $MgCr_2O_4$

За допомогою якісного аналізу встановлено, що синтезована речовина сіро-чорного кольору відповідає містить катіони магнію(II) і хрому(III). Даний порошок розчиняється в конц. HCI, а одержаний розчин дає якісні реакції на йони Mg^{2+} (магнезон в присутності розчину змінює забарвлення з жовтого на синє).

1. V. S. Bushkova, I. P. Yaremiy, R. P. Lisovskiy, B. V. Karpyk. Structure and sorption characteristics of $NiCr_xFe_{2-x}O_4$ ferrite powders // J. Nano-Electron. Phys. – 9, 02011, 2017.

2. S. Mitra, M. Bidyananda, A. Kumar Samanta. Cationdistribution in Cr-spinels from the Sittampundi layered complex and their intracrystalline thermodynamics // Current Sci. – 90, 435,

2006.

3. Бушкова В. С. Магнітний гістерезис і температура Кюрі нікель-хромових феритів, отриманих методом золь-гель за участі автогоріння / В. С. Бушкова // Український фізичний журнал. - 2017. - Т. 62, № 11. - С. 986-993. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UPhJ_2017_62_11_12.

ІСТОРІЯ РОЗРОБКИ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ МАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРИКЛАДІ МАГНЕТИТУ

Панченко ТетянаВікторівна,
здобувач вищої освіти ІІІ курсу, tanja99315@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

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Сучасні магнітні матеріали є предметом різносторонніх систематичних досліджень, які пов’язані з фундаментальними науковими аспектами, оскільки поєднання унікальних фізико-хімічних властивостей таких речовин дозволяє використовувати їх для різних технічних цілей [1]. Магнітні наночастинки виявили великий потенціал в екологічних, біомедичних та клінічних застосуваннях. Вони часто використовуються в магнітній резонансній томографії, зберіганні даних, каталізі, специфічному транспорті лікарських препаратів у тканини та клітини організму тощо.

Магнітні властивості наночастинок залежать від різних факторів, таких як форма та розміри часток, їх хімічний склад, кристалічна структура, магнітний момент та питома намагніченість насичення, магнітокристалічна анізотропія тощо. Магнітні наночастинки можна класифікувати на п’ять різних типів відносно їх реакції на зовнішнє магнітне поле: парамагнітні, діамагнітні, феромагнітні, феримагнітні та антиферомагнітні. Також магнітні наночастинки класифікують за їх «слабкими» (діамагнітні та парамагнітні наночастинки) та «сильними» (феромагнітні, феримагнітні та антиферомагнітні наночастинки) магнітними властивостями. Вирівнювання магнітного моменту окремих атомів із зовнішнім магнітним полем у різних магнітних матеріалах показано на рис. 1 [2].

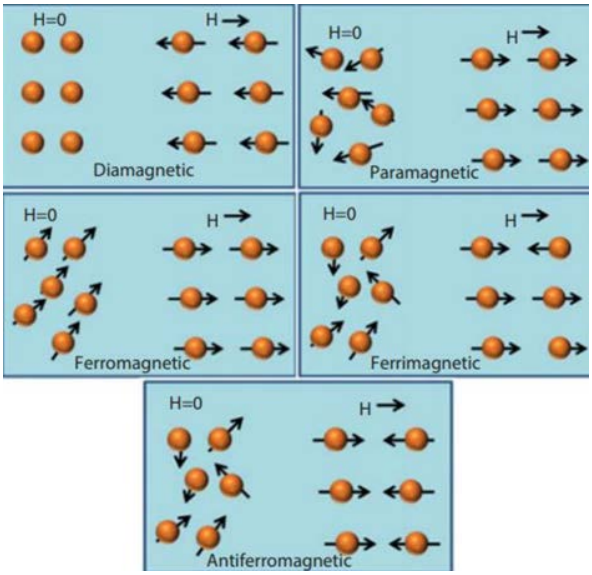


Рис. 1. Характеристика різних магнітних матеріалів відповідно до вирівнювання магнітного моменту окремих атомів у прикладеному зовнішньому магнітному полі

Найдавніші повідомлення про синтез магнітних частинок на основі магнетиту, які утворюють відносно стійкі колоїди, з'явилися ще у 1930-х роках. Першу стабільну суспензію магнітних частинок одержано у 1965 році Стівом Папеллом (Steve Papell). Магнітна рідина Папелла являла собою дисперсію подрібнених частинок магнетиту (Fe_3O_4) (діаметр<25 мм), модифікованих олеїновою кислотою. Ці частинки були диспергувані в неполярних розчинниках (носій), утворюючи стійку магнітну рідину. Згодом Розенсвейг (Rosensweig) отримав кілька видів магнітних рідин на основі дисперсії подрібнених частинок Fe_3O_4 у різних рідких носіях, таких як гас, вода, флуоровуглеводні та естери.

У 1982 р. Массарт (Massart) отримав магнітні рідини хімічним способом, який передбачає співосадження гідроксидів Fe(II) та Fe(III) [3]. Пізніше група Массарта модифікувала метод співосадження, щоб отримати ультрастабільні та висококонцентровані магнітні рідини з різними магнітними частинками на основі шпінельних феритів, таких як $(M_{1-x}^{2}+Fe_x^{3+})A(Fe_{2-x}^{3+}M_x^{2+})_BO_4$ (M = Mn, Co, Ni, Cu, Zn). Стабільність таких дисперсій досягається гідротермічною обробкою зразків з використанням в якості реагента $Fe(NO_3)_3$, що призводить до утворення захисного ферумвмісного шару, який пасивує поверхню наночастинок [1].

Наступний етап розвитку в синтезі магнітних наночастинок розпочався із створенням Нобелевським лауреатом Річардом Фельдманом нової науки нанохімії та нанотехнології, виникненням та розвитком золь-гель синтезу.

1. A.M. Abu-Dief, S.M. Abdel-Fatah, Development and functionalization of magnetic nanoparticles as powerful and green catalysts for organic synthesis // Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci. – 7 (2018). – p.55-67.

2. Y.P. Yew, K. Shameli, M. Miyake, N.B.B. Ahmad Khairudin, S.E.B. Mohamad, T. Naiki, K.X. Lee Green biosynthesis of superparamagnetic magnetite Fe_3O_4 nanoparticles and biomedical applications in targeted anticancer drug delivery system: A review // Arab. J. Chem. – 13 (2018). – p.2287-2308.

3. L.L. Israel, A. Galstyan, E. Holler, J.Y. Ljubimova Magnetic iron oxide nanoparticles for imaging, targeting and treatment of primary and metastatic tumors of the brain // J. Control. Release. – 320 (2020). – p. 45-62.

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ ОРБІТАЛЕЙ БАРВНИКІВ РАЙХАРДТА ТА 4-[[(2,4-ДИНІТРОФЕНІЛ)МЕТИЛЕН]ІМІНО-2,6-ДИФЕНІЛ]ФЕНОЛА

Сергєєва Євгенія Олександрівна,
аспірант 4-го року навчання, y.o.serhieieva@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Захаров Антон Борисович,
кандидат хімічних наук, доцент, abzakharov@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Кійко Сергій Михайлович,
Кандидат хімічних наук, доцент, s.m.kiyko@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Протягом останніх 40 років в дослідженні сольватохромних явищ перевага віддавалася класичному сольватохромному барвнику Райхардта (***N***-феноксіпіридинієвому бетаїну, 2,6-дифеніл-4-(2,4,6-трифенілпіридиній-1-ід) фенолят - далі ***Ind 1***) (рис. 1) або його похідним. [1] Використання інших сольватохромних барвників носило епізодичний характер. Це було зумовлено тим, що ***Ind 1*** проявляє сольватохромні ефекти в широкій області видимого та ***УФ*** спектра (від 453 до 925 ***нм***) при переході із основного в збуджений стан, що пов'язано зі зміною дипольного моменту молекули індикатора на 22 ***D***, що дозволяє навіть візуально спостерігати ці ефекти у видимій області спектра. [2] Але у зв'язку з тим, що ***Ind 1*** не є інформативним у питанні міжмолекулярної взаємодії, були здійснені спроби синтезу нових сольватохромних індикаторів з двома різними сольватаційними центрами в основному та збудженому стані з приблизно тією ж областю прояву сольватохромії, як і у ***Ind 1.***

Такий індикатор був синтезований у 2012 р. групою бразильських вчених [3](4-[[(2,4-динітрофеніл)метилен]іміно -2,6-дифеніл]фенол – далі ***Ind 2***). Барвник може сольватуватися різними способами в залежності від складу змішаного водно-органічного розчинника, тобто переважно сольватується один з двох хромофорних центрів барвника. Він також проявляє сольватохромні ефекти в широкій області видимого та ***УФ*** спектра (від 563 до 913 ***нм***) при переході із основного в збуджений стан (рис. 2).

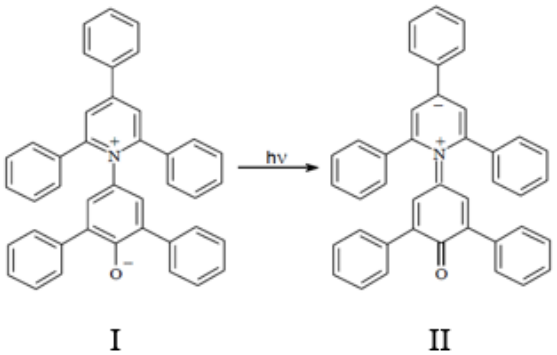


Рис. 1 Основний (*I*) і збуджений (*II*) стан*Ind I* [1]

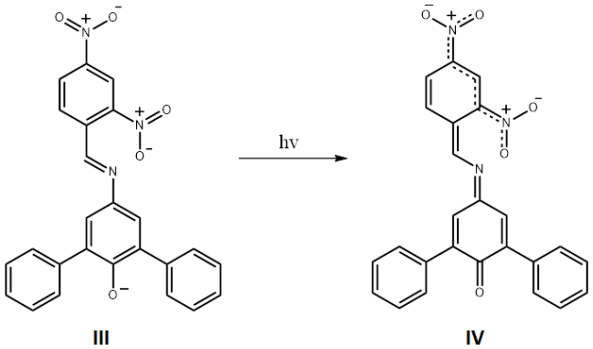
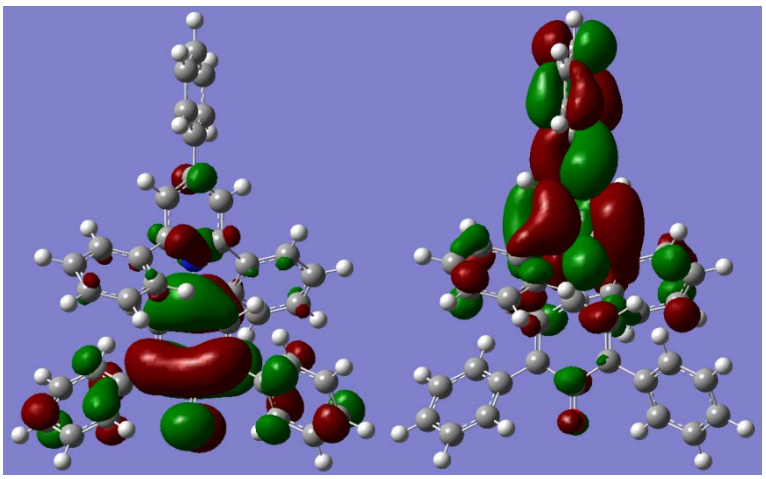


Рис. 2 Основний (*III*) і збуджений (*IV*) стан *Ind II* [3]

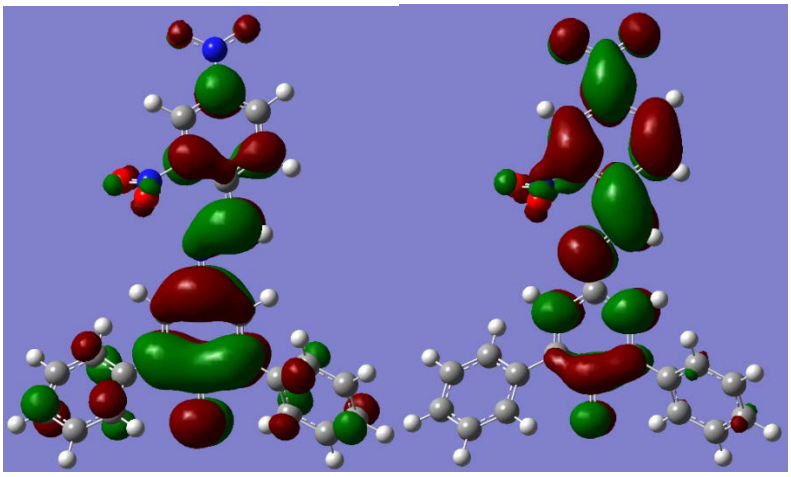
Задачею даної роботи було дослідження молекулярних орбіталей ***Ind 1*** та ***Ind 2.*** Для цього були досліджені ***HOMO*** та ***LUMO*** орбіталі обох барвників за допомогою ***DFT*** розрахунків [4]. Результати наведені на рис. 3 – 4.



HOMO ***LUMO***

Рис. 3 Структури ***HOMO*** та ***LUMO*** орбіталей ***Ind 1***

Виходячи з результатів ***DFT*** розрахунків [4] для основного стану ***Ind 1*** (структури ***HOMO*** та ***LUMO*** орбіталей запропоновані на рис. 3) можна прийти до висновку, що орбіталі, які знаходяться поблизу щілини, локалізовані принципово на різних фрагментах (***HOMO*** переважно локалізоована на «донорному» фенолятному фрагменті, в той час як ***LUMO*** в більшій мірі розташована на «акцепторній» частині барвника). Розмір щілини ***HOMO-LUMO*** складає 3.7 ***eB***. Згідно з результатами ***TD-DFT*** розрахунків, перехід у збуджений стан є одноелектронним, при цьому домінуючою конфігурацією хвильової функції збудженого стану відповідає переходу між верхньою заповненою та нижньою вакантною ***MO***. Виходячи з цього, збудження відповідає внутрішньомолекулярному переносу заряда між донорним та акцепторним фрагментами, що тягне за собою значну зміну зарядового розподілу (а, як результат, до помітної різниці в дипольних моментах основного та збудженого станів), що й підтверджується експериментально у вигляді інтенсивної сольватохромії.



HOMO ***LUMO***

Рис. 4 Структури ***HOMO*** та ***LUMO*** орбіталей ***Ind 2***

На рис. 4, аналогічно випадку з ***Ind 1***, запропоновані структури ***HOMO*** та ***LUMO*** для ***Ind 2*** [4]. На відміну від випадку, що спостерігається для ***Ind 1*** аналіз хвильової функції не виявив таких значних просторових розділень ***HOMO*** та ***LUMO*** між донорним та акцепторним фрагментами молекули (розмір щілини складає 3.25 ***eB***). Слід відзначити, що верхня заповнена ***MO*** все ж таки має тенденцію до локалізації на фенолятному фрагменті, а нижня вакантна – на нітрогенвмістному фрагменті. Так само як і у випадку з ***Ind 1,*** перехід у

збуджений стан є одноелектронним й домінуюча конфігурація відповідає переходу між ***HOMO*** та ***LUMO***. У зв'язку з вищевказаним, не варто очікувати принципових відмінностей у зарядовому розподілі в основному та збудженому станах. Вірогідно, цей фактор вказує на той факт, що фенолятний та нітрогенвмістний фрагменти є взаємозамінними в процесі сольватації – тобто два центри по черзі взаємодіють з молекулами розчинника в залежності від умов.

Значна відмінність в сольватації ***Ind 1*** та ***Ind 2*** полягає в різній кількості сольватаційних центрів (1 центр для ***Ind 1*** та 2 центри для ***Ind 2***) – вірогідно, при умовах відсутності стеричного затруднення (за рахунок фенільних кілець) доступу до атома азоту в ***Ind 1***, для досліджуваних барвників могли б спостерігатись схожі особливості сольватації.

На основі цього можна зробити припущення, що стабілізація основного стану цих індикаторів буде змінюватися симбатно при переході від одного індивідуального розчинника до іншого.

1. Karl Dimrot, Christia Rneichard, Theodor Sriepmann und Ferdinand Bohlmann. Uber pyridinium-n-phenol-betaine und ihre verwendung zur charakterisierung der polaritat von losungsmitteln. Annalen der chemie band 661. 1963.
2. Cr. Reihardt Solvatohromic behavior of 1-(p-dimethilaminophenil)-2-nitroethylen in solvent mixtures composed of amides and hidoxilic solvents. Jornal of molecular liquids 2003, 150, 141-167.
3. L. Nandi, F. Facin, V. Marini [et.al.] Nitro-Substituted 4-[(Phenylmethylene) imino]phenolates: Solvatochromism and Their Use as Solvatochromic Switches and as Probes for the Investigation of Preferential Solvation in Solvent Mixtures. The Journal of Organic Chemistry.- 2012.
4. Gaussian 09, Revision B.01, M. J. Frisch, G. W. Trucks [et all] Wallingford CT, 2010.

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СОЛЬВАТОХРОМІЇ БАРВНИКІВ РАЙХАРДТА ТА 4-[[(2,4-ДИНІТРОФЕНІЛ)МЕТИЛЕН]ІМІНО-2,6-ДИФЕНІЛ]ФЕНОЛА

Сергєєва Євгенія Олександрівна,
аспірант 4-го року навчання, y.o.serhieieva@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Колесник Ярослав Валентинович,
кандидат хімічних наук, доцент, ykolesnik@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Кійко Сергій Михайлович,
кандидат хімічних наук, доцент, s.m.kiyko@karazin.ua
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

Дана робота є частиною запланованих досліджень полярності змішаних розчинників різної природи з використанням барвників Райхардта (далі ***Ind 1***) [1](рис. 1) та 4-[[(2,4-динітрофеніл)метилен]іміно-2,6-дифеніл]фенол [2] (далі – ***Ind***) (рис. 2).

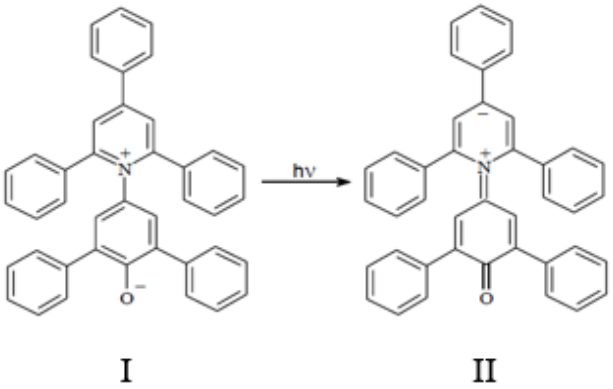


Рис. 1 Основний (***I***) і збуджений (***II***) стан ***Ind I***

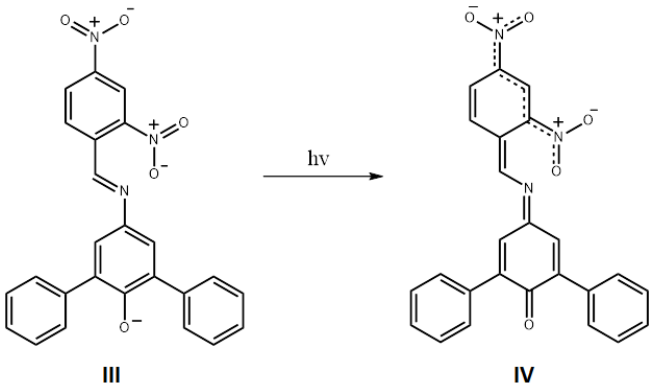


Рис. 2 Основний (***III***) і збуджений (***IV***) стан ***Ind II***

Було досліджено вплив сольватації молекули барвника ***Ind 2*** на довжину хвилі поглинання шляхом квантово-хімічних розрахунків. [3] Аналогічне дослідження для ***Ind 1*** було проведено раніше. [4] Аналіз структури та розподілу зарядів в молекулярному іоні ***NPh***$^-$ барвника ***Ind 2*** дозволив виділити 3 центра які можуть зазнавати значного впливу розчинника (рис. 3): центр № 1: від'ємно заряджений атом кисню, який має найбільшу спорідненість до протону; центр № 2: атоми кисню динітрофенільного фрагменту; центр № 3: атом азоту, що сполучає дві частини молекули.

Молекули розчинника були розташовані вручну, таким чином щоб утворювалися водневі зв'язки з центрами координації. Потім оптимізували геометрію одержаних молекулярних агрегатів в основному стані. При цьому враховується неспецифічна сольватація з використанням методу ***PCM***. Результати квантово-хімічних розрахунків наведені в таблиці 1.

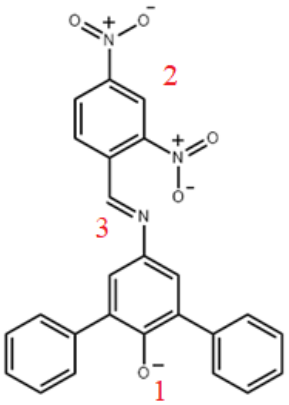


Рис. 3 Бутлерівська формула аніона ***NPh***$^-$ барвника ***Ind 2***

Таблиця 1. Порівняння різних варіантів розташування молекул води з експериментальними даними для ***Ind 2***

Назва системи	Розрахункові дані, ***нм***	Експериментальні дані, ***нм***	Відмінність результатів	
			%	***нм***
NPh^- + 1H_2O (1)	599,12	750,42	20,16	151,3
NPh^- + 1H_2O (2)	695,49	750,42	7,32	54,93
NPh^- + 1H_2O (3)	645,63	750,42	13,96	104,79
NPh^-	667,13	648,32 (***DMSO***)	2,90	18,81
NPh^- без ***PCM***	574,36	621,54 (C_6H_{14}) [2]	7,59	47,18
NPh^- + 3H_2O (1)	606,87	750,42	19,13	143,87
NPh^- + 2H_2O (1,2)	621,53	750,42	17,18	128,53
NPh^- + 2H_2O (1,3)	579,87	750,42	22,73	170,55
NPh^- +3H_2O (1,2,2)	638,40	750,42	14,93	112,02
NPh^- +3H_2O (1,2,3)	603,98	750,42	19,51	146,44
NPh^- + 4H_2O (2)	763,80	750,42	1,78	13,38

Для більшої результативності даних розрахунків, спробуємо ввести емпіричні поправки на прикладі експериментально отриманих результатів для гексану та розрахованої системи у вакуумі:

$$\frac{EXP(hexane)}{QCC(vacuum)} = \frac{621,54}{574,36} = 1,082 \quad \textbf{(1)}$$

$$QCC(water) = \frac{750,42}{1,082} = 693,5 \text{ нм} \quad \textbf{(2)}$$

Найближчу величину має конфігурація NPh^- + $1H_2O(2)$ з ***PCM***. Додавання води в перше положення (NPh^- + 2H_2O (1,2)) сильно зменшує довжину хвилі. Додавання 4 молекул води в друге положення (NPh^- + 4H_2O (2)) занадто сильно збільшує довжину хвилі. Тоді можна допустити, що конфігурація NPh^- + $5H_2O(1,2,2,2,2)$ дасть результати близькі до експериментальних. Для остаточної перевірки нашої гіпотези щодо того, який саме сольватаційний центр ***Ind 2*** більше схильний до взаємодії з водою було також досліджено дану систему з додаванням одного атому водню в першому та другому положеннях (результати наведені в таблиці 2). Третє положення в даному випадку не досліджувалось.

Таблиця 2. Порівняння основних варіантів розташування атома водню для ***Ind 2***

Назва системи	Розрахункові дані, ***нм***
NPh^- + 1***H*** (1)	385,70
NPh^- + 1***H*** (2)	655,41

У результаті отриманих даних можна помітити, що найбільше впливу на сольватацію барвника ***Ind 2*** впливає приєднання води в другому положенні – це добре видно в системах, де приєднання відбувалося лише по даному положенню, та в тих, де бодай частково присутні молекули води по цьому положенню. Тобто можемо спостерігати специфічну сольватацію за рахунок наявності нітрогенвмістного фрагмента. Особливо сильно її можна спостерігати на результатах з атомом водню, адже якщо їх порівняти з системою NPh^- з λ = 667,13 ***нм***, то ми помітимо відмінність лише у 1,77 ***%***, тобто система не зазнала великих змін, наприклад, як у випадку з першим положенням, у якого відмінність з системою без води сягає 42,19 ***%***.

У даній роботі також були проведені дослідження сольватних оболонок для виявлення специфічних взаємодій, а саме водневих зв'язків, між молекулами обох барвників та водою шляхом молекулярного моделювання. [5] У ході роботи були розроблені й валідовані повноатомні нежорсткі моделі молекули ***Ind 2***, що здатні відтворювати основні конформації

даної молекули. Для порівняння був використаний ***Ind 1*** (його моделі були запозичені [6]).

Для розв'язання даної задачі було проведено моделювання сольватної оболонки барвників. Максимальна відстань між координаційними числами барвника до води була взята з першого мінімуму на функції ***ФРР***. Було проведено по два розрахунки на кожну модель, кожен був продубльований двічі для перевірки місцезнаходження молекул води в системах: 1) у молекулі води координаційним центром були атоми ***H***, а в молекулі барвника координаційним центром були всі важкі атоми (***C, O, N***); 2) у молекулі води координаційним центром був атом кисню, а в молекулі барвника координаційним центром були всі атоми водню.

Результати моделювання приведені в таблиці 4 – у третій та п'ятій колонках наведені миттєві конфігурації поблизу першого положення та другого положення, а в четвертій та шостій наведенні середні кількості молекул води за певний проміжок часу (50 ***ps***).

Таблиця 4. Розрахована кількість молекул води в сольватних оболонках ***Ind 1*** та ***Ind 2***

Модель	***r***, нм	Кількість молекул води з координаційним центром води ***H***		Середня кількість молекул води з координаційним центром води ***H***	Кількість молекул води з координаційним центром води ***O***		Середня кількість молекул води з координаційним центром води ***O***
		1	***2***		***1***	***2***	
RD	0,24	3/4	0/0	4/4	0/1	0/0	2/2
RDH	0,24	2/2	0/0	2/3	3/3	4/2	8/6
NPh	0,24	5/6	6/4	10/9	0/0	0/0	0/0
NPhH	0,24	2/2	5/4	6/6	1/0	0/0	1/1

З результатів моделювання можна зазначити, що обидві моделі ***Ind 2*** притягують в свою сольватну оболонку більше молекул води, ніж аналогічні моделі ***Ind 1***. За результатами даного дослідження були знайдені наступні водневі зв'язки: 1) між молекулами води з координаційними центрами ***H*** та атомами ***OInd 1*** та ***Ind 2***; 2) між молекулами води з координаційними центрами ***H*** та ***π***-системами ***Ind 1*** та ***Ind 2***; 3) між молекулами води з координаційними центрами ***O*** та атомами ***HInd 1*** та ***Ind 2***. Також був знайдений один специфічний водневий зв'язок – між молекулою води та атомом ***N*** (у третьому положенні) моделі ***NPhH***, якого немає у барвника Райхардта. З іншого боку даний зв'язок не може впливати на сольватацію, оскільки дані барвники «працюють» лише в депротонованому стані, а в депротонованих моделях аналогічних зв'язків не було знайдено. Тобто можна зазначити, що положення 3 для ***Ind 2*** не гідратується, імовірно, це пов'язано з близьким до нуля ефективним зарядом на атомі азоту.

1. Karl Dimrot, Christia Rneichard, Theodor Sriepmann und Ferdinand Bohlmann. Uber pyridinium-n-phenol-betaine und ihre verwendung zur charakterisierung der polaritat von losungsmitteln. Annalen der chemie band 661. 1963.
2. L. Nandi, F. Facin, V. Marini [et all] Nitro-Substituted 4-[(Phenylmethylene) imino]phenolates: Solvatochromism and Their Use as Solvatochromic Switches and as Probes for the Investigation of Preferential Solvation in Solvent Mixtures. The Journal of Organic Chemistry.-2012.
3. Gaussian 09, Revision B.01, M. J. Frisch, G. W. Trucks [et all] Wallingford CT, 2010.
4. Thibaud Etienne, Catherine Michaux , [et all]. Theoretical Computation of Betain B30 Solvatochromism using a polarizable Continuum Model. Dyes and Pigments.-2013.
5. Калугин О. Н., Волобуев М. Н., Колесник Я. В. MDNAES: программный комплекс для компьютерного моделирования ион-молекулярных систем методом молекулярной динамики // Вест. Харьк. ун-та. Химия. 1999. № 454. Вып. 4 (27). С. 58-79.
6. Farafonov, V. S.; Lebed, A. V.; Mchedlov-Petrossyan, N. O. Solvatochromic Reichardt's dye in micelles of sodium cetyl sulfate: MD modeling of location character and hydration. Вісник Харківського національного університету, серія «Хімія» 2017, 28 (51), 5-11.

ОСНОВНІ СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ ТА СФЕРИЗАСТОСУВАННЯ НАНОРОЗМІРНИХ ОКСИДІВ

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

Кусяк Наталія Володимирівна
кандидат хімічних наук, доцент nvkusyak@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна.

Поширення сполук Церію, доспупна вартість матеріалу та унікальні окисно-відновні властивості мають велике коло застосування оксиду церію. Трансформації донанорозмірів частинок Се дає змогу матеріалам оборотність процесу поглинання та здатність вивільняти кисень, знайшло пристосування нанооксиду-CeO_2 у біомедичних технологіях при лікуваннізахворювань, клітини подолати збільшення виділення активних форм кисню та запобігти пошкодженню клітинних структур в результаті збільшення.

Наноокид-CeO_2 можна одержати різними синтетичними способами, наприклад: осадженням, гідротермальним, мікроемульсійним, згоранням, золь-гель та «зеленим» методами.

Метод осадження.Зручність та простота виконання є найбільш поширеним для отримання наночастинок оксиду церію. Сам процес синтезу простий та апаратурно доступний, може бути модифікований. Метод спрямований на синтез кристалографічної структури, є легкокерованим і використовується в промисловості. Суть методу полягає в осадженні солей церію у водному середовищі зміною величини pH при кімнатній або підвищеній температурі з подальшою термічною обробкою осадів. Для синтезу нанорозмірного оксиду церію зазвичай застосовують його неорганічні солі, такі як $Ce(NO_3)_3$, $(NH_4)_2Ce(NO_3)_6$, $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ та осаджуючі агенти, як правило, це NaOH, NH4OH, гідразин і щавлева кислота. Концентрація реагентів, температура реакції, pH та швидкість додавання осаджуючого агента є основними факторами, які впливають на розмір та морфологію нанорозмірних частинок оксиду церію.

Недоліком методу є те, що цей метод потребує ретельно підібраних параметрів синтезу, адже значення pH, концентрація водного розчину, природа осаджуючого агенту, температура реакції та час старіння, впливають на морфологію продукту. За допомогою цього методу переважно отримують сферичні частинки, через що важко контролювати морфологію продукту. Крім того, отримані наноматеріали CeO_2 нерівномірно розподіляються за розміром, є слабкодисперсними та легко агрегуються після термічної обробки.

Гідротермальний метод. Для того, щоб під час синтезу контролювати форму і розмір частинок, використовують гідротермальний метод. Суть методу полягає у тому, що хімічна реакція відбувається в автоклаві, в якому розчин нагрівається під тиском, а розчинником є вода. Перевагою цього методу синтезу нанорозмірного оксиду церію є те, що температура реакції нижча за температуру плавлення реагентів. Крім того, можна легко регулювати такі робочі параметри, як температура та тривалість реакції, вибір типу автоклаву допомагає налаштовуватись до змін параметрів синтезу неорганічних твердих речовин. Як і метод осадження, цей метод використовують для одержання переважно кристалічних, а не аморфних структур.

Дотримуючись чітких методологічних рекомендацій, гідротермальним методом можна отримати нанокристали оксиду церію різної форми: стрижні, дроти, трубки багатогранники, куби.

Але, не зважаючи на простоту процедури гідротермального методу, все ж він є недостатньо керованим для отримання наноструктур CeO_2 з заданою морфологією і

геометрією. Для поліпшення морфологічних властивостей зазвичай вводять поверхнево-активні речовини (ПАР), які запобігають агломерації частинок і тим самим контролюють розмір наночастинок. Вибір ПАР вливає на морфологію, розміри та форму нанооксиду-CeO_2. Катіонні, аніонні та неіонні поверхнево-активні речовини можуть використовуватися в синтезі наночастинок.

Золь-гель метод. Часто використовується в керамічній промисловості при синтезі твердих матеріалів, таких як керамічні волокна і щільні плівки. Метод відмінно підходить для виготовлення нанооксидів металів. Він легкий і не потребує будь-яких спеціальних умов. Процес передбачає перетворення розчину алкоксиду або хлориду металу в колоїдну суспензію (золю) з наступним гелеутворенням золю. В результаті утворюються дискретні частинки або сітчасті полімери в безперервній рідкій фазі (гель). Природа попередника металу та розчинника відіграє значну роль у цьому способі синтезу наночастинок оксидів металів. Так, наприклад, у роботі синтезували наночастинки оксиду церію золь-гель методом в желаподібному середовищі. Вихідним реагентом слугував нітрат церію $Ce(NO_3)_3$, гідроліз проводили розчином аміаку. Довголанцюговий желатин був використаний для росту наночастинок оксиду церію та їх стабілізації. Таким чином був виготовлений нанорозмірний CeO_2 з кубічною структурою флюориту з розмірами менше 10 нм.

Мікроемульсійний метод. Універсальний на шляху до отримання наночастинок оксидів металів.

Мікроемульсія – це колоїдний розчин, який складається з двох незмішуваних розчинників. Такий синтез мікроемульсійних наночастинок включає взаємодію в водному середовищі, внаслідок якої розчинні прекурсори переходять в нерозчинний продукт. Хоча метод мікроемульсії часто називають шаблонним, досить складно прогнозувати розмір синтезованих частинок, адже склад мікроемульсійної системи досить сильно впливає на процеси зародження та росту кристалітів. Використання поверхнево-активних речовин дозволяє отримувати монодисперсні частинки. Дуже важливо правильно обрати ПАР, які будуть використовуватися для синтезу нанооксиду церію, так як ці речовини впливають на заряд поверхні, що може зашкодити властивостям кінцевого продукту. Наночастикни оксиду церію, синтезовані таким методом, виявляють каталазоподібну активність, тому його можна використовувати для синтезу наночастинок медичного призначення.

«Зелений» синтез. Термін «зелений» застосовують до екологічно безпечного та нешкідливого використання менш енерговитратних, нетоксичних хімічних речовин біологічного походження для синтезу наночастинок. В якості стабілізатора та комплексоутворюючого агента (хелатного) використовують природні органічні матриці, як-от: рослинні екстракти, біополімери, гриби, поживні речовини тваринного походження. Тому цей метод ідеально підходить для синтезу наночастинок CeO2, призначених для фармацевтичного застосування. Використання рослин дозволяє отримати малотоксичні сферичні частинки, а сам процес є простим та економічно вигідним. Як сировину можна використовувати, наприклад, екстракти: листя Лоху вузьколистого (*Elaeagnus angustifolia*), одержуючи з частинки розміром 30-75 нм, Глоріози розкішної (*Gloriosa superba)* - 5 нм, Акаліфи індійської (*Acalypha indica*) - 25-30 нм, Алоє вера (*Áloë véra*) та Маслини європейської (*Olea europaea*) - 24 нм; з рослинного екстракту лимонної трави (лемонграссу) – від 10 до 40 нм, екстракту насіння Льону звичайного (*Linumusitatissimum*) - 21 нм, екстракту кори Пікрасма (*Picrasma quassioides*) - 24-30 нм, Моринги маслянистої (*Moringa oleifera)* - 40-45 нм. Можливий також так званий мікосинтез - біосинтез частинок з використанням грибів, наприклад, *Humicola* sp (12-20 нм), *Curvularia lunata* (5-20 нм), Аспергілл чорний (*Aspergillus niger*) (5-20 нм).

Але недоліком є те, що в деяких випадках отримані частинки неоднорідні за морфологією, здатні до агломерації та мають широкий розмірний діапазон. Використовують в якості стабілізуючого агента й органічні сполуки (біополімери): дубильну кислоту, пектин (40 нм), хітозан (23 нм). Існують спроби синтезувати наночастинки «зеленим» методом, використовуючи поживні речовини, такі як свіжий яєчний білок (8-18 нм) або, наприклад,

мед (23 нм). Безперечно, «зелений» синтез є екологічно чистим, ефективним і безпечним методом синтезу. Він не потребує використання високих тисків та температури, токсичних та екологічно шкідливих реагентів і розчинників.

Так і цей метод має певні обмеження. Доведено, що кристаліти з меншими розмірами (а отже, з більшою площею поверхні) виявляють вищу антибактеріальну активність, ніж більш агреговані частинки. На практиці ж отримані частинки зазвичай більшого розміру, ніж розраховано. Наприклад, в роботі в ролі стабілізуючого агенту використовували екстракт насіння Шавлії довготрубчаної (*Salvia macrosiphon Boiss*). Розмір кристалітів, одержаних у трьох синтезах, розрахований за рівнянням Шеррера по рентгенограмам становив 11, 9 і 10 нм, тоді як з СЕМ знімків – відповідно 40, 20, 20 нм. Вірогідно відбувається агломерація кристалітів. Тому частинки, синтезовані методом зеленого синтезу, мають великі розміри, внаслідок чого падає антибактеріальна активність, через що їхнє використання в біомедичній сфері перестає бути доцільним.

Метод спалювання (Combustion shynthesis). Це простий, швидкий, ефективний та економний метод високотемпературного синтезу, використовується у всьому світі для синтезу наноматеріалів, особливо оксидів. Метод спалювання характеризується тим, що як тільки вихідна екзотермічна суміш запалюється за допомогою внутрішнього джерела тепла, відбувається швидка (від 0,1 до 10 см/с) високотемпературна (1000–3000° С) реакція, хвиля розповсюджується через гетерогенну суміш самопідтримуючим чином, призводячи до утворення твердого матеріалу без залучення додаткової енергії. Таким методом можна синтезувати чисті наночастинки оксиду церію, а також легувати іншими катіонами, наприклад, титану, рідкоземельними металами. Невід’ємний етап процедури синтезу даним методом – швидке згорання, заважає контролювати фазовий склад та морфологію продукту. Часто метод спалювання комбінують із синтезом з розчину, його ще називають «мокрим горінням». Метод вигорання з розчинника передбачає самостійну реакцію в розчинах нітратів металів та різних видів палива, які можна класифікувати за їх хімічною структурою, тобто типом реакційноздатних (наприклад, аміно-, гідроксильних- та карбоксильних) груп, пов'язаних з вуглеводневим ланцюгом. За типовою схемою початковий рідкий розчин бажаних реагентів після попереднього нагрівання до помірної температури (150–200 °С) самозапалюється по всьому об'єму, що призводить до утворення дрібних твердих продуктів з індивідуальним складом. Синтез цим методом проводять з використанням ЕДТА, сечовини, гліцинуОтже, аналіз основних способів одержання наночастинок церію показав, що варіюванням методу та умов синтезу наночастинок, можна регулювати їхній розмір,форму, дефектність та заряд поверхні, ступінь її окиснення.

Застосування: Проаналізувши сучасну наукову літературу про властивості, методів одержання, та застосування нанооксиду церію. Виділено основні його характеристики та специфіка будови, наводять механізми дії ензимоподібних властивостей нанооксиду-CeO_2. Продемонмтровано, що спільне існування на поверхні іонів Ce^{3+} та Ce^{4}+ компенсується утворенням кисневих вакансій, які являють собою поверхневі дефекти. Сукупність поверхневих дефектів залежить від розміру частинок, їхньої морфології та ступеня кристалічності матеріалу. Поверхневі дефекти є каталітичними центрами, які здатні виявляти ензимоподібні властивості нанооксиду-CeO_2 та ефективно зє’днувати вільні радикали, до яких входять активні форми кисню.

Виявленно, через свої унікальні власивості нанорозмірний оксид церію має широкий спектр використання. Використовують як абразивний порошок для полірування скла та захисту від корозії, на основі нанорозмірного церію виробляють сонцезахисні засоби, виготовляють біосенсори і твердоокисні паливні елементи, синтезують каталізатори. Нанооксид-CeO_2 та матеріали на його основі мають широке використання в екологічних, промислових, біоаналітичних та біомедичних сферах. Актуального розвитку набуває в біомедицині застосування нанорозмірного CeO_2. Сполуки зміного складу наночастинок оксиду церію дозволяє йому ефективно нейтралізувати активні форми молекулярного кисню при захисті організму від виділення активних форм кисню та запобігти пошкодженню

клітинних структур в результаті збільшення. Нанооксид-CeO_2 використовують при лікуванні запальних, серцево-судинних та нейродегенеративних захворювань, він підвищує активність протимікробних препаратів, є агентом для доставки терапевтичних препаратів у ракові клітини.

1. Бондаренко Л.С. Получение, структура и свойства модифицированных наночастиц магнетита : дис. канд. хим. наук / ФГБОУ ВПО, Нижний Новгород, 2020 – 173 с.

2. Нанотехнології у фармації та медицині: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (13-14 жовтня 2011 р. м. Харків, Україна) / Редкол.: В. П. Черних, І. С. Гриценко, С. М. Коваленко, О. І. Тихонов, С. М. Дроговоз, С. О. Тихонова, Г. В. Зайченко. – Х.: 2011. – 260 с.

3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит. 2005. 412 с.

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ ЛУЖНОГО ВИЛУЧЕННЯ КАЛІЙ ТИТАНАТУ З ІЛЬМЕНІТУ

Фурдига Наталія Олександрівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу, nataliafurdyga@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії
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

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

Переробка титанової руди, зокрема, ільменіту, є досить вигідною, оскільки попит на реакційно здатні титанові сполуки щоденно зростає. Існує ціла низка класичних та промислових способів одержання титан діоксину, серед яких можна виділити кислотні та лужні. Оскільки механізми лужного вилуговування титанових сполук не достатньо вивчені, це і є актуальністю даної роботи.

Для визначення оптимальних умов ефективного вилучення калій титанату методом лужного плавлення, у роботі було використано ільменітовий концентрат Іршанського родовища та сухий калій гідроксид. Визначено вплив температури та мольного співвідношення компонентів на проходження процесу.

Процес вилуговування титану(IV) з ільменіту лугом (КОН) виглядає наступним чином:

$$4FeTiO_{3(\text{кр})} + 8KOH + O_2 \xrightarrow{T=453\ K} 4K_2TiO_3 + 2Fe_2O_3 + 4H_2O.$$

З метою визначення механізму лужного вилуговування калій титанату з ільменіту досліджено вплив температури та часу нагріву на швидкість протікання процесу. Одержані експерементльні дані проаналізовано відповідно до кінетичних моделей гетеро фазних реакцій: реакції першого та другого порядків, рівняння Яндера, Журавльова – Лесохіна – Теммпельмана та «стисненої сфери».

На рис. 1 зображено залежність ступеня вилучення калій титанату від часу контакту відповідно до кінетичної моделі «стиснутої сфери». Модель «стисненої сфери» відповідно до рівняння має наступний вигляд [5]:

$$k\tau = 1-(1-X)^{1/3}$$

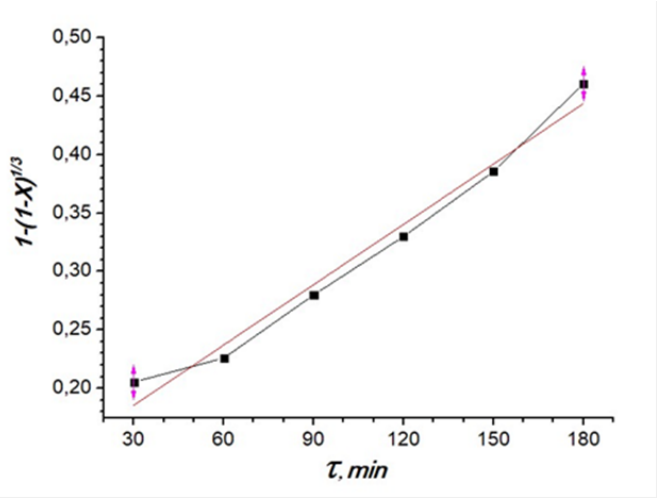


Рис.1. Кінетика вилуговування калій титанату відповідно до моделі "стисненої сфери" (Т = 453 К)

Модель "стисненої сфери" вказує на те, що в певний момент часу на поверхні кристалів ільменіту утворюються активні центри взаємодій за рахунок поверхневих дефектів кристалічної ґратки та мікротріщин. Твердофазна взаємодія лімітується дифузією лугу з поверхні зародку в об'єм частинок ільменіту через утворені продукти взаємодії, що призводить до анігіляції початкових зародків.

На основі температурних залежностей «lnk – 1/T» та за рівнянням Арреніуса розраховано уявну енергію активації лужного вилуговування, яка становить 22 кДж/моль, що вказує на кінетичний режим проходження процесу з низькою енергією активації.

1. Дубенко А. В. Інтенсифікація вилуговування ільменітових концентратів Малишевського родовища у виробництві пігментного діоксиду титану: дис. на здобуття наук. ступеня д-ра філософії: УДК 661.882.22 –14.061 Дніпро, 2020. – 218 с.

2. Пошуки та розвідка родовищ корисних копалин: електронний підручник: / Омельчук О. В., Загнітко В. М., Курило М. М. – електронний ресурс ННІ «Інститут геології».

3. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва: Навч. посібник / А. М. Верховлюк, А. В. Нарівський, В. Г. Могилатенко / За ред. академіка НАН України В. Л. Найдека. – К.: Видавничий дім "Виниченко", 2016. – 224 с.

4. Liu, Yu Min, et al. "Extraction Behaviours of Titanium and Other Impurities in the Decomposition Process of Ilmenite by Highly Concentrated KOH Solution." // International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. – vol. 19, no. 1. – 2012, pp. 9-14. URL:doi:10.1007/s12613-012-0508-3.

5. Nayl, A.A., et al. Kinetics of Acid Leaching of Ilmenite Decomposed by KOH. Part 2. Leaching by H_2SO_4 and $C_2H_2O_4$ // Journal of Hazardous Materials. – vol. 168, no. 2–3. – 2009, pp. 793-399. URL:doi:10.1016/j.jhazmat.2009.02.076

СЕКЦІЯ 5:

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ХІМІЇ

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

DETERMINATION OF MICROELEMENT STORAGE OF LAVENDER HYDROLATE BY MASS SPECTROMETRY WITH INDUCTIVELY COUPLED PLASMA

Bilym Anastasia Olehivna,
6th year higher education student, anastasiia.bilym@biakhim.com.ua
National University of Food Technologies, Ukraine

Boichuk Tetiana Mykhaylivna
candidate of chemical sciences, associate professor,boichuk_tm@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

Milyukin Myhaylo Vasylovych
doctor of chemical sciences, professor, m_milyukin@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

Lavender hydrolate has a significant range of unique beneficial properties: it has not only a tonic effect on the skin, but also an intensive moisturizing, emollient and antibacterial [1, 2].

Lavender hydrolate finds its place in the cosmetics and perfumery industry, and is also very valuable for the food industry. Therefore, the study of micronutrient composition is extremely important of this supplement [1, 2].

A sample of lavender hydrolate from the Ukrainian manufacturer «Naturalissimo» was selected to determine the microelement composition of ICP/MS.

Object of study: fragrant water hydrolate, 2 ml of the original hydrolate dissolved in 200 ml of double-distilled water. The microelement composition was determined by the ICP/MS method according to the developed method.

The microelement composition of lavender hydrolate is given in the table, the arithmetic mean of experimental data is calculated, the standard deviation, which indicates the reproducibility of the method.

Based on the obtained data, a diagram was constructed.

Figure 1 clearly shows the levels of trace elements in lavender hydrolate.

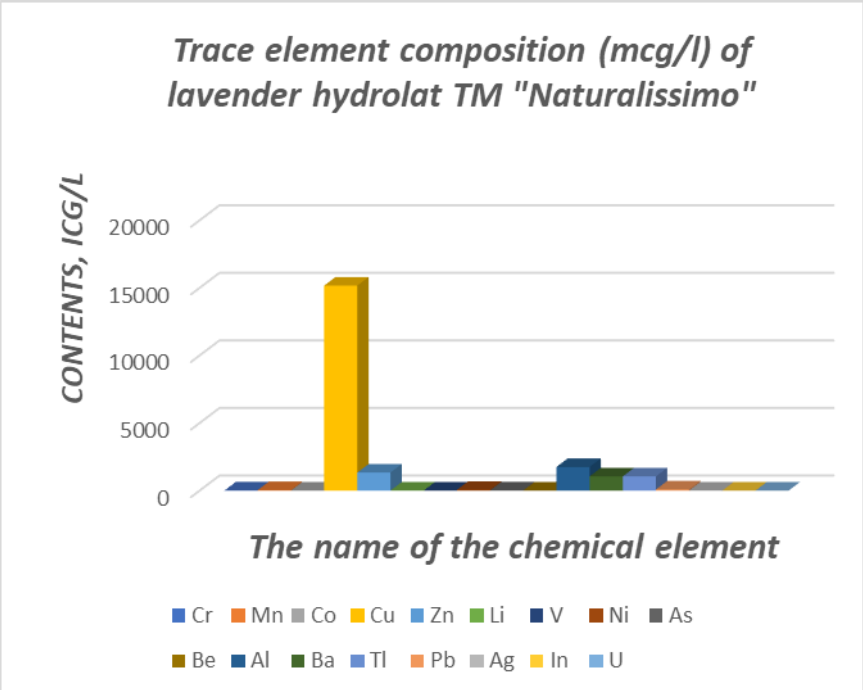


Fig. 1 Trace element composition (μg/l) of lavender hydrolate

The lavender hydrolate has a microelement composition for 24 elements. It has been established that most of the sample includes essential elements: Cu, Zn, Mn.

A high index of the chemical element Cu demonstrates the blocking of free radicals and substances that destroy collagen. Playing a role of restorative, disinfectant and wound healing agent. Its participation in metabolic processes je expressed by synthesis of number of active enzymes that affect the formation of elastin [2].

The amount of toxic elements does not pose a threat to the target product.

1. Технологія косметичних засобів: підручник для студ. вищ. навч. закладів / О.Г. Башура, О.І. Тихонова, В.В. Россіхін [та ін.]; за ред. О.Г. Башура і О.І. Тихонова. – Х.: НФаУ; Оригінал, 2017. 552 с.

2. Moon T., M. Heather, J. Cavanag. Antifungal activity of australian grown lavandula spp. essential oils against aspergillus nidulans, trichophyton mentagrophytes, leptosphaeria maculans and sclerotinia sclerotiorum. Journal of Essential Oil Research. 2019, № 5. P. 171–175.

INNOVATIVE PRODUCTION TECHNOLOGY OF SHAMPOO WITH BIOTIN AND SAGE EXTRACT

Donchenko Olga Volodymyrivna,
6th year higher education student, olgadonchenko0@gmail.com
National University of Food Technologies, Ukraine

Boichuk Tetiana Mykhaylivna
candidate of chemical sciences, associate professor,boichuk_tm@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

Hair care occupies an important place in the modern rhythm of life. Beauty and well-groomed always attract attention. Dullness, fragility, change in structure, greasiness of hair loss is a negative moment in the life of any person. This is due to the negative impact of a polluted environment, diseases, stress, unbalanced nutrition, the use of chemicals when coloring or styling hair [1, 2].

Therefore, the main task of manufacturers of foaming agents is to develop the composition and production technologies of new effective and safe agents, with the aim of protecting against the influence of negative factors and improving the condition and structure of hair and scalp. Cosmetic products for cleaning the skin and hair include shampoos based on synthetic surface-active substances, shampoo-balms, shampoo-conditioners, shower and (or) bath gels, liquid soaps based on synthetic surface-active substances in the form of liquid, gel or cream [1 - 4].

The purpose of the work is to develop a technology for the production of shampoo with biotin and sage extract. To determine the organoleptic and physicochemical quality indicators of the developed shampoo, research was conducted according to DSTU 4315:2004. Cosmetics for cleaning skin and hair (34046).

The main components of the shampoo recipe: Water, Sodium Laureth Sulfate, Sodium Cocoamphoacetate, BTMS(Behentrimonium Methosulfate), Cocamide DEA, Olive oil, Coconut oil, Sodium citrate, Propyleneglycol, Phenoxyethanol, **Biotin, Medicinal sage extract**, Dye, Fragrance. For safe use of shampoo, it is necessary to adjust the content of silicones and acidity regulators (pH). After all, a high acid content can damage the hair cuticle. It is known that the hydrogen index of drugs in shampoo should be in the range of 3.5-8.5.

According to the recipe, 7 samples of shampoo with different contents of biotin and sage extract were made, the concentration of which varied from 1 to 10%. Biotin and sage extract were not added to the control sample. Physico-chemical and organoleptic analyzes of these samples were carried out, and it was also determined that all samples are safe and can be used.

So, a hair shampoo was developed and the optimal content of biotin and sage extract was determined. The shampoo obtained according to the developed recipe meets the requirements of DSTU 4315:2004. Cosmetic products for cleaning skin and hair.

1. Artamonova V. A. Shampoos: chemistry and biology in one bottle. Chemistry and life. XXI century 2001. No. 4. P. 36–41.

2. Baitsar R.I. Directions for the development of shampoo production and ensuring their quality / R.I. Baitsar, Yu.M. Kordiyaka // Forming and evaluation of assortment, properties and quality of non-food products: materials I International. science and practice conference, November 22, 2013: abstracts of reports: in 3 h. Part 1. - Lviv. Commercial Academy, 2013. P. 37-40

3. Cosmetic products for cleaning skin and hair. General technical conditions: DSTU 4315:2004. – [Effective from 2007–07–01]. - K.: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2005. - 29 p.

4. Shamnas M., Kumar R., Teotia U. Antioxidant and anti-inflammatory activity of methanol extract of Salvia officinalis flowers. Ameri-can Journal of PharmTech Research. 2014. Vol. 4 (2). P. 166–175.

STUDY OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF THE ALCOHOL PROPOLIS EXTRACT BY THE ICP/MS METHOD

Repetuyeva Sofiya Serhiivna
6th year higher education student, sofiy2810211@gmail.com
National University of Food Technologies, Ukraine

Boichuk Tetyana Mykhaylivna
Associate Professor, Candidate of Chemical Sciences, boichuk_tm@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

Milyukin Mykhailo Vasyliovych
Professor, Doctor of Chemical Sciences, m_milyukin@ukr.net
National University of Food Technologies, Ukraine

Propolis is a beekeeping product of plant origin. It is a complex-component product collected from various plants, so its chemical composition is different, but its biological activity is quite stable. Bee propolis composition: 50 - 60% resinous components and aromatic acids, 6% balsams, 5 - 15% essential oils, 30% wax, 5% pollen, etc. substances Thanks to them, propolis has a pronounced antimicrobial, anti-inflammatory effect, is an antioxidant - it slows down the processes of aging, decay, reduces the harmful effects of ionizing radiation, antitumor, immunomodulatory effect, normalizes metabolic processes in the human body. The issue of the presence of heavy metals in the extract is relevant, which is one of the safety standards for its further use in products. This is the reason for studying the trace element composition of the alcohol extract of propolis [1-3].

The object of research is the alcoholic extract of propolis. The trace element composition was studied by mass spectrometry (MS) (mass spectrometry) (MS) with inductively coupled plasma (ICP/MS) on an Agilent 7500 CE ICP/MS System (USA). 2 ml of the original propolis tincture was taken with a Hamilton syringe (the dry residue of 4 ml of the original propolis tincture is 0.1752 g = 175.2 mg (43.8 mg/ml) and diluted in a 200 ml volumetric flask with bidistilled water during acidification, which was filtered through a Millipor 0.45 μm (μm) filter and the trace element composition was determined by the ICP/MS method according to the developed methodology.

As a result of research, it was established that propolis extract contains a trace element composition of 24 elements. Trace content includes Be, Co, Cd and other elements <0.1; Cs, Bi <0.069; T1 - <0.05; U - <0.037 μg/l. The concentration of toxic elements is within the permissible limits and will not pose a threat to the target product.

1. Bunta S., Podrumats B., Aleksych P. Anti-inflammatory effect of propolis ointments — Valuable product of beekeeping PROPOLIS — Bucharest, Apimondia 1987, 106-109.

2. Biologically active substances of plant origin / B.N. Golovkin, R.N. Rudenskaya, I.A. Trofymova, A.I. Schroeter. - M.: Nauka, 2002

3. Sychev, S.N. High-efficiency liquid chromatography on microcolumn chromatographs of the Mylychrome series: Monograph/ S.N. Sychev, K.S. Sychev, V.A. Gavrylina. - Orel, 2002. - 134p. 171–175.

ТИТАНВМІСНІ КОСМЕТИЧНІ ЗАСОБИ

Бабич Марина Дмитрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, marynababych9@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

Денисюк Роман Олександрович,
кандидат хімічних наук, доцент, denisuknet@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

У світі користується популярністю величезна кількість різновидів косметики. І виробники не перестають дивувати, постійно поповнюючи полиці магазинів все новими засобами. Багато таких засобів містять у собі титанові сполуки, зокрема TiO_2. Його можна виявити практично в будь-якому косметичному продукті на ринку - в тому числі: рідкі та порошкоподібні тональні засоби, сонцезахисні креми, рум'яна, тіні для повік, туші для вій, помади, засоби для засмаги, лак для нігтів, бронзер, олівець для очей та засоби особистої гігієни [1].

Метою даної роботи є системний аналіз літератури джерел щодо титановмісної кометики.

У класифікаторі речовин така сполука, як Е171 є однією з основних продуктів промисловості титану. Е171 - це білий пігмент, відомий також як титанові білила, який найчастіше можна виявити в сонцезахисних кремах та зубних пастах. [2]. TiO_2 також використовується як наповнювач при виготовленні мила та миючих засобів. Такий порошок використовують для фарбування прозорих мильних основ та досягнення ефекту білосніжності. Фактично діоксид титану в миловарінні - це барвник або пігмент. За результатами досліджень вчених, TiO_2 належить до групи абсолютно не шкідливих компонентів, адже він не вступає в реакцію з рідинами при потраплянні в організм людини, не відкладається в клітинах нашого тіла та не викликає алергічних реакцій [3].

Проте, титан (IV) оксид може володіти генотоксичністю, тобто здатністю призводити до пошкодження ДНК, що потенційно може призвести до мутацій і виникнення онкологічних захворювань [4]. Нещодавні дослідження на мишах та щурах показали, що наночастинки титан діоксиду володіють певною генотоксичністю, а пил наночастинок даної речовини викликав запалення легень у досліджуваних тварин, проте через деякий час запальні процеси вщухали. Проте, у дослідах із загальної токсичності жодного впливу речовини на внутрішні органи не встановлено, навіть тоді, коли доза титан (IV) оксиду була значною.

Вченими досі ще не встановлено механізму можливої генотоксичності наночастинок TiO_2, проте сфери його використання, як вже зазначалося раніше, невичерпні. Серед всього іншого, низка косметичних засобів містить в своєму складі титанвмісні сполуки.

1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА, ВЛАСТИВОСТІ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДІОКСИДУ ТИТАНУ URL: https://snabhim.kharkov.ua/ua/a241914-opisanie-tehnologii-proizvodstva.html

2. Одержання титановмісної основи для косметичних засобів / Писаренко С.В., Шмикова А,А., Черненко В.Ю., Чигиринець О.Е. [Електронний ресурс]. URL: http://eprints.zu.edu.ua/33237/1/Тези_ХНТУ_12_11_2020_Макет_страницы_104_105.pdf
3. ДІОКСИД ТИТАНУ В КОСМЕТИЦІ: ВИДИ, ЗАСТОСУВАННЯ ЧИ ШКОДА [Назва з екрану]. URL: https://beurre.ua/ua/titanium-dioxide
4. Діоксид титану: вплив на організм людини. [Назва з екрану]. URL: https://ideas-center.com.ua/?p=31039

АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ ТРИЦИКЛІЧНИХ ПОХІДНИХ ПІРИДО[1,2-a]ПІРИМІДИНУ

Бойко Ірина Олексіївна
здобувач вищої освіти рівня «магістр», II курсу, boikoir.ol@gmail.com
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
інженер
ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»

Гуменюк Наталія Ігорівна,
молодший науковий співробітник, natali72grynchuk@gmail.com
ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»

Музичка Любов Володимирівна,
кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, liubovmuzychka@gmail.com
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН, Україна

Вринчану Ніна Олексіївна,
доктор медичних наук, завідувач лабораторії фармакології протимікробних засобів,
nvrynchanu@gmail.com
ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України»

Смолій Олег Борисович,
доктор хімічних наук, завідувач відділу хімії природних сполук , smoliio@ukr.net
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН, Україна

Пошук нових перспективних біологічно активних сполук з антимікробною дією на сьогодні залишається одним із актуальних завдань медичної та фармацевтичної хімії. Особливу увагу дослідників впродовж багатьох років привертають похідні піридо[1,2-*a*]піримідину, котрі знайшли застосування в синтезі різноманітних трициклічних конденсованих систем з вираженою біологічною активністю [1-3]. Модифікація піридо[1,2-*a*]піримідинів піридиновим циклом привела до виявлення інгібіторів бактеріальної хітинази для боротьби з патогенами та шкідниками [4]. У той же час анельовані пірольним фрагментом піридо[1,2-*a*]піримідини - піридо[1,2-*a*]піроло[2,3-*d*]піримідини досить скупо представлені літературі, а їх антимікробні властивості взагалі невідомі.

Для синтезу нових трициклічних похідних піридо[1,2-a]піримідину нами використаний підхід, в основі якого лежить реакція внутрішньомолекулярної циклізації продуктів взаємодії 2-хлоро-4-оксо-піридо[1,2-*a*]піримідин-3-карбальдегіду **1** з етил N-алкілгліцинатами (рис. 1).

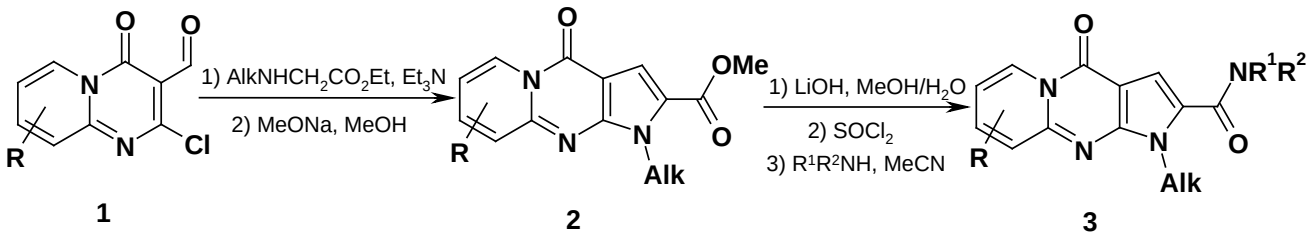


Рис. 1. Синтез 1,4-дигідропіридо[1,2-*a*]піроло[2,3-*d*]піримідинів **3**

Гідроліз отриманих метил піридо[1,2-*a*]піроло[2,3-*d*]піримідин-2-карбоксилатів **2** та послідовна обробка тіонілхлоридом і амінами привела до цільових продуктів **3** з високим

виходом.

Дослідження антимікробної активності проводили з використанням 5 синтезованих трициклічних похідних піридо[1,2-*a*]піримідину (рис. 2) щодо планктонних клітин грампозитивних (*S. aureus*) та грамнегативних (*P. aeruginosa, E. coli*) мікроорганізмів з визначенням мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) [5].

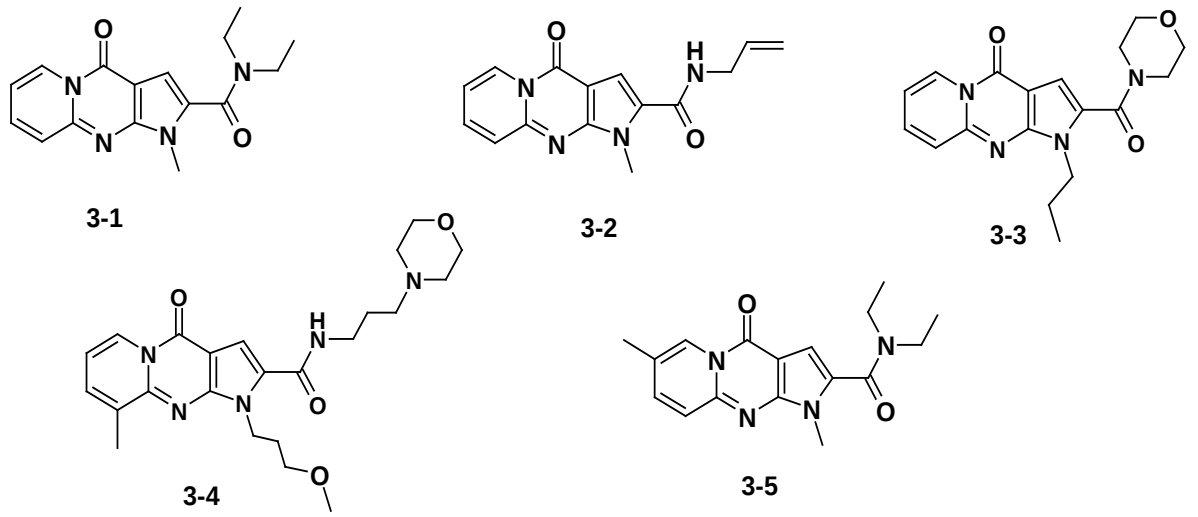


Рис. 2. Структурні формули досліджуваних сполук

Отримані результати дослідження свідчать, що досліджувані сполуки не виявили виразної антимікробної активності щодо клінічних ізолятів *S. aureus* 222, *P. aeruginosa* 449 та *E. coli* 311. Встановлено, що значення МІК сполук щодо досліджуваних тест-штамів становило >200,0 мкг/мл, окрім сполуки **3-1**, за дії якої у концентрації 75,0 мкг/мл пригнічувався ріст *S. aureus* 222.

Таким чином, вперше синтезоване похідне піридо[1,2-*a*]піримідину **3-1** виявляє антистафілококову активність щодо планктонних клітин. Незважаючи на відсутність активності досліджуваних сполук щодо планктонних клітин грампозитивних та грамнегативних бактерій необхідно провести подальші дослідження щодо їх впливу на біоплівки – мікробні угруповання, які є причиною хронічних персистуючих рецидивуючих інфекційних захворювань. Така необхідність пов'язана з тим, що чутливість до антимікробних засобів планктонних клітин та бактерій у складі біоплівки відрізняється.

1. Bishnoi A., Singh S., Tiwari A.K., Srivastava K., Raghuvir R., Tripathi C.M. Synthesis, characterization and biological activity of new cyclization products of 3-(4-substituted benzylidene)-2H-pyrido[1,2-*a*]pyrimidine-2,4-(3H)-diones // J. Chem. Sci. – 2013. – 125. – P. 305-312.

2. Dong Z., Wang Z., Guo Z.Q., Gong S., Zhang T., Liu J., Luo C., Jiang H., Yang C.G. Structure-Activity Relationship of SPOP Inhibitors against Kidney Cancer // J. Med. Chem. –2020. – 63(9). – P.4849-4866.

3. Park D.S., Jo E., Choi J., Lee M., Kim S., Kim H.Y., Nam J., Ahn S., Hwang J.Y., Windisch M.P. Characterization and structure-activity relationship study of iminodipyridinopyrimidines as novel hepatitis C virus inhibitor // Eur. J. Med. Chem. – 2017. – 140. – P. 65-73.

4. Yuan P., Jiang X., Wang S., Shao X., Yang Q., Qian X. X-ray Structure and Molecular Docking Guided Discovery of Novel Chitinase Inhibitors with a Scaffold of Dipyridopyrimidine-3-carboxamide // J. Agric. Food Chem. – 2020. 68(47). – P. 13584-13593.

5. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Routine and extended internal quality control for MIC determination and disk diffusion as recommended by EUCAST: Version 12.0. – EUCAST, 2022 – 23 p.

КАЛІЙНІ ДОБРИВА ТА ЇХ РОЛЬ У ЖИТТІ РОСЛИН

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

Авдєєв Сергій Володимирович,
старший викладач кафедри хімії, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімічне живлення рослин проводиться з метою підвищення та збільшення продуктивності урожаю різноманітних сільськогосподарських культур, таких як: пшениця, жито, овес, картопля, помідори тощо. Найефективнішими як із економічної, так і з продуктивної точки зору хімічними засобами інтенсифікації є мінеральні добрива.

На сьогоднішньому етапі розвитку агрохімії використовується значна кількість експериментальних розробок, спрямованих на підвищення родючості грунтів, стійкості вирощеного урожаю до навколишніх впливів, та, що не менш важливо, захисту навколишнього середовища від використання надлишку мінеральних добрив, різного роду пестицидів, інсектицидів, фунгіцидів тощо.

До таких фундаментальних розробок можна віднести, наприклад, раціональні системи удобрення і побудову моделей врожайності сільськогосподарських культур та фронтальне посилення заздалегідь заданих значень родючості ґрунтів з урахуванням погодних умов тощо [1].

У рослин існує набір ознак дефіциту того чи іншого хімічного елемента, який можна виявити за набором візуальних ознак. Наприклад, на рис.1 зображено ознаки калійного голодування [2], серед яких можна виділити найбільш яскраво виражені:



Рис. 1. Ознаки калійного голодування у рослин [2]

1. Починається пожовтіння та побуріння листя, краї листів починають відмирати, що в кінцевому результаті призводить до втрати рослиною всієї листової пластини.
2. Листя різних культур покривається жовтими плямами і на ній можуть з'являтися зморшкуваті складки та може спостерігатися прогин листових жилок.
3. Листові пластини стають дуже тонкими, через що припиняється ріст стебла та розвиток рослини в цілому [2].

Аналіз літературних даних показав, щоб правильно визначити, які саме добрива застосовувати в конкретному випадку, варто ознайомитися з властивостями найбільш популярних з них.

1. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ: Аграрна освіта. – 2013. – 406 с.
2. Візуальні ознаки дефіциту елементів живлення рослин [Назва з екрану].Режим доступу до ресурсу: https://agrozon.com.ua/news/vizualni-oznaki-defitsitu-elementiv-zhivlennya

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ БІУРЕТУ В КАРБАМІДІ ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Вовченко Марія Миколаївна,
здобувач вищої освіти IV курсу, vovchenkoallo19@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

На сучасному етапі розвитку суспільства та розробки інноваційних технологій спостерігається велика різноманітність мінеральних і органічних добрив. Особливо широкого розповсюдження набули азотні добрива, одним із яких є сечовина.

Сечовина – це поширена назва органічного добрива карбамід, у складі якої міститься максимальна кількість азоту (порівняно з усіма іншими засобами). Тому карбамід вважається одним із найефективніших речовин (хімічна формула $H_2N–CO–NH_2$). Дане добриво являє собою білий кристалічний порошок, без запаху, добре розчиняється у воді та в аміаку. Масова частка азоту в карбаміді становить 46,2%. Оскільки в цій речовині найбільший відсотковий вміст азоту, вона вважається економічно найефективнішою та найдоцільнішою для застосування [1].

Однак, під час виробництва добрива в карбаміді утворюється така речовина, як біурет. Біурет є токсичною речовиною для будь-якої рослини, що пригнічує її ріст. Внесення великої кількості цього компонента в ґрунт негативно позначається на рослинах.

Як домішку, карбамід може містити в незначній кількості біурет, який є продуктом його розкладання. Однак, варто зазначити, що вміст біурету в карбаміді не має перевищувати 1%. Біурет є амідом алофанової кислоти. У лужному середовищі в присутності купрум (II) сульфату утворюється забарвлений комплекс з характерним для нього фіолетовим забарвленням. Вміст біурету визначають візуально методом стандартних серій або фотоколориметрично.

Для визначення біурету фотоколориметрично необхідно приготувати змішаний розчин і розчин біурету. Техніка приготування змішаного розчину: 0,5 г купрум (II) сульфату розчиняють у 20 мл води в мірній колбі ємністю 100 мл. Потім додають 40 мл 0,5 н розчину натрій гідроксиду, в якому попередньо розчиняють 1,5 г сегнетової солі. Розчин перемішують, додають 0,5 г калій йодиду і доводять об'єм водою до мітки.

Щоб отримати розчин біурету, необхідний для побудови калібрувальної кривої, у 10 мірних колб місткістю 50 мл вводять 0,5; 0,8; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12 і 14 мл розчину біурету із вмістом в 1 мл 1 мг біурету. У кожну колбу доливають по 15 мл змішаного розчину і по 10 мл 0,5 н розчину натрій гідроксиду. Розчини заміряють бюреткою. Об'єми в колбах доводять водою до мітки, перемішують і дають постояти 10 хв, після чого визначають оптичну густину отриманих розчинів. При роботі користуються зеленим світлофільтром. Робоча відстань між гранями кювет становить 50 мм. Як розчинник, для порівняння в другу кювету наливають розчин, приготовлений у такому ж самому об'ємі, що містить усі допоміжні речовини, крім біурету.

Визначення вмісту біурету в карбаміді здійснюють таким чином: 10 г технічного карбаміду, зваженого на технічних вагах, розчиняють у мірній колбі ємністю 100 мл. 10 мл приготовленого розчину наливають у мірну колбу ємністю 50 мл, доливають 15 мл змішаного розчину і 10 мл 0,5 н розчину натрій гідроксиду. Доводять водою до мітки, перемішують і через 10 хв визначають оптичну густину отриманого розчину за тих самих умов, у яких визначали оптичну густину розчинів калібрувальної кривої.

Розрахунок відсоткового вмісту біурету проводять за формулою:

$x= c×100×100/a×10×100,$

де с – вміст біурету, знайдений за калібрувальною кривою, мг; а – наважка карбаміду, г.

Таким чином, визначення вмісту біурету в карбаміді фотоколориметричним методом дасть можливість визначити гранично допустимі межі використання карбаміду в ході внесення його в ґрунт без шкоди для врожаю, оскільки рослини по-різному здатні реагувати на підвищений вміст біурету в сечовині, що проявляється в пошкодженні стебел, скручуванні листя й розтріскуванні листових країв (особливо чутливими є яра пшениця та кукурудза).

1. Забродоцька Л.Ю. Основи агрономії : навчальний посібник / Л.Ю. Забродоцька. –Луцьк : Інформ.-вид. відділ Луцького НТУ, 2019. – 360 с.

ШЛЯХИ ВСТАНОВЛЕННЯ НАТУРАЛЬНОСТІ МОЛОКА

Квітковська Надія Петрівна,
асистент, suxodolska@ukr.net
Національний університет харчових технологій, Україна

Іщенко Віра Миколаївна
кандидат хімічних наук, доцент, ischenko_vn@ukr.net
Національний університет харчових технологій, Україна

Молоко є одним з найбільш цінних харчових продуктів. Перевірка його якості та натуральності є повсякчас актуальним питанням для як споживача, так і для науковця. На українському ринку проблема фальсифікації молока стоїть досить гостро, оскільки не усіма стандартними експресними методами, що застосовують на виробництвах можна точно визначити підробку. Ризики від споживання неякісної контрафактної харчової продукції найбільш суттєві не тільки для здоров'я та безпеки людини, але й визначають і конкурентоспроможність на світовому ринку продукції українських виробників.

Наразі виділяють наступні види фальсифікації: асортиментна, якісна, кількісна, вартісна, інформаційна та комплексна.

Асортиментна фальсифікація здійснюється підміною одного виду молока іншим або ж заміна молочного жиру рослинним. До різновидів якісної фальсифікації молока відноситься: розведення водою; додавання консервантів, додавання багатих Нітрогеном речовин для компенсації рівня білка; додавання розкислювачів; додавання крохмалю, борошна для збільшення ваги тощо. Кількісна фальсифікація молока реалізується недоливом, інформаційна – неправдивою інформацією про товар, а комплексна може містити кілька видів фальсифікації [1].

Перевірка якості та безпечності молока на молокозаводах України згідно державних стандартів (ДСТУ) проводиться різноманітними методами, серед яких найбільш використовуваними є ультразвуковий, колориметричний, рефрактометричний, гравіметричний з використанням автоматичних та напівавтоматичних аналізаторів. Одержані дані дозволяють визначати склад молока, але не завжди дають відповідь чи є продукт сфальсифікованим. Для відповіді на питання, чи сфальсифікований продукт необхідно застосовувати спеціальні цільові та скринінгові методи дослідження, такі як високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) та ВЕРХ з мас-спектрометрією (ВЕРХ-МС), газова хроматографія (ГХ) і, відповідно (ГХ-МС), масова спектрометрія із співвідношенням ізотопів (IRMS), імуноферментний аналіз (ІФА), ядерний магнітний резонанс (ЯМР), методи молекулярної спектроскопії, які можна використовувати для пошуку конкретних маркерів фальсифікату[2]. В Україні такі методи, на жаль, майже не використовуються.

Проблема в тому, що фальсифікована продукція на смак і вигляд може нічим не відрізнятися від справжньої, але немає відповідної харчової цінності та безпечності. Наразі поширеною є підміна молока відновленим аналогом, де молочний напій готують з сухого молока та заявляють його як справжнє пастеризоване або ультрапастеризоване молоко. Такий продукт має нижчу кількість поживних речовин, в ньому зменшується вміст вітамінів та корисних мінералів, руйнується нативна структура білків та амінокислот, зменшується концентрація йонного Кальцію, а також частка розчиненого цитрату і фосфату.

Такого роду підміну можна виявити опираючись на методи, що базуються на вимірюванні вмісту продуктів, які утворюються чи зазнають змін в результаті термічної обробки молока: кількість триптофану по відношенню до продуктів реакції Майяра (індекс FAST), відношення бетаїну до α-лактальбуміну тощо [3]. Наведені методи методи є дорогими та трудомісткими. Тому наразі усе більше з'являються альтернативні більш доступні методи виявлення відновленого молока, зокрема, це спектроскопія ближньої ІЧ-області та флуоресцентна спектроскопія [4].

Також відомо, що в залежності від ступеня термообробки молока змінюється кількість йонного Кальцію, який доцільно визначати простим та порівняно дешевим методом потенціометрії з використанням йон-селективних електродів. Проте використання такого маркеру як відношення загального вмісту Кальцію до йонного є недостатнім і потребує поєднання інших складових, що між собою корелюють. Це вимагає спеціальної обробки отриманих експериментальних даних, хемометрики, що наразі широко знаходить своє застосування для харчових продуктів [2]. До того ж хемометричні методи дозволяють аналізувати найрізноманітніші суміші, обмежуючись мінімальною підготовкою проби, використовуючи такі алгоритми, як: CA (Cluster analysis), FA (Factor Analysis), MILCA (Mutual information least dependent component analysis), PCA (Principal Component Analysis), PLS (Partial Least squares), SIMPLISMA (Simple-to-use interactive self-modelling mixture analysis) та TWC (Two-way connection).

Таким чином, розробка експресних, простих і доступних аналітичних методик оцінки якості молока представляється актуальною задачею.

1. Nascimento Carina F. Recent advances on determination of milk adulterants. / Carina F. Nascimento, Poliana M. Santos, Edenir Rodrigues Pereira-Filho [at al]. // Food Chemistry. - 2016. № 221. – P.1232-1244
2. Kamal M. Analytical methods coupledwith chemometric tools for determining the authenticity and detecting the adulteration of dairy products: A review / M. Kamal, R. Karoui //Trends in Food Science & Technology. – 2015. – Vol.46. – P.27-48.
3. Poonia, Amrita. Detection of adulteration in milk: A review / Amrita Poonia, Alok Jha, Rjan Sharma, Harikesh Bahadur Singh, Ashwini Kumar Ra, Nitya Sharma. // International Journal of Dairy Technology.- 2016.- Vol. 69, P. 1-20.

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

Кравченко Дар'я Володимирівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсі, _your_chemist_@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

Встановлення будови і властивостей речовин – одне з основних завдань такої науки, як комп'ютерна хімія. Дана наука є одною з провідних у вирішенні питань синтезу нових сполук з заданими властивостями. Які часто не можуть бути синтезовані у звичайних умовах сучасного хімічного синтезу.

В теперішній хімічні технології більшості галузей не можливі без інформаційних технології, комп'ютерних програм, які дозволяють моделювати способи одержання певних сполук і визначити їх властивості. Проведення лабораторних експериментів іноді займає досить багато часу та у масштабах підприємницького виробництва потребує досить великого фінансування. Комп'ютерні ж технології дозволяють не лише відтворювати інформацію щодо окремих сполук, а й моделювати протікання хімічних реакцій, проводити прогнозування фізичних та хімічних властивостей, стійкість таких речовин у експлуатації.

В основі комп'ютерної хімії знаходяться три комплекси методів: методи молекулярної механіки, методи молекулярної динаміки, а також методи квантової хімії.

Програмні засоби, які використовують хіміки у своїй діяльності, поділяють на 2 типи. До першого типу належать програми, які використовують двомірне зображення молекул. Це такі програми як ISIS Draw 2.5, BKChem 0.13, Symyx Draw 3.1 Orbital Viewer 1.04, додатки Microsoft Office для запису хімічних формул і рівнянь Chem4Word, Chemistry & Word (редактор для запису формул органічних і неорганічних речовин, дозволяє створювати електронні моделі атома з використанням квантових комірок або електронних орбіталей).

До другого типу належать програми, що використовують тривимірне зображення молекул. Вони є інструментом отримання даних про сполуку або прогнозування властивостей. Це такі програми як Chemitorium, програмні пакети ChemOffice, HyperChem, ACDLabs.

Полімерні матеріали на основі полівінілхлориду та кополімерів вінілхлориду в теперішній час складають приблизно чверть усього світового виробництва пластмас. Інтенсивне поширення цих матеріалів і швидке зростання виробництва їх зумовлені порівняно низькою вартістю, гарними фізико-механічними й електричними властивостями, хімічною стійкістю, унікальною здатністю до модифікування шляхом введення різних низькомолекулярних олігомерних добавок, різноманітністю їх застосування, а також збільшенням можливих методів переробки полімерних матеріалів.

За даним досліджень перспективним напрямом у поліпшенні технології виготовлення полімерних матеріалів з покращеними експлуатаційними властивостями є модифікування полівінілхлориду олігомерними добавками, які характеризуються, з одного боку, меншою леткістю на відміну від традиційних низькомолекулярних пластифікаторів, а з іншого — спрощеною технологією введення фрагментів їх будови на відміну від високомолекулярних еластомерів, і, як відомо, взаємна розчинність полімерних систем підвищується з пониженням молекулярної маси полімерів.

Оскільки сфера проектування технологічних процесів є вже досить розвиненою, прогрес в операціях хімічного синтезу і розділення відбувається, в першу чергу, за рахунок розробки та використання вищезазначених комп'ютерних систем з заданими фізико-

хімічними характеристиками. З нинішньою тенденцією до нанотехнологій, вченого або інженера часто закликають розробляти нові матеріальні структури з ключовими характеристиками щоб отримати вигоду від унікальних механічних, електронних, магнітних, оптичних або інших властивостей.

Вирішення цих нових завдань проектування вимагає кількісного розуміння взаємозв'язку "структура-властивості-обробка-функціональність" в полімерних матеріалах. Точний розвиток цього розуміння є основною метою моделювання та імітаційного моделювання матеріалів.

У своїх роботах Е. Д. Актен представив модель обертального ізомерного стану для розрахунку одноланцюгових властивостей, показавши її у ілюстративному прикладі на основі поліпропілену використавши схему "голова до голови", "хвіст до хвоста". Рейнхард Хенчке ж розглядає MD і BD моделювання одиночних ланцюгів у розчині. В його роботах розглянуто вибірку методом Монте-Карло незбуреного ланцюжка конформації і розрахунки розсіювання від одиночних ланцюгів, а також представлено грубозернисту стратегію для переходу від атомістичного олігомеру або короткої спіралі моделювання до довжин персистентності. Тадеуш Пакула також розглядав у своїх роботах алгоритми для моделювання методом Монте-Карло рідин на повністю заповненій решітці використовуючи алгоритми для моделювання рідин на повністю зайнятих ґратках. Для ілюстрації потужності та універсальності алгоритму він наводить застосування до макромолекулярних систем складної архітектури та симетричних блок-кополімерів. Роботи Андрія Добриніна присвячені моделюванню заряджених полімерних систем. В них розглядаються ланцюги при нескінченному розведенні, обговорюється вплив електростатичних взаємодій при різних концентраціях солі на конформацію, згідно з теорією масштабування та моделювання. Розглядаються методи моделювання розчинів заряджених полімерів при скінченних концентраціях солей. Застосування моделювання в розумінні іонної конденсації Меннінга та утворення пучків у розчинах поліелектролітів. Він розглядає останні результати моделювання та методи, що були використані для їх отримання, в контексті сучасного стану поліелектролітів.

Дослідження олігоуретанів та фрагментів їх будови, вплив їх молекулярної маси олігоуретансечовин з кінцевими аміногрупами на морфологію та механічні властивості олігомер-полімерних сумішей з полівінілхлоридом, стабілізованих водневими зв’язками є спорідненою до робіт вищезазначених авторів, що працюють над методами моделювання полімерів, з чим в безпосередньому пов’язана відповідна робота.

Залучення методів комп’ютерної хімії, можливостей сучасних комп’ютерів і комп’ютерних програм для розв’язання задач, пов’язаних з розрахунком характеристик будови і властивостей полімерних сполук, їх поведінки в силових полях та температурних впливів відкриває можливості прогнозувати їх будову і порівняти з вже існуючими. Саме це є предметом дипломної роботи, яка буде виконана на кафедрі Хімії Житомирського державного університету.

1. Kotelyanskii M., Theodorou D. N. Simulation Methods for Polymers. — NY: Marcel Dekker, 2004. — 619 с.
2. Бондар О. С. Практикум з комп’ютерної хімії. Навчальний посібник. — Ч.: ЧНПУ, 2017. — 68 с.
3. Туровська О. М. Практикум з квантової хімії. Навчально-методичний посібник. — Д.: ДонНУ, 2007. — 81 с.
4. Малишева Т. Л., Толстов О. Л. Олігомер-полімерні нанокомпозити на основі олігоуретансечовин і полівінілхлориду. — К.: ІХВС НАН України, 2021 — 720 с.

ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТИТАНВМІСНИХ СПОЛУК НА ОСНОВІ TiO_2

Литвинчук Анна Петрівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, oximiriocat@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії
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

Діоксид титану (TiO_2) є вражаючим функціональним матеріалом, який широко використовується у виробництві пластмас, харчових продуктів, паперу, датчиків, електронних матеріалів, виробництві водню, фотокаталізу та багатьох інших галузей промисловості завдяки його низькій токсичності, високій хімічній стабільності [1]. Проте використання немодифікованого TiO_2 має певні обмеження, які пов'язані з тим, що ширина забороненої зони поглинання світла знаходиться нижче 400 нм, що обмежує його використання в якості фотокаталізатора у видимій області спектру.

З метою усунення цих недоліків, до TiO_2 можна додати фотосенсибілізатори. Найбільш вдалими сенсибілізаторів є порфірини, які мають високі коефіцієнти екстинкції в областях 400–450 нм і 500–650 нм та володіють хорошою фотостабільністю та довговічністю [2-4].

Дослідження фотокаталізу показали, що комбінування порфіринів з TiO_2 є досить ефективним, оскільки воно збільшує розділення фотогенерованих електронно-діркових пар, що підвищує стабільність і активність фотокаталітичної системи в цілому. Серед модифікованих порфіринів найбільшу фото каталітичну ефективність мають метал-порфірини, такі як: піперидил, імідазоліл, фенокси-алкокси-феніл-олово, етиленгліколь та піридин, їх заміщені похідні [4].

У рамках постійних досліджень порфіринів, авторами розроблено та синтезовано порфірини, що володіють високими фотокаталітичними властивостями за довжин хвиль видимого світла. Для цього виготовлено чотири порфірини. Два з них містили фрагменти фенілкарбонових кислот, і з них один був безметалевим (PORPC-1), а інший був металованим (PORPC-2). Інші два порфірини були несиметричними; кожен з яких містив у мезоположенні трет-бутил, заміщений фенільними кільцями, а інші два положення були заміщені фенілкарбоновими кислотами (PORPC-3 і PORPC-4). Структури цих синтезованих порфіринів були підтверджені спектральним аналізом [3-4]. Далі ці порфірини закріплювали на поверхні TiO_2.

Авторами виявлено [3-4], що метал-порфірини (TiO_2-PORPC-2 і TiO_2-PORPC-4) проявляють кращу фотокаталітичну активність, ніж безметалеві порфірини (TiO_2-PORPC-1 і TiO_2-PORPC-3).

Систематизуючи сучасні літературні джерела щодо використання сполук на основі TiO_2

виявлено, що дані речовини володіють високими фотокаталізуючими властивостями та використовуються, наприклад, для очистки води від забруднювачів.

1. Wet-Chemical Preparation of TiO_2-Based Composites with Different Morphologies and Photocatalytic Properties. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5666475/

2. A Review of Titanium Dioxide (TiO_2)-Based Photocatalyst for Oilfield-Produced Water Treatment. URL: file:///C:/Users/%D0%B3%D0%B3/Downloads/Telegram%20Desktop/membranes-12-00345.pdf

3. Preparation and Photocatalytic Activities of TiO_2-Based Composite Catalysts. URL: file:///C:/Users/%D0%B3%D0%B3/Downloads/Telegram%20Desktop/catalysts-12-01263.pdf

4. Synthesis, Spectroscopy and Characterization of Titanium Dioxide Based Photocatalysts for the Degradative Oxidation of Organic Pollutants. URL: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11536/2/Texto%20integral.pdf

ГІДРОГЕЛЕВІ ЛІКУВАЛЬНІ ПОВ'ЯЗКИ НА ОСНОВІ ЖЕЛАТИНУ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ВАЖКОЗАГОЮВАНИХ РАН

Майкович Ольга Володимирівна,
здобувач наукового ступеня, olha.v.maikovych@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Гнип Анастасія Василівна,
здобувач вищої освіти магістра II курсу, anastasiia.hnyp.mkhtkhd.2021@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Помилуйко Олег Петрович,
здобувач вищої освіти IV курсу, oleh.pomyluiko.xt.2019@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Букартик Наталія Миколаївна,
науковий співробітник, nmaniak66@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Варваренко Сергій Миколайович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, serhii.m.varvarenko@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Гідрогелі є сучасними медичними матеріалами які застосовуються для лікування ран та ушкоджень шкіри різної природи. Однією з головних переваг гідрогелевих медичних засобів, які використовуються для місцевого лікування ран, є простота їх застосування та значна мінімізація побічних ефектів, що виникають при застосуванні інших засобів [1-3].

У розробленні гідрогелевих раневих покрить для лікування важкозагоюваних ран на сьогодні найбільш прогресивним вважається останнє покоління цих засобів, які побудовані як двошаровий або комбінований матеріал (пластина), один шар якого містить колаген (в найдорожчих засобах людський) і клітини, вирощені методами інженерії тканин з матеріалу взятого з тканин людського тіла. Крім того, вони містять людські фактори росту, цитокіни, фібробласти й кератоцини. Ці засоби є дуже великої вартості та використовуються вони у випадках ран, які не загоюються тривалий час і для яких всі інші методи лікування не дають позитивного результату.

Альтернативою можна вважати комбіновані чи гібридні гідрогелеві матеріали основою яких можуть бути також природні полімери такі як пектин або альгінат, в які включено основні елементарні амінокислоти пролін, оксипролін та оксилізин, які є специфічними для побудови макромолекул колагену при проходженні процесів заживлення ран. Прямим функціональним аналогом колагену за амінокислотним складом є желатин, який з нього отримується. Він доволі широко використовується для фармацевтичних та медичних застосувань завдяки його біосумісності здатності до біорозкладання та пришвидшення процесів регенерації тканин і загоєння ран [4-6].

В нашій роботі ми досліджували процеси отримання комбінованих альгінат-желатинових та желатинових гідрогелів з метою одержання гідрогелевих лікувальних пластин з регенеративними властивостями придатними для лікування пролежнів та трофічних виразок.

Отримання желатинових або альгінат-желатинових гідрогелів відбувається внаслідок структурування діоксірановими похідними поліоксиетиленгліколів. До переваг цього методу можна віднести те, що утворення гідрогелів відбувається у водному розчині без використання додаткових ініціаторів, каталізаторів та регуляторів водневого показника.

Пластини такого гідрогелю не піддаються механічному руйнуванню при прикладенні одновісного навантаження на стиск і повністю відновлюють свою форму після знімання прикладеної сили. Пориста структура сприяє швидкому відведенню ранових виділень (до 20-23 г модельного ексудату на г гідрогелю) [7]. Проведені токсикологічні дослідження на живих клітинах (спермія бугая), показали відсутність цитотоксичності гідрогелю, що дозволяє вважати його перспективним матеріалом для створення пов'язок для догляду за ранами [8].

До складу пластин різної морфології вводили препарат актовегін (солкосерил), який покращує процеси репарації та регенерації ушкоджених тканин. Введення даного препарату проводили в альгінат-желатинові та желатинові пластини сорбцією його у сформований гідрогель. Концентрацію актовегіну в гідрогелевій пластині любого типу створювали 1%. Визначено коефіцієнт сорбції актовегіну, який, в залежності від складу пластини, є в межах 0,3-0,7 (насичення проводили у порівняльних умовах).

Для перевірки здатності актовегіну вивільнятись з отриманих гідрогелевих пластин проведено модельне дослідження вивільнення у різні середовища: фізіологічний розчин, модельний ексудат, октанол.

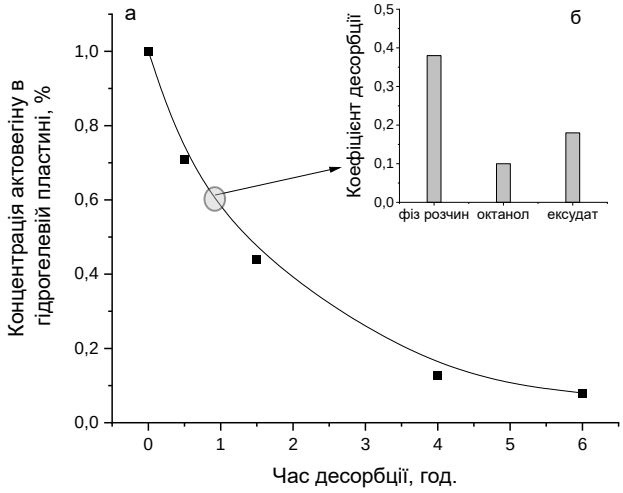


Рис. 1. Вивільнення актовегіну (солкосерилу) з альгінат-желатинової гідрогелевої пластини у фізіологічний розчин (а); та величина коефіцієнта десорбції актовегіну в різні середовища (б)

На рис. 1. (а) наведена залежність кількості вивільненого препарату в фізіологічний розчин від часу, яка демонструє, що упродовж 6 годин спостерігається перехід препарату зі складу гідрогелевої пластини у фізіологічний розчин на 92 %. Десорбція актовегіну в октанол та ексудат проходить значно повільніше, для прикладу у додатковому вікні рисунка 1.б продемонстровано значення коефіцієнта десорбції актовегіну зі складу гідрогелевої пластини в різні середовища на час проходження десорбції 1 година. Загалом вивільнення актовегіну в октанол за 24 години досягає 60 %, а в ексудат 75 % від кількості препарату введеного до складу гідрогелевої пластини.

Отже, показано можливість створення гідрогелевих лікувальних пов'язок на основі желатину для лікування важкозагоюваних ран із задовільними фізико-механічними властивостями та здатністю пролонговано виділяти лікарські препарати.

1. Kiyozumi, T., Kanatani, Y., Ishihara, M., Saitoh, D., Shimizu, J., Yura, H., Suzuki, S., Okada, Y., & Kikuchi, M. (2007). The effect of chitosan hydrogel containing DMEM/F12 medium on full-thickness skin defects after deep dermal burn. *Burns*, *33*(5), 642–648. https://doi.org/10.1016/j.burns.2006.09.010

2. Васильев А.Е., Краснюк И.И., Равикумар С. (2001). Трансдермальные терапевтические системы доставки лекарственных веществ. *Химико-фармацевтический журнал, 35(11),* 29-42.
3. Самченко Ю.М., Пасмурцева Н.А., Ульберг З.Р. (2007). Диффузия лекарственных препаратов из гидрогелевых нанореакторов. *Доповіді НАН України, 6,* 143-148.
4. Sekine, Y., Moritani, Y., Ikeda-Fukazawa, T., Sasaki, Y., & Akiyoshi, K. (2012). A Hybrid Hydrogel Biomaterial by Nanogel Engineering: Bottom-Up Design with Nanogel and Liposome Building Blocks to Develop a Multidrug Delivery System. *Advanced Healthcare Materials*, *1*(6), 722–728. https://doi.org/10.1002/adhm.201200175
5. Zhao, W., Jin, X., Cong, Y., Liu, Y., & Fu, J. (2012). Degradable natural polymer hydrogels for articular cartilage tissue engineering. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, *88*(3), 327–339. https://doi.org/10.1002/jctb.3970
6. Naahidi, S., Jafari, M., Logan, M., Wang, Y., Yuan, Y., Bae, H., Dixon, B., & Chen, P. (2017). Biocompatibility of hydrogel-based scaffolds for tissue engineering applications. *Biotechnology Advances*, *35*(5), 530–544. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.05.006
7. Maikovych, O., Nosova, N., Nadashkevych, Z., & Varvarenko, S. (2022). Preparation and research of Gelatine Hydrogel anti-bedsore materials properties. *Chemistry, Technology and Application of Substances, 5*(1), 166–172. https://doi.org/10.23939/ctas2022.01.166
8. Патент України на корисну модель №152001 «Спосіб отримання желатинового гідрогелю», реєстраційний номер заявки u202201944, дата подання 07.06.2022, Національний університет «Львівська політехніка», автори: Майкович О. В., Остапів Д. Д., Сачук А. В., Носова Н. Г., Самарик В. Я., Варваренко С. М. - Бюл. № 41. - 12.10.2022.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФАТНИХ ДОБРИВ

Мудрак Вікторія Вікторівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, vikamudrak25@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

Фосфатні добрива – це мінеральні добрива, які є джерелом фосфору, життєво необхідного макроелемента для всіх видів рослин.

Фосфор бере активну участь у низці важливих процесів, що відбуваються в рослинних організмах, перш за все, в енергетичному обміні – у процесах синтезу вуглеводів, білків і жирів, а також у ході фотосинтезу. Він позитивно впливає на формування системи коренів, якість і швидкість кущення, кількість та вагу насіння, процес засвоєння багатьох поживних речовин та елементів тощо; сприяє стимуляції росту та цвітіння; значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Варто зазначити, що вміст фосфору позначається на стійкості багаторічних рослин до впливу довкілля, у тому числі, низьких температур (зимостійкість), зараження грибковими та іншими видами захворювань, нестачі води тощо [1].

Ефективність фосфатних мінеральних добрив прямо залежить від їх властивостей, способів внесення, оптимально встановлених норм, а також від зональних особливостей ґрунтів. Практично на усіх видах ґрунтів України фосфатні добрива складають високі прирости врожаю сільськогосподарських культур, однак вони є найбільш ефективними на чорноземах і дерново-підзолистих ґрунтах [2].

Основними представниками фосфатних добрив є простий суперфосфат, діамофоска, подвійний суперфосфат, ортофосфатна кислота, калій метафосфат, томасшлак, преципітат, фосфоритне та кісткове борошно, що відображено в табл. 1 [3].

Таблиця 1. Основні представники фосфатних добрив

Назва	**Формула**	**Застосування**
Простий суперфосфат	$(CaH_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$	під усі культури для підвищення їх врожайності
Подвійний суперфосфат	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	сприяє росту і розвитку всіх с/г культур
Діамофоска	$(NH_4)_2HPO_4$	підвищує стійкість рослин до шкідників, хвороб і несприятливих кліматичних умов
Ортофосфатна кислота	H_3PO_4	сприятливо впливає на активність ґрунтових бактерій, підкислює ґрунт
Калій метафосфат	KO_3P	для кореневих і позакореневих підживлень K і P
Томасшлак	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$	нейтралізує надлишкову кількість кислот і збагачує ґрунт P
Преципітат	$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	зміцнює кореневу с-му та надає стійкості до грибкових захворювань

Фосфоритне борошно	$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$	меліорант на кислих грунтах, підвищує врожайність
Кісткове борошно	(містить 30-35 % P_2O_5)	благотворно впливає на декоративність культур

Важливим є те, що фосфор відмінно впливає на ріст і розвиток рослин при одночасному використанні азоту. За їх спільного застосування на чорноземах рослини не потребують щедрого поливу, стає міцнішою, швидше та краще розвивається коренева система. Однак, в умовах лісових грунтів при нестачі азоту дуже швидко зменшується й позитивна дія фосфору.

Варто враховувати, що фосфатні мінеральні добрива необхідно вносити у ґрунти з великим рівнем кислотності та невисоким показником родючості. Особливістю є те, що такі добрива вносять восени під основний обробіток ґрунту, оскільки в переважної їх більшості основний елемент знаходиться у важкозасвоювальній для рослин формі. За зимній період добрива переходять в ґрунтово-утримуючий комплекс, і вже влітку повноцінно підживлюють корені рослин.

При посівах для таких сільськогосподарських культур, як соя, соняшник, озимий ріпак необхідно використовувати фосфатні добрива у легкозасвоювальній формі NPK (натрій – фосфор – калій).

Характерним є внесення фосфатних добрив у ґрунт навесні, але для цього використовують добрива, які складаються зі швидкодіючих, в основному водорозчинних сполук, таких як суперфосфати [4-5].

Отже, фосфатні мінеральні добрива відіграють надзвичайно велику роль для росту та розвитку рослинних організмів, зокрема, у формуванні кореневої системи; сприяють збільшенню врожайності та покращенню якості плодів сільськогосподарських культур, що є важливим у ході виготовлення достатньої та якісної харчової продукції.

1. Фосфорні добрива: найкращі комплекси та правила підживлення. [online] Режим доступу: https://zaxid.net/fosforni_dobriva_naykrashhi_kompleksi_pravila_pidzhivlennya_n1541391

2. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник / Г.М. Господаренко. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 406 с.

3. Види фосфорних добрив. [online] Режим доступу: https://www.systopt.com.ua/article-vydy-fosfornyh-dobryv

4. Фурдичко О. І. Агроекологія / О. І. Фурдичко. – Київ: Аграрна наука, 2014. – 399 с.

5. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В. І. Агрохімія. Добрива та їх вплив на продуктивність грунту Ч. ІІ. Луцьк – Надстир'я, 2012. 438 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОДОБРИВ

Свиридюк Аліса Володимирівна
здобувач вищої освіти 4 курсу, sviridyukalisa02@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

Україна є аграрно розвиненою країною, тому спостерігається тенденція постійного попиту та використання різних видів добрив, що є важливою складовою фермерського бізнесу. Мікродобрива відіграють важливу роль для росту та розвитку сільськогосподарських культур, тому ефективність їх використання важко переоцінити. Важливо знати, що безвідповідальне застосування інтенсивних методів вирощування рослин, таких як сівозмін, обробітку ґрунту, використання добрив, меліорації, пестицидів та ін., може нашкодити довкіллю і порушити екологічну рівновагу у природі. Через це, для того, щоб непорушити цю рівновагу і не завдати шкоди навколишньому середовищу, робота з ґрунтом повинна здійснюватися лише на основі наукових даних, беручи до уваги закони природи і землеробства та правильно застосовуючи їх у господарницькій діяльності [1].

Мікродобрива – це добрива, які містять у своєму складі мікроелементи, необхідні для розвитку та здоров'я рослин. Для нормального функціонування сільськогосподарських культур потрібно близько 30 мікроелементів, але ці добрива повинні вноситись в невеликих кількостях і лише ті, яких не вистачає саме певному виду ґрунту, наприклад, в дернових ґрунтах є недостача молібдену, а в торф’яних – міді. Поділяють мікродобрива за назвою мікроелемента: борні, цинкові, марганцеві, мідні, молібденові [2].

Борні добрива підвищують фотосинтез, активність ферментів, поліпшують обмін білків і вуглеводів, сприяють кращому запиленню сільськогосподарських культур при високій температурі повітря. До нестачі бору у ґрунті дуже чутливі озимий ріпак, буряк, соя, соняшник, кукурудза, помідори. Ознаки голодування в них, насамперед, проявляються в посвітлінні листків біля черешків, дуплистості кореневої системи, закручуванні молодих листків, відмиранні точок росту, пагонів і коренів, деформації й опаданні квіток. При цьому старі листки грубіють і тверднуть.

Цинкові мікродобрива активують дію ферментів, входять до складу ферментативних систем, які беруть участь у диханні, синтезі білків та ауксинів, підвищують тепло-, посухо- і холодостійкість рослин, відіграють важливу роль у регулюванні процесів росту. Через нестачу цинку в ґрунті листки рослин набувають жовто-зеленого забарвлення, покриваються плямами і відмирають; молоді листки дрібні, мають хвилясті краї, погано закладаються плодові бруньки. Нестача цинку більше впливає на розвиток насіння, ніж на розвиток вегетативних органів.

Манган, як мікроелемент, у рослинах переважно активує дію ферментів, відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, диханні. Під впливом мангану посилюється синтез вітаміну С, каротину, глутаміну, підвищується вміст цукру в коренеплодах цукрового буряка та в помідорах, а вміст крохмалю – в картоплі. Нестача, насамперед, виявляється на молодих листках і за ознаками подібна до хлорозу: листки вкриваються жовто-зеленими плямами з бурими й білими ділянками, гальмується їх ріст.

Мідь входить до складу ферментів, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Мідні мікродобрива підвищують інтенсивність проходження фотосинтезу, збільшують кількість утвореного хлорофілу, позитивно впливають на вуглеводний та азотний обміни, значно покращують стійкість рослин до грибкових і бактеріальних хвороб.

Молібден є важливим металокомпонентом великої кількості ферментів, який бере участь у багатьох обмінах, утворенні вітамінів і хлорофілу, ініціює збільшення активності

проходження фотосинтезу, міститься в ферменті нітроредуктазі, за допомогою якого в культурах нітрати відновлюються до аміаку. Мікроелемент молібден відіграє важливу роль у стимуляції процесу фіксації азоту з атмосфери бульбочковими і вільноіснуючими бактеріями.

Варто зазначити, що мікродобрива необхідні для нормальної життєдіяльності рослин, вони позитивно впливають на їх врожайність, підвищують стійкість до різних захворювань, наприклад:

1. *Зернові* – *цинк* і *мідь* у фазі кущення, *манган* у фазі сформованого прапорцевого листка.
2. *Кукурудза* – є дві фази, в яких постає гостра потреба в *цинку*: початок формування качана на тканинному рівні, яке відбувається у фазі 3-4 листків та озерненості початку, що формується у фазі 8-12 листків в залежності від виду.
3. *Зернобобові* – *молібден* є важливим для бульбочкових бактерій, необхідна складова їх активності та участі в засвоєнні азоту; *бор* для зернобобових – основний елемент для процесів рівномірного цвітіння та зав'язування бобових.
4. *Олійні* – нестачу бору особливо відчувають такі культури, як ріпак та соняшник, адже він є не тільки стимулятором процесів цвітіння, а ще й відіграє основну роль в утворенні твірних тканин, особливо на етапі формування судинної системи рослин під час активного вегетативного росту.
5. *Цукровий буряк* – *манган* і *бор* впливають на утворення вуглеводів, їх зосередження в листках і переміщення до коренеплодів.

Потреба найпопулярніших сільськогосподарських культур у мікроелементах, які вирощуються в Україні досить значна (табл. 1):

Таблиця 1

Потреба сільськогосподарських культур у мікроелементах, на 1т продукції, кг

Культура	Mn	Cu	Zn	B	Mo
Озима пшениця	0.18	0.065	0.08	0.005	0.001
Озиме жито	0.094	0.012	0.085	0.0054	0.0006
Озимий ячмінь	0.085	0.012	0.065	0.004	0.0007
Овес	0.168	0.007	0.063	0.004	0.00085
Озимий ріпак	0.1	0.02	0.15	0.06	0.0001
Кукурудза	0.24	0.006	0.04	0.04	0.0032
Соняшник	0.062	0.015	0.055	0.06	0.005
Соя	0.086	0.031	0.079	0.08	0.05
Горох	0.13	0.008	0.081	0.029	0.001
Льон	0.065	0.012	0.06	0.04	0.00065
Цукровий буряк	0.37	0.052	0.138	0.1	0.004
Картопля	0.008	0.056	0.016	0.062	0.00015

Таким чином, ефективність використання мікродобрив залежить від розуміння агрономом потреб культури, яку висаджують, і, після проведення аналізу, потреб ґрунту у певних мікроелементах. Так як надлишок і дефіцит однаково негативно впливають на результат. Ефективне використання цього виду добрив сприяє стійкості рослин до хвороб і погодніх умов, що в свою чергу, дає можливість збільшити врожайність культури.

1. Забродоцька Л.Ю. Основи Агрономії: навчальний посібник/ Л.Ю. Забродоцька. – Луцьк: Інформ.- вид. відділ Луцького НТУ, 2019, – 360с.
2. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник / Г. М. Господаренко. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. – 476 с.

КОЛОЇДИ НА ОСНОВІ ТИТАНАТІВ У КОСМЕТИЦІ

Храмченко Катерина Романівна,
здобувач вищої освіти IV курсу, foxyto878@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

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

Писаренко СніжанаВасилівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія разом із косметологією сьогодні перебуває на етапі становлення та розвитку, адже концептуальні основи цих наук поєднуються у виробництві різноманітних косметичних засобів. Щорічно модернізуються способи і методи отримання цих косметичних засобів, у тому числі з колоїдів на основі титанатів. У сучасному світі внаслідок удосконалення технологій зростає кількість нових косметичних засобів для догляду за шкірою, незалежно від призначення та форм випуску, будь-який косметичний засіб складається з основи та спеціальних хімічних добавок, частка яких є незначною по вмісту.

Якість косметичного засобу безпосередньо залежить від якості основи, на якій виготовлено цей засіб. Розробка оптимальної основи, що підвищує ефективність дії косметичного засобу і забезпечує максимальний ефект, є актуальним завданням сучасної хімії та косметології. Найчастіше у косметології використовується титан діоксид (TiO_2) – це інертна мінеральна речовина, зовні виглядає як білий порошок, який не розчиняється у воді або оліях. Така сировина обробляється спеціальними реактивами, в результаті отриманий продукт подрібнюють і отримують білий порошок. Титанати одержують шляхом прожарювання гідроксиду, що утворюється при гідролізі сульфатних розчинів, зокрема, під час сульфатної переробки титанових концентратів. Також його можна отримати спалюванням титан тетрахлориду $TiCl_4$ при температурі 1200-1700°C, а також прямою взаємодією титану та кисню, або реакцією летких неорганічних сполук титану з киснем. Титанати у чистому вигляді можна отримати гідролізом титанорганічних сполук $Ti(OC_4H_9)$ із подальшим їх прожарюванням. Під час синтезу титанатів актуальним є питання їх зберігання. Найчастіше колоїди на основі титанатів для косметичної галузі зберігають у щільно закритих контейнерах із світлозахисних матеріалів у сухому, прохолодному місці. Питання нашого дослідження є недостатньо висвітленим у науковій літературі, тому потребує конкретизації та детального вивчення.

Завдяки високому значенню показника заломлення титанати мають світлорозсіювальні властивості, зокрема, діапазон світла, що розсіюється, залежить від розміру часток пудри. Титанати із середнім розміром часток до 230 мкм розсіюють лише видиме світло, в свою чергу титанати із середнім розміром часток до 60 мкм легко розсіюють ультрафіолет і відбивають видиме світло. У косметиці титанати перебувають у колоїдному стані. Спочатку використовується пудра, яка в подальшому є структурним компонентом колоїдного розчину. Отримана сировина переробляється і використовується для виробництва кремів для обличчя, тіла, рук та ніг, а також для виробництва міцелярних вод, скрабів, шампунів, пудри, кушонів для обличчя тощо.

Титан гліцерат – це типовий представник колоїдів на основі титанатів, є базою для створення косметичних засобів. Існує титановмісний гліцерогідрогель косметичного

призначення, як титан тетрагліцератдекаполіолат, який є ефективним нетоксичним трансдермальним провідником і має наступну формулу: $Ti\text{-}[O\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}OH]_4 \cdot 10C_3H_8O \cdot 40H_2O$. Цей колоїдний розчин має протизапальну та антимікробну дію, впливає на прискорення процесів пігментації в шкірі та зменшує запалення, а також сприяє зникненню почервонінь та свербіння. Усі титанати, які використовуються в косметології, утворені на основі титану (IV) оксиду TiO_2.

Таким чином титан (IV) оксид знаходить своє застосування у фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості як пігмент, колоїдний розчин для виробництва кремів та скрабів, а також виступає скаламутнювачем, адже входить до складу косметичних засобів для догляду за шкірою обличчя, рук, ніг і тіла. Застосування у косметиці титанатів зумовлене відсутністю у них подразливої та нетоксичної дії, що надзвичайно важливо при виробництві якісних косметичних засобів.

1. Байцар Р. І. Актуальні проблеми та перспективи розвитку косметичної галузі Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Автоматика, вимірювання та керування. 2015. № 821. С. 44–50.

2. Башура О. Г., Половко Н. П., Ковальова Т. М. Технологія косметичних засобів: Навч. посібник для студ. фармац. Спец. вищ. навч. заклад. Вінниця: Нова книга, 2007. 360с.

3. Стрельцова О. О. Самоорганізовані структури. Ліофільні колоїдні системи : навч. посіб.. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 146 с.

4. Чумак В.Л. Колоїдна хімія: підручник Київ: НАУ, 2015. 456 с.

ФЛУОРЕСЦЕЇНОВМІСНІ КОПОЛІЕСТЕРИ - ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУ ЛІКІВ

Яковів Марія Василівна,
кандидат хімічних наук, науковий співробітник, ferensmariia@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Гнип Анастасія Василівна,
здобувач вищої освіти магістра ІІ курсу, anastasiia.hnyp.mkhtkhd.2021@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Матіїшин Роман Васильович,
здобувач вищої освіти магістра І курсу, roman.matiishyn.mkhtkhd.2022@lpnu.ua
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Варваренко Сергій Миколайович,
доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник, serhii.m.varvarenko@gmail.com
Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Останнім часом відбувається стрімкий розвиток сучасних технологій, що зв'язані з нанооб'єктами різноманітної природи, передусім у медичній та фармацевтичній галузі. Зокрема, значну увагу привертає проблема створення новітніх полімерних систем для транспорту ліків, які водночас забезпечують цільове лікування захворювань і також дозволяють відстежувати місце знаходження та швидкість вивільнення ліків.

Аналіз досліджень в області нанохімії доставки ліків показує, що на основі амфіфільних блок-кополімерів можна створювати агрегативно стійкі нано- та мікророзмірні колоїдні системи з унікальними властивостями. Відомо, що амфіфільні полімери шляхом наявності в їхньому ланцюзі гідрофобних і гідрофільних фрагментів, здатні формувати самоорганізовані наноструктури. Змінюючи хімічну будову синтезованих макромолекул, через природу елементарних ланок та розподілу функційних груп, можна ефективно управляти процесом молекулярного дизайну, отримуючи складні регулярні нанометричні утворення різної будови, які можливо завантажувати лікарськими препаратами.

Нами був синтезований ряд амфіфільних кополіестерів на основі двоосновних природних амінокислот та поліетилен/(поліпропілен)гліколів. Ці сполуки у водних розчинах проявляють поверхнево-активні властивості та формують різноманітні асоціати (міцели). Водночас вони придатні до транспортування ліпофільних молекул, є нетоксичними, біодеградабельними й цілком відповідають сьогочасним вимогам до полімеру носія. Проте їх виявлення в зоні патологічної тканини вимагає складного препарування та коштовних аналізів. Одним з варіантів рішення цього є введення маркерів – хромофорних фрагментів в ланцюг макромолекули. В нашій роботі ми використали як маркер – флуоресцеїн, який доволі часто використовують у медичній діагностиці.

Синтез амфіфільних амінофункційних кополіестерів з включенням фрагментів флуоресцеїну в основний ланцюг макромолекули здійснювали через кополіконденсацію поліетердіолів та двоосновної природної амінокислоти (глутамінової) за реакцією Стегліха. Структурна схема наведена на рис.1. Отримані сполуки є поверхнево-активними, формують стабільні водні дисперсії, здатні солюбілізувати та вивільняти малорозчинні у воді сполуки.

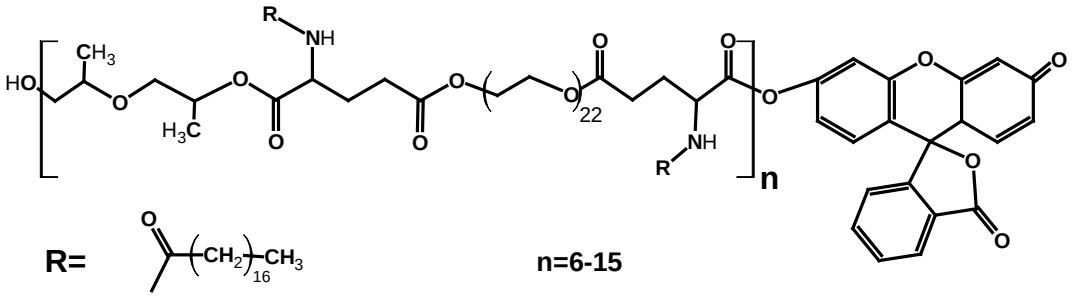


Рис. 1. Структурна схема флуоресцеїновмісного амінофункційного кополіестеру

Досліджено спроможність амфіфільних кополіестерів до проникнення в живі клітини (використовували статеві клітини бугаїв) і показана можливість забезпечення контролю за цим процесом, за використання ефекту люмінесцентного випромінювання флуоресцеїну, який вивільняється внаслідок гідролітичних процесів розкладу кополіестеру всередині клітини (рис.2).

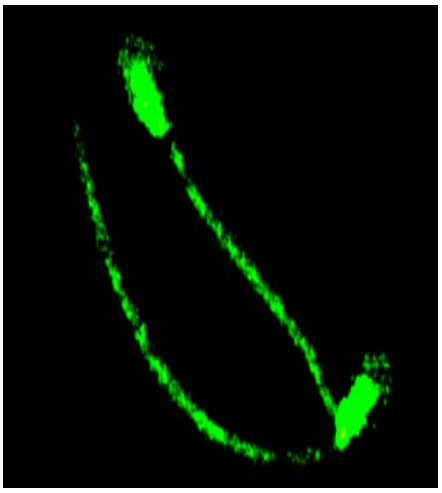


Рис. 2. Мікрофотографії сперміїв після обробки дисперсією амфіфільного кополіестеру (доза 1%-ї дисперсії 10 мкл/мл, витримка 1 год)

Таким чином, сукупність властивостей отриманих кополіестерів, а саме: здатність зменшувати поверхневий натяг водних розчинів, створювати стабільні міцелярні розчини, здатність до солюбілізації водонерозчинних сполук і флуоресцентні властивості, дозволяє застосовувати їх як полімерну основу для сучасних засобів доставки ліків із засобом візуалізації.

СЕКЦІЯ 6:

ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ

СУЧАСНІ ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Афанасьєва Анастасія Павлівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, afonya.chem@gmail.com
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

Романишина Людмила Михайлівна,
доктор педагогічних наук, професор кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

У сучасному світі трендів вищої освіти для кожного викладача вкрай важливо мати арсенал та знати засоби використання цифрових інструментів у професійній діяльності, адже все більше тем стосується дистанції. та/або змішані форми навчання.

Сьогодні кожен сучасний вчитель має потужний інструментарій для створення навчальних матеріалів для організації навчання: сервіси Google (YouTube, Google Drive та ін.), Office 365 (Power Point, Video, Sway та ін.), онлайн відеоредактори (Animoto, JayCut), Stupeflix, One True Media, Movie Masher тощо), онлайн редагування тестів та анкет (Google Forms, Microsoft Forms, Master test, Online Test Rad, Poll Service тощо), а також вправи, ігри та головоломки (Learningapps.org, Wizer.me, Study Stack, ClassTools.NET тощо).

Правильний вибір цифрових інструментів для організації навчання дозволяє зробити навчальний процес максимально комфортним та ефективним. Немає єдиного правильного рішення при виборі цифрових інструментів, оскільки все залежить від конкретних вимог: кількості студентів, навчальних завдань, технічної компетентності та підготовки всіх учасників навчального процесу. Важливо підібрати однакові цифрові інструменти на рівні навчального закладу, щоб учні швидше їх опанували та не мали додаткових проблем із їх використанням. Відповідальність за реалізацію таких виборів рекомендовано покласти на керівництво навчального закладу.

Цифрові інструменти та сервіси для допомоги вчителям у вирішенні освітніх завдань під час організації змішаного навчання включають (див. табл. 1).

Таблиця 1

Цифрові інструменти для навчання

Призначення	Приклади
Проведення відео-уроків	Zoom, Google Meet, Skype, Microsoft Teams, Cisco Webex Meetings, Loom
Організація спілкування через месенджери	Viber, WhatsApp, Telegram, Slack
Організація та керування навчальною груповою роботою	Microsoft Teams, Granatum, TrainingSpace
Залучення та проведення опитувань	Kahoot!, Socrative, Plickers, Quizizz, Quizalize, Mentimeter
Організація спільної роботи з документами	Notion, Google Workspace for Education, Microsoft Office 365
Інструменти для візуалізації	Visme, Easel ly, Google Charts, Piktochart, Venngage, Canva

Інструменти для опитування	Classtime, Mentimeter, Kahoot!, Poll Everywhere, Google Forms, Microsoft Forms, EDpuzzle, ClassMaker, платформа «На урок»
Інструменти для створення презентацій	Prezi, Moovly, Emaze, Beautiful.ai, Google Slides, Sway, Haiku Deck
Інструменти для створення ментальних карт	XMind, Mindmeister, Coggle, WiseMapping, FreeMind, Spider Scribe, Mindomo
Інструменти для створення стрічок часу	Timeline JS, Tiki-Toki, TimeToast, Histropedia, Sutori
Інструменти для створення хмари слів (тегів)	WordArt, Tagxedo, Wordle і Wordclouds
Віртуальні цифрові дошки	Google Jamboard, WikiWall, Tutorsbox, Glogster, Dabbleboard, Twiddla, Scribblar, Padlet, Educreations, Popplet, Miro, Twiddla
Інструменти для створення інтерактивних вправ	LearningApps, Etreniki, Міксіке, Jigsawplanet, rebus1.com

Враховуючи те, що навчальний процес зараз перебуває в стані інформатизації, його ефективність можна успішно підвищити за допомогою інформаційно-цифрових технологій. Нові інформаційно-цифрові технології надають студентам доступ до нетрадиційних джерел інформації, підвищують ефективність самостійної роботи, надають нові можливості для творчості, Розвиток будь-яких критичних та дисциплінарних компетенцій, що дозволяють впроваджувати кардинально нові форми та методи навчання.

Причина, чому застосування сучасних інформаційних технологій у хімічних дослідженнях є таким важливим, полягає в тому, що ці технології мають безмежні можливості для навчання студентів на абсолютно новому рівні. Вони створюють широкі можливості для розвитку особистості учнів і реалізації їх здібностей, значно підвищують захоплення хімією, покращують рівень індивідуалізації навчання, посилюють навчальний процес. Враховуючи особливості сьогодення, актуальним є застосування цих методів до навчання, під час якого поєднується онлайн навчання, традиційне навчання та самостійне навчання. Ця технологія включає в себе багато інтерактивних методів, форматів і прийомів, навчальні ресурси, електронні підручники та навчання студентів користуватися останніми розробками.

Усе це допомагає розвивати критичне мислення студентів і розвивати необхідні навички для задоволення сучасних вимог на ринку праці, Через зміст предмета освіти формуються потреби та здібності до навчання впродовж життя, що відкриває можливість реалізації власної освітньої траєкторії. Використання інформаційно-цифрових технологій у шкільній хімічній освіті дозволяє вирішити такі педагогічні завдання:

- розглянути широкий спектр матеріалів, що охоплюють усі частини шкільної програми з хімії;
- покращити візуальне представлення матеріалів за рахунок кольору, звуку та руху;
- моделювати хімічні експерименти та хімічні реакції;
- на основі використання комп’ютерної графіки та комп’ютерного моделювання для вивчення явищ і процесів у мікро- та макроосвіті;
- дослідження виробництва хімічної продукції;
- представлені в масштабі, який полегшує вивчення різних хімічних і фізичних процесів, які насправді відбуваються з дуже високими або дуже низькими швидкостями;
- віртуальні демонстрації тих дослідів, які неможливо провести на уроці хімії;
- пришвидшення ритму заняття за рахунок посилення емоційної складової;
- розвивати інтерес студентів до предмету.

Усі ці переваги сприяють підвищенню якості освіти. Тому, щоб використовувати інформаційні та цифрові технології в курсах хімії, я надаю вчителям перелічені вище ресурси та інструменти.

1. Віртуальна та доповнена реальність: як нові технології надихають вчитися [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://osvitoria.media/opinions/virtualna-ta-dopovnena-realnist-yakoyu-mozhe-buty-suchasna-osvita/

2. Морзе Н., Василенко С., Гладун М. Шляхи підвищення мотивації викладачів університетів до розвитку їх цифрової компетентності. Open educational e-environment of modern University. 2018. № 5. URL: http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/164#.XIEXqSgzbIV

КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ПРИ ВИКЛАДАННІ ХІМІЇ У 7-9 КЛАСАХ

Банацька Інна Степанівна
здобувач другого(магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу , innabanacka@gmail.com
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

Освітній процес в Україні щорічно прогресивно розвивається та змінюється внаслідок реформування. У 2017 році розпочалося впровадження освітньої інновації – Концепції Нової Української Школи, яка передбачає адаптацію системи освіти до європейських умов. Перехід на новий рівень освіти, інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій передбачає пошук нових форм і методів навчання та контролю, оновлення системи підготовки та проведення навчальних занять, особливо з хімії у 7-9 класах закладів загальної середньої освіти.

Оновлення системи освіти, запровадження найдовшого етапу дистанційного навчання в історії сучасної освіти, інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій і цифрових інструментів передбачає модернізація методичного інструментарію сучасного вчителя, а особливо в ході викладання хімії у класах інклюзивного навчання закладів загальної середньої освіти.

Так, як становлення Нової Української Школи в Україні ще перебуває на етапі становлення та потребує оновлення змісту хімічної освіти 7-9 класів (2023-2024 рр.), поступово відбувається процес розробки, апробації та коригування навчально-методичного забезпечення, інструктивно-методичних матеріалів для викладання та оцінювання рівня сформованості компетентностей здобувачів освіти з окермих тем, а також моніторингу досягнення очікуваних результатів навчання в цілому з хімії. Поступовий перехід до НУШ зумовлений тим, що якість природничої освіти за останні роки значно впала, педагоги використовують переважно застарілі дидактичні засоби, адже відсутня мотивація до особистісного та професійного зростання вчителя, а також інформативність шкільних підручників часто фактична та надто переобтяжена другорядним матеріалом [4].

У зв'язку із цим виникає необхідність детального вивчення можливостей реалізації Концепцій Нової Української Школи в ході викладання хімії, адже доцільно розробляти уроки з елементами STEM-освіти, використовуючи найбільш інноваційні форми та методи роботи, які сприятимуть формуванню навичок і матимуть практичне спрямування. Дане питання є недостатньо дослідженим, і тому є актуальним.

Учителю хімії в умовах дистанційного навчання необхідно транслювати традиційний конспект уроку в цифровий простір, разом із дидактичними матеріалам, методичними наробками, класичними засобами навчання. Це потребує значного розвитку цифрової компетентності самого вчителя та постійного її вдосконалення. Реалізація Концепції НУШ у викладанні хімії буде реалізована через систему дослідницької роботи, адже основним завдання НУШ, відображеним у Концепції сприяння розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), буде формування дослідницького ставлення до життя.

Організація дослідницької роботи в закладі загальної середньої освіт потребує організації не лише класної, а й позакласної роботи учнів. Навіть теоретичне опрацювання матеріалу (підготовки рефератів, доповідей, повідомлень за індивідуальними творчими завданнями та роботи з проєктами) [2], забезпечує формування самостійності, навичок роботи з науковою літературою, вмінь командної роботи та відповідальності за спільний результат тощо.

Концепція НУШ реалізується за умови використання інформаційно-комунікативних технологій. Саме використання для підготовки до уроків, на уроках, у позакласній роботі

електронних документів, презентацій, відео- та графічних матеріалів, таблиць, діаграм з допомогою мультимедійної, інтерактивної дошки, мультиборда чи смарт-телевізора дозволить візуалізувати навчальний матеріал на конкретних прикладах та ілюстраціях [1].

Тому, використання ІКТ в навчанні хімії може бути включено в проєктну діяльність, особливо в умовах дистанційного навчання, в аудиторну роботу класу або позаурочну. Створення дидактичних ігор також може бути реалізовано з допомогою електронних платформ, навіть складання схем і навчальних карт можна реалізувати електронно. Значно полегшує роботу вчителя використання Google Forms для перевірки готовності учнів до сприйняття матеріалу та виконання тематичних оцінювань. Значними перевагами сучасних цифрових інструментів є легка їх інтеграція в Google Classroom – найбільш широковживаний вчителями безкоштовний вебсервіс для розміщення навчальних матеріалів. Таким чином, створення електронних ресурсів вивчення хімії є найбільш оптимальним способом реалізації навчального процесу в умовах воєнного стану, проте слід пам'ятати, що хімія експериментально-теоретична наука та потребує обов'язкової реалізації експерименту в будь-якій формі. Саме раціональне поєднання реальної експериментальної та теоретичної електронної роботи учнів дозволить досягти результатів навчання відповідно до програми з хімії для закладів загальної середньої освіти.

Отже, хімія в системі Нової української школи посідає важливе місце як навчальний предмет, який постійно потребує використання новітніх технологій. Поступовий перехід до НУШ буде ефективним у випадку повної готовності як педагогів, так і здобувачів освіти до модернізації змісту освітньої діяльності.

Як бачимо, основною рушійною силою в реалізації концепції є самі педагоги, які усвідомлюють свою соціальну відповідальність, постійно турбується за своє особистісне та професіональне зростання. У всіх опитаних респондентів високий рівень готовності до впровадження інновації.

1. Бібік Н.М. Нова українська школа: порадник для вчителя. Київ: Літера ЛТД, 2018. 160 с.

2. Нові ролі, нові соціальні зв'язки, Нова українська школа. Освіта України. Київ: 2018. № 32, 20 серпня. С. 5.

3. Порошенко М.А. Організаційно-методичні засади діяльності інклюзивно-ресурсних центрів: навчально-методичний посібник. Київ: 2018. 252 с.

4. Ярошенко О. Навчально-методичний комплект в особистісному навчанні хімії. Біологія і хімія в шк. 2011. №1. С. 15–17.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Баранчук Катерина Анатоліївна
асистент кафедри хімії, katerinabaranchuk17@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

В сучасних умовах обсяг інформації та швидкість її оновлення стрімко зростають і значна частина цієї інформації стає застарілою, саме тому опанування новими знаннями потребує втілення сучасних методів навчання, в тому числі і в такій фундаментальній науці, як хімія. Ще однією вагомою причиною, що спонукає активізувати зусилля, які спрямовані на реформу всієї системи навчання та зміни її педагогічних методик, є низька пізнавальна активність учнів. За допомогою інтерактивних методів навчання на уроках хімії відбувається здійснення організації самостійної та пізнавальної діяльності учнів, а також розвиток їх творчої особистості. Оскільки, школа має бути тим середовищем, де дитині буде легко вчитися, сприймати інформацію та реалізовувати себе.

Проблема інтерактивних технологій в закладах загальної середньої освіти висвітлена у працях видатних сучасних українських та зарубіжних вчених, таких як: О. І. Пометун, Л. В. Пироженко, М. В. Вересова, М. В. Кларина, С. В. Решнова, В. Д. Шарко, В. І. Шулдика, О. Г. Ярошенко та інших. [5] Їх дослідження показують, що інтерактивне навчання дає можливість збільшити ефективність засвоєння навчального матеріалу, оскільки має вплив на свідомість та почуття учня.

Мета статті полягає в дослідженні проблеми використання інтерактивних методів навчання на уроках хімії в закладах загальної середньої освіти.

Навчання потребує тривалої концентрації уваги дитини, що спричинює розумову напруженість та її власну активність у процесі навчання. Недостатньо лише пояснити, розповісти чи продемонструвати навчальний матеріал. Досягнути реальних результатів можна тільки пробудивши інтерес учнів до предмету, використовуючи інтерактивні методи навчання.

Поняття «інтерактивний» в перекладі з англійської мови: *interactive* – той який взаємодіє, впливає один на одного.

Інтерактивне навчання реалізується через відповідні методи. Інтерактивні методи – це посилена педагогічна взаємодія, взаємовплив учасників педагогічного процесу через призму власної індивідуальності, особистого досвіду життєдіяльності. [4]

В сучасній освіті практично кожен вчитель хімії використовує інтерактивні методи навчання. Це пов’язано зі становленням нового стилю мислення вчителів, які орієнтуються на дієве вирішення освітньо-виховних завдань за умови невеликої кількості предметних годин з хімії, а також підвищення самостійної та творчої діяльності учнів.

Суть використання інтерактивних методів навчання полягає в тому, що уроки повинні ґрунтуватися на постійній активній взаємодії всіх учасників навчального процесу, занурення їх в реальну атмосферу ділового співробітництва (вчитель – учень, учень – учень) для вирішення різноманітних проблемних питань, моделювання життєвих ситуацій та використання рольових ігор. Але всі учасники навчального процесу мають бути рівними, тому на таких уроках виключається домінування одного учасника над іншим. Воно сприяє формуванню вмінь та навичок, а такою формує демократичні якості учня в учнівському колективі. [3].

Курс хімії має бути направлений на розвиток здібностей учнів до дослідження, формування вмінь здійснювати спостереження, виконувати експериментальні завдання, вирішувати прикладні завдання та розвиток творчих здібностей. Розвиток творчої особистості є головною метою при вивченні хімії. Але в зв’язку з гуманізацією освіти в сучасному суспільстві, інтерес до вивчення хімії знизився. Тому вчителям необхідно використовувати такі методи навчання, які б сприяли підвищенню мотивації учнів до

вивчення дисциплін природничого циклу.

Застосування інтерактивних методів висуває певні вимоги до структури уроку. Тому такі заняття складаються з наступних елементів: мотивація; оголошення теми та очікуваних результатів; подання інформації; інтерактивна вправа; підбиття підсумків.

Інтерактивні методи можна використовувати на уроках засвоєння знань та уроках застосування знань, умінь і навичок, відразу ж після викладу вчителем нового матеріалу, замість опитування або ж бути частиною узагальнюючого уроку.

На уроках хімії можна використовувати такі інтерактивні методи, як: мікрофон, мозковий штурм, метод-прес, метод групового дослідження, розв'язання ситуаційних задач, метод пошуку аналогій та ін. [1-3]

Наприклад, метод «Мікрофон» застосовують на етапі актуалізації опорних знань учнів або на етапі закріплення вивченого матеріалу. 9 клас. Тема «Насичені вуглеводні». Запитання: Алкани хімічно активні речовини чи ні? Відповідь обґрунтуйте. Передаючи «символічний мікрофон», учні обґрунтовують власну думку. [6]

Ці методи використовують задля створення на уроці такої ситуації, яка дає можливість учням працювати разом, створювати атмосферу співпраці та творчої взаємодії в навчанні задля кращого сприйняття, засвоєння матеріалу та вільного висловлення своїх думок та вражень.

Таким чином, інтерактивні методи навчання створюють позитивний ефект на уроках хімії, оскільки вони дають можливість учням працювати в парах, мікрогрупах, вивчати матеріал шляхом спостережень, хімічних дослідів, опрацьовувати інформацію, дискутуючи та обговорюючи думки всіх учасників навчального процесу. Але при цьому побудувати весь навчальний процес тільки на інтерактивних методах неможливо, вони є органічним і суттєвим доповненням класичних методів.

За допомогою поєднання інтерактивного навчанням з традиційним створюється сприятлива для співробітництва, розуміння та доброзичливості атмосфера в класі, яка підвищить інтерес учнів до предмета та спонукатиме їх здобувати і опрацьовувати знання самостійно.

1. Дьякова Л. І. Використання комп'ютерних технологій на уроках хімії. / Л. І. Дьякова. Харків: Хімія: наук.-метод. журн., 2007. С. 2-12. (24).
2. Застосування інтерактивних технологій у викладанні хімії: навч. посіб. / Уклад. К. М. Задорожний. Харків: Основа, 2009. - 140 с. (Бібліотека журналу «Хімія»; вип. 10(82)).
3. Мельниченко Л. І. Використання інтерактивних технологій на уроках хімії / Л. І. Мельниченко. Харків: Хімія: наук.-метод. журн., 2010. С. 5-12: табл., схеми. (5).
4. Пометун О. І. Інтерактивні методики та система навчання. Київ: Шкільний світ, 2007. – 112 с.
5. Пометун О., Пироженко Л. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід. Київ, 2011. – 135 с.
6. Шарко В. Д. Сучасний урок: посібник для вчителів і студентів. Київ, 2006р. - 98с.

СУЧАСНІ ФОРМИ ТА МЕТОДИ ІНКЛЮЗИВНОГО НАВЧАННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Білошицька Анастасія Олександрівна,
здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня ІІ курсу, nastya.belyash19@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Романишина Людмила Миколаївна
професор, доктор педагогічних наук
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

Хімія - одна з наук про природу, походження, хімічні властивості та використання речовин. Вона дає зрозуміти елементарні речі про будову світу та його різноманіття, тому вивчення хімії в закладі загальної середньої освіти є обов'язковим. Відповідно до завдання предмету - головним завданням для вчителя хімії стає створення форм і методів навчання придатних для організації освітнього процесу в класах у яких навчаються особи з типовими освітніми потребами, так і з особливими.

Особливість освітніх потреб виявляється в залежності від психофізичного розвитку дитини та вимагає від учителя створення спеціальних умов навчання хімії. При роботі з такими учнями вчитель має одночасно не переобтяжувати учнів складним теоретичним матеріалом, термінологією, проте домогтися засвоєння певного обсягу хімічних знань. Вчитель має розробити критерії оцінювання навчальних здобутків учнів із особливими освітніми потребами та пояснити всім іншим учням з класу, чому їх оцінювання буде відбуватися нарізно.

Основним завданням вивчення хімії особами з особливими освітніми потребами стає формування в учнів простих практичних навичок, які допоможуть їм у повсякденному житті при контакті з побутовою хімією, їжею, фармацевтичною та нафтохімічною продукцією тощо. Залежно від ступеня вираження особливостей освітні потреб вчитель може адаптувати або модифікувати програму на власний розсуд, залежно від потреб учнів.

Включаючи учнів з ООП в колективну роботу на уроці хімії необхідно зосереджувати увагу на сильних сторонах учня, презентуючи їх всьому класу та максимально їх розвивати. Активізувати знання потрібно на власному життєвому досвіді за допомогою прикладів з життя, таким чином учень із ООП краще запам'ятає інформацію.

Важливим для вчителя хімії є підбір необхідного матеріалу для вивчення та врахування особливого розвитку дитини. Інклюзивні заклади загальної середньої освіти засновані на ідеї, що всі діти повинні навчатися якомога більше разом, незважаючи на будь-які проблеми, труднощі чи відмінності між ними. Тому, завданням вчителя є допомога дитині адаптуватися до звичних умов життя його однолітків та соціалізація учня в колективі. Для того, аби учень із ООП зумів зрозуміти матеріал, учитель розробляє типовий урок хімії, включаючи завдання для учня з ООП в кожен етап. Слід уникати формування зверхнього ставлення до учнів із ООП в класі, проте необхідно не допускати паразитування учнів із ООП в колективі. Раціонально організована взаємодія учнів із різними освітніми потребами в класі стане запорукою ефективності інклюзивного навчання хімії.

Таким чином, реалізація інклюзивного навчання в закладах загальної середньої освіти потребує від кожного вчителя, і хімії зокрема, усвідомлення мети та здатності розробляти форми та методи реалізації інклюзивного навчання. У межах виконання було проведене анкетування, з метою вивчення думки педагогів щодо методів та форм, які вони

використовують у процесі навчання в інклюзивних класах. Опитування вчителів хімії Коростенської ОТГ (24 особи), 62,5 % із яких мають досвід роботи із дітьми з ООП, дали такі результати. Аналіз отриманих результатів дозволяє констатувати, що 83,3% респондентів вважають дидактичну гру провідним і ефективним методом вивчення хімії; третина педагогів (33,33%) у своїй професійній діяльності постійно використовують саморобні лепбуки, а більше половини (54,2 %) використовують їх інколи; інтерактивну дошку та електронні презентації з анімацією та 3D-зображеннями, що супроводжуються поясненням вчителя та зворотнім зв'язком із учнями вважають ефективним засобом інклюзивного навчання 100,00% педагогів; 75,00% вчителів визначили необхідність власноруч розроблювати дидактичні засоби навчання (паперові, електронні тощо).

Щодо використання застосунків і платформ для кращої організації уроку та легшого сприйняття матеріалу учнями, думки розділилися: Kahoot! – 54,2 %, Zoom – 83,3 %, Meet – 75 %, Learning Apps – 66,7 %, Virtual Labs – 29,2 %, Viber – 75 %, Canva – 66,7 %, Youtube – 83,35 %, Chem 3D – 45,8 %.

Щодо проведення лабораторних дослідів і практичних робіт із позиції безпеки, для учнів з ООП вчителі хімії обрали застосунки віртуальних лабораторій (91,70 %), а 8,30 % за те, щоб учні самостійно в лабораторіях виконували всі види експериментальної роботи.

Слід зазначити, що 12,50 % вчителів відчувають себе неготовими до реалізації інклюзивного навчання, а 45,83 % вважають себе часткового готовими. Також, 8,33% вчителів хімії вважають непотрібним змінювати власний методичний інструментарій при роботі в класах інклюзивного навчання.

Отже, сучасний вчитель хімії повинен постійно вдосконалювати власну професійну майстерність і кваліфікацію, готувати себе до організації та реалізації інклюзивного навчання в закладах загальної середньої освіти, як до найближчої перспективи впровадження Концепції Нової Української Школи та виклик сучасної природничої освіти в Україні.

1. Віталій Бондар. Інклюзивне навчання як соціально-педагогічний феномен
2. Бондар В.І. Інклюзивне навчання та підготовка педагогічних кадрів для його реалізації
3. Бабенко О. М. Навчання хімії у інклюзивних класах

ВИКОРИСТАННЯ YOUTUBE-КАНАЛУ ВЧИТЕЛЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Буш Стелла Віталіївна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,bsv2343-s72@nvmk.org.ua
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

У ході викладання хімії вчитель зацікавлений у найкращому результаті засвоєння матеріалу учнями, проте складний, абстрактний характер хімічної науки викликає певні утруднення в учнів. Допомогти в вирішенні такої проблеми можуть сучасні інформаційні технології, у тому числі мультимедійні, які забезпечують унаочнення матеріалу та сприяють формуванню уявлень пам'яті в учнів. Використання аудіовізуальних засобів навчання має ряд переваг відносно виключно аудіативних і візуальних засобів навчання. Головна перевага полягає в тому, що інформація надходить до учня, одночасно через зоровий і слуховий канали, підсилюючи при цьому здатність до сприйняття та засвоєння матеріалу.

До аудіовізуальних засобів навчання відносяться: навчальне кіно, телебачення, відеозаписи, телеконференції, відео чати тощо [1;2]. У сьогоднішніх умовах розвитку Інтернету, надзвичайні можливості для навчання надає відеохостинг YouTube як один із видів аудіовізуальних засобів навчання. Усе частіше користувачі Інтернету молодого покоління надають перевагу невеликим об'ємам інформації у різних форматах і з різних джерел (пости у блогах, відеозаписи на YouTube, TikTok тощо) замість читання великих за обсягом друкованих матеріалів. Використовуючи відеоматеріали, які дають найбільший трафік та переходи на цільову сторінку, вчитель може завантажувати відеоматеріали на сервіс YouTube та розміщувати посилання на них на власному сайті та в соціальних мережах більш ефективно.

Тому важливим сьогодні є вивчення особливостей розробки контенту, опис досвіду використання в викладанні хімії ресурсів і інструментів відеосервісу YouTube з використанням вбудованого засобу для статистичного спостереження та оброблення статистичних даних.

Перевагами сучасного YouTube є вбудованість його в сервіси Google, які доступні всім користувачам пошти Gmail, а також можливість імпорту покликань в Google Classroom та інші веб сервіси. Зареєстровані користувачі YouTube можуть додавати власні відео, створювати списки відтворення, залишати коментарі тощо. Для сортування відеоматеріалів сервіс надає можливість створювати списки відтворення, які вчитель може називати відповідно до теми уроку та, таким чином, систематизувати матеріал зменшуючи затрати власного часу на комбінування різних матеріалів. Щорічно такі списки можна оновлювати, змінювати, комбінувати існуючі відеоматеріали чи завантажувати нові.

Створення власного відео достатньої якості потребує значних затрат часу та ресурсів, продумування кожного етапу, створення нарізки невеликих відео, підбір ілюстративного матеріалу та способу представлення інформації. Проте відеопояснення дозволяє учням переглядати його багаторазово, зосереджуватися на основних, складних моментах, збільшувати зображення об'єктів, наближати їх тощо. Включення відеоматеріалів в синхронне або асинхронне викладання дозволяє учням залишати коментарі до них, задавати запитання, надсилати покликання на електронну адресу або у соціальні мережі.

Також цікавою можливістю відеосервісу YouTube є можливість посилання не на цілий ролик, а на конкретний час відтворення в ньому, що економить час і дозволяє використовувати необхідний матеріал, коректно запозичивши його в мережі Інтернет.

Тому, завданням свого дослідження бачимо розробку власного навчального YouTube-

каналу з конкретної теми, а також збору та оброблення статистичної інформації про затребуваність такої інформації. Статистичні звіти допоможуть оцінити вплив соціальних засобів комунікації на досягнення поставлених цілей навчання та необхідність розробки подібних засобів навчання.

1. Биков В. Ю. Інноваційний розвиток засобів і технологій систем відкритої освіти / В. Ю. Биков // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. – Випуск 29 / Редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. – Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2012. – С. 32-40.

2. Бугайчук К.Л. Роль соціальних сервісів Web 2.0 у формуванні персонального навчального середовища [Електронний ресурс] / К.Л. Бугайчук // Вісник Національної академії державної прикордонної служби. Вип. 4/2011 рік.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО КАРБОН НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Грабовський Юрій Ігорович,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
Crazybug1985@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент кафедри хімії, katerinabaranchuk17@gmail.com
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

Вивчення властивостей Карбону та Силіцію та утворених ними речовин за програмою профільного рівня в закладі загальної середньої освіти відрізняється значно більшою деталізацією, в порівнянні з програмою рівня стандарту. Так, вивчення властивостей елементів і сполук IV-А групи за програмою профільного рівня відбувається в вигляді окремої теми, а на рівні стандарту – комплексно в темі «Неорганічні речовини і їхні властивості» в 11 класі, що значно обмежує час на опанування темою. При цьому, цікавим є наповненість тем експериментом, так, програма профільного рівня передбачає виконання демонстрації «Адсорбція активованим вугіллям розчинених у воді барвників (фуксин, лакмус тощо)», яку учнів спостерігають та аналізують, а програма рівня стандарт – виконання лабораторного досліду «Дослідження адсорбційної здатності активованого вугілля та аналогічних лікарських препаратів», що передбачає самостійну експериментальну роботу учнів за інструкцією. Таким чином, опанування знаннями та елементарними експериментальними уміннями з адсорбції в ході вивчення властивостей вуглецю є обов'язковим елементом підготовки за програмою будь-якого рівня.

Проте, реалізація дистанційного формату навчання позбавила учнів можливості виконувати лабораторний дослід, а демонстрація може бути проведена лише в вигляді перегляду відеофрагменту виконання експерименту. Тому достатньо складне поняття адсорбції, як процесу концентрування рідких речовин на поверхні розділу фаз, відбувається виключено теоретично, без реального спостереження за реальним експериментом та аналізу явища.

При цьому, теоретичне навантаження теми є помірним, адже вивчення властивостей Карбону, Силіцію та їх сполук є завершальним серед усіх неметалів і попередньо вже розглянуті властивостей елементів VII-А – V-А груп і більшість хімічних реакції, їх продуктів вже описувалися, а рівняння їх взаємодії складалися та записувалися. Новими для учнів виступають знання про адсорбцію та природні і штучні силікати, силікатні матеріали: скло, цемент, кераміка. Знання про біологічну роль Карбону та Силіцію; фізіологічну дію на живі організми та біологічну роль карбон(IV) оксиду; парниковий ефект; взаємоперетворення карбонатів і гідрогенкарбонатів; колообіг Карбону в природі вже розглядалися в курсі природознавства (5-6 клас), хімії, біології (7-9 класи) та не становлять для учнів складності.

Тому, вчитель має реалізувати потенціал власного методичного інструментарію максимально та домогтися формування не лише теоретичних знань, а й експериментальних умінь, важливих для подальшого використання в побутовому житті, адже адсорбція використовується людиною з медичною метою (адсорбція шкідливих речовин із організму), з екологічною метою (для очищення води, повітря), з метою формування смаку та

підвищення стійкості харчових продуктів (коптіння, консервування, очищення соків, цукроваріння) [1] тощо.

Допомогти в опануванні теоретичними знаннями та організувати уроки в дистанційному форматі може електронна платформа Classtime [2], яка є універсальним помічником вчителя та учнів і дозволяє як використовувати тестові завдання різних видів, так і включати учнів у спільну ігрову діяльність розширюючи світогляд міжпредметним змістом. В учнів є можливість спільними зусиллями допомогти міжнародній космічній станції, побороти міське забруднення, запроєктувати парк розваг тощо. Всі ці ігри дозволяють збудити змагальний інтерес до вивчення хімії та мотивувати до спільної діяльності з її опанування, навіть у електронному форматі. При цьому завдання створені на платформі можуть легко імпортуватися в Google Classroom, що полегшує включення нових видів роботи на уроці в уже створені завдання сервісу Google Classroom, з яким працює переважна більшість учителів.

Формування ж експериментальних умінь потребує організації практичної діяльності в домашніх умовах, оскільки виконання їх в класі неможливе тепер. Тому, виконати експерименти з адсорбції учнів зможуть вдома, на власній кухні, використавши відомі їм ужиткові речовини.

Так, для проведення домашнього експерименту з вивчення адсорбції можна використати активоване вугілля, яке є ефективним адсорбентом здавна використовуваним людиною. У якості барвників можна використати розчин діамантового зеленого (зеленку аптечну), спиртовий розчин йоду (аптечний), чорнила для писання (розчини барвників різних кольорів), гуаш (фарба для малювання) тощо. Для виконання в домашніх умовах необхідним буде виготовити слабко забарвлені розчини обраних барвників і додати до них значну кількість (1-10 таблеток) розтовченого активованого вугілля, кількість залежить від об’єму розчину та інтенсивності його забарвлення. Систему необхідно перемішати декілька разів і спостерігати зміни, які відбуватимуться в посудині. Можна додати до води навіть різко пахучі речовини – розчин амоніаку, парфуми, харчові ароматизатори та провести їх адсорбцію. Таким чином, учні зможуть на практиці переконатися в здатності активованого вугілля вбирати рідкі барвники та газоподібні аромати, тобто виявляти адсорбуючу дію. Такий експеримент стане цікавим учням та зможе допомогти їм усвідомити можливості очистки питної води вугільними фільтрами або іншими адсорбентами, використання активованого вугілля та подібних лікарських засобів для збереження здоров’я людини, можливостей ароматизації харчових продуктів тощо.

Проведене опитування здобувачі освіти Житомирського району (61 учень 11 класу) дозволяє констатувати в більшості учнів значний інтерес до: способів виготовлення смаколиків, їх ароматизації і виявленні їх фальсифікації (83,61 %); до виконання практичних завдань, потребу в творчій реалізації (70,49 %); бажання дізнаватися про екологічні можливості хімічної науки (67,23 %); зацікавленість у збереженні здоров’я та бажанні дізнаватися про способи його поліпшення (42,62 %). При цьому існує частина учнів, які вважають достатнім відтворення знань, без необхідності формування вмінь (49,18 %); не розглядають хімію, як важливу для кожної людини науку (44,26 %); не усвідомлюють використання певних засобів у побуті (40,98 %); вважають хімію шкідливою для людства та непотрібною (27,87 %). Що свідчить про недостатню вмотивованість до вивчення хімії та необхідність інтенсифікації роботи вчителя хімії з її пропагування, формування адекватного ставлення до хімічної науки та використання хімії в побуті та виробництві.

1. Мамедова Е. Застосування процесів адсорбції у харчовій промисловості. IX Всеукраїнська студентська науково - технічна конференція "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". Тернопіль : ТНПУ. 2016. С. 209-210.
2. Classtime. URL : https://www.classtime.com/uk/ (дата звернення: 01.11.2022)

ФОРМУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ПРО КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У КУРСІ ХІМІЇ ЗАКЛАДУ БАЗОВОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Дайнюк Сергій Миколайович,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент кафедри хімії, katerinabaranchuk17@gmail.com
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

Формування понять про основні класи неорганічних сполук у курсі хімії закладу загальної середньої освіти є однією з провідних теоретичних концепцій, яка покладена в його основу. Оволодіння здобувачами освіти знаннями та уміннями з основних властивостей класів неорганічних сполук є надзвичайно важливим не лише для формування предметних компетентностей із хімії та подальшого навчання, а й для щоденного побутового життя, адже значна кількість ужиткових речовин є неорганічними сполуками, які належать до різних класів.

Так, проведений аналіз дозволяє стверджувати, що найчастіше людина контактує в побуті з 24 неорганічними сполуками перелік яких наведений в таблиці (табл.1).

Таблиця 1

Перелік найбільш розповсюджених ужиткових неорганічних речовин

Клас	Ужиткові речовини
Оксиди	Негашене вапно (CaO), пісок (SiO_2), іржа ($Fe_2O_3*nH_2O$), цинковий оксид для відновлення пам'ятників (ZnO)
Основи	Засіб для чистки труб «Кріт» ($NaOH$), гашене вапно ($Ca(OH)_2$), каустична сода ($NaOH$), розчин аміаку (аптечний) (NH_4OH)
Кислоти	Борна кислота аптечна (H_3BO_3), флюс для пайки (H_3PO_4), електроліт автомобільний (H_2SO_4), засіб для миття басейнів (HCl), силікатний клей (H_2SiO_3), засіб для очистки після ремонту (HCl)
Солі	Харчова сода ($NaHCO_3$), мідний купорос ($CuSO_4*5H_2O$), кухонна сіль ($NaCl$), залізний купорос ($FeSO_4*7H_2O$), магнезія аптечна ($MgSO_4$), крейда ($CaCO_3$), нашатир для пайки (NH_4Cl), селітра аміачна (NH_4NO_3), селітра натрієва ($NaNO_3$), селітра калієва (KNO_3), карбонат амонію (Е 503) харчовий ($(NH_4)_2CO_3$), кальцинована сода (Na_2CO_3)

Також, у житті людина може контактувати з достатньо рідкісними ужитковими речовинами, що належать до неорганічних, як то азотна кислота (господарча) концентрована (HNO_3), хлорид кобальту (ветеринарний) ($CoCl_2*6H_2O$), арголайф (лікарський засіб) ($AgNO_3$), барій хлористий двохводний (засіб агрохімії) ($BaCl_2*2H_2O$), кальцій хлористий безводний (харчовий) ($CaCl_2$) тощо [1, с.195-196].

Таким чином, розуміння поширеності в побуті неорганічних речовин є одним із мотивуючих факторів до вивчення відомостей про них, а опанування їх властивостями та правилами поводження з ними є основним завданням вивчення неорганічної хімії в закладі загальної середньої освіти.

Достатня поширеність неорганічних сполук у побуті кожної людини дозволяє реалізувати значну кількість експериментів при вивченні теми, навіть у домашніх умовах. Адже домашній експеримент є однією з основних форм проведення хімічного експерименту

в закладі загальної середньої освіти.

В умовах дистанційного навчання хімії відбувається ізоляція учнів від закладу освіти, що призводить до втрати можливості формування практичних умінь поводження з хімічними речовинами, а відповідно до слабкої готовності використовувати хімічні речовини не лише в навчальній, а й повсякденній, побутовій діяльності. Це стає причиною формування побоювань, пересторог, невпевненостей, адже нерозуміння та невміння породжують страх, який може перетворитися в хемофобію – нав'язливий психічний стан людини, спричинений хибними уявленнями про згубний вплив деяких хімічних речовин і хімічних виробництв на людину та оточуюче середовище [2].

Сучасні інформаційні засоби дуже часто пропагують власні хибні ідеї, видаючи їх за наукові; запозичують певні думки, без розуміння їх суті; пропагують іде використання «органічних», «природних», «натуральних» та відмови від «штучних», «синтетичних», «хімічних». Такі «експерти-невігласи» формують суспільну думку про те, що хімія є наукою, яка прагне замінити все корисне на шкідливе [3, с.4]. Такі думки приживаються в суспільстві у випадку недостатнього обсягу сформованих хімічних знань і низького рівня природничої освіти. Подолати такі прогалини може лише вчитель хімії, своєю щоденною працею на уроці та поза ним.

Так, способом подолання хемофобії в суспільстві може стати формування базових знань про неорганічні речовини, їх властивості в поєднанні з виконанням реального хімічного експерименту з ужитковими речовинами в домашніх умовах, переконання в його безпечності навіть у форматі дистанційного навчання. Тому поєднання електронного вивчення теоретичних відомостей про оксиди, основи, кислоти та солі з реальним виконанням хімічного експерименту в домашніх умовах, дозволяє припустити достатню його ефективність. Так, проведене опитування серед учнів закладів загальної середньої освіти міста Житомира та Житомирської області (56 осіб) дозволяє стверджувати, що: більшість учнів (67,31%) виявили інтерес до проведення домашніх хімічних експериментів; знають ужиткові речовини, які належать до основних класів неорганічних сполук, трохи менше половини (48,21%) опитаних; безпосередньо контактували в побуті з представниками усіх класів неорганічних сполук, усвідомлюючи це, менше третини (28,57%) опитаних; виявили інтерес до проведення реальних експериментів в умовах електронного навчання більша частина (89,29%) здобувачів освіти. Результати електронного опитування з упізнавання ужиткових речовин, які належать до різних класів, створеного на платформі Learningapps.org у вигляді дидактичної гри, дозволяють стверджувати, що повністю вірно упізнали зовнішній вигляд ужиткових неорганічних речовин 16,07% респондентів; неповністю упізнали – 23,21 %; частково упізнали – 21,43%; неупізнали – 39,29%. Тобто розуміють приналежність ужиткових речовин до певних класів, готові раціонально використовувати ужиткові речовини в побутовому житті відповідно до їх властивостей, свідомо поводитися з ними, усвідомлюючи їх вплив на навколишнє середовище та людину менше двох третин опитаних учнів.

Таким чином, пропагування необхідності набуття хімічних знань і практичних умінь поводження з речовинами та виконання експерименту, дозволяють набути необхідного досвіду для безпечної життєдіяльності кожної людини, раціонального ставлення до навколишнього середовища, бережливого ставлення до речовин, у світі яких існує людина.

1. Features of experimental training of students in distance learning of chemistry / O. Anichkina, L. Romanyshyna, O. Avdieieva, D. Zahoruiko // International scientific innovations in human life : the 14th International scientific and practical conference, 4-6 August, 2022. - Manchester, 2022. - P. 192-201.
2. Урядовий кур'єр. Ольга Ярошенко: «Бездіяльність на уроці найбільше стомлює учня». URL :https://ukurier.gov.ua/uk/articles/olga-yaroshenko-bezdiyalnist-na-uroci-najbilshe-st/
3. Григорович О. Медіаграмотність на заняттях з хімії. Навчальне видання / За редакцією Волошенюк О., Іванов В. — Київ : АУП, ЦВП, 2020. — 53 с., іл.

ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТОК ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Дідик Ірина Олександрівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
1 курсу, didyk.irina1305@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юріївна,
асистент кафедри хімії,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Екологічна ситуація в нашій державі та за її межами катастрофічна. Це наслідки забруднення повітря та води, вирубки лісів, розвитку океану та ґрунту внаслідок різноманітних факторів. Так звана Червона книга МСОП – список видів, яким загрожує зникнення – є ключовим показником нашого впливу на природу. Вчені вважають, що Земля прямує до «масового вимирання». [2] Тож масштаби нинішніх екологічних змін становлять реальну загрозу для життя людей.

Природничий предмет у школі має всі можливості для формування екологічної культури учнів. Хімія є основним тягарем для вирішення таких проблем, як забруднення навколишнього середовища штучними матеріалами, радіаційне забруднення, руйнування озонового шару, смог і кислотні дощі та парниковий ефект. Хімія може виховувати та розвивати учнів в питаннях навколишнього середовища в процесі навчання за допомогою своїх дисциплін. [1] Одним із завдань шкільної програми хімії є формування навичок матеріальної поведінки, вміння грамотно застосовувати знання для спілкування з природою, демонстрація гуманістичної спрямованості природничих наук їх додалі важливішої ролі у вирішенні глобальних проблем людства, захисту природи навколишнього середовища. Виховувати в учнів екологічну культуру в умовах забруднення промисловими та побутовими відходами.

З 7 класу звертається увага учнів на неможливість грамотної поведінки людини на виробництві в природі та в побуті без знання хімії. Зобов’язання дотримуватися техніки безпеки, оскільки недотримання може призвести до нещасних випадків, матеріальних витрат та шкоди здоров’ю та навколишньому середовищу. Завдання вчителя хімії полягає в тому, щоб довести, що жодна людина не може стояти осторонь довкілля, оскільки кожен із нас – частка природного світу. Ми всі залежимо від середовища, яке нас оточує, а воно залежить від нас. [1]

Підхід до проблем навколишнього середовища дає студентам можливість розвивати творчий підхід до вивчення природи, оцінки екологічних умов, виявлення, аналізу та оцінки впливу людських факторів на навколишнє середовище, прогнозування змін і пропонування рішень проблем. [2]

Екологічні проблеми – це проблеми всього людства. Збереження природи – важлива державна та загальнодержавна справа і обов’язок кожного.

Важко допомогти тому, хто впевнений, що у нього немає проблем. Як і Земля, щоб оздоровитися, ми повинні спочатку визнати, що вона хвора, і в цьому нам допоможуть уроки хімії!

1. Концепція формування позитивної мотивації та здоровий спосіб життя у дітей і молоді // Основи здоров'я:книга для вчителя. – К. : Генеза, 2005.
2. Хімічна та екологічна освіта, стан і перспективи розвитку: збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції / За загальною редакцією О.А.Блажка. – Вінниця. ТОВ « Нілан ЛТД», 2017. – 232с.

РЕАЛІЗАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ІЗ ХІМІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Дорошенко Дарина Олександрівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна
dasha.doroshenkooo@ukr.net

Авдєєва Ольга Юріївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
асистент кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Пандемія коронавірусу та введення воєнного стану та території України змусили освітян пристосовуватись до нових умов праці та налаштовувати свою діяльність на дистанційний формат роботи. Адже дистанційне навчання стало викликом не тільки для учнів, батьків але й, більшою мірою, для вчителів. Вважаємо, що найважче вже позаду, оскільки нам вдалось подолати непередбачувані виклики сьогодення, скорегувати власну діяльність у правильному напрямку та впевнено тримати освітянський фронт.

Одним із основних завдань вивчення хімії є формування в учнів практичних умінь і навичок дослідницького характеру, стійкої мотивації до навчання, зацікавленості до науково-дослідницької та пізнавальної діяльності, задоволення життєво необхідних потреб кожного школяра та забезпечення ефективного освітнього процесу в закладі загальної середньої освіти загалом.

Поняття «дослідницька діяльність» трактується вченими з різних позицій, зокрема, як складна динамічна система, процес взаємодії та активної співпраці вчителя й учнів (О. Марченко [3]), самореалізація творчого потенціалу школярів, спосіб розвитку їх логічного мислення» (Н. Білик, Л. Михайлик [1]), засіб покращення якості знань, умінь і навичок здобувачів освіти (Г. Колінець [2]).

На думку провідних науковців, дослідницька діяльність учнів сприяє набуттю ними необхідних знань, здатності розв'язувати наукові та побутові проблемні ситуації з творчої позиції, вчитися висувати гіпотези дослідження, підбирати необхідне обладнання та реактиви, планувати хід хімічного експерименту, власне, реалізовувати дослідницьку діяльність, отримувати результати дослідження та вміти їх інтерпретувати, що забезпечує формування на цій основі дослідницьких умінь і навичок учнів, створює ситуацію успіху.

Задля досягнення запланованих результатів дослідницької діяльності учнів важливим є їх зацікавленість пізнавати оточуючий світ, реалізовувати елементарний і безпечний хімічний експеримент у домашніх умовах із використанням ужиткових речовин; виконувати пізнавальні навчальні проєкти з обов'язковою реалізацією експериментальної частини, що поступово забезпечить підвищення рівня їх дослідницьких умінь, формування на цій основі навичок і дослідницького ставлення до життя.

В умовах сьогодення, коли значна частина учнів навчається дистанційно поза межами закладів загальної середньої освіти, постає необхідність пошуку та використання різноманітних платформ і сервісів, які значно полегшують, із одного боку, роботу вчителя, а з іншого – сприяють організації дистанційного навчання учнів, навіть, у домашніх умовах, у тому числі, й при вивченні хімії. Актуальні онлайн ресурси, які допоможуть зробити урок із хімії цікавим і пізнавальним представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Онлайн ресурси, якими користується сучасний учитель хімії

Назва платформи	Опис	Посилання
Google Classroom	Безкоштовна платформа, яка допомагає організувати дистанційне навчання з використанням різних сервісів Google (Документи, Таблиці, Презентації тощо)	https://classroom.google.com/
Zoom	Платформа для реалізації відеоконференції, яка дозволяє організувати віртуальну зустріч	https://zoom.us/
Kahoot	Платформа для створення різних тестів та дидактичних ігор	https://kahoot.it/
Graasp	Платформа, яка дозволяє створювати віртуальні дослідницько-навчальні середовища	https://graasp.eu/
PhET-симуляції	Платформа для реалізації інтерактивного моделювання	Phet.colorado.org
LearningApps.org	Сервіс для створення інтерактивних вправ (електронні дидактичні ігри)	https://learningapps.org/
MolView	Платформа, яка дозволяє створювати *3D*-моделі атомів хімічних елементів і молекул речовин	https://molview.org/

Таким чином, завдяки використанню сучасних онлайн-платформ і сервісів, учитель хімії має можливість дистанційно провести урок, розглянувши не лише теоретичні питання, а й продемонструвавши хімічні експерименти, передбачені навчальною програмою з хімії (демонстрації, лабораторні досліди, практичні роботи); реалізувавши і представивши результати дослідницької діяльності учнів у ході проведення домашніх експериментів і навчальних проєктів; переглянувши інтерактивні симуляції; створивши дидактичні ігри, *3D*-моделі молекул речовин, що значною мірою сприятиме вдосконаленню дослідницьких умінь із хімії та розвитку творчого потенціалу здобувачів освіти.

1. Білик Н. Організація учнів профільних класів на наукову діяльність / Н. Білик, Л. Михайлик // Директор школи. – 2006. – № 23-24. – С. 29-35.
2. Колінець Г. Г. Формування дослідницьких здібностей у старшокласників / Г. Г. Колінець // Обдарована дитина. – 1999. – № 5. – С. 29-39.
3. Марченко О. Становлення інноваційної особистості педагогадослідника в умовах шкільного наукового товариства / О. Марченко // Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. – Чернівці: Рута, 2006. – Вип. 295. – С. 102-107.

ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Дубенко Олена Євгенівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
dubenkoolena802@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

АнічкінаОленаВасилівна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Профільний рівень викладання хімії в закладах загальної середньої освіти передбачає підготовку учнів з хімії на рівні, який забезпечує наступність між загальною середньою та професійною освітою.

У дистанційному навчанні, як і будь-якому іншому, учень має пройти шлях від незнання до знання, від невідомого до відомого, від сприйняття інформації через її розуміння до відтворення та використання на різних рівнях. Постає питання, як в умовах дистанційного навчання подати матеріал більш доступно та якісно, забезпечити ілюстративність і візуалізацію матеріалу, організувати не лише навчальну, а й діагностичну та контролюючу функції. Для викладу матеріалу вчитель використовує інформаційні інноваційні технології за допомогою інтерактивних методів і різних платформ із можливістю передачі аудіо-візуального матеріалу (Skype, Zoom, Viber,YouTube,Telegram та ін.)

Платформи Moodle, Google Classroom, ClassDojo, Classtime, LearningApps.org, Google-форми надають можливість презентувати навчальний матеріал у різних форматах (текст, електронна презентація, відеоматеріал), здійснювати тестування та опитування школярів, працювати з інтерактивною дошкою.

Вчителю необхідно врахувати наявність в темі демонстраційних і лабораторних експериментів. В умовах дистанційного навчання провести таке заняття доволі складно. Вчитель в мережі Інтернет має знайти досліди, які вказані в навчальній програмі та відповідають усім вимогам до демонстрацій або самостійно відзняти проведення таких експериментів. У ході демонстрації відеороликів хімічних експериментів на уроці, вчитель повинен коментувати кожен етап проведення, організовувати спостереження за проходженням експерименту, намагатися використовувати елементи проблемності тощо. Також необхідно повторювати правила техніки безпеки, адже правильне поводження з речовинами починається зі знання про їх властивості. Основною вимогою до використання відеороликів на уроці є висока якість зображення. Якісно відзнятих відео в мережі Інтернет дуже мало, тому є проблема у демонструванні власновідзнятих відео або проведення онлайн-трансляцій хімічних експериментів.

Упровадження різноманітних форм навчання спонукає самого вчителя до активізації його творчих здібностей, подолання формалізму в роботі, пошуку актуальних методик навчання та постійного самовдосконалення.

З’ясовано, що учні 10-11 класів, краще засвоюють матеріал, коли під час пояснення нової теми, вчитель застосовує різні платформи, а не стандартну розповідь. Потрібно надавати учням можливість працювати в невеликих групах, це сприяє кращому розумінню інформації, та давати теми для розробки проектів. Не варто забувати про стимулювання інтересу до навчання, адже профільний рівень потребує багато знань, можна після кожної теми відводити час для дискусії.

Усі форми роботи, які використовуються під час уроків, їх раціональне застосування допомагають підвищити ефектність уроку, а отже розв’язати основну проблему – зацікавити школярів до вивчення хімії, сформувати активну життєву позицію, розвинути творчі здібності, створити ситуації, які сприяють вдосконаленню їх особистостей.

Використання інноваційних методів у традиційному та дистанційному навчанні підвищує рівень компетентності учнів. Результатом роботи над цією проблемою є сформована компетентна особистість учня. Результати роботи свідчать про позитивні наслідки використання цієї методики для формування компетентної особистості під час навчання хімії. [2]

1. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – 2003. – №24. – С.3-15.
2. Підгребля Н. Інноваційні технології навчання, як засіб розвитку творчої активності учнів //2008. №29.-С. 3-12.

ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ УЧНІВ У ХОДІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЗАКЛАСНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ХІМІЇ

Жук Анастасія Олегівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
anastasiiazhuk14@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юріївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
асистент кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія – це надзвичайно цікава експериментально-теоретична наука, яка дозволяє пізнати світ хімічних реакцій, які відбуваються навколо нас. Тому питання формування пізнавальної активності учнів у ході її вивчення є завжди актуальним.

Поняття «пізнавальна діяльність учнів» вивчалося вченими з різних позицій і трактувалося як «процес пошуку та набуття знань, у ході чого відбувається формування вмінь і навичок» [1]. Вважаємо, що спрямування здобувачів освіти на розвиток їх наукового світогляду, формування експериментальних умінь і навичок самостійної роботи в ході проведення хімічного експерименту, розвиток індивідуальних творчих здібностей, врахуванні інтересів і нахилів сприяє позитивній динаміці формування пізнавальної активності учнів.

Варто зазначити, що однією з форм організації дозвілля учнів, яка є добровільною, здійснюється під керівництвом учителя у вільний від уроків час, виходить за межі навчальної програми, доповнює та поглиблює цікаві й проблемні питання хімічної науки, формує пізнавальний інтерес учнів до свідомого засвоєння хімії є позакласна діяльність.

У ході підготовки до реалізації позакласної діяльності учнів учитель хімії має звертати увагу на завдання, які будуть спонукати учнів застосувати логічне мислення, творчий підхід, креативність, наполегливість [2]. Таким чином, позакласна діяльність учнів виступає потужним доповненням уроку, дає можливість поглибити знання учнів із проблемних і цікавих питань, сформувати самостійні дослідницькі вміння поза традиційним вивченням хімії в межах класної (урочної) роботи. Така діяльність забезпечує формування в учнів не лише пізнавальної активності, а й вміння обмірковувати матеріал, формувати власні думки, породжувати нові ідеї та припущення, створює всі передумови для розвитку стійкого пізнавального інтересу.

Позакласна робота – це діяльність вчителів, направлена на задоволення потреб дітей в позаурочний час. Вона відіграє важливу роль у підвищенні та закріпленні рівня знань, отриманих на уроках, розвиток здібностей, виявлення обдарованих дітей, а також сприяння їхньому розвитку в ході виконання цікавих завдань, проведення вікторин та конкурсів.

Під час проведення позакласної роботи та при його підготовці учитель хімії має враховувати ступінь підготовки учнів з певного предмету, а також їх вік, щоб обрати найбільш оптимальний вид роботи, взаємозв’язок вивченого матеріалу з темою позакласного заняття для покращення засвоєння навичок.

Хімія оточує нас всюди, тому при плануванні позакласних занять доцільно підбирати теми, які б стосувались продуктів харчування та харчових добавок, мийних та косметичних засобів, їх вплив на організм людини в різні періоди життя, лікарські засоби, чим зумовлений їхній ефект та як вони впливають на організм (наприклад, звичний анальгін має згубну дію на шлунок, може провокувати виразки), а також як гормони керують нашим життям і що можна з цим зробити. Це досить прості, проте пізнавальні теми, які стосуються щоденного вжитку і можуть зацікавити учнів до реалізації дослідницької діяльності.

Під час проведення позакласних занять із хімії зазвичай відмічають три рівні

пізнавальної активності в учнів:

1. Розуміння – найчастіше процес сприйняття учнями готової інформації від вчителя. Це можуть бути фактичні дані або результати нових досліджень, які б доповнювали попередні дані. Розуміння також вимагає від школярів певних зусиль, щоб вони могли легко засвоювати та систематизувати отриману інформацію. Для прикладу, органічна хімія, де місце розташування атомів їх порядок відносно один одного мають досить суттєве значення (опрацювання явища ізомерії, коли одна і та ж речовина при різному положенні бути мати різну активність).

2. Логічне мислення – процес, коли учень в ході виконання задач або робіт приходить самостійно до певних висновків (до прикладу, завдання де дається одна або декілька немаркованих пробірок і учень має сам визначити речовину, яка там знаходиться, також там може бути звичайна вода – завдання вікторини або олімпіади).

3. Творче мислення – формується при виконанні творчих завдань за схемою: постановка питання та аналіз даних – пошук рішення – перевірка рішення (задача в ігровій формі, яка не потребує значних розрахунків, але для виконання необхідне розуміння предмета, а також логічне мислення).

Отже, позакласна діяльність із хімії значною мірою сприяє формуванню пізнавальної активності учнів, створює передумови для формування стійкого пізнавального інтересу в ході вивченні хімії, зацікавлює не лише вивчати предмет, а й дозволяє застосовувати отримані знання на практиці, вчить працювати в команді та допомагає розвинути особисті якості.

1. Клочко, В. І., Коломієць, А. А., 2012. Формування мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів технічних спеціальностей: монографія. Вінниця: ВНТУ, 188 с.

2. Чеботарьов О. М. Позакласна робота з хімії : метод. посіб. для студентів факультету хімії та фармації спеціальності «Середня освіта (Хімія)» / О. М. Чеботарьов, О. М. Рахлицька, О. М. Гузенко, Т. М. Щербакова. – Одеса: Одес. нац. ун-т імені І. І. Мечникова, 2020. – 98 с.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ ІЗ ХІМІЇ ЯК ОСНОВА КОНЦЕПЦІЇ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

Загоруйко Даша Олегівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
dashazahoryiko16@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Романишина Людмила Миколаївна
професор, доктор педагогічних наук,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Дослідницькі уміння учнів є одними з основних формування яких покладено на заклад загальної середньої освіти. Ще В. О. Сухомлинський в своїх роботах зазначав: "Дуже важливо, щоб мислення учнів ґрунтувалося на дослідженні, пошуках..."[1]. Для забезпечення реалізації завдання з формування дослідницьких умінь і використання дослідження, як основного методу пізнання оточуючого світу, необхідним є пошук нових форм і прийомів навчання впровадження, яких сприяло б активізації пізнавальної діяльності учнів, підвищило ефективність здобуття нових знань, формувало дослідницьке ставлення до життя. У сьогоднішньому різноманітті методів, особливої уваги заслуговують ті, які допомагають розвивати в учнях уміння самостійно здобувати, систематизувати отримані знання та використовувати їх у практиці, реалізовувати дослідження, групове, так і самостійне.

Активне впровадження в навчальний процес дослідницької діяльності дає великі можливості для творчого розвитку учнів та підняття освітнього рівня. Отже, у відповідності з новими потребами часу до змісту навчання, можемо визначити посилення ролі лабораторних дослідів, практичних робіт, домашнього хімічного експерименту як основних різновидів хімічного дослідження. І саме, широке використання експерименту дозволяє говорити про реалізацію дослідницької технології в навчанні хімії. Адже виконання експериментальних завдань дозволяє учням: набути навичок дослідницької роботи в пізнавальній діяльності; об'єднати розвиток інтелектуальних здібностей, дослідницьких умінь і творчого потенціалу; сформувати активну, творчу, компетентну особистість. Слід пам’ятати про те, що дитина від своєї природи є допитливим дослідником, яку потрібно спонукати до пізнавальної діяльності, щоб сформувати дослідницькі уміння [3].

До інструментарію, який забезпечує формування дослідницьких умінь із хімії в закладі загальної середньої освіти можна віднести:

- ✓ Виконання практичних робіт і лабораторних дослідів;
- ✓ Розв'язування експериментальних задач, як максимально дослідницький метод вивчення хімії;
- ✓ Метод проєктів із практичним (експериментальним) дослідженням;
- ✓ Позакласна дослідницька діяльність (робота гуртків, МАН, олімпіад, конкурсів тощо);
- ✓ Домашній експеримент, як максимально самостійний спосіб пізнання оточуючого світу.

Реалізація різноманітних хімічних експериментів у сучасному закладі загальної середньої освіти передбачає значні матеріальні затрати (посуд, реактиви, обладнання тощо) [2]. Дуже часто хімічні кабінети у ЗЗСО не мають достатнього запасу реактивів і тому учителю доводиться виходити з даної ситуації приділяючи велику увагу саме домашньому хімічному експерименту. Роль вчителя в ході виконання домашнього хімічного експерименту відмінна від урочного, він виступає організатором, консультантом, оцінювачем, проте не спостерігачем. Така робота вимагає значних затрат часу, оскільки потребує вибору доступних, безпечних ужиткових речовин і посуду, які можна використати для проведення експериментів; вивчення правил техніки безпеки та правил поводження з реактивами та посудом; визначенні способів представлення результатів дослідження тощо [2].

Опираючись на проведенне мною дослідження можна впевнено скзати, що формування дослідницьких умінь учнів проходить ефективніше при використанні в навчальному процесів таких засобів, як: практичні роботи, лабораторні та домашні досліди, експериментальні задачі та метод проєктів. Засвоєння матеріалу також покращується.

Отже, широке запровадження експериментальної діяльності учнів у ЗЗСО та домашніх умовах дозволить набути елементарних дослідницьких умінь: планувати, організовувати, реалізовувати елементарне дослідження та інтерпретувати отримані результати. Саме формування таких умінь дозволить учням набути певної креативності мислення, вміння знаходити вихід із нестандартних ситуацій, ставити перед собою мету та досягати її, творчо вирішувати поставлені завдання тощо. Модернізація вітчизняної освіти в напрямку STEM, сформує випускника ЗЗСО, який володіє компетентностями орієнтованими на ринок праці, що є виконанням запиту суспільства на наукоємну освіту.

1. Грабовий А.К. Компетентісний підхід до учнівського хімічного експерименту/А.Грабовий// Біологія і хімія в школі. – 2006.
2. Н. Бухлова. Як навчити учнів вчитися. Київ. «Шкільний світ» 2007.
3. Коростіль, Л. А., & Чайченко, Н. Н. (2011). Хімічний експеримент як засіб формування вмінь до самоосвіти учнів.

«ХІМІЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ» У СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ХІМІКІВ

Євдоченко Олена Сергіївна,
асистент, evdochenko_lena@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєв Сергій Володимирович,
здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Навчальний процес в закладі вищої освіти має забезпечувати підготовку компетентного та конкурентоспроможного на ринку праці фахівця. Зокрема, освітні програми підготовки хіміків у вітчизняних закладах вищої освіти дещо відрізняються від закордонних змістовою складовою та принципами організації практичної підготовки. Погоджуємось із думкою дослідників, які зазначають, що сучасними трендами хімічної освіти є включення в експериментальну підготовку здобувачів вищої освіти освітніх компонент, які дозволяють використовувати об'єктами дослідження побутові, косметичні, лікарські засоби та харчові продукти [3]. Таке включення значно заохочує здобувачів вищої освіти до опанування хімічною наукою, забезпечує можливість виконувати експериментальні завдання під час аудиторних та позааудиторних занять, стає доречним при організації очного та дистанційного навчання, адже безумовним є доступність об'єктів дослідження.

Аналіз освітніх програм та педагогічних досліджень [1,2] щодо підготовки хіміків свідчить про те, що закордонні заклади вищої освіти серед переліку вибіркових дисциплін пропонують такі, які в якості об'єктів дослідження передбачають ужиткові речовини. Наприклад: «Харчова хімія», «Ферментативна хімія», «Кулінарна хімія», «Кулінарні реакції» тощо.

Беручи до уваги світові тенденції, вітчизняний і закордонний досвід підготовки хіміків у закладі вищої освіти до переліку вибіркових освітніх компонент пропонуємо включати «Хімію харчових продуктів». Основним завданнями вивчення запропонованої освітньої компоненти є: ознайомлення здобувачів вищої освіти із хімічним складом рослинної та тваринної сировини для харчових продуктів і складових компонентів готової продукції; розуміння особливостей перетворення білків, жирів, вуглеводів, ліпідів, мінеральних елементів, які відбуваються під час зберігання та використання продуктів харчування; вивчення чинників, які обумовлюють якість харчової сировини та готової продукції; ознайомлення з маркування різноманітних продуктів харчування.

На заняттях студенти опановують різноманітні методики визначення вологості, зольності, вмісту екстрактивних та сухих речовин готової продукції; визначення фальсифікацій борошна, хлібобулочних, макаронних, кондитерських виробів, безалкогольних газованих та негазованих напоїв, молока та молочних продуктів, м'яса, м'ясних продуктів, напівфабрикатів тощо. Зауважимо, що здобувачам вищої освіти пропонуються методики досліджень харчових продуктів, а об'єкти дослідження вони обирають самостійно, з бажаним акцентуванням на регіональних виробників. Досліджуючи якість продукції різних виробників, здобувачі вищої освіти презентують результати одногрупникам та порівнюють якість харчових продуктів (молока, йогуртів, плавлених сирків, твердих сирів, печива, ковбаси та багато ін.). Для прикладу наведемо перелік експериментів, які пропонуємо для виконання на лабораторному занятті з теми «Дослідження молока та молочних продуктів (Таблиця 1.).

Таблиця 1

Перелік експериментів лабораторного заняття з теми
«Дослідження якості молока та молочних товарів»

Об'єкт дослідження	**Назва експерименту**	**Перелік необхідних реактивів та обладнання**
Молоко різних виробників	Виявлення пероксидази в молоці	Розчин йодисто-калієвого крохмалю, розчин гідроген
	Виявлення домішок соди в молоці	Індикатор бром тимоловий синій
	Виявлення домішок крохмалю в молоці	Розчин йоду
	Виявлення формаліну в молоці.	Суміш сульфатної та нітратної кислоти
	Виявлення сполук хлору в молоці	Розчин калій йодиду, розчин крохмалю (свіжо виготовлений), хлоридна кислота
Сметана, масло та сир різних виробників	Виявлення домішок крохмалю в сметані та сирі	Розчин йоду в калій йодиді (розчин Люголя)
	Визначення вмісту вологи в сирі	Ваги, сушильна шафа
	Визначення масової частки вологи в маслі	Ваги, газова горілка, електрична плитка
	Виявлення домішок сиру та інших речовин у вершковому маслі	Газова горілка, електрична плитка
	Виявлення кисломолочного сиру у сметані	Газова горілка, електрична плитка

Слід зазначити, що експерименти в лабораторних роботах підібрані таким чином, щоб за умови дистанційного навчання деякі з них здобувачі вищої освіти могли виконати в домашніх умовах.

Дослідження на лабораторних заняттях реальних об'єктів (продуктів харчування), а не просто хімічних реактивів, відіграє важливу роль у формуванні професійної компетентності майбутніх хіміків і забезпечує організацію навчальної діяльності в умовах максимально наближених до майбутніх професійних, а також покращує розуміння сутності майбутньої професії та значення хімії в повсякденному житті.

Таким чином, включення до переліку вибіркових освітніх компонент «Хімія харчових продуктів» по-перше, підвищить мотивацію до оволодіння майбутньою професією, адже дозволить досліджувати цікаві для здобувачів вищої освіти об'єкти; по-друге, забезпечить краще зрозуміти специфіку можливої майбутньої професійної діяльності, за умови, що місце працевлаштування буде пов'язане із виготовленням або дослідженням якості продуктів харчування.

1. Emery M. (2021). At-Home Chemistry Experiments Support UHD Students' Learning Experiences During Pandemic: University of Houston URL: https://news.uhd.edu/at-home-chemistry-experiments-support-uhd-students-learning-experiences-duringpandemic.

2. Nuora P., Välisaari J. Kitchen chemistry course for chemistry education students : influences on chemistry teaching and teacher education : a multiple case study. Chemistry Teacher International. 2020. Vol. 2. Is. 1. https://doi.org/10.1515/cti-2018-0021.

3. Анічкіна, О. В., Романишина, Л. М., Чайка, М. В., Авдєєва, О. Ю. (2022) *Сучасні тенденції та можливості дистанційного вивчення колоїдної хімії в закладі вищої освіти.* Науковий часопис Національного педагогічного університету імені Михайла Петровича Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи (87). pp. 5-9. ISSN 2311-5491 Електронний режим доступу http://eprints.zu.edu.ua/34443/1/1.pdf

ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ‘ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ ЗАСОБАМИ ІНТЕГРАЦІЇ ХІМІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ

Карабінська Анна Олегівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу, anna.ua.thet@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

Що найголовніше в житті? Мабуть кожна людина замислювалась над цим питанням. Зрозуміло, що в різні періоди життя у кожної людини є свої головні аспекти, такі як батьки, сім’я, діти. Але, мабуть всі погодяться зі мною, що для кожної людини головне – бути здоровим. Людина може бути успішною, компетентною в усіх сферах, але якщо в неї відсутнє здоров'я, то навіть усі матеріальні цінності їй не допомагають. Мене як майбутню маму турбує питання: «Яке буде здоров’я моєї дитини після закінчення школи?» Адже ні для кого не секрет, що сьогодні, на жаль, все більше дітей хворіють та закінчують школу зі слабким здоров’ям. У процесі навчання порушується стан здоров'я, збільшуються хронічні захворювання, погіршується психологічний розвиток дітей тощо.

Кожен хоче бути успішним і щасливим, почуватися комфортно в будь-якій життєвій ситуації: чи то навчання, чи то робота. Завдання сучасної школи – формування творчої, конкурентоспроможної особистості, здатної здобувати знання та самостійно їх застосовувати для прийняття нестандартних рішень. Завдання вчителя – допомогти дитині успішно розвиватися, дати їй радість, долати труднощі, дати зрозуміти, що в житті нічого не буває безкоштовного, скрізь треба багато працювати. Успіх відповідає докладеним зусиллям. Щоб навчити дитину мислити, необхідно навчити її діяти і діяти усвідомлено, використовуючи навчальні матеріали [1-3].

Мета роботи полягає у створенні системи роботи з формування здоров’язбережувальної грамотності за предметом на основі аксіологічного та акмеологічного підходів.

Плануючи кожен урок, припускайте можливість використання різних технологій. Зазвичай кожне заняття починається з розумової розминки, з метою створення комфортного середовища для учнів та доброзичливої атмосфери.

Найефективнішими для формування здоров’язбережувальних умінь студентів-хіміків є такі інтерактивні методи:

Метод «**мозковий штурм**» знаходиться на етапі актуалізації опорних знань учнів. Цей підхід базується на використанні знань, отриманих учнями на попередньому уроці. Це вимагає від них коротких, швидких і точних відповідей, включаючи вислуховування ідей без їх обговорення.

Метод «**Мікрофон**» - проводиться на етапі актуалізації опорних знань учня або закріплення вивченого матеріалу.

«**Робота в малих динамічних групах**» - на етапі вивчення нового матеріалу та його закріплення. Найкраще узагальнювати та систематизувати знання протягом усього курсу. Клас ділиться на групи по 4-5 осіб, у кожній групі є учень-«порадник», а решта готують виступи. За допомогою «порадника» група почергово розв’язує кілька завдань навчального матеріалу, а доповідач пояснює матеріал, записуючи на дошці схеми та рівняння.

«**Метод Прес**» знаходиться на стадії дослідження нових матеріалів. Учні відповідають на запитання та дискутують.

Розглядаючи питання розвитку здоров’язберігаючих навичок, важливо пам’ятати, що будь-який метод навчання буде неефективним, якщо він не розглядається тими, хто його

реально реалізує, як частина цілісної системи і як пов’язана єдність. Одна справа – розробити та описати технологію, а інша – реалізувати її в освітньому процесі [4-5].

1. Буринська Н. М. Екологічна складова у змісті шкільної хімічної освіти. Біологія і хімія в школі. – 1998, № 1. – С. 18-20.

2. Овчарук О. Ключові компетентності: європейське бачення. Управління освітою. серпень. – спеціальний випуск. – С. 6-9.

3. Тараненко І. Г. Розвиток життєвої компетентності та соціальної інтеграції: досвід європейських країн. Кроки до компетентності та інтеграції в суспільство: Наук.-метод. // Збірник. Всеукраїнський фонд “Крок за кроком” та ін. Контекст. – 2000. – С. 37-40.

4. Ruchen, Dominique S. Key Competencies for a Successful Life and a WellFunctioning Society // Hogrefe & Huber Publishers, Germany. – 2003 – 206 p.

5. Spector, J. Michael-de la Teja, Ileana. ERIC Clearinghouse on Information and Technology Syracuse NY // Competencies for Online Teaching. ERIC Digest. Competence, Competencies and Certification. – p.1–3.

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ВУГЛЕВОДНІ» НА ПРОФІЛЬНОМУ РІВНІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬЕНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Корчинська Юлія Владиславівна ,
здобувачка ІІ курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти, ylkorchin@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

На сьогоднішній день освіта перебуває у стані комп‘ютеризації. Сучасні інформаційно-комунікативні технології увійшли в усі сфери життя людей, і в освіті зокрема.

Світ вимагає нових підходів до навчання, нових методів, форм викладання навчальної інформації. Нові методи потрібні і у викладанні хімії та природничих дисциплін в цілому. Одним із таких методів вважається використання інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) під час навчального процесу. Використання ІКТ у викладанні хімії дає змогу прискорити освітній процес, передачу знань і досвіду, а також підвищити якість навчання й освіти. Великі можливості у підвищені ефективності процесу викладання хімії надає використання мережі Інтернет. Зазвичай, найпростіше застосування Інтернету у навчанні хімії – це використання його як джерела додаткових матеріалів. Інтернет на сучасному етапі є найпотужнішим джерелом інформації у науковій сфері.

Останнім часом помітно зросла кількість досліджень, предметом яких стало використання ІКТ у навчальному процесі [1]. Цій темі в Україні присвячені дослідження таких науковців, як О.М. Бондаренко, В.Ф. Заболотний, Г.О. Козлакова, О.А. Міщенко та інші. Розробленням і впровадженням у навчальний процес нових інформаційних технологій займаються такі дослідники як Дмитреєва Е.І., Новиков С.У., Полілов Т.А. та багато інших. І.А. Смольяннікова зазначає, що “сучасний фахівець в будь-якій галузі повинен володіти навичками використання інформаційних та комунікаційних технологій у професійному контексті” [2-4].

Хімія – це наука, що потребує ілюстрації теоретичного матеріалу малюнками. Тому потрібно правильно підібрати матеріал, щоб краще зрозуміти різні хімічні зв’язки та явища. Отже, для швидкого засвоєння матеріалу потрібно використовувати ІКТ. На жаль, зображення класичних підручників, посібників не дають змоги у повній мірі зрозуміти механізми перебігу хімічних реакцій, просторову будову молекул, суть фізичних та хімічних явищ. Тому для ефективного вивчення хімічних дисциплін та підготовки майбутніх вчителів хімії, на сучасному етапі актуальним завданням є використання численних демонстрацій у навчальному процесі, які є неможливими без використання мультимедійних презентацій, Інтернет-ресурсів, спеціальних хімічних програм, програм-стимуляторів та програм-реалізаторів доповненої реальності.

Нами було досліджено декілька онлайн-програм, які можуть бути використані при вивченні теми «Вуглеводні» на профільному рівні в закладах загальної середньої освіти. Пропонуємо такі як PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances), MolSoft, ChemDraw, ACD/Labs. LearningApps, LearningApps, Phetcolorsdo, Kahoot, Proxilabs та багато інших.

При вивченні хімії в закладах загальної середньої освіти завдяки молекулярному моделюванню можна вивчити будови атомів, типів хімічного зв’язку, будови речовини, теорії електролітичної дисоціації, механізмів хімічної реакції і т.д. Усі перераховані моделі реалізовані в програмах ChemLab, Organic Reaction Animations, CS Chem3D Pro, Crystal Designer і ін. Моделі хімічних реакцій, лабораторних робіт, хімічних виробництв, хімічних приладів можна відтворити в таких програмах: ChemDraw, ChemLab, IR and NMR Simulator. Перспективною для прогнозування біологічної активності сполук є онлайн програма PASS

(Prediction of Activity Spectra for Substances) [5]. PASS Online (Прогнозування спектру біологічної активності речовин) оцінює ймовірність належності досліджуваної сполуки до «активних» Ра і «неактивних» Рі для більш ніж 6000 видів біологічної активності на основі аналізу структура-активність навчальної вибірки, до котрої включені понад 300000 біологічно активних сполук.

На прикладі програми ChemDraw та Chem3D з програмного пакету ChemOffice розглянемо можливості даного програмного забезпечення для підготовки та проведення лабораторних, практичних робіт та наукових проектів під час вивчення теми «Вуглеводні» учнями 10 класу профільного рівня в закладах загальної середньої освіти .

Традиційно, при вивченні теми «Вуглеводні», особливі труднощі в учнів викликає формування уявлень про просторову будову алканів, алкенів та алкінів. Спеціалізовані програми програмного пакету ChemOffice дозволяють краще уявити та сформувати в пам'яті зоровий образ моделей молекул представників вищеперерахованих вуглеводнів, їх властивості та механізми реакції.

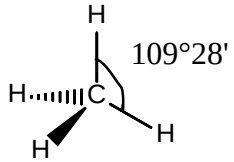
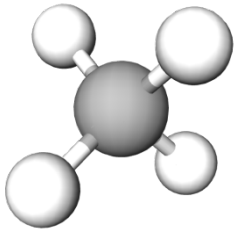
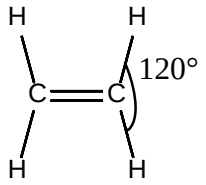
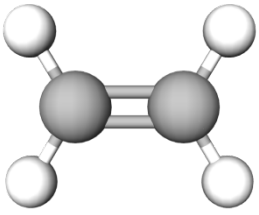
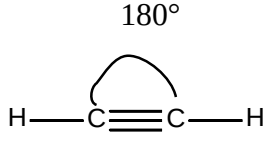
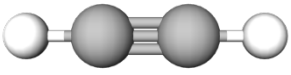
Такі основні прийоми створення структурних формул доступні користувачам через інтерфейс ChemDraw:

- Зображення при активуванні кнопки "Bond" для відтворення хімічного зв'язку;
- Генерація за назвою ІЮПАК. Активують функцію "Convert Name to Strukture";
- Використання формул заготовок (кнопки "Templates", "Acyclic Chain", "Rings").

Розглянемо можливості програми Chem3D демонстрації моделей молекул вуглеводнів (у тому числі 3D-проектування), що перебачено навчальною програмою з хімії 10 класу (профільний рівень) для закладів загальної середньої освіти [6]. У таблиці 1 представлено структурні формули та просторові молекулі молекул вуглеводнів. Побудову молекул в ChemOffice можна використовувати як в органічній так і в неорганічній хімії.

Таблиця 1

Моделі молекул вуглеводнів.

Клас вуглеводнів	Представник	Структурна формула	3D-модель молекули
Алкани	Метан		
Алкени	Етен		
Алкіни	Етин		

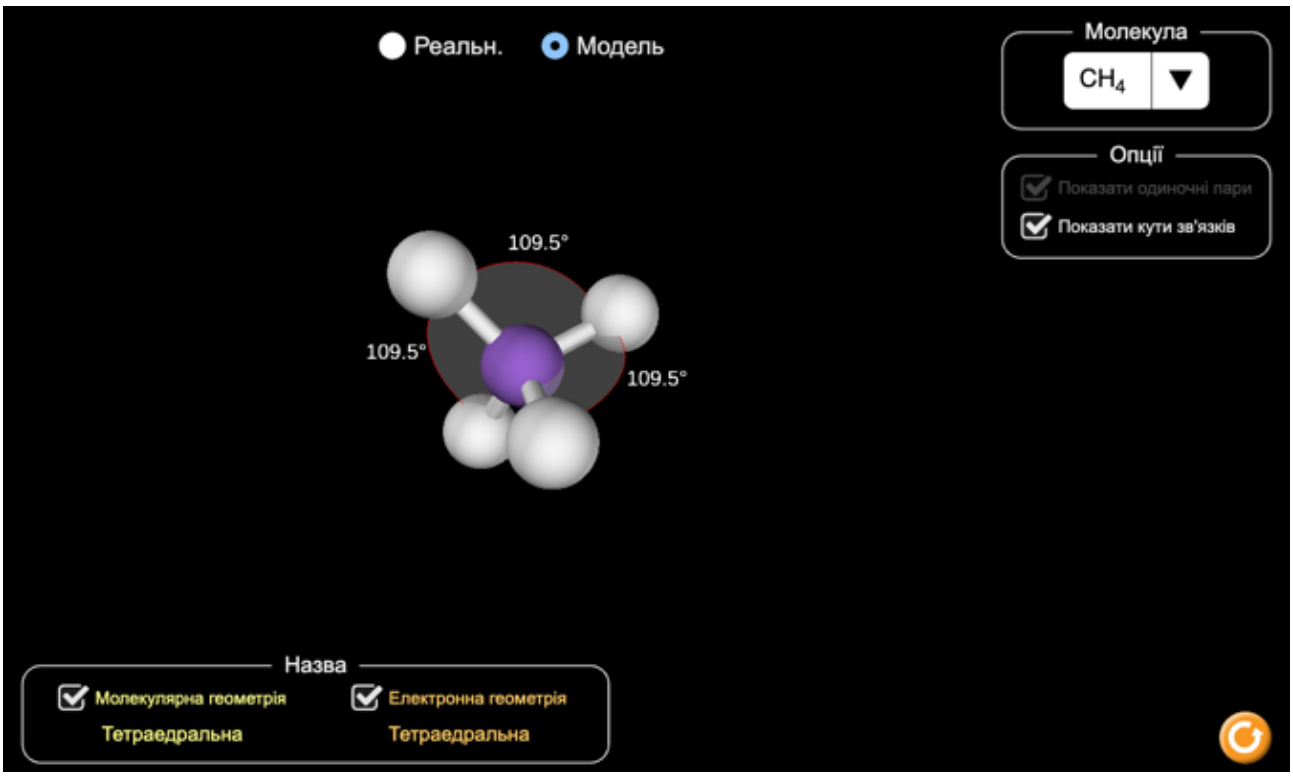


Рис. 1. Молекула метану побудована у Phetcolorado

Опитування проведене після використання цифрових інструментів для дистанційного вивчення теми «Вуглеводні» показало, що найкращими інструментами при вивченні теми були онлайн-симулятори ChemDraw, Molview, Virtual Lasbs та практичні симулятори типу Phetcolorado.

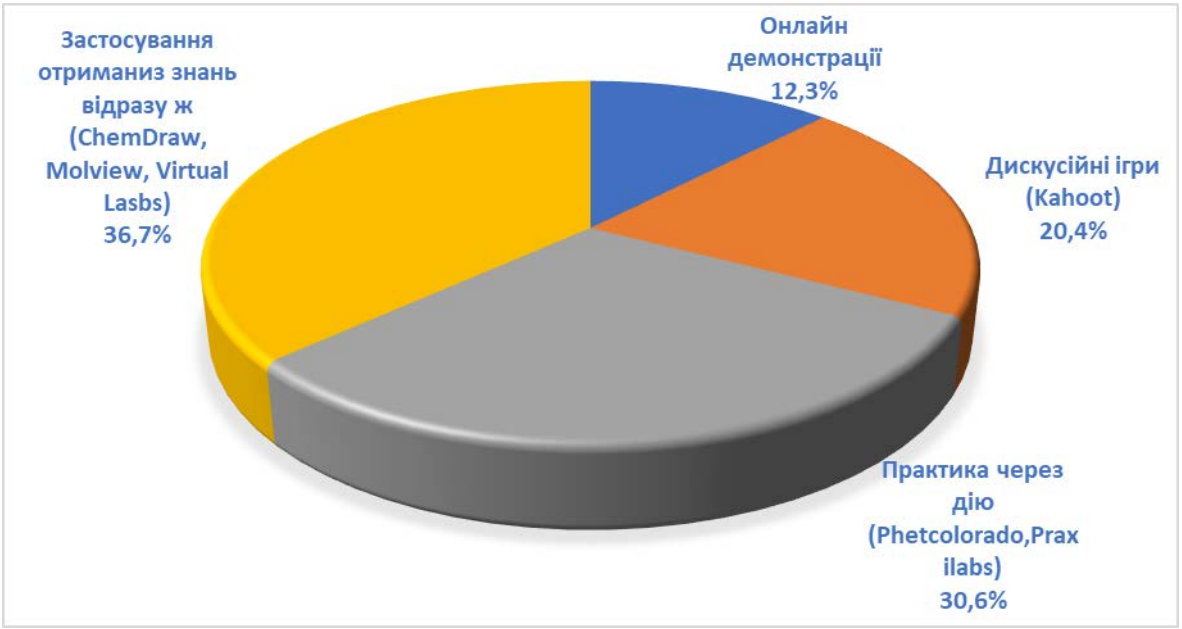


Рис. 2. Діаграма засвоєння учнів за допомогою цифрових інструментів

Вважаємо, створюючи за допомогою цифрових інструментів моделі молекул власноруч, учні підкріплюють свої теоретичні знання практичними діями, мають можливість відчути руками шлях пізнання, посилюючи процес пізнання емоційною, образною і сенсорною пам’яттю. Метод моделювання ефективно розвиває образне мислення учня, емоційно-моральну сферу особистості, стимулює до саморефлексії і самопізнання, саморозкриття творчих здібностей і ціннісного ставлення до світу, сприяє розвитку

особистих і соціальних навичок та формуванню навичок наукових досліджень.

Дослідження, проведені на базі Ліцею №12 ім. С. Ковальчука в м. Житомирі показали, що учні на 75% засвоюють матеріал практикуючи через дію. Отже, хорошим симулятором для практики є Phetcolorado. У даній онлайн-програмі учні самостійно можуть побудувати молекулу метану, як це показано на рис.1.

1. Романюк О. Н. Високопродуктивні методи та засоби зафарбовування тривимірних графічних об'єктів. Монографія. / О. Н. Романюк, А. В. Чорний. - Вінниця : УНІВЕСУМ-Вінниця, 2006. – 190 с.
2. Балик Н.Р. Формування STEM-компетентностей у процесі підготовки майбутніх учителів до впровадження STEM-освіти. / Н.Р. Балик, Г.П. Шмигер, Я.П. Василенко. – 2017. – С.15-18
3. Стрижак О.Є. STEM-освіта: основні дефініції [Електронний ресурс] / О.Є. Стрижак, І.А. Сліпухіна, Н.І. Полісун, І.С. Чернецький // Інформаційні технології і засоби навчання, – 2017. – Вип. 6 (62). – С. 16-33.
4. Барна О.В. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. / О.В. Барна, Н.Д. Балик // STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: матеріали І регіональної науково-практичної веб-конференції. – Тернопіль, 2017. – С. 3-8.
6. Навчальна програма з хімії для 10-11 класів (профільний рівень) для закладів загальної середньої освіти – Режим доступу: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv

МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ЗМІСТУ ПРИРОДНИЧИХ ПРЕДМЕТІВ НА УРОКАХ ХІМІЇ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Костюченко Юлія Петрівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, julkost93@gmail.com
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

Досвід модернізації української шкільної природничої освіти за останні двадцять років переконує в тому, що хімія, як самостійний навчальний предмет, як і раніше залишається невід'ємним компонентом повноцінної природничої підготовки учнів у профільній школі. При цьому протиріччя між сформованими традиціями природничої підготовки школярів і руйнуванням умов, в яких зміг би проявитися розвиваючий потенціал природничої освіти в школі як і раніше зберігаються [1].

У вирішенні проблем хімічної освіти набула поширення практика різноманітних інтегративних підходів, які пропонують різні варіанти навчання хімії на міжпредметній основі, у тому числі спроби інтеграції природничих і гуманітарних галузей знань.

Багатьма дослідниками педагогічна інтеграція сприймається як прояв наукової інтеграції, але здійснюваної у межах педагогічної теорії та практики. Інтеграція, як педагогічна категорія, насамперед, відбиває створення укрупнених педагогічних одиниць з урахуванням взаємозв'язку різних компонентів навчально-виховного процесу.

На наш погляд, у розумінні суті інтеграції найбільш істотним є насамперед відновлення єдності раніше роз'єднаних компонентів – природно-існуючої цілісності об'єктів пізнання на уроках хімії.

Таким чином, інтеграція - це природна змістовна та структурно-функціональна єдність навчального процесу на основі єдності методології природничого пізнання.

Саме за цих умов стає очевидним принципова відмінність інтегрованих уроків від міжпредметних уроків. Таким чином, наше дослідження спрямоване на вирішення проблеми пошуку шляхів підвищення мотивації учнів до вивчення хімії через інтеграцію хімічних умінь із використанням попередньої підготовки.

У практиці роботи профільної школи ця проблема часто вирішується шляхом посилення дослідницького характеру виконуваних експериментів, як спосіб поглиблення знань з хімії, часто у позакласній роботі з предмета, але при цьому в роботу на уроці, як показує практика, включені не всі учні. З іншого боку, можлива організація вчителем хімії педагогічної інтеграції на матеріалі практикуму ЗЗСО і тим самим здійснення педагогом системного підходу до інтеграції експериментальних хімічних умінь учнів у процесі природничої освіти в профільній школі[2]. Не можна не відзначити, що вирішення поставленої проблеми неминуче пов'язане з наявністю суперечностей у низці обставин:

1. між традиціями вітчизняної хімічної освіти В ЗЗСО та відсутністю прямого соціального замовлення суспільства на масову природничу підготовку сучасних школярів;

2. між часом початку вивчення учнями систематичного курсу хімії у профільній школі та якістю формування наукового світогляду учнів

Припущення дослідження полягало в тому, що, систематично пропонуючи школярам в курсі хімії інтеграційні роботи, в рамках виконання практичної частини курсу хімії, можна очікувати формування у значної частини учнів позитивної мотивації до уроків хімії.

Вирішення проблеми інтеграції на уроках хімії ми вбачаємо в розробленні та апробації в умовах закладів загальної середньої освіти інтегративного практикуму «Вивчаємо хімію» та методичних рекомендацій для вчителів з конструювання практичної частини курсу хімії з використанням інтеграції в профільній школі.

1. Тенденції і проблеми розвитку сучасної хімічної освіти : збірник наукових праць І Всеукраїнської науково-практичної конференції / За заг. ред. Л.Я. Мідак. – Івано-Франківьк: Супрун В.П., 2019. - 2019. – 232 с.

2. Технології інтеграції змісту освіти : зб. наук. пр. Всеукраїнського круглого столу «Інтеграція змісту освіти в профільній школі», 17 квітня 2019 р., Полтава / [головн. ред. В. Р. Ільченко]. – Вип. 11. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2019. – 184 с. [Електронний ресурс].

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ХІМІЇ ДО ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Кочубей ОленаВасилівна,
аспірант, sncelena@gmail.com
Уманський державний педагогічний університеті мені Павла Тичини

Навчання в сучасній школі не можливе без дистанційного навчання та використання інтернет-технологій у процесі такого навчання.

Система освіти та учителі мають оперативно реагувати на вимоги сучасної освіти. Реалізація багатьох завдань, що стоять перед працівниками освіти на даному етапі, неможлива без широкого використання Інтернет-технологій, за допомогою яких можна індивідуалізувати та диференціювати освітній процес, забезпечити високу наочність змістової навчальної інформації, зробити легко доступними викладання навчального матеріалу.

Проблемі інформатизації науки, освіти присвячено значну кількість друкованих праць. Зокрема, проблема підготовки здобувачів педагогічних ЗВО до використання Інтернет-технологій навчання у професійній діяльності знайшла своє відображення у роботах учених (А. Бабич, Н. Баранова, В. Биков, О. Васенко, А. Клєба, А. Кравченя, Н. Пономарьова, Т. Рагимова, М. Роганов, І. Слободянюк, О. Струтинська, А. Федорчук та ін.).

Використання Інтернет-технологій в умовах дистанційного навчання, з одного боку, відкриває широкий простір для творчості вчителів та учнів, розширює можливості при вирішенні професійних та дослідницьких завдань, а з іншого боку, висуває якісно вищі інші вимоги до підготовки майбутніх учителів у плані їхньої готовності до використання Інтернет-технологій у професійній діяльності.

Проблеми підготовки майбутніх учителів хімії до використання Інтернет-технологій під час дистанційного навчання у процесі професійної діяльності обумовлена такими факторами:

підвищеними вимогами до якості хімічної освіти майбутніх учителів хімії як необхідної умови прискорення науково-технічного прогресу у всіх сферах економіки України;

вимогами до формування у здобувачів навичок користувача роботи з обчислювальною технікою та застосування Інтернет-технологій у процесі вивчення курсу хімії в ЗЗСО;

вимогами підвищення якості освітньої та науково-дослідної діяльності педагогів на основі застосування сучасних Інтернет-технологій.

Сьогодні під час дистанційного навчання більшість учителів не хочуть або не вміють використовувати інтернет-технології у повній мірі.

Мета статті полягає у розробці методики підготовки майбутніх учителів хімії до використання Інтернет-технологій під час дистанційного навчання, що допоможе суттєвого підвищити ефективность хімічної освіти учнів.

Для досягнення даної мети нами будуть використані такі методи дослідження: загальнологічні (історико-логічний аналіз, порівняння, узагальнення та інтеграція), загальнонаукові (педагогічне спостереження, педагогічний експеримент, вивчення досвіду роботи вчителів), приватно-наукові (компонентний аналіз хімічних знань, пооопераційний аналіз предметних та інтегративних умінь та ін.), організаційні, емпіричні, інтерпретаційні методи, а також методи обробки статистичних даних.

Історія застосування Інтернет-технологій в освіті, зокрема в навчанні хімії в ЗЗСО, тісно пов'язана із загальними тенденціями розвитку комп'ютерної техніки, які проявляються новими можливостями та зміною завдань, що ставляться суспільством перед освітою. У розвитку Інтернет-технологій навчання називаються кілька основних етапів чи фаз:

автоматизації, інформатизації, комунікації [22].

Аналіз літератури, присвячений підготовці у вищій школі майбутніх фахівців ЗВО до використання інформаційних освітніх ресурсів, засвідчив, що існує чотири підходи до визначення мети такої підготовки:

- формування певного рівня інформаційної грамотності (Л. Білоусова [3], Л.Гаврілова [7], П. Самойленко [20], І. Сотніченко [23] та ін.);
- формування інформаційної культури (М. Антонченко [3], Л. Гаврілова [7], Н. Гнедко [8] та ін.);
- формування інформаційної компетентності (А. Криворучко [13], Н. Морзе [14] ін.);
- формування готовності до використання Інтернет-ресурсів (О. Полупаненко [17], О. Шпеко [24] та ін.).

Застосування комп'ютерів у хімії бере свій початок із середини 1940-х років, коли системи, що працюють на перфокартах (punch cards), були вперше використані для кореляції хімічної структури та фізіологічної активності сполук. З того часу кількість галузей теоретичної та обчислювальної хімії, що використовували комп'ютери, безперервно зростає.

Використання комп'ютерів у хімічній освіті, яке розпочалося практично одночасно з їх використанням для наукових досліджень, тривалий час займало незначне місце на тлі розвитку інших технологій освіти [2; 5].

Під технологією навчання розуміється система трьох взаємопов'язаних аспектів: сукупність необхідних знань теоретико-методологічних основ для вирішення питань організації навчального процесу, сам процес навчання та його технічне оснащення [4, с.16].

Безсумнівно, комп'ютер є ефективним засобом перевірки знань учнів, яке, по-перше, допомагає урізноманітнити форми контролю, зробивши їх привабливішими для учнів, по-друге, об'єктивніше оцінити знання, по-третє, полегшити адміністрування, тобто збір та аналіз великого масиву інформації в єдиний банк даних. Так в Китаї впроваджено в структуру підсумкової атестації школярів єдиний держіспит з хімії, який максимально комп'ютеризований [11,с.154].

Розвиток системи дистанційної освіти дозволяє учням поглибити свої знання, ліквідувати прогалини за темою або курсом шкільної програми, підготуватися до складання ЗНО. У той самий час особливості хімії як навчального предмета накладають серйозні обмеження у застосуванні дистанційного навчання. Так, наприклад, при дистанційному навчанні учень втрачає можливість проводити хімічний експеримент, він не має безперервного зворотного зв'язку з викладачем. Вихід із цих труднощів було знайдено у поєднанні традиційних і дистанційних форм здобуття освіти. Це дозволяє не тільки проводити реальний експеримент, але й дає можливість через Інтернет або CD-ROM переглянути відео. А інтерактивна взаємодія між викладачем та учнем здійснюється через електронну пошту [5,с.29].

Науковцями розроблено комплект з 12 комп'ютерних навчальних ігор, що базуються на фактичному матеріалі шкільного курсу хімії. Комплект складається з двох циклів - ХІДПІ (Хімічні Ігри, що Дозволяють Проявити Інтелект) та ХОББІ (Хімічні Олімпійські Безумовно Безпечні Ігри), які використовуються школярами як у дисплейних класах навчальних закладів на факультативних заняттях, так і в домашніх умовах. Ігри базуються на фактичному матеріалі, що не виходить за рамки шкільного курсу хімії, насамперед, з його ключових розділів - «Періодична система хімічних елементів», «Окисно-відновлювальні реакції», «Розчини електролітів», «Вуглеводні та їх похідні» та ін. Ними можуть скористатися школярі, абітурієнти, а також здобувачі молодших курсів. Використовуючи дані програмні засоби, вчителі низки шкіл організують командні та особисті змагання з хімії з виявленням чемпіонів класу, групи, школи тощо [9; 12].

Наприклад, з вітчизняних навчальних систем дистанційного призначення слід зазначити програми для розрахунків та моделювання в хімії:

- ChemOffice (Пакет хімічних додатків ChemOffice) допоможе уникнути пов'язаних з хімією багатьох рутинних процесів і зосередитися на роботі. Модулі, що входять до складу

пакета перетворюють комп'ютер в робочу станцію для проектування і роботи з базами даних і хімічної документацією.

- Avogadro (FreeWare) - 3D візуалізація (розширений молекулярний редактор, розроблений для використання на декількох платформах (зокрема на ОС Windows), для обчислювальної хімії, молекулярного моделювання, біоінформатики, науки про матеріали та ін.);

- ACD ChemSketch 12.01 (Одна з останніх версій хімічного редактора, яка дозволяє малювати хімічні формули, в тому числі і об'ємні, рівняння реакцій. Містить базу малюнків лабораторного посуду, дозволяє розрахувати основні хімічні параметри);

- Balancer - програма для розстановки коефіцієнтів у рівняннях хімічних реакцій (програма, яка дозволяє розставляти і зрівнювати коефіцієнти в рівняннях хімічних реакцій. Її переваги в тому, що вона: зрівнює будь-які типи реакцій; обчислює моль, масові та газові обсяги для збалансованого рівняння. Користувач може вибрати з бази даних безліч хімічних речовин);

- Chemissian v1.70 Portable (є важливим інструментом аналізу електронної структури молекул і спектрів. Він може маніпулювати молекулярними орбіталями енергетичних рівнів діаграми (Hartree-Fock and Kohn-Sham orbitals), розрахункові та експериментальні UV-VIS електронні спектри, карти електронної та спінової щільності і підготовки їх до публікації);

- CambrigeSoftChemDrawPro (Версія професійної системи комп'ютерного моделювання хімічних сполук будь-якої складності. Малює механізми реакцій для публікацій і являє тривимірні молекулярні поверхні, орбітами і молекулярні властивості);

- CHEMIX School 3.5 Portable (CHEMIX School - набір хімічних утиліт, включає в себе періодичну систему елементів, молекулярний калькулятор, модулі по електрохімії, спектроскопії, словники, довідники та багато іншого. CHEMIX School є освітнім інструментом для навчання хімії);

- ChemSite (FreeWare) - 3D візуалізація молекул (Програма для створення 3D-моделей молекул. В цій програмі легко побудувати структуру будь-якої органічної сполуки, оскільки вона містить безліч інструментів: функціональні групи, амінокислоти, нуклеїнові кислоти, вуглеводи та ін. Кожен структурний фрагмент можна додати на екран або приєднати до будь-якого атома);

- ChemMaths v11 (Програмне забезпечення, що підходить для студентів-хіміків, інженерів, а також для професійного використання. ChemMaths містить інформацію про 3000 хімічних сполук, періодичної таблиці хімічних елементів, критичних констант, термодинамічних властивостях, поверхневому натягу, обчисленні в'язкості тощо. Вирішує близько 500 завдань з хімії, фізики, а також математичні рівняння. Містить 200 одиниць перетворень. Програма має можливість створювати двох / тривимірні графіки, будувати креслення, моделі процесу. Знаходити рішення матричних задач, фінансових, геометричних, статистичних та багатьох інших математичних рівнянь тощо);

- CrystalMaker.v2.3.0 (CrystalMaker - програма для візуального спостереження і аналізу кристалічних і молекулярних структур. Програма забезпечує високу роздільну здатність фото-реалістичної графіки, грандіозний 3D стерео екран, інструментальні засоби анімації, процифрове відео і вихід QTVR);

- PL Table (PL Table - це багатофункціональна періодична система елементів, реалізація періодичної системи на PC, що дозволяє отримувати інформацію про елементи (понад 20 типів даних про кожен хімічний елемент), і вбудований хімічний калькулятор, що дозволяє миттєво зрівнювати хімічні реакції будь-якої складності, вирішувати хімічні задачі);

- Portable Virtual Chemistry Lab 2.0 (Програма представляє із себе віртуальну хімічну лабораторію з безліччю можливостей. Virtual Chemistry Lab є корисним інструментом для викладачів, здобувачів і всіх тих, хто просто цікавиться хімією. Програма інтуїтивно зрозуміла: є робочий стіл і дві «полки» - для інструментів і хімікатів);

- HyperChem 7.0 (HyperChem - комплексний програмний продукт, призначений для

завдань квантово-механічного моделювання атомних структур. Він включає в себе програми, що реалізують методи молекулярної механіки, квантової хімії та молекулярної динаміки. Силові поля, які можуть використовуватися в HyperChem - це MM + (на базі MM2), Amber, OPLS і BIO + (на базі CHARMM));

- REKT v. 4 - Програма для розрахунку ректифікаційної колони (програма проводить технологічний розрахунок процесу ректифікації, включаючи розрахунок витрат і концентрацій компонентів);

При підготовці майбутніх вчителів хімії ми використовуємо наступні інтернет-технології.

1. Microsoft Learning Gateway – інтегрована інформаційна система, яка об'єднує учасників освітнього процесу в єдиному інформаційно-освітньому порталі навчального закладу.

2. REDLAB – лінійка продуктів розроблена на основі системи дистанційного навчання REDCLASS. До складу комплексу входять такі рішення: REDCLASS Pro, REDCLASS Learning, REDCLASS Test, REDCLASS Course, REDCLASS Exercise, REDCLASS VLab, REDCLASS Offline.

3. КМ-Школа – це інформаційний продукт для середньої школи, створений на основі Інтернет-технологій. Він об'єднує освітній мультимедійний контент, систему доставки й управління ним, а також засоби для автоматизації управління школою.

Окрім зазначених Інтернет-технологій можна використовувати наступні курси: «Відкрита Хімія 2.0», «Хімія 8 клас» в яких використано Інтернет-технології (Java, HTML, Internet Explorer як браузер тощо), що дозволяє використовувати їх для дистанційного навчання в мережі Інтернет. Ці Інтернет курси становлять винятковий інтерес для проектування методичної роботи вчителя, оскільки дозволяють формувати завдання кожному учню індивідуально, залежно від віку та його знань. Кожен учень може отримати індивідуальний контрольний тест з бази даних, створених у кількох варіантах складності, та отримати електронну консультацію щодо вирішення тесту. Цінно, що у процесі освоєння учнями програми комп'ютер автоматично веде журнал досягнень учнів [20,с.184].

Проте, щоб не применшити інтерес та прагнення учня до вивчення хімії, не можна повністю замінювати практичний експеримент на віртуальний. Практичний експеримент є своєрідним методом, що широко застосовується в науці для розкриття закономірних зв'язків, для вивчення сутності хімічних процесів та умов їх протікання. «Експеримент є одночасно і способом набуття знань, і видом практики, що підтверджує їхню істинність» [10].

У той же час при викладанні хімії можна використовувати віртуальний експеримент з використанням анімації, відео та інших можливостей сучасної комп'ютерної техніки. Віртуальна лабораторія дозволяє безпечно для здоров'я учня поспостерігати за складними, пожежо- та вибухонебезпечними експериментами, що займають багато реального часу, які у шкільній лабораторії відтворити неможливо [6,с.94]. Крім того, такі АНК як, наприклад, «Хімія. Базовий курс: 8-9 клас», «Органічна хімія: 10клас», «Загальна та неорганічна хімія: 11 клас», дозволяють не лише спостерігати за експериментом, а й брати участь у його проведенні.

Для розробки автоматизованих навчальних програм та комплексів за шкільним курсом хімії нами обрано систему професійної діяльності «Комплекс автоматизованих дидактичних засобів (КАДІЗ)», розроблену за такими показниками:

- чітка дидактична основа;
- простота та доступність для широкого кола вчителів та учнів; комплексний характер підтримки навчання: від етапу знайомства з теоретичним матеріалом до етапу розвитку умінь у вирішенні нетипових завдань;
- універсальність для операційних систем під DOS та WINDOWS;
- повнота використання можливостей системи вчителями та учнями, які не володіють навичками програмування;
- наявність власного графічного редактора; можливість впровадження графічних файлів

інших редакторів;

- наявність словника термінів та можливості гіпертексту;
- контроль знань учнів у режимі «тренажу» та «контролю» з виставленням оцінки з можливістю аналізу відповідей;
- наявність вбудованого обмежувача часу відповіді питання, вправи, завдання з встановлення розробника;
- наявність вбудованого калькулятора;
- наявність збору та обробки статистичної інформації за одним учнем, групою (при роботі в мережі);
- можливість друку всього комп'ютерного курсу та його частин, зокрема. статистичної інформації;
- наявність можливості підключення прикладних програм;
- близька регіональна схильність розробників.

В основу концепції цієї системи покладено принципи поділу знання, що підлягає засвоєнню в процесі навчання, на дві частини: артикульовану та неартикульовану.

Артикульована частина знання, заснована на детермінованих алгоритмах навчання, подається як інформація і передається учням з допомогою навчальних комп'ютерних систем декларативного типу. Неартикульована частина знання (досвід, інтуїція) може бути освоєна учнями лише під час своєї навчальної діяльності з допомогою систем процедурного типу, заснованих на математичних моделях технічних об'єктів та процесів [16; 17; 19].

Таким чином, проведений аналітичний огляд наукових і прикладних розробок за Інтернет-технологіями навчання хімії та досвіду їх використання у вітчизняних та зарубіжних освітніх закладах підтверджує невідворотну тенденцію перспективного і широкого впровадження в освітній процес Інтернет-технологій під час дистанційного навчання і доводить актуальність проблеми їх використання.

1. Антонченко М. О. Інформаційно-цифрова компетенція педагога. Створення інформаційно-освітнього середовища сучасного закладу освіти України : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 15 бер. 2019 р.). Суми : НВВ КЗ СОІППО, 2019. С. 5–8.
2. Ахлебинин А. К. Компьютерные программы для интенсификации познавательной деятельности студентов и школьников при изучении химии Актуальные проблемы химико-педагогического и химического образования в высшей и средней школе. СПб.: Образование, 1996. С. 80−81.
3. Білоусова Л. І., Житєньова Н. В. Технологія проектування цифрових дидактичних візуальних засобів у професійній діяльності вчителя. Науково-практичний журнал Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського «Наука і освіта». 2019. № 2. С. 49–56.
4. Біферт Н. В. Роль сучасних інформаційних технологій у створенні цифрового освітнього контенту. Цифрові технології в освітньому процесі закладів освіти : зб. матеріалів VII Всеукр. інтеракт. наук.-практ. конф. (Рівне, 24 вер. – 24 жовт. 2018 р.). Рівне : РОІППО, 2019. С. 14–20.
5. Бура Л. І. Проблеми на шляху вдосконалення системи науково-методичного забезпечення щодо використання цифрового контенту в закладах загальної середньої освіти. *Цифрові технології в освітньому процесі закладів освіти* : зб. матеріалів VII Всеукр. інтеракт. наук.-практ. конф. (Рівне, 24 вер. – 24 жовт. 2018 р.). Рівне : РОІППО, 2019. С. 27–29.
6. Вербовецький Д. В., Мартинюк С. В. Розробка електронного навчально-методичного комплексу. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання : досвід, тенденції, перспективи : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (Тернопіль, 7–8 лист. 2019 р.). Тернопіль : [Б. в.], 2019. С. 93–97.
7. Гаврілова Л., Топольник Я. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. № 61. С. 1–14.

8. Гнедко Н. М. Формування готовності майбутніх учителів до застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності : дис. … канд. пед. наук : 13.00.04. Рівне, 2015. 292 с.
9. Грабовий А. К. Методика викладання хімії: навчально-методичний комплекс дисципліни: навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2009. 131 с.
10. Грабовий А. К. Експериментально-методична підготовка майбутніх учителів хімії. Підготовка майбутнього вчителя хімії до впровадження Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. С. 38−40.
11. Гуревич Р. С., Гордійчук Г. Б., Коношевський Л. Л. та ін. Освітнє середовище для підготовки майбутніх педагогів засобами ІКТ : монографія / за ред. Р. С. Гуревича. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2011. 348 с.
12. Журин А. А. Компьютерный учебник или учебник в компьютере? О некоторых мультимедиа по химии для школы. *Школьное обозрение*. 2003. №1. С. 43−44.
13. Криворучко А. В. Підготовка майбутнього вчителя хімії до компетентнісного підходу в оцінюванні навчальних досягнень учнів. *Науковий вісник Ужгородського національного університет*: серія: Педагогіка. Соціальна робота. Ужгород: Говерла, 2017. Вип. 2 (41). С. 141−145.
14. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. та ін. Інформатична компетентність учнів може бути вищою від компетентності тих, хто їх навчає? Комп'ютер у школі та сім'ї. 2010. № 8. С. 3–8.
15. Назарова А. Г. Компьютерные технологии в школьном химическом эксперименте. Химия. Методика преподавания в школе. 2003. №8. С. 41−46.
16. Павлова Н. С. Обучающие игры на уроках химии. Химия в школе. 2000. №6. С. 35.
17. Перетятько В. В. Методика викладання хімії: навчально-методичний посібник для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Хімія». Запоріжжя: ЗНУ, 2014. 91 с.
18. Полупаненко, О. Г. Професійна підготовка майбутнього вчителя хімії як психолого-педагогічна проблема. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2010. № 4 (6). С. 338–350.
19. Раткевич Е.Ю. «Multivision» на уроках химии. Информатика и образование. 1997. №4. С. 52−55.
20. Самойленко П. В. Формування професійно-методичних компетенцій бакалаврів хімії в педагогічному університеті. Вісник ЧНПУ імені Т.Г.Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Вип. 120. Чернігів : ЧНПУ імені Т.Г.Шевченка, 2014. С. 32−37.
21. Сотніченко І.І. Сутність і структура готовності вчителя хімії до профільного навчання старшокласників. Збірник наукових праць Сумського державного університету ім. А.С. Макаренка, 2005. С.123−125.
22. Федорчук О. С., Дорошенко Ю. О. Використання можливостей мережі Інтернет у діяльності закладів освіти. *Інформатизація середньої освіти : програмні засоби, технології, досвід, перспективи* : навч.-метод. посіб. / за ред. В. М. Мадзігона, Ю. О. Дорошенка. Київ : Педагогічна думка, 2003. С. 250–272.
23. Шпеко О. С., Носовець Н. М. Освітні веб-технології у підготовці майбутніх учителів. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки. 2018. Вип. 151. С. 79–83.

ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Левченко Юлія Анатоліївна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти ІІ курсу lula16006@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Анічкіна Олена Василівна
доцент, кандидат педагогічних наук chem.@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Метою застосування інноваційних технологій у першу чергу є формування особистості учнів, розкриття їх здібностей і талантів, мотивації учнів до вивчення хімії. Ця мета може конкретизуватися, як підготовка майбутнього конкурентно-спроможного фахівця в галузі хімічної науки, що зможе гнучко реагувати на змінні умови життя.

В українській освіті досить необхідним є запровадження системних змін, оновлень у змісті, формах, впровадженні нових методів у освітній процес, особливо загальної середньої освіти. Інноваційна діяльність набирає значних обертів і має досить велике значення [4].

Основним джерелом інформації для сучасного учня є всесвітня мережа Інтернет та електронні носії (комп'ютерні програми). Сучасні учні повинні отримувати достатній обсяг знань із усіх предметів. Тому, сучасний вчитель хімії має раціонально поєднувати як традиційні форми і методи проведення уроків, так і електронні засоби навчання, які відтворюються за допомогою мультимедійної техніки в аудиторії та комп'ютерів у дистанційному форматі.

Хмарні технології – це технології розподіленої обробки цифрових даних, за допомогою яких комп'ютерні ресурси надаються інтернет-користувачеві, як онлайн-сервіс. Хмара – це мережа, в якій зберігаються дані і програми і може бути використана користувачами через мережу Інтернет.

Вчителі мають можливість застосовувати «хмарні технології» як під час дистанційного навчання для проведення уроків так і в позакласній роботі. При цьому виконуються певні задачі: отримання оперативної інформації, миттєва комунікація з колегами або учнями, поширення власного досвіду, підвищення кваліфікації, ознайомлення з передовим досвідом учителів. [3]

Всі «хмарні технології» можна застосовувати в тому числі і для «перевернутого навчання». Вчителі мають можливість викладати навчальний матеріал, відео-фрагменти, фотоматеріали у своєму блозі, на сайті навчального закладу, Google-диску або в соціальних мережах, запропонувати учням ознайомитися з темою самостійно, а в ході уроку – закріпити вивчений матеріал за допомогою обговорення, опитування учнів та реалізації практичної частини. Дані ресурси можна безпосередньо використовувати під час контролю навчальних досягнень учнів із хімії.

Хмарні технології дозволяють вирішити такі завдання, як:

1. Збільшення об'єму оперативної пам'яті – можливість перенесення даних із жорсткого диску в хмару.
2. Відсутність потреби отримувати ліцензію на кожний вид програмного забезпечення – на різних пристроях можуть стояти різні прикладні програми, що мають несхожий інтерфейс та працюють із файлами різних форматів.
3. Можливість роботи над документом чи файлом декільком користувачам одночасно. Наприклад: навчальна програма або річний план у педагогічному колективі або групові та самостійні роботи [1]

Для досягнення поставлених результатів навчання з допомогою хмарних технологій необхідно цілеспрямовано забезпечувати заклади загальної середньої освіти методично, технологічно та ресурсно. Потрібно створювати і оптимально застосовувати науково-

педагогічні, навчально-методичні та програмно-технологічні розробки орієнтовані на реалізацію можливостей інформаційних та комунікаційних технологій на уроці хімії.

До дидактичних можливостей хмарних технологій відносяться:

1. Організація спільної роботи великого колективу учнів у ході підготовки до уроку, виконання проєктів, аудиторної роботи;

2. Швидке включення створюваних продуктів до освітнього процесу через відсутність територіальної прив'язки користувача сервісу до місця надання;

3. Організація інтерактивних занять і колективного викладання; виконання учнями самостійних робіт, у тому числі колективних проєктів, в умовах відсутності обмежень на «розмір аудиторії» та «час проведення занять».

Таким чином, головною дидактичною перевагою використання «Хмарних технологій» у вивченні хімії є організація спільної роботи учнів та вчителя.

Таким чином, основним завданням сучасної системи освіти є створення достатньої кількості методичних рекомендації щодо ефективного використання хмарних технологій у викладанні хімії та організація співпраці з їх використанням. Проте, в освітній процес, у тому числі і в процесі навчання хімії, включення хмарних технологій відбувається з затримкою і ще не знайшло широкого застосування. [2]

1. Бондар Л. Інформаційнітехнології при викладанніхімії / Л. Бондар, О. Міщенко // Хімія. – 2011. – Жовтень. – № 29. – с. 10–13.

2. Інтерактивненавчання на уроках хімії / Упоряд. Г. Мальченко, О. Каретникова. – К.: Ред. загальнопед. газ., 2004. – 128 с.

3. Нісімчук А.С., Падалка О.С., Шпак О.Т. Сучаснінедагогічнітехнології. – К.: Просвіта; 2000.-368с.

4. Селевко Г.К. Сучасніосвітнітехнології.-М: Народнеутворення, 1998р.-255с.

МОЖЛИВІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ STEM-ОСВІТИ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Маринич Наталія Степанівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
І курсу, natashamarynych5@gmail.com
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 Україні освіта є одним із ключових факторів економічного розвитку, а STEM-освіта – одним із головних трендів інноваційної освіти в усьому світі [1]. У сучасну епоху бурхливого розвитку інноваційних технологій виникла освітня потреба в якісному навчанні учнів закладів загальної середньої освіти математики, фізики, програмування та природничих наук, серед яких хімія займає центральне місце. Україна прагне інтегруватися в європейський та світовий освітній простір, а тому, потребує реалізації сучасних методів і форм навчання, шляхом впровадження концепції STEM-освіти у заклади загальної середньої та вищої освіти.

Основною метою STEM-освіти є реалізація національної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту», метою якого є посилити розвиток науково-технічної спрямованості в освітньо-методичній діяльності на всіх рівнях і створити науково-методичні засади підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності вчителів природничих наук.

Навчання STEM називають «зворотнім навчанням», адже ланцюжок «від теорії до практики» в STEM перевернутий: спочатку – грати, винаходити та возитися з пристроями і механізмами, а потім, в ході цієї діяльності опановувати теорію та нові знання [2]. Запровадження системи STEM-освіти зумовлене вимогами «Нової економіки 21 століття». Найбільша перевага даної концепції освіти поляє в тому, що вона допомагає здобувати нові знання не відокремлено, а шляхом інтегрування різних предметів в єдину освітню систему, і дає учнім можливість застосовувати наукові та технологічні знання в реальному, практичному, щоденному житті. Ключові компетентності можна розвивати миттєво через усі навчальні предмети [3].

Опираючись на дослідження Х. Ернані, А. Перманасарі та А. Сягідул Шидіка «Ставлення вчителя хімії до навчання STEM», вчителі мають достатні знання для реалізації навчання хімії за допомогою підходу STEM [4]. На практиці вони мають потребу та реалізують навчання хімії з використанням підходу STEM. Основними проблемами, з якими стикаються вчителі при впровадженні підходу STEM є відсутність звички вивчати об’єкт комплексно, з позиції різних наук та обмежений час для реалізації навчання з використанням міжпредметної інтеграції змісту. Водночас, на думку вчителів, впровадження STEM-концепції на уроці хімії розширює роль хімічної науки в розвитку потенціалу учнів до оволодіння навиками 21 ст. та може покращити навички учнів жити в цю епоху.

Підхід STEM можна реалізувати за допомогою різних методів навчання, таких як проєктне, проблемне та дослідницьке навчання. Хімічні компетенції в процесі навчання в закладі загальної середньої освіти можна формувати сумісно з фізикою, біологією, екологією, географією, інформатикою, історією тощо, реалізуючи міжпредметні змістові лінії: здоров’я та безпека, екологічна безпека, сталий розвиток тощо [5]. При цьому елементи знань з перерахованих предметів також можуть здобуватися в ході вивчення хімії. Здобуті під час навчально-дослідницької діяльності навички здобувачі освіти зможуть застосовувати для самоосвіти, саморозвитку та самореалізації в житті, пізнання об’єктів оточуючого середовища.

Основним завданням сучасної методики навчання хімії є розробка та впровадження сучасних засобів, методів і форм навчання хімії в світлі Концепції розвитку природничо-математичної (STEM-освіти).

1. Holmlund T. D, Lesseig K, Slavit D. (2018). *Making sense of "STEM education" in K-12 contexts.* International Journal of STEM Education, 5(1).
2. Edwin B, Edwige K, Adrian R M. (2022). *Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature.* Review article . Heliyon,
3. Depuydt D, Hendrickx K, Mehdikhani M, Petrov N. A, Lomov S V, Seveno D (2018). *First steps in composite materials for schoolchildren: A STEM educational project. Composites* Part A: Applied Science and Manufacturing, 109, 298–302.
4. Ari Syahidul Shidiq, Permanasari A. Hernani H. (2020). Chemistry Teacher's Perception toward STEM Learning. Conference: The 2020 International Conference on Education Development and Studies At: Paris, France
5. Vongai M, Christopher M. (2022*).* Online STEM teaching of practical chemistry: Challenges and possibilities. A Conversation on New Approaches to Teaching and Learning in the post-COVID World. 115-127

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СПОСОБІВ СИНТЕЗУ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мельниченко Марія Василівна,
здобувач вищої освіти І курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти,
masha.melnychenko16@gmail.com
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

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

Використання експерименту для вивчення способів синтезу органічних сполук в закладі вищої освіти є досить актуальною темою для вивчення, оскільки органічна хімія – це наука, яка найбільше впливає на розвиток сучасного суспільства. Таким чином, постає гостра проблема для підготовки майбутніх студентів-фахівців не тільки до роботи на виробництвах, а до створення нових хімічних речовин, технологій, виробництв. Експериментальні дослідження відіграють дуже важливу ролі у процесі формування майбутніх фахівців. [1]

Експеримент – особливий вид діяльності дослідника, що виконується для підтвердження або спростування гіпотези або теорії. Таким чином, для проведення експерименту необхідно встановити гіпотезу та вивчити теоретичні аспекти даної роботи. Експеримент є одним із методів наукового дослідження, в якому вивчення явищ зазвичай проводять в доцільно обраних або штучно створених умовах, які забезпечують протікання тих чи інших процесів для встановлення взамозв'язків між ними. Важливими характеристиками експерименту є його надійність та валідність.[2]

Важливим є і планування експерименту – процедура вибору умов та числа проведення дослідів, необхідних для вирішення поставленої задачі.

Так, перед проведеням органічного синтезу студент-хімік має врахувати умови, за яких буде відбуватися даний процес, вивчити властивості речовин, з якими має справу та опрацювати методику, за якою буде проводити синтез.

Наприклад, здобувачі Житомирського державного університету імені Івана Франка бакалаврського рівня вищої освіти на 4 курсі вивчають дисципліну «Методи синтезу органічних сполук», яка передбачає синтезування нових речовин за наявною методикою. Дисципліна включає в себе опрацювання 6 теоретичних модулів – здавання колоквіумів та власне проведення синтезу до кожного з них.

Також здобувачі першого і другого рівня вищої освіти виконують кваліфікаційну роботу з органічної хімії, де синтезують нові органічні речовини та в подальшому вивчають їх хімічні і фізіологічні властивості, спираючись на раніше опрацьовані літературні джерела [3].

За допомогою планування і проведення органічного синтезу можна досягти певних цілей: 1) отримання кінцевого продукту з метою подальшого дослідження його властивостей; 2) довести будову (передбачення структури); 3) оптимізація методики (отримання цільового продукту у певній кількості); 4) апробація нової методики (вивчення нової методики на досі невивчені класи органічних сполук) [1]

Тож, основним завданням органічного синтезу є отримання сполук заданої хімічної структури. Планування передбачає знання наступних речей: структури реагуючих речовин і механізму їх взаємодії [1]

Отже, експеримент є досить важливим при вивченні способів синтезу органічних речовин, оскільки саме він дає змогу спростувати або підтвердити опрацьовану теорію та поставлені гіпотези, а також отримати необхідні практичні навички. Майбутнім фахівцям це дає змогу розвивати практичне мислення, оскільки необхідно наперед продумати результати дослідження, а іноді і скласти методику, за якою буде проведено дослідження, що формує із студента професіонала.

1. Ведута В. В. Органічний синтез : навчально-методичний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (Хімія) / В. В. Ведута, Н. Ф. Федько. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. – 160 с.

2. Л. Озадовська. Експеримент // / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. — Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. — 742 с. —1000 екз. — ББК 87я2. — ISBN 966-531-128-X.

3. Основи теорії планування експерименту: Навч. посіб. для студ. / В. М. Засименко; Держ. ун-т «Львів. політехніка». — Л., 2000. — 204 с.

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ У 7-9 КЛАСАХ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Міщук Богдан Володимирович
здобувач ІІ курсу магістерського рівня вищої освіти, mishchukbohdan@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чумак Володимир Валентинович
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Освітній процес сучасного закладу загальної середньої освіти постійно модернізується та потребує нових підходів до його оптимізації. Протягом останніх двох років, у зв'язку із погіршенням санітарно-епідеміологічної ситуації внаслідок поширеності коронавірусу SARS-CoV (COVID-19), а також режиму воєнного стану внаслідок збройної агресії Російської Федерації, в Україні набула поширення та становлення дистанційна форма навчання в закладах загальної середньої освіти. Це своєрідний виклик часу, який потребує впровадження нових підходів та методів роботи при проведенні навчальних занять. Дистанційна система навчання має на меті створення найбільш сприятливих умов для учнів, в процесі здобуття ними освіти та підвищення кваліфікації завдяки впровадженню інноваційних інформаційно-комунікаційних та педагогічних технологій в освітній процес. Необхідність у застосуванні дистанційної освіти на сучасному етапі розвитку продиктована пандемією та війною. В результаті таких разючих змін у суспільстві відбулись реформації у закладах освіти, що змісило, в свою чергу, перейти до нових методів навчання та самої системи надання освітніх послуг [1].

Сучасні тенденції розвитку загальної середньої освіти, які пов'язані із введенням нових державних освітніх стандартів, поступовою інформатизацією освіти, перепрофілізації традиційних технологій навчання на здійснення самостійної дослідницької роботи, вказують на те, що вдосконалення системи освіти унеможливлюється без впровадження новітніх технологій навчання, інформаційно-комунікативних технологій, електронного навчання, а також без підвищення рівня розвитку дітей [2], що є необхідною передумовою сформованості ключових та предметних компетентностей випускника закладу загальної середньої освіти. Необхідно зауважити, що дистанційне навчання стало мотивацією до розвитку як педагогів, так і здобувачів освіти. Постійна комунікація та обмін інформацією дає змогу опанувати найновітніше устаткування для діяльності. Саме інформаційні технології мають важливий вплив на процес засвоєння нових знань, умінь та навичок.

Дистанційна освіта стала перспективою розвитку усієї системи освіти, адже розпочалось більш інтенсивне використання гаджетів та цифрових технологій. Звичайно, що така форма навчання не замінить живого спілкування, однак у тих умовах, які виникли, це стало найкращим рішенням для розвитку та навчання усіх здобувачів освіти. Вивчення хімії у таких умовах потребує більш нових форм та методів роботи із застосуванням віртуальних дослідів та демонстрацій хімічних властивостей речовин різної природи. Внаслідок цього можливо і доцільно використовувати різноманітні відеофрагменти, віртуальні досліди, хімічні лабораторії, платформи, які дозволять поглибити знання, уміння та навички, а також розширити кругозір здобувачів освіти [4]. Хімія є важливою навчальною дисципліною, яка потребує використання нових форм та методів роботи із використанням віртуальних експериментів та лабораторій, а також формуванням інформаційно-комунікативних компетентностей. Варто зазначити, що під час дистанційного вивчення хімії необхідно застосовувати ще більше методів контролю та самоконтролю навчальних досягнень здобувачів освіти, адже в таких умовах не завжди можливо перевірити якість знань [2].

Під час дистанційного навчання доцільно використовувати різноманітні тести на онлайн-платформах, задачі, хімічні диктанти. Реалізація сучасних інформаційних технологій,

на яких базується дистанційне навчання, забезпечує активний пізнавальний процес, роботу здобувачів освіти з різними джерелами інформації, сприяє ефективному опануванню навчального матеріалу та формування ґрунтовних знань, умінь та навичок [1].

Наприклад, можна для контролю використати моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор і спільне розв'язування проблем на основі аналізу обставин та відповідної ситуації [3].

Для учнів 7-9 класів можна використати тестові завдання, розв'язувати задачі за алгоритмом, переглядати відеофрагменти демонстраційних дослідів, використовувати різноманітне програмне забезпечення. Основними аспектами дистанційного навчання школярів можна вважати системність, нову дидактичну якість програмно-методичного забезпечення, багатофункціональність, адаптивність, новітні засоби навчання, технологічну мобільність змісту. Дистанційне навчання сприяє поширенню інформаційно-комунікаційних технологій, використанню їх засобів (SMART-дошка, навчальні CD-диски, мультимедійне програмно-методичне забезпечення, використання аудіо-, відеоматеріалів, телевізійних навчальних програм, Інтернету) [5].

Нові перспективи навчання у закладах загальної середньої освіти сприяють формуванню своєрідного багажу знань із хімії. В контексті подальшого використання дистанційного навчання має бути сформовано єдиний підхід до вибору методів, форм, засобів використання елементів дистанційного навчання школярів: доцільно послідовно розглянути варіанти побудови елементів дистанційного навчання для різних навчальних рівнів або ступенів шкільної освіти [1]. Це дозволить більш чітко окреслити вимоги до варіантів побудови дистанційного навчання з урахуванням доцільності, можливості й економічних чинників. Критерії, сформульовані для різних варіантів апаратного і програмного забезпечення в дистанційному навчанні, мають орієнтуватися на використання різних видів комунікацій (наприклад, електронних) задля адаптивності й повноти використання різних елементів дистанційного навчання учнів.

Отже, педагоги активно працюють над вдосконаленням освітнього процесу в умовах дистанційної форми навчання, однак мріють повернутись до звичного режиму викладання навчальних предметів. Важливо і доцільно постійно вдосконалювати свої навички роботи з комп'ютерними інноваціями, активно впроваджувати їх у методику власного викладання. Звичайно, що всі інновації потребують поступового впровадження, однак дистанційне навчання стало вимогою та необхідністю часу. Потрібно раціонально розподіляти свій час, акцентувати увагу на основних моментах під час уроку та розробляти різні завдання для поточного та тематичного контролю.

1. Бачурін Г. В. Дистанційне навчання – як виклик часу під час пандемії COVID–19/ Г.В. Бачурін // 2020. Т. 24, N 3. С. 257–258
2. Березан О. Збірник ускладнених задач з хімії / О.В. Березан // Тернопіль: Підручники та посібники, 2004. 144 с.
3. Бугайчук К.Л. Дистанційне та електронне навчання: сутність, особливості, співвідношення / К.Л.Бугайчук //Вісник післядипломної освіти, 2014. С. 17-27.
4. Нетрибійчук О. Використання хмарних сервісів і технології перевернутого навчання на уроках хімії / О. Нетрибійчук// Біологія і хімія в рідній школі. 2017. №5. С. 2–3.
5. Нечипуренко П. П., Селіванова Т. В., Семеріков С. О., Шенаєва Т. О. Інформаційно-комунікаційні засоби формування дослідницьких компетентностей учнів у профільному навчанні хімії. Інформаційні технології і засоби навчання, 2016. Т. 56. № 6. С. 10-29.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ

Миронова Карина Віталіївна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, mironovakarina007@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юріївна,
доктор філософії з галузі освіта/Педагогіка, асистент кафедри хімії, chem.@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Хімія - наука експериментальна, тому хімічний експеримент органічно вплітається в програму усього шкільного курсу. Добре підібрані досліди дозволяють наочно відобразити зв'язок теорії і експерименту і на практиці пересвідчитися в дієвості законів хімічної науки і можливості наукового передбачення. Використання хімічного експерименту в навчанні дозволяє ознайомити учнів не тільки з самими явищами, але і методами хімічної науки. Крім того, хімічний експеримент як джерело придбання емпіричних знань служить надійним засобом перетворення знань в переконання, а, отже, сприяє формуванню та сприймання світогляду.

Учбовий хімічний експеримент - метод навчання, специфіка якого складається у відображенні невід'ємного компонента науки. Найважливіша особливість хімічного експерименту як кошти пізнання складається в тому, що при спостереженні і самостійному виконанні дослідів учні мають можливість наочно ознайомитися не тільки з конкретними об'єктами хімічної науки, але і з процесами якісної зміни речовин. Це сприяє пізнанню різноманіття природи речовин, накопиченню фактів для порівнянь, узагальнень, висновків і усвідомленню можливості управління складними хімічними процесами. Під експериментом розуміють спостереження досліджуваного явища при певних умовах, що дозволяють стежити за ходом цього явища і повторювати його при дотриманні цих умов.

Хімічний експеримент поміщається важливу в навчанні хімії. При виконанні дослідів учні не тільки швидше засвоюють знання про властивості речовин і хімічних процесах, але і вчаться підтримувати знання хімічними дослідами, а також придбавають уміння працювати самостійно. Учень, провідний досліди і що спостерігає хімічні перетворення в різних умовах, переконується, що складними хімічними процесами можна управляти, що в явищах немає нічого таємничого, вони підкоряються природним законам, пізнання яких забезпечує можливість широкого використання хімічних перетворень в практичній діяльності людини. Експеримент - найважливіший шлях здійснення зв'язку теорії з практикою при навчанні хімії, перетворення знань в переконання.

Результати більшості хімічних дослідів, вживаних на уроках, надають більшої змоги засвоїти пройдений матеріал та запам’ятати властивості данного експерименту з певними розчинами та сумішами, звичайно експерименти служать підтвердженням певних теоретичних знань засвоєними учнями. Тому розкриття пізнавального значення кожного досвіду - основна вимога до хімічного експерименту.

Отже, за допомогою демонстрації учням досліду, вони засвоюють краще теоретичний матеріал поданий вчителем та підвердженням рівнянням реакцій даного досліду.

1. Гаврилюк І. Хімічнийексперимент як засіброзвиткулогічногомисленняучнів // Хімія. – 2006. – №11 /479/. – С.11-17.
2. Книш Л. А. Застосуванняхімічногоексперименту при вивченніхімії // Хімія. – 2004. – №4/52/. – С. 2-6.
3. Романенко Ю., Олійник М. Технологіямоніторингунавчання: Хімічнийексперимент // Біологія і хімія в школі. – 2006.– №3.– С.43-45.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕБДОДАТКУ MOLVIEW ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Ніколаєва Юлія Вячеславівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, juliya580@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Баранчук Катерина Анатоліївна,
асистент кафедри хімії, katerinabaranchuk17@gmail.com
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

Сучасна загальна середня освіта останні три роки реалізується переважно в дистанційному форматі, це потребує від вчителя хімії володіння сучасними цифровими засобами та інструментами навчання, тобто вдосконалення власної професійної компетентності, а саме цифрової її складової. Сьогодення насичене електронними засобами навчання хімії та потребує формування основ цифрової та медіа грамотності для усвідомленого використання таких засобів для досягнення поставленої мети вивчення предмету, адже використання девайсів на уроці вже давно перестало бути інноватикою, це звичне, традиційне електронне навчання хімії. Проте, щороку змінюються учні, які вивчають хімію і відбір найбільш ефективних інструментів стає запорукою їх успішності в навчанні.

Так, вже широко використовуваний вебдодаток **Molview** є чудовою альтернативою **ChemOffice**, який є унікальним науково-інтелектуальним інтегрованим набором інструментів, який дозволяє отримувати, зберігати та обмінюватися даними та інформацією про сполуки, реакції, матеріали та їхні властивості [2]. Проте він більше орієнтований на вчених і дослідників, є заскладним для учнів і потребує ліцензії для широкого використання, натомість **Molview** [1] дозволяє вчителям і учням широкого використовувати веб-додаток і в аудиторній роботі (офлайн або онлайн), і в позакласній (проєкти, підготовка до уроку, виконання домашніх завдань), навіть із дозвіллевою метою.

Проведене опитування серед учнів 7-10 класів шкіл міста Житомира (166 учнів) дозволило визначити, що: більшість учнів (96,99%) виявили інтерес до використання в навчальній діяльності вебдодатоку **Molview**; більше половини (62,65%) хотіли б використовувати його для виконання домашньої роботи, як альтернативу малюванню формул органічних речовин і тренажер із їх складання; майже третина учнів (30,12%) знайомі з вебдодатоком **Molview**, оскільки вчителі хімії використовували його на уроках. При цьому слід зазначити, що інтерес до використання цифрових інструментів на уроках виявили всі без виключення учні (100,00%); вважають електронне навчання більш цікавим та ефективним більше половини учнів (51,81%); виявляють значний інтерес до електронних дидактичних ігор практично всі опитані (97,59%). Щоправда не всі результати настільки оптимістичні. Вважають достатнім для ознайомлення з речовинами перегляд їх фотографій у мережі Інтернет переважна більшість учнів (86,14%); розглядають як запоруку успішного опанування хімічним експериментом перегляд відеороликів і роботу в віртуальній хімічній лабораторії практично всі опитані (92,17%); усвідомлюють зміст професії хіміка, хімічного технолога, як роботу з синтезу та аналізу різноманітних хімічних речовин менше чверті опитаних (22,29%).

Таким чином, постає проблема з формування переконання учнів у необхідності контакту з хімічними речовинами, реального виконання хімічного експерименту всіма доступними способами та розширення спектру використання цифрових інструментів для

вивчення хімії в закладі загальної середньої освіти з метою переконання в сучасності та необхідності хімічної науки. Так, використання вебдодатоку **Molview** дозволяє створювати записи формул (редактор структурних формул) і переглядати їх у 3D (переглядач). Конструктор дозволяє спочатку написати структурну формулу речовини в 2D, що є вмінням складати хімічні формули, а потім перетворити її в 3D-зображення, яке легко трансформується залежно від обраних інструментів і моделей. Таке зображення можна копіювати, вставляти посилання на нього в інші документи, обертати, розглядати, наближати, змінювати фон тощо.

Основними перевагами вебдодатку **Molview** є безкоштовний доступ, легка інтегрованість у різні документи, яскравість і доступність зображення, можливість використання формул із бази зображень тощо. Використання такого додатку дозволяє легко оволодіти учням уміннями складати формули органічних речовин, будувати карбонові ланцюги та трансформувати формули ізомерів, наочно переконуватися в будові гомологів та ізомерів. Також, можливе формування змісту завдань, які відповідають змісту дидактичної гри. Наприклад, складання формул на швидкість із можливістю проєктування отриманих формул на екран, порівняння можливостей відображення складу та будови органічної речовини в вигляді структурних скорочених, якими найчастіше записують рівняння взаємодії органічних речовин, і розгорнутих і скелетних формул, які легко можна намалювати в вебдодатоку.

Цікавим є можливість формування поняття про номенклатуру органічних сполук та ізомерію з допомогою інструменту перетягування атомів і зв’язків. Учні, склавши формулу органічної речовини, можуть перетягувати карбоновий ланцюг створювати найхимерніші випадки розміщення атомів у просторі, при цьому розуміючи незмінність структури карбонового ланцюга, а отже й назви речовини, а також можуть будувати формули ізомерів і порівнювати їх структури для усвідомлення відмінності. Значний інтерес виявляють учні до виконання завдань із помилками, тобто хибами припущеними при складанні завдань – неправильна валентність атомів, помилкове сполучення їх у молекулі тощо. Такі завдання сприймаються учнями, як ігри та можуть бути основою групового (кооперативного) навчання.

Отже, використання цифрових інструментів для дистанційного та традиційного навчання хімії стають запорукою успішності учнів за умови ефективного використання їх вчителем, наявності технічних засобів і застосування методично обґрунтованих способів їх включення в навчальну діяльність. Відбір цифрових інструментів і постійна модернізація способів їх використання стає показником професійної майстерності вчителя хімії та успішності учнів у її вивченні.

1. Molview. URL : https://molview.org/(дата звернення: 01.11.2022)
2. PerkinElmer. For theBetter.URL : https://www.perkinelmer.com/product/chemoffice-chemoffice(дата звернення: 01.11.2022)

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ДОМАШНЬОГО ХІМІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Новикова Анастасія Дмитрівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, n.chapska@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юріївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
асистент кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Домашній експеримент із хімії – це особливий вид самостійної дослідницької діяльності учнів, який виконується в домашніх умовах, здійснюється за умови консультування вчителем та під наглядом батьків. Такі експериментальні завдання з хімії передбачені до обов'язкового виконання сучасною навчальною програмою з хімії для закладів загальної середньої освіти [1], тому можуть бути прикладом індивідуальної форми проведення позакласної діяльності учнів із хімії та виконуватися в позаурочний час.

Варто зазначити, що такий вид хімічного експерименту реалізовується учнями в домашніх умовах із використанням речовин ужиткового характеру за розробленою вчителем інструкцією з обов'язковим дотриманням правил техніки безпеки. У свою чергу, перед консультуванням учня з приводу реалізації хімічного експерименту в домашніх умовах, учитель повинен спочатку особисто провести обраний дослід, переконатися в його безпечності та можливості самостійного виконання здобувачем освіти.

З метою проведення експериментів у домашніх умовах відбирають такі хімічні реактиви та посуд, які є у вільному доступі, безпечні та використовуються з різною метою в побуті. Дані досліди повинні бути простими, займати небагато часу та супроводжуватися конкретними ознаками проходження хімічних реакцій [2,3]. Так, до речовин домашнього вжитку ми відносимо хімічні реактиви, які можна придбати у вільному доступі. Такі речовини можна поділити на групи відповідно до різних галузей хімічної науки, наприклад, продукти харчування (харчова хімія); будівельні матеріали, засоби для дому (побутова хімія); косметичні та гігієнічні засоби (косметична хімія), мінеральні добрива (агрохімія), лікарські препарати (фармацевтична хімія) тощо.

Тематика хімічних експериментів, які можна реалізовувати, використовуючи ужиткові речовини надзвичайно потужна, що пов'язано не лише з виконанням домашніх експериментів, передбачених навчальною програмою, а й з вивченням шкільного курсу хімії в закладі загальної середньої освіти. Так, орієнтуючись на навчальну програму з хімії, важливим є розуміння можливості виконання обов'язкових демонстраційних експериментів, навіть, у разі відсутності необхідних для цього хімічних реактивів. У такому випадку рекомендуємо використати речовини ужиткового характеру, які зможуть відобразити суть передбаченої на уроці демонстрації.

Розглянемо приклад домашнього хімічного експерименту:

Тема: Вирощування кристалів.

Мета: виростити кристали в домашніх умовах з кухонної солі.

Обладнання: стакан, олівець, нитка, кухонна сіль, дерев'яна паличка для перемішування, шматок марлі, лійка.

Хід проведення експерименту: Спочатку нагрійте воду і насипте в неї трохи солі, поки вона не перестане розчинятися (має бути перенасичений розчин). Готовий розчин перелийте в склянку. Відфільтруйте розчин через лійку з марлею, залиште розчин охолоджуватись. До охолодженого розчину занурте так звану «приманку» у вигляді кристалу солі на нитці, накрийте розчин папером та очікуйте від 2 днів до тижня. Отримуйте готовий кристал.

Результати роботи у вигляді фотозвіту або електронної презентації надайте вчителю

для подальшого оцінювання.

Таким чином, домашній хімічний експеримент допомагає здобувачам освіти свідомо засвоїти основи хімічної науки, активізувати їх пізнавальну та дослідницьку діяльність, сприяти формуванню вмінь здобувати нові знання за допомогою планування та реалізації елементарного експериментального дослідження.

1. Навчальна програма з хімії 7–9 класи. Рівень стандарту. [online] Режим доступу: http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html.
2. Найдан В. М., Грабовий А. К. Використання засобів навчання на уроках хімії: Посіб. Для вчителів . – К.: Рад. шк., 1988. – 70с.
3. Л. О. Яковішин. Цікаві досліди з хімії у школі та вдома. – С: Біблекс, 2006. – 175с.

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ «КАТАЛІЗ» ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Онищук Олександра Олегівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, alexandra.verlak@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Писаренко Сніжана Василівна,
аспірант, snezhunka1107@gmail.com
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна
асистент кафедри хімії,
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, alexkamin@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Анічкіна Олена Василівна,
кандидат педагогічних наук, доцент, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Обов'язкова освітня компонента «Фізична хімія» вивчається здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на другому курсі спеціальності 102 Хімія.

До переваг вивчення фізичної хімії як науки можна віднести те, що, використовуючи різноманітні фізичні закономірності, вдається пояснювати механізми протікання хімічних процесів та підтверджувати розрахункові значення одержаних величин експериментально. Це в свою чергу призводить до формування у здобувачів вищої освіти необхідних уявлень пам'яті як основи формування професійних компетентностей хіміка, які він зможе використовувати в подальшій професійній діяльності протягом всього життя [1].

Поняття «Каталізу» є складним у розумінні його механізмів дії на ті чи інші хімічні процеси, селективності дії каталізаторів, адсорбційних процесів на їх поверхні тощо; проте експериментальне вивчення процесів фотокаталізу не потребує значних ресурсів та громіздкого обладнання.

Детально розглянувши силабус, навчальну, робочу програми з «Фізичної хімії», які розміщені на офіційному сайті університету [2], з'ясовано, що тема: «Каталіз» входить до модуля ІІІ «Хімічна кінетика. Хімічна рівновага. Фазові рівноваги». При вивченні даної теми розглядаються механізми дії каталізаторів, теорія активованого комплексу, гомогенний і гетерогенний каталіз, ферментативний каталіз, біокаталізатори, роль адсорбції в каталізі тощо проте мало висвітлено проблематику фотокаталізу.

Як зазначають автори [3-4], вивчення фотокаталітичних властивостей, наприклад, титанвмісних сполук, є досить актуальним завданням, оскільки дозволяє вирішити низку екологічних проблем, зокрема питання фотодеградації органічних забруднень в повітрі і воді, за умови екологічної чистоти, високої ефективності каталізу, економії енергії тощо.

Метою даної роботи є: вивчення кінетики процесу фотокаталізу на прикладі барвника метиленового синього поверхнею синтетичного K_2TiO_3.

Для вивчення фотокаталітичних властивостей синтетичного калій титанату використано водний розчин метиленового синього з концентрацією 10 мг/л, K_2TiO_3, електромішалка, УФ-лампа на 40 Вт (λ = 365 – 400 нм виробництво Китай) та фотоелектроколориметр КФК-2 (λ = 670 нм, товщина кювети 2 см).

Методика виконання досліду: у хімічну склянку на 150 мл насипали 0,1 г K_2TiO_3 та доливали 25 мл вихідного розчину метиленового синього. Налаштовували електромішалку на помірне перемішування та вмикали УФ-лампу. Розчин барвнику разом з каталізатором опромінювали УФ протягом 10 хвилин. Концентрацію барвника до та після проходження фотокаталізу визначали за допомогою КФК-2 та калібрувального графіку.

Ступінь фотокаталізу (*X, %)* визначали за формулою:

$$X = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \times 100\,\%,$$

де C_0 – концентрація метиленового синього до фотокаталізу, мг/л; C_t – концентрація барвника після контакту з K_2TiO_3, мг/л

Встановлено, що за 10 хвилин опромінення УФ-лампою розчину барвника в присутності фотокаталізатора ступінь фотокаталізу становить понад 80 %.

Даний експеримент дозволяє сформувати практичне уявлення про «Каталіз» у здобувачів вищої освіти при вивченні Фізичної хімії в закладах вищої освіти.

1. Анічкіна О. В. Особливості викладання фізичної хімії в закладах вищої освіти / О. В. Анічкіна, О. М. Камінський, Л. М. Романишина // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Київ, 2021. – Вип. 84, Т. 1. – С. 9-13. URL: https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2021.84.1.02
2. Силабус, навчальна та робоча програми з обов’язкової освітньої компоненти «Фізична хімія». Режим доступу до ресурсу: https://eportfolio.zu.edu.ua/op/76/bachelor/2022/
3. М. Г. Мізілевська, В. О. Коцюбинський, А. Б. Груб'як, О. Х. Тадеуш ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТІВ АНАТАЗ/БРУКІТ [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://www.solidstatephys.chnu.edu.ua/res/solidstatephys/visnyk/t31/t31-06n35-42.pdf
4. 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. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322038159?via%3Dihub

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ НАНОХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Перехристюк Марія Миколаївна,
здобувач вищої освіти І курсу другого (магістрського) рівня, mariia.p.m.1999@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

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

Наука про нанорозмірні речовини є новою міждисциплінарною галуззю сучасної науки. Численні перспективні дослідження в даній області підкреслюють потребу у підвищенні нанограмотності студентів. Основними аргументами щодо інтеграції нанотехнологій у навчальні програми з природничих наук є їх велика освітня цінність з точки зору міждисциплінарності та ознайомлення студентів з новою концепцією природи науки з використанням сучасної наукової галузі. Більше того, нанотехнології включають сферу, яка може виступати в якості відповідного контексту для того, щоб студенти розвивали розуміння основних наукових ідей, таких як "взаємозв'язок структури та властивостей" та основний принцип, згідно з яким фізико-хімічні властивості матеріалів визначаються структурою та складом субмікроскопічних компонентів. Також, дослідники в сфері нанотехнологій підкреслюють той факт, що існує зростаюча потреба в майбутніх науковцях, знайомих з наноматеріалами, для задоволення потреб ринку праці.

Автори [1] у своїй праці пропонують новий підхід щодо вивчення властивостей речовин, які залежать від розміру, на нанорівні для студентів старших курсів хімії. Аналіз змісту навчальної програми та його подальші зміни ґрунтувалася на теоретичних засадах моделі реконструкції освіти. Проведений аналіз виявив дві фундаментальні концепції та низку заходів (визначено основні етапи викладання та пояснення матеріалу, запропоновано три основні види діяльності на заняттях), які можуть стати основним ядром викладання нанохімії в закладах вищої освіти.

Автори [2] пропонують новий підхід до викладання нанохімії у вищих навчальних закладах, який спирається на поєднання активних методів навчання. Студенти працюють у парах при розгляді теми і проведенні певної дослідницької діяльності. Тему і отриманні результати вони викладають в усній формі, виступаючи перед колегами та записуючи свої результати за певним шаблоном. Цей підхід призначений не лише як освітня та захоплююча діяльність у аудиторіях та поза ними, а й як відповідний метод оцінювання для визначення рівня розуміння студентами концепцій нанохімії, а також їх академічних, професійних та дослідницьких навичок.

Отже, формування понять нанохімії в закладі вищої школи займає одне з провідних місць у сучасних умовах науки.

1. Metaxas I., Michailidi E., Stavrou D., Pavlidis I.V. Educational reconstruction of size-depended-properties in nanotechnology for teaching in tertiary education – Chemistry Teacher International, 2021.

2. Bauer J. Teaching Nanotechnology through Research Proposals – J. Chem. Educ., 2021. - 2347–2355.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ХОДІ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ

Сероветник Ярослав Русланович,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти І курсу, serovtnik_y@ukr.net
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Авдєєва Ольга Юріївна,
доктор філософії з галузі Освіта/ Педагогіка,
асистент кафедри хімії, avdeeva8909@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

У сучасному світі значного поширення набуло навчання з використанням електронних пристроїв, мобільних телефонів, смартфонів, комп'ютерів, електронних книг тощо. Причин для таких нововведень є багато, основними з яких визначаємо діджиталізацію освітнього процесу, запровадження дистанційного формату навчання в закладах загальної середньої освіти в зв'язку з стрімким поширенням коронавірусної хвороби, а пізніше – введенням воєнного стану на території нашої держави. Тому учням необхідно швидко адаптовуватися до нових або частково змінених умов навчання. В зв'язку з вище зазначеним, корисним для здобувачів освіти буде використання різноманітних цікавих сайтів, платформ, сервісів для покращення й удосконалення набутих у процесі навчання знань і вмінь із хімії, розвитку їх творчої та пізнавальної активності, реалізації експериментальної діяльності, розуміння значення хімії в житті кожної людини тощо. [1].

На даному етапі реалізації освітнього процесу учні закладів загальної середньої освіти активно користуються такими програмами для навчання, як Google Meet, Class Room, Zoom, Human тощо. Саме завдяки таким платформам здобувачі освіти мають можливість отримувати нові знання, набувати елементарні вміння та навички, знаходячись у безпечному для них місці (вдома або за кордоном). Варто зазначити, що за допомогою програми Class Room учитель має зворотній зв'язок з учнями, може задати їм домашнє завдання та здійснити його перевірку, має можливість спілкуватися з ними один на один, допомагаючи вирішити проблемні питання.

Багато можливостей у ході дистанційного вивчення хімії надає сайт LearningApps.org, за допомогою якого можна як учню, так і вчителю створювати та грати в різні інтерактивні ігри з метою кращого засвоєння вивченого матеріалу з актуальної теми. Таким чином, учитель може створити систему цікавих дидактичних ігор і використовувати їх із метою перевірки засвоєння нового або раніше вивченого матеріалу. Дані ігри можна створювати як для індивідуальної роботи учнів на уроці, так і парної або групової, що дозволить проаналізувати всі варіанти відповідей здобувачів освіти і звернути увагу на питання, які виявилися проблемними для учнів. Варто зазначити, що даний сайт містить уже готові до використання дидактичні ігри різної тематики та надає можливість створювати власні. Так, одним із прикладів використання зазначеної платформи є створення хімічного кросворду, за допомогою якого учні зможуть закріпити набуті знання з теми «Вода» (Рис. 1).

Запитання до кросворду: 1. Фізична властивість води? 2. Хімічний елемент, що входить до складу води? 3. Який агрегатний стан зображено на малюнку? 4. За звичайних умов вода? 5. Водна оболонка Землі? 6. Вода при температурі 100°С?

Таким чином, за допомогою розв'язування завдань хімічного кросворду здобувачі освіти обмінюються набутими знаннями та застосовують їх на практиці, набувають соціальні навички *(soft skills)*, розвивають власну комунікабельність, вчаться працювати в колективі тощо.

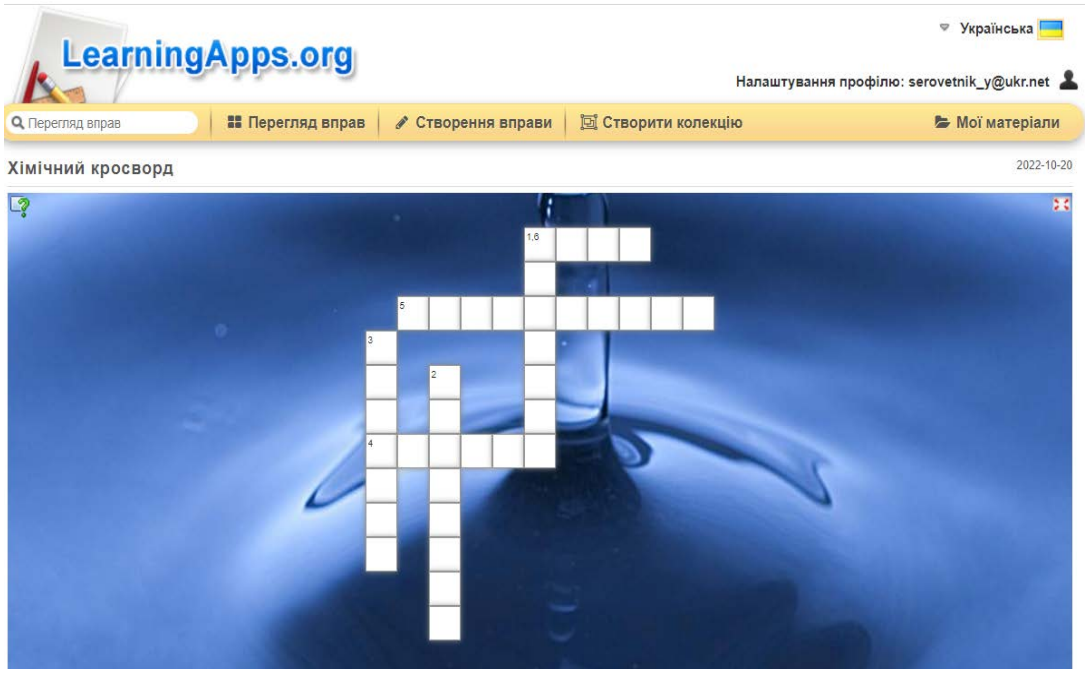


Рис. 1. Хімічний кросворд на тему «Вода»

Ще однією корисною платформою для вчителів і учнів є Molview.org, що надає можливість створювати різні 3-D молекули хімічних речовин, детально вивчати їх просторову будову, зменшувати або збільшувати розміри, розпізнавати можливі види хімічних зв'язків і використовувати дану інформацію з метою кращого засвоєння теоретичного матеріалу.

Особливий інтерес в учнів викликає цікавий сайт Phet.Colorado.Edu, який учителі використовують з метою засвоєння нової або вже відомої інформації, унаочнення хімічних процесів і поглиблення знань здобувачів освіти. Дана платформа надає можливість учням спробувати самостійно, хоча й віртуально, готувати розчини, зменшувати або збільшувати їх концентрацію, здійснювати деякі елементарні операції хімічного експерименту тощо, що суттєво впливає на підвищення інтересу до вивчення хімічної науки.

Отже, за допомогою описаних платформ учні закладів загальної середньої освіти мають можливість покращити та вдосконалити власні знання та навички з будь якої теми шкільного курсу хімії; самостійно створювати власні інтерактивні завдання на урок,нехай елементарні, примітивні, проте, це забезпечить творчий підхід до вивчення хімічної науки та розвиток їх логічного мислення.

1. Биков В. Ю. Інноваційний розвиток технологій й засобів систем відкритої освіти / В. Ю. Биков // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в закладі середньої освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. – 2012. – Випуск. 29. – С. 32-40. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn

ВИКОРИСТАННЯ МЕНТАЛЬНИХ КАРТ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ХІМІЇ

Сінельникова Надія Іванівна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
І курсу, 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

Основними вимогами до реалізації освітнього процесу в закладі загальної середньої освіти є доступність навчального матеріалу та ефективність обраних форм, методів, засобів навчання. Сучасний світ інтенсивно залучає в навчальний процес і життєдіяльність кожної людини продукти технічного прогресу. Тому традиційні звичні засоби навчання цифровізуються та переходять в електронний формат. Так, відомі радіальні схеми (*mind-map*) стали надзвичайно популярними саме завдяки появі програм із їх створення в електронному форматі. Такі схеми в літературі називають: інтелект-карта, карта знань, ментальна карта, діаграма зв'язку, асоціативна карта, карта пам'яті тощо.

Ментальна карта – це техніка візуалізації навчального матеріалу, представлена в вигляді радіальної схеми взаємопов'язаних характеристик із допомогою асоціативних малюнків. Такі карти використовують для фіксації, розуміння, систематизації, тлумачення, встановлення взаємозв'язків між поняттями, запам'ятовування значного обсягу матеріалу. Тобто, вчителю хімії ментальні карти допомагають при вивченні теми стисло викласти теоретичний матеріал.

Хімія як наука, досить важко пізнається і засвоюється без побудови певних взаємозв'язків, без логічного структурування взаємообумовлених хімічних явищ, властивостей елементів, речовин і сполук, хімічних перетворень тощо. Теоретичним фундаментом неорганічної хімії вважають закони й теорії, сформульовані ще за часів її заснування. [1].

Номенклатура неорганічних сполук повинна бути універсальною й простою за структурою. [2]. Саме з метою вдосконалення сприйняття та засвоєння інформації учнями створюються ментальні карти до окремого поняття, теми, розділу, галузі хімії або цілого предмету. Мозок людини має здатність у процесі сприйняття будь-якої інформації вибудовувати структурно-логічні схеми, зрозумілі лише йому. Карти знань дозволяють поетапно створювати узгоджену систему взаємопов'язаних понять, термінів, характеристик тощо. Таким чином, вибудовуються зв'язки – асоціації, в яких споглядаючи один об'єкт, учень мимовільно пов'язує його (асоціює), характеризує, тлумачить через наявні взаємозв'язки. Більшість людей, у процентному співвідношенні, запам'ятовує значний обсяг теоретичного матеріалу за допомогою методу візуалізації, особливо за умови його осмислення. За даними дослідників використання ментальних карт покращує запам'ятовування людиною на 25%.

Отже, ментальні карти застосовуються в навчально-педагогічній діяльності вчителя хімії, як нестандартна, унікальна можливість працювати з інформацією, подавати та розкривати її у доступному, спрощеному форматі. Особливий інтерес викликає можливість створення ментальних карт з допомогою цифрових інструментів, таких як, Bubbl.us; Mind42; FreeMind; Mindmeister; SpiderScribe; Cacoo; Popplet тощо.

Проте, слід зазначити, що іноді читання ментальних карт перетворюється в занадто творчий процес, ніби у захоплююче «розгадування» суті закодованої інформації, майже на рівні інтуїції. Поняття, терміни, явища, які взаємопов'язані між собою подаються не у звичній всім лінійній формі, а вибудовуються у різних площинах. Відтворення знань про

наступні елементи може випливати з розкриття знань про попередні, але ґрунтуватися на центрі.

Характерною ознакою ментальних карт виступає можливість розкриття теми за допомого не тільки слів і не завжди звичних. Ментальні карти можуть будуватися з акцентом на малюнках, кольорах, символах, картинках тощо. Головною вимогою побудови ментальних карт є наявність належних зв'язків між запропонованими поняттями, інакше втрачається сенс їх створення.

На уроці хімії, особливо на початковому етапі її вивчення, створюючи цікаві, яскраві, інформативні ментальні карти до кожної теми чи поняття, вчитель задіює усі свої креативні ресурси. Презентуючи розроблені ментальні карти, вчитель перетворює звичайний урок у захопливе обговорення творчої роботи, а перегляд ментальних карт сприяє утворенню в мозку учнів яскравих оформлених образів, що поєднуються в систему. У старших класах, вчитель може пропонувати учням самим створювати такі карти до теми уроку чи окремого поняття, систематизуючи та актуалізуючи вже наявні знання. А поєднання можливості створення ментальних карт із допомогою електронних сервісів, дозволяє мотивувати учнів до вдосконалення цифрової компетентності та вивчення хімії.

У молоді сьогодення дещо специфічне ставлення до освітнього процесу в закладах загальної середньої та вищої освіти. Вони вважають традиційне навчання нецікавим, застрілим, непотрібним, оскільки все легко можна знайти в Інтернеті. Тому основним завданням сучасного вчителя є не лише передати хімічні знання, сформувати предметні компетентності, а зацікавити учнів до вивчення хімічної науки, навчання як способу здобуття майбутньої професії, самовизначення та самовдосконалення. І малювання ментальних карт може стати одним із таких засобів, адже наблизить вчителя та учнів у процесі здобуття освіти, організує певну комунікацію, дозволить розвинути вміння публічних виступів і креативність мислення, сприятиме зацікавленню та захопленню творчим процесом складання та читання карт, при цьому зменшивши необхідність записування значного обсягу лінійної інформації.

1. Голуб А. М. Загальна та неорганічна хімія / Н. І. Сом. — К. : Вища школа, 1968. — Т. 1. — 441 с.
2. Білодід О. І., Голуб О. А., Корнілов А. М. та ін. Вступ до хімічної номенклатури. — К., 1997;
3. Елементи хімічні та речовини прості. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення. Державний стандарт України. ДСТУ 243994; Періодична система хімічних елементів / В.В. Скопенко, М.Ю. Корнілов та ін. — К., 1997.

МОЛЕКУЛЯРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТ STEM-ОСВІТИ

Ташута Катерина Сергіївна,
здобувач ІІ курсу магістерського рівня вищої освіти, ktasuta@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Чайка Микола Володимирович
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Прогресивний розвиток комп'ютерних технологій передбачає пошук нових форм та методів у процесі підготовки та проведення навчальних занять. Це потребує детального опрацювання наукової інформації, адже комп'ютеризовані системи є потужним джерелом наукового пізнання та формування баз інформаційних даних. Однак, це питання в Україні ще недостатньо вивчене та потребує конкретизації з метою впровадження передового педагогічного досвіду в освітній процес [1].

Навчання хімії потребує вдосконалення форм та методів викладання із урахуванням вікових та індивідуальних особливостей здобувачів освіти. Система загальної середньої освіти сьогодні перебуває на етапі інтеграції із європейськими цінностями та орієнтирами, що свідчить про поступову модернізацію методики викладання навчальних дисциплін. Важливо розуміти, що використання комп'ютерних технологій у навчанні хімії дає можливість ефективно проводити уроки навіть під час дистанційного навчання у режимі online.

Актуальним методом та своєрідною технологією навчання є молекулярне моделювання, що є інтегрованим елементом STEM-освіти, який дає можливість учням спостерігати за дослідами та експериментами із хімії, що дозволяє формулювати висновки, прогнозувати хід реакцій тощо. В результаті впровадження у освітній процес молекулярного моделювання, створюються широкі можливості для формування природничої компетентності учнів в процесі навчання хімії.

Молекулярне моделювання – це метод комп'ютерної графічної візуалізації наукової інформації, який полягає у поступовому вивченні матеріалу від складного до простого, тобто дає можливість застосувати свої знання та уміння на практиці. Модель дозволяє візуалізувати існуючий рівень пізнання про досліджуваний об'єкт та формувати уявлення про особливості будови речовин або молекул. Варто зазначити, що використання молекулярного моделювання у процесі навчання хімії є достатньо ефективним, оскільки у деяких випадках застосування цього методу забезпечує суттєву перевагу над традиційними формами навчання, адже можливе та доцільне використання комп'ютерних моделей під час вивчення шкільного курсу хімії [3].

В молекулярному моделюванні можливо розглянути схеми та будову як індивідуальних молекул, так і багатокомпонентних систем. Багатофункціональний графічний інтерфейс сучасних комп'ютерних систем і баз даних, доступність роботи в режимі онлайн дає можливість проєктувати будову та структуру молекул, речовин чи атомів [2]. Однак, сьогодні неможливо створити таку модель, яка зможе деталізувати усі реальні фізико-хімічні процеси, тому що створюється лише приближений опис явища, але в різних моделях знаходять відображення різні його властивості. Молекулярне моделювання можна використовувати лише тоді, коли процес дослідження реального об'єкту неможливий та незручний, до прикладу, це можуть бути моделі будови атома чи молекули, адже розмір молекул менше тієї межі, який можна розглядати оком, тому що довжина хвилі видимого світла істотно перевершує характерні розміри більшості молекул. Важливо розуміти, що модель є провідною ланкою між дослідником та об'єктом, виконує функції замінника об'єкта

та дозволяє отримати нові знання про цей об'єкт.

Пріоритетним напрямком розвитку й становлення сучасної системи освіти є виховання висококомпетентної особистості, яка постійно розвивається, самостійно вивчає навчальний матеріал, а також вміє критично мислити, опрацьовувати різноманітну інформацію, використовувати набуті знання й уміння для творчого та раціонального вирішення проблем та ситуацій. Сучасна школа має на меті створення безпечного освітнього середовища для формування особистості з певними якостями, які необхідні для її реалізації у соціумі, адже врахування потреб та інтересів учасників освітнього процесу є першочерговим стратегічним завданням для підготовки і становлення професіонала у майбутньому. У зв'язку із цим потрібно впроваджувати ефективні педагогічні технології у процес навчання та виховання [4].

Молекулярне моделювання сьогодні є достатньо ефективним інноваційним прийомом для реалізації елементів та принципів STEM-освіти [5], адже під час створення моделей учні вирішують проблемні завдання та ситуації, поставлені вчителем, через застосування наукових знань, інформаційно-комунікативних технологій, математики, а сам процес створення молекулярної моделі є елементом проєктної технології навчання, яка має конкретні вимоги, а сам процес створення моделей є груповобою роботою. Здобувачі освіти вчаться під умілим керівництвом педагога самостійно створювати продукт із характерними властивостями та ознаками.

Метод моделювання дозволяє послідовно вивчати матеріал складного до простого, а також створити доступний об'єкт для узагальнення його властивостей у процесі навчання хімії [3]. Зазвичай доцільно моделювати будову атома, будову електронних оболонок атома, працювати з моделями молекул, моделями хімічних процесів, моделювати хімічну будову речовини, типи хімічних зв'язків.

Отже, молекулярне моделювання у хімії є важливим елементом реалізації принципів та перспектив STEM-освіти і передбачає розвиток уяви та образного мислення здобувачів освіти, формування пізнавальних інтересів до предметів, сприяє формуванню навичок пошукової роботи тощо. Необхідно і доцільно використовувати різні онлайн-сервіси та програмне забезпечення з метою повного розкриття навчального матеріалу.

1. Биков В. Ю. ІКТ-аутсорсінг і нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ. Інформаційні технології і засоби навчання. 2012. № 4 (30).
2. Бондар Л. Інформаційні технології при викладанні хімії / Л. Бондар, О. Міщенко // Хімія. 2011. Жовтень. № 29. С. 10-13.
3. Використання системи комп'ютерного моделювання в умовах дистанційного навчання: збірник матеріалів / за заг. ред. С. Г. Литвинової., О.М. Соколюк. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 195 с.
4. Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в середніх і вищих навчальних закладах. Комп'ютер у школі та сім'ї М.І. Жалдак // Київ: 2013. № 3. С. 8–15.
5. Чумак В.Л., Нешта Т.В. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології: лабораторний практикум / уклад. В.Л. Чумак, Т.В. Нешта. Київ : НАУ, 2015. 60 с.

КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ – МОЖЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ХІМІЧНИХ ЗНАНЬ

Терещенко НаталіяІгорівна,
Здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня ІІ курсу, morozyuk908@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Романишина Людмила Миколаївна
професор, доктор педагогічних наук,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

АнічкінаОленаВасилівна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Запровадження STEM-навчання здатне підготувати здобувачів освіти до післяшкільного навчання та працевлаштування відповідно до вимог сьогодення. Запровадження інтеграції навчання шляхом залучення STEM-освіти є актуальним, адже воно дає змогу «спресувати» споріднений матеріал ряду навчальних предметів довкола однієї теми, усунути дублювання у вивченні певних питань, ущільнити знання, опанувати великий обсяг навчального матеріалу, досягти цілісності знань, залучати здобувачів освіти до процесу отримання знань, формувати творчу особистість і здібності здобувачів освіти, дати можливість у подальшому застосовувати набуті знання з різних навчальних предметів у професійній діяльності.

Головна мета STEM-освіти полягає у формуванні й розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молодого покоління, рівень якого визначає конкурентну спроможність на ринку праці, вдосконаленні в закладах освіти науково-дослідної та інженерної освіти. Завдання STEM-освіти: зростання кількості здобувачів освіти, які виявляють інтерес до технічної творчості, нових технологій та досліджень у міжпредметних суміжних галузях, розвиток умінь і формування в молодих інноваторів навичок (креативність, уміння бачити і розв'язувати проблеми, вміння працювати в команді, комунікативні навички), підтримка наукової, технічної та інженерної складових в додатковій освіті здобувачів освіти та розширення можливостей залучення здобувачів освіти до роботи у природничо-наукових та інженерних лабораторіях, надання доступу до сучасного обладнання та інноваційних програм, мотивація здобувачів освіти старших класів до продовження освіти в науково-технічній та інженерній сферах, ознайомлення з новими технологіями, популяризація винахідницької та науково-дослідницької діяльності, проєктно-орієнтоване навчання здобувачів освіти під керівництвом молодих вчених та інженерів і формування експертної спільноти з оцінки результатів діяльності STEM-центрів регіонального, обласного і районного рівнів, створення умов задля адаптації та впровадження інноваційних програм [6, с. 232].

Інтегровані уроки хімії, які включають використання STEM-освіти, дають змогу сформувати такі наступні компетенції: ціннісно-смислові (розуміння мети уроку та важливості вивчення теми), загальнокультурні (культура мовлення, почуття патріотизму та історичні дані про населений пункт), інформаційні (робота з комп'ютером і вміння самостійно підбирати необхідний матеріал), комунікативні (вміння працювати в групах, слухати, спілкуватись і лояльно ставитись до людей протилежною точкою зору). Для ефективного проведення інтегрованих уроків хімії на основі STEM-технологій необхідні такі умови, як: правильне визначення об'єкту вивчення, ретельний і відбір змісту уроку; високі професійні якості педагогів, що забезпечать творчу співпрацю вчителів і здобувачів освіти; включення в навчальний процес самоосвіти здобувачів освіти; використання методів проблемного навчання, активізація розумової діяльності на всіх етапах уроку; осмислене

поєднання індивідуальних і групових форм роботи; обов'язкове врахування вікових і психологічних особливостей здобувачів освіти [8].

Ключовими аспектами STEM-підходу в проведенні інтегрованих уроків хімії є: інтеграція в єдину парадигму змісту й методології природничих наук, інформаційних технологій, інженерного дизайну та математичного інструментарію; конструювання навчальних планів та програм на міждисциплінарній засаді; інтегроване навчання згідно з певними темами, а не окремими навчальними дисциплінами; використання когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань; навчання на реальних техніко-технологічних, економічних і соціально значимих проблемах; зосередження уваги на комплексному формуванні наукового та інженерного мислення.

Тож STEM-освітою передбачається формування критичного мислення та навичок дослідницької діяльності. STEM-технології вимагають від здобувачів освіти значного обсягу здібностей до критичного мислення, вміння працювати в команді та самостійно. Перед педагогами STEM-освіта ставить завдання інтеграції навчальних предметів та забезпечення в процесі навчання взаємозв'язку між суміжними науками. Перспективи використання STEM-освіти в процесі інтегрованого навчання хімії спроможні розвивати природничу, математичну, технологічну та інформатичну освітні галузі, науково-технічну творчість, підприємництво, а також формувати в здобувачів освіти критичне мислення й етичні норми науково-технічної діяльності; розробляти інноваційні навчальні програми, зокрема для здобувачів спеціалізованої освіти наукового спрямування та освітніх програм для педагогічних працівників, ураховуючи при цьому потреби ринку праці; розширювати та зміцнювати партнерську співпрацю між закладами освіти та роботодавцями; популяризувати природничо-математичну освіту; сприяти забезпеченню гендерної рівності в природничо-математичній освіті.

1. Барна О.В. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: зб. матеріалів І регіональної наук.-практ. веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль: ТОКІППО, 2017. С. 3–8.

2. Багашова В. STEM-освіта – від уроку до інновації. Наук. зап. Малої акад. наук України. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / НАН України, Нац. Центр «Мала акад. наук України». Київ, 2017. Вип. 10. С. 183–196.

3. Балик Н.Р. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фіз.-мат. освіта.* 2017. Вип. 2. С. 26–30.

4. Биковський Я.Т. До питання теоретичних положень STEM в освіті. *Наук. зап. Серія: Педагогічні науки : зб. наук. пр. / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова.* Київ, 2019. Вип. 143. С. 29–35.

5. Гончарова Н.О. Впровадження STEM-освіти в навчальних закладах (за результатами опитування науково-педагогічних працівників ОІППО). Наукові записки Малої академії наук України: зб. наук. праць. К. : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2016. Вип. 8. С. 231–240.

6. Євтушевська Т.С. Інтеграція – провідний принцип STEM-освіти. *Географія.* 2018. № 21/22. С. 2–8.

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ У 7 КЛАСІ – ІНКЛЮЗИВНИЙ АСПЕКТ

Уразов Даніл Вячеславович,
здобувач другого магістерського рівня вищої освіти, danilyrazov@gmail.com
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

АнічкінаОленаВасилівна,
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри хімії, eva_kvitka@meta.ua
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Романишина Людмила Михайлівна,
доктор педагогічних наук, професор
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Більшість учнів з різними мовними вадами вчителі виявляють під час тестування школярів на початку навчального року. Слід зазначити, що огляди логопеда не повинні обмежуватися лише виявленням мовленнєвих недоліків. Таке обстеження має визначити загальний стан мовної діяльності та рівень наявності всіх мовних засобів: вимови, словникового запасу та граматичної будови.

У процесі виявлення рівня сформованості мовних засобів (МЗ) з'ясовувалося, чи обмежуються фонологічні дефіцити лише фонологічними дефіцитами, чи є також порушення компонентів фонологічної системи, вимови звуків, лексико-граматичної будови. мова.

Якщо у дитини спотворення при вимові одного або кількох звуків лише одне, то можна зробити висновок, що в силу якихось обставин дитина не встигає у своєму мовленнєвому апараті адаптувати структуру артикуляції до вимови цих звуків.

При цьому формування фонематичного процесу не затримується, і на цій основі вчасно розвивається спонтанна передумова оволодіння аналізом і синтезом вимовних компонентів слова. Такі діти вільно оволодівають письмом і читанням, повністю інтегровані в освітню програму.

При цьому формування фонематичного процесу не затримується. На основі цих процесів з часом розвивається спонтанна передумова оволодіння аналізом і синтезом фонетичної структури слова.

Якщо неправильна вимова поєднується з недорозвиненням фонематичного процесу, то аналіз і синтез звукового складу слів у цих дітей уповільнений і проблематичний. У цьому випадку дитині важко засвоїти програмовий матеріал.

Для того, щоб корекційна робота мала успіх, потрібна співпраця вчителя-логопеда з вчителем початкових класів. Важливою умовою при роботі з дітьми з порушенням мовленневого розвитку (МР) є вироблення єдності вимог до учня логопата з боку вчителя і логопеда. Педагог повинен навчитися відрізняти логопатичну помилку від помилки, обумовленої граматичними помилками.

У дітей із порушенням мовленнєвого розвитку в різній формі та 47 різного ступеня виявляють порушення комунікативних здібностей. Усім дітям із тяжкими вадами мовлення властиві відсутність мотивації до спілкування, невміння орієнтуватися в ситуації взагалі або під час конкретних обставин з допомогою дорослого, розлади поведінки, труднощі в комунікації, підвищена емоційна стомлюваність. Через це потрібно цілеспрямовано навчати дітей засобам спілкування та як застосовувати ці знання у щоденній практиці. Педагог, який навчає таких дітей повинен працювати не лише з фонетичною, лексичною та граматичною будовою мовлення, а приділяти увагу ще й подоланню супровідних дефектів, ускладнюючих процес реабілітації дитини.

Перед педагогом стоїть завдання визначити найбільш адекватну систему організації процесу навчання, знайти для кожної дитини найбільш оптимальні індивідуальні методи та прийоми корекції. Необхідно, щоб форми корекційно-педагогічної роботи були доступними,

цікавими для дитини, незалежно від її мовленнєвого, фізичного й розумового розвитку.

Тому для соціалізації дитини з мовленнєвими порушеннями педагог повинен працювати у таких напрямках:

- формування творчої соціально адаптованої особистості;
- створення сприятливих умов для становлення соціальної компетентності дитини;
- виховувати потребу в спілкуванні з однолітками;
- формувати комунікативні вміння;
- спонукати до ініціювання контактів;
- сприяти становленню мовленнєвої комунікації, вчити підтримувати діалог, вести бесіду.

Кілька порад учителю:

■ Коли ви помітили, що у вашому класі є учень, який має схожі труднощі, проконсультуйтеся з учителями, котрі навчали дитину в попередні роки.

■ Запитуйте в учня про труднощі, які він відчуває під час сприйняття, обробки, застосування інформації (нового матеріалу). З'ясуйте, яку інформацію учень не сприймає.

■ Запропонуйте інший спосіб (якщо учень не може читати, поясніть усно, якщо не сприймає на слух – подайте у письмовому вигляді).

■ Виконуйте всі рекомендації логопеда, інших фахівців, батьків щодо спеціальних вправ та адаптації матеріалу для конкретного учня.

■ Дізнайтеся про можливості використання спеціальних комп'ютерних програм (наприклад перетворення друкованого тексту в аудіо відтворення), інших технічних засобів, залежно від особливостей навчання конкретного учня.

Для проведення формувального етапу педагогічного експерименту нами, перш за все, була проаналізована програма з хімії для закладів середньої освіти та чинний підручник для сьомого класу . Ми визначили на яких уроках доцільно застосовувати розроблені нами методи, форми, прийоми для учнів з вадами опорно-рухового апарату.

Один із прийомів, який ми найчастіше використовували для школярів з порушенням опорно-рухового апарату – це робота з картками. Завдяки цьому прийому значно зменшується навантаження на руки дитини. У той час, коли більшість класу виконує письмове завдання, школярі з вадами опорнорухового апарату виконують роботу з картками (для цього необхідно заздалегідь роздрукувати картки із різноманітними символами, формулами, цифрами та необхідними позначками. Ці карточки розкладаються перед школярами і вони складають формули основ, кислот, оксидів, складають рівняння реакції та розставляють відповідні коефіцієнти). А асистент, який сидить поряд і працює з цими учнями, переписує складені рівняння реакцій до зошитів. Прийом роботи з картками застосовувався на різних уроках: і для вивчення нового матеріалу, і для узагальнення та систематизації знань. Наприклад на уроці з теми «Фізичні та хімічні властивості кислот (дія на індикатори, взаємодія з металами). Ряд активності металів. Реакції заміщення. Заходи безпеки під час роботи з кислотами» на етапі актуалізації знань нами було запропоновано учням з порушенням опорно-рухового апарату роботу з картками.

Суттєвою і дуже корисною допомогою стало використання онлайн сервісів. Найбільш зручною виявилася програма Learning Apps. Це програма, створена для викладання навчального матеріалу за допомогою невеликих інтерактивних модулів із подальшою перевіркою засвоєння навчального матеріалу. Для виконання завдання учню потрібно лише проводити пальцем по екрану ґаджету, що дозволяє полегшити трудомісткі операції та виключає необхідність написання, що є таким складним, а іноді й неможливим для дітей з вадами опорно-рухового апарату. Під час роботи в цій програмі учні виконували завдання та в ній і відправляли результати та відповіді вчителю.

Ще однією «знахідкою» для організації роботи з учнями з порушеннями опорно-рухового апарату стало створення лепбуку. Лепбук (з англ. lap. – 20 коліно, book – книга) – це саморобна інтерактивна папка чи книжка, в якій збираються і яскраво оформлюються різноманітні пізнавальні матеріали з певної теми [6]. Вона містить багато кишеньок та

конвертиків, де розміщено необхідний систематизований матеріал (у тому числі ілюстративний) для вивчення і закріплення знань по темі. Робити його не складно, бо окремі заготовки для створення лепбуку створювали однокласники школярів з вадами опорно-рухового апарату, а посортувати ці заготовки уже могли і учні з вадами, таким чином була організована робота в команді.

Певні ускладнення виникли при проведенні лабораторних дослідів та практичних робіт, адже для їх виконання потрібно використовувати скляний хімічний посуд та реактиви. А учні з ДЦП не можуть брати в руки та вправлятися із лабораторним обладнанням. Але проведення хімічних експериментів є невід'ємною складовою вивчення хімії. У цій ситуації допомагали сучасні технічні засоби навчання, зокрема використання дисків «Віртуальна лабораторія». У той час, коли клас виконував досліди, школярі з особливими потребами переглядали цей процес на своїх планшетах, а переглянувши вони могли, повернутись до класу та спостерігати за роботою інших учнів, за тим, як проходить хімічна реакція. Вважаємо, що застосовані на різних етапах уроку форми, методи і прийоми навчання, орієнтовані на школярів з порушенням опорно-рухового апарату, забезпечують індивідуалізацію освітнього процесу та сприяють покращенню навчальних досягнень школярів.

1. Діти з порушеннями мовлення/ URL: https://dkn.school.org.ua/news/12-20-51-28-08-2020/

2. Система роботи вчителя-логопеда на логопедичному пункті/ URL: https://beletkova70.jimdofree.com/система-роботи-вчителя-логопеда/

ВИКОРИСТАННЯ САМОСТІЙНО РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРОННИХ РЕСУРСІВ ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Черних Тетяна Миколаївна,
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, tanuyshka.ch@gmail.com,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Анічкіна Олена Василівна,
доцент, кандидат педагогічних наук,
Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна

Нова якість навчання і викладання в цілому є безумовним пріоритетом для освіти. Педагог це не тільки джерело інформації, це менеджер, який контролює і розвиває взаємодію між учнями. Одним із ключових завдань вчителя стає розвиток базових соціальних рис особистості учня. Реалізувати це можна шляхом вивчення природних явищ, пізнання наукової істини та отримання знань необхідних для практичної (побутової) діяльності кожній людині. Проте, сучасний заклад загальної середньої освіти на даний час не може повною мірою виконати такі потреби. Оскільки дистанційна форма навчання, яка переважає вже майже 3 роки, ізолює учнів від закладу освіти, а традиційна система націлена на здобуття предметних знань, умінь і навичок, без усвідомлення значення їх набуття [2, 5].

Реалізація навчання сьогодні передбачає широке використання цифрових інструментів і використання різноманітних електронних платформ, оскільки вони є формою дистанційного навчання. Такі інновації потребують високого рівня цифрових компетентностей у педагога, який у режимі онлайн намагається повною мірою викласти складний теоретичний абстрактний матеріал із хімії, щоб реалізувати зворотній зв'язок, для виконання діагностичної функції контролю [4].

Електронні ресурси сьогодні є вимогою часу, адже їх застосування має забезпечити учням можливість засвоєння навчального матеріалу з хімії відповідно до програми для закладів загальної середньої освіти. Для успішного викладання та учіння, цифрова компетентність має бути сформована, як у вчителя, так і в учнів. На сьогодні, розвиток цифрової компетентності вчителя та учнів є одним із пріоритетних завдань модернізації системи загальної середньої хімічної освіти [2].

У ході використання електронних освітніх ресурсів на уроках хімії, у здобувачів освіти формуються вміння планувати свою роботу, заздалегідь прогнозуючи її результати; використовувати різноманітні джерела інформації; аналізувати та порівнювати факти; аргументувати власні судження; приймати рішення; взаємодіяти; створювати реальний «кінцевий продукт»; представляти результати перед аудиторією; оцінювати свою діяльність і діяльність однокласників. Для електронних освітніх ресурсів важливою умовою реалізації є спільна робота вчителя та його учнів з рівним статусом обох сторін [1, 3].

З метою отримання достовірної інформації, нами використано емпіричний метод наукового дослідження – анкетування. Цей метод дає змогу конкретизувати особливості використання електронних ресурсів в реальному освітньому процесі закладу освіти під час проведення дистанційного навчання. Всього опитано 28 осіб, із них 16 осіб – педагоги зі стажем діяльності Жорнищенського, Покащівського та Олицького ліцеїв Олицької селищної ради Луцького району Волинської області та 12 здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 014.06 Середня освіта (хімія) Житомирського державного університету імені Івана Франка. Така диференціація учасників даного опитування необхідна для визначення рівня готовності до використання електронних ресурсів в освітньому процесі під час професійної підготовки та в процесі безпосередньої педагогічної діяльності.

На основі результатів нашого емпіричного дослідження розуміємо, що інформаційні компетентності дають змогу педагогам використовувати стандартні пакети програм

Microsoft Office (92,86%), користуватися засобами електронної пошти (82,14%), інформаційними ресурсами Інтернету (64,29%) тощо. На формування цієї компетентності також впливає наявність та якість навчальних інформаційних ресурсів. Так, вважають достатніми для вивчення хімії відкриті ресурси Інтернету – 67,86%; достовірними – 71,43%; відповідними всім вимогам – 46,43%; доступними – 46,43%. Незважаючи на позитивні темпи національної інформатизації, це завдання до кінця не вирішене. Не всі заклади освіти мають власні освітні веб-сайти, вчителі рідко створюють власні YouTube-канали, для забезпечення доступності та наочності матеріалу; нечасто вчителі використовують цифрові інструменти моделювання, симуляції, електронні дидактичні ігри тощо. Слід зазначити, що лише 28,57% молодих і досвідчених вчителів використовують у викладанні хімії власноруч створені електронні засоби навчання. Тому завданням закладів вищої освіти, післядипломної освіти є формування та вдосконалення цифрової компетентності вчителів хімії для забезпечення включення в освітній процес інноваційних засобів навчання, цифрових інструментів, які дозволять в складних умовах дистанційного навчання домагатися необхідних результатів.

Отже, створення електронних засобів і широке їх використання в освітньому процесі дозволяє реалізувати основні завдання вивчення хімії в закладі загальної середньої освіти, інтенсифікувати освітній процес, зацікавити здобувачів освіти та мотивувати до вивчення хімії, а вчителю дозволить візуалізувати абстрактний хімічний матеріал та оптимізувати й автоматизувати рутинну, механічну роботу. Хоч і використання цифрових засобів дозволяє зробити урок цікавим, однак відсутність контакту з речовинами та спостереження за реальним хімічним експериментом, нечасте виконання окремих дослідів, повний перехід вивчення хімії у віртуальний простір надає навчанню схоластичності, а хімічна наука набуває ознак непотрібності, шкідливості, віддаленості від практики життя.

1. Антоненко І. Електронні ресурси як об'єкт каталогізації: історія питання, термінологія, форматне забезпечення. Бібл. вісн. 2004. № 2. С. 11–22.

2. Гуревич Р. С. Формування інформаційної компетентності майбутніхучителів засобами мультимедійних технологій. Наукові записки. Серія: Педагогіка. 2007. С. 38 – 41.

3. Деркач Т. М. Інформатизація викладання хімії: від теорії до практики : моногр. Дніпро: Вид-во ДНУ, 2011. 225 с.

4. Козлов В. Є. Електронні освітні ресурси. Загальні вимоги та методика створення. Честь і закон. 2013. Вип. 1 (44). С. 73–76.

5. Кононенко Ж.В. Сучасні освітні технології. Харків: «Основа» 2016. №15-16. с. 4-30

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК:

A

Asaula V. M. 42

B

Bilym A. O. 145
Bodiak Y. M. 28
Boichuk T. M. 28, 148
Brovarets V.S. 40

D

Donchenko O. V. 147

H

Hodyna D. M. 40

K

Kachaeva M. V. 40
Kolotilov S. V. 42
Kiyko S. M. 89

M

Milyukin M. V. 145, 148

O

Oksiuta O. V. 37

P

Pashenko O. E. 37
Pilyo S. G. 40

R

Repetuyeva S. S. 148
Rozhenko O. B. 42
Ryabukhin S. V. 37, 42

S

Severin O. O. 40
Sotnik S. O. 42

V

Volkanova A. O. 89
Volochnyuk D. M. 37, 42

Y

Yehorov D. V. 42

А

Авдєєва О. Ю. 189, 190, 194, 222, 225, 230
Авдєєв С. В. 153, 154, 165, 167, 198
Аксьонова М. В. 45, 51
Алєксєєва О. О. 92
Анічкіна О. В. 174, 177, 181, 183, 185, 187, 192, 206, 214, 216, 218, 223, 227, 229, 236, 238, 241
Афанасьєва А. П. 174

Б

Бабич М. Д. 94, 149
Банацька І. С. 177
Барабаш О. В. 47
Баранчук К. А. 98, 124, 130, 179, 185, 187, 223
Барашивець І. С. 94
Басюк В. О. 96
Білошицька А. О. 181

Блищик М. О. 13
Богоявленська О. В. 57
Бойко І. О. 151
Борденюк О. Ю. 49
Боцула Д. М. 49
Букартик Н. М. 162
Бурківська І. В. 15, 153
Бутенко С. О. 51
Буш С. В. 183

В

Ванельчук І. М. 98
Варваренко С. М. 162, 171
Віленський В. О. 55, 61, 67, 69, 86, 158
Вовк М. В. 73, 77
Вовченко М. М. 154
Вринчану Н. О. 151

Г

Гедз Л. С. 100
Гнип А. В. 162, 171
Горак Ю. І. 51, 75
Грабовський Ю. І. 185
Григоров А. Б. 84
Гузенко О. М. 53, 79
Гуменюк Н. І. 151

Д

Дайнюк С. М. 187
Данилюк Н. В. 17, 21
Демчук Б. Д. 102, 104, 105
Демчук І. М. 102, 104, 105
Денисюк Р. О. 13, 23, 92, 94, 114, 116, 126, 149, 160
Дідик І. О. 189
Дорошенко Д. О. 190
Дубенко О. Є. 192
Дубенська Л. О. 33, 35
Душна О. М. 33

Є

Євдоченко О. С. 198
Єфімов І. А. 51

Ж

Жук А. О. 194
Жуковецька О. М. 53, 79

З

Загоруйко Д. О. 196
Закопайло Д. В. 54
Захаров А. Б. 132

І

Ільчук О. Р. 107
Іщенко В. М. 156

К

Камінський О. М. 15, 23, 92, 96, 98, 107, 118, 124, 128, 130, 142, 149, 160, 169, 227
Капаціла С. М. 49
Карабінська А. О. 200

Качан В. Ю. 109
Квітковська Н. П. 156
Кичкирук О. Ю. 65, 71
Кійко С. М. 132, 135
Коваль В. В. 57
Колесник Я. В. 135
Корчинська Ю. В. 202
Костюченко Ю. П. 206
Костиціна А. М. 55
Кочубей О. В. 208
Кравченко Д. В. 158
Куликівська К. Б. 61
Кусяк Н. В. 19, 109, 110, 138, 229

Л

Левковська А. О. 110
Левченко Ю. А. 214
Листван В. В. 63, 218
Литвин Р. З. 45, 51, 75
Литвинчук А. П. 160
Літвінова В. Е. 112
Лях В. І. 80

М

Майкович О. В. 162
Малик І. К. 30
Маринич Н. С. 216
Марченко К. О. 116
Марценюк О. В. 114
Матвієнко О. В. 19, 55, 61, 63, 67, 69, 71
Матіїшин Р. В. 171
Мелещук Ю. Ф. 94
Мельник Я. І. 118
Мельниченко М. В. 63, 218
Мельничук А. М. 65
Мєщанін В. І. 30, 120
Миронова К. В. 222
Мирошниченко Д. В. 30, 120
Міщук Б. В. 220
Мудрак В. В. 165
Музичка Л. В. 151
Мукіна Н. В. 120
Муращенко В. П. 122

Н

Назарова О. В. 124
Невмержицька Г. В. 67
Неук Ю. П. 126
Ніколаєва Ю. В. 223
Новикова А. Д. 225
Новожилова М. С. 33
Новосад В. В. 51
Носова Н. Г. 49

О

Обушак М. Д. 45, 51, 75
Олексюк О. Ю. 69
Омельчук А. О. 71
Онищук О. О. 227
Остапчук–Назарчук О. С. 128
Остап'юк М. Ю. 47
Остап'юк Ю. В. 47

П

Панченко Т. В. 130
Перехристюк М. М. 19, 229
Писаренко С. В. 23, 92, 107, 118, 142, 160, 169, 227
Піта Р. І. 35
Піткович Х. Є. 45
Плотнікова К. М. 35
Помилуйко О. П. 132
Походило Н. Т. 54, 83

Р

Романишина Л. М. 174, 181, 196, 236, 238

С

Салієва Л. М. 73, 77
Самарик В. Я. 80
Сачук А. В. 80
Свиридюк А. В. 167
Свиридюк К. П. 98, 124, 128
Сергєєва Є. О. 132, 135
Сероветник Я. Р. 230
Сінельникова Н. І. 232
Сітар А. А. 75
Сливка Н. Ю. 73, 77
Снігур Д. В. 53, 79
Солдаткіна Л. М. 112
Солтис Л. М. 20
Солодовнік Т. В. 25
Старко І. Ю. 21
Стасюк А. В. 80

Т

Татарчук Т. Р. 17, 20, 21
Ташута К. С. 234
Терещенко Н. І. 236
Тітов Ю. О. 92, 107, 122, 124, 130, 142, 149
Томашик В. М. 100, 114, 126
Тупичак М. А. 83

У

Уразов Д. В. 238
Устиченко Р. І. 138

Ф

Фурдига Н. О. 142

Х

Ходюк О. В. 23
Храмченко К. Р. 169

Ч

Чайка М. В. 96, 100, 122, 128, 202, 227, 234
Черних Т. М. 241
Чернявський А. В. 84
Чигиринець О. Е. 107, 142
Чумак В. В 15, 118, 200, 220, 232
Чура О. Р. 75

Ш

Шабікова В. І. 80
Шулятицький І. В. 86

Ю

Юрчук Д. В. 75

Я

Якименко І. К. 25
Яковів М. В. 171