

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

**ДВНЗ “УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**



**МАТЕРІАЛИ
ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“Теоретичні та експериментальні аспекти
сучасної хімії та матеріалів”**

10 квітня 2019

**Дніпро
“Середняк Т.К.”
2019**

УДК 54(062.552)
Т 33

Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2019: Матеріали III Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2019 р., м. Дніпро. – Дніпро: “Середняк Т.К.”, 2019. – 140 с.

ISBN 978-617-7696-98-7

У збірнику матеріалів конференції представлені доповіді учасників заочної конференції у авторській редакції за тематиками: полімерне матеріалознавство; хімія та технологія композиційних наноматеріалів; аналітична хімія навколишнього середовища та продуктів агро виробництва; інноваційні технології харчової промисловості; актуальні проблеми синтезу, структури та реакційної здатності органічних та елементоорганічних сполук; електроосадження металічних і полімерних покриттів; захист від корозійного руйнування; лакофарбові та захисні покриття.

Матеріали можуть бути корисними для викладачів, науковців, аспірантів, студентів та фахівців у галузі хімії, хімічної технології та агровиробництва.

ISBN 978-617-7696-98-7

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова комітету:

Кобець А.С., д.н. з держ.упр., проф., ректор ДДАЕУ;

Члени програмного комітету:

Чигвінцева О.П., к.т.н., доц., зав. кафедри хімії ДДАЕУ;

Чурсінов Ю.О., д.т.н., проф., зав. кафедри технології зберігання та переробки с.-г. продукції ДДАЕУ;

Деркач О.Д., к.т.н., доц., зав. кафедри експлуатації машинно-тракторного парку ДДАЕУ;

Сухий К.М., д.т.н., проф., декан факультету технології органічних речовин та біотехнологій ДВНЗ «УДХТУ»;

Ситар В.І., к.т.н., проф., зав. каф. машинобудування та інженерної механіки ДВНЗ «УДХТУ»;

Черваков О.В., д.т.н., проф., зав. каф. хім. технології високомолекулярних сполук ДВНЗ «УДХТУ»;

Ніколенко М.В., д.х.н., проф., зав. каф. аналітичної хімії та хім. технології харчових добавок ДВНЗ «УДХТУ»;

Науменко О.П., д.т.н., проф., зав. каф. обладнання і технології харчових виробництв ДВНЗ «УДХТУ», академік ТА України;

Проценко В.С., д.х.н., проф., професор кафедри фізичної хімії ДВНЗ «УДХТУ»;

Анісімов В.М., д.х.н., проф., професор кафедри машинобудування та інженерної механіки ДВНЗ «УДХТУ»;

Оковитий С.І., д.х.н., проф., професор кафедри органічної хімії ДНУ ім. Олеся Гончара;

Вишнікін А.Б., д.х.н., проф., зав. каф. аналітичної хімії ДНУ ім. Олеся Гончара, академік АН вищої школи України;

Варлан К.Є., к.х.н., доц., зав. каф. хімії та хім. технології високомолекулярних сполук ДНУ ім. Олеся Гончара.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету:

Петрушина Г.О., к.х.н., доцент кафедри хімії ДДАЕУ;

Члени організаційного комітету:

Кравченко С.В., к.х.н., доцент кафедри хімії ДДАЕУ;

Токар А.В., к.х.н., доцент кафедри хімії ДДАЕУ;

Кабат О.С., к.т.н., доцент кафедри машинобудування та інженерної механіки ДВНЗ «УДХТУ».

Аніщенко А.О., к.х.н., доцент кафедри органічної хімії ДНУ ім. Олеся Гончара;

Рула І.В., ст. викладач кафедри хімії ДДАЕУ;

Бойко Ю.В., асистент кафедри хімії ДДАЕУ.

Секція 1

Полімерне матеріалознавство.

*Хімія та технологія
композиційних наноматеріалів*

**ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВКОВИХ МАТЕРІАЛІВ
НА ОСНОВІ СТИРОМАЛЮ ТА ЙОГО СПІВПОЛІМЕРІВ**

Варлан К.Є.¹, Чигвінцева О.П.², Сінчук О.В.²

¹*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро*

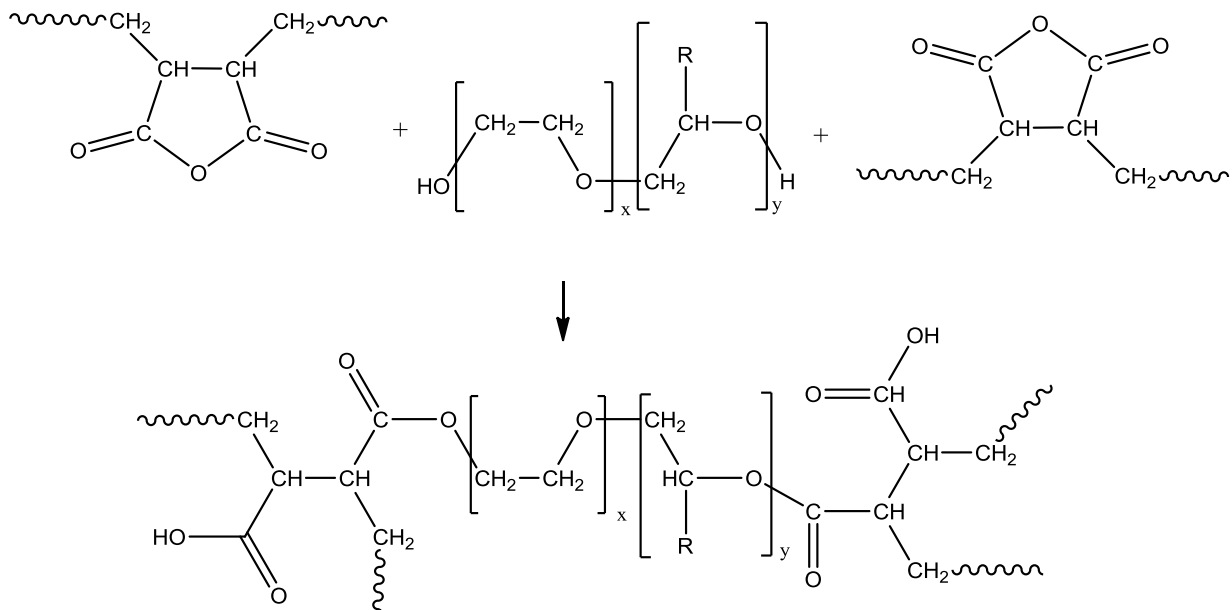
²*Дніпровський державний аграрно-економічний університет
вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро
helensinchuk@gmail.com*

Зараз існує великий асортимент іонообмінних мембранних та плівкових матеріалів із надзвичайно різноманітною хімічною будовою та властивостями. Але багатьом із них притаманні недоліки, які обмежують можливості і сфери їх застосування. У зв'язку з цим слід вважати актуальною проблему створення нових більш досконалих плівкових та мембранних іонітів із поліпшеними властивостями. Одним із шляхів її вирішення є комбінація функціональних груп різної хімічної природи в олігомерних сполуках – вихідних речовинах для синтезу іонітів, що надає можливості розширення галузей практичного застосування.

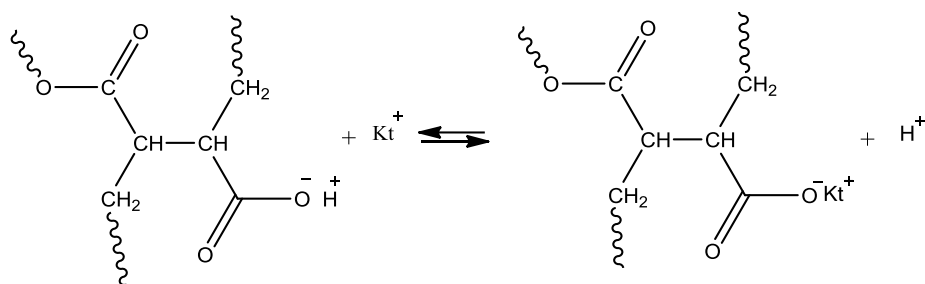
З метою розширення асортименту плівкових матеріалів, яким притаманні іонообмінні властивості та електроактивність, синтезовані нові полімерні сітчасті сполуки з іоногенними карбоксильними групами. Як вихідні компоненти використовувались співполімер стиролу і малеїнового ангідриду (МА) – стиромаль. Як стиромаль використовували товарний продукт SMA-1000 виробництва ATOFINA Chem. Inc., а також синтезований за відомими методиками полі(стирол-*co*-малеїновий ангідрид) (шифр X-4). Наявність у макромолекулярних ланцюгах реакційно-здатних ангідридних циклів надає широкі можливості щодо хімічної модифікації цього полімеру.

На основі попередньо проведених досліджень показано, що реакція між ангідридними циклами стиромалю та кінцевими гідроксильними групами олігодіолів приводить до утворення структурованих еластичних матеріалів за

схемою:



Ці матеріали набрякають у воді та здатні до обміну катіонами із зовнішнім середовищем:



Було виявлено, що придатними олігодіоловими структуроутворювачами є блок-співполімери окисів етилену та пропілену з певним співвідношенням довжин блоків. Із доступних продуктів таким вимогам задовольняють марки Pluronic PE 9400 і Проксанол ЦІ-3.

Відпрацьована методика виготовлення плівок, яка полягає у змішуванні розрахованих кількостей інгредієнтів в органічному розчиннику підбраного складу, розміщенні полімеру на підкладку з наступним сушінням у звичайних умовах і термообробкою у певному температурно-часовому режимі. Визначено, що оптимальне масове співвідношення стиромаль : олігодіол має значення 1 : (1-1,5), а більш придатними розчинниками виявилися етилацетат, діоксан, тетрагідрофуран та їх суміші.

Величини статичної обмінної ємності (СОЄ) та ступеня набрякання у воді (Δf) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристики синтезованих плівкових матеріалів

Полімер	Олігодіол	Масове співвідношення стиромаль : олігодіол	СОЄ, мэкв/г	Δf , %
SMA-1000	PE 9400	1 : 1,0	5,20	450
		1 : 1,3	6,37	300
		1 : 1,5	4,87	32
	ЦЛ-3	1 : 1,0	4,20	172
		1 : 1,3	5,00	69
		1 : 1,5	6,00	140
X-4	PE 9400	1 : 1,0	5,50	156
		1 : 1,3	4,87	21
		1 : 1,5	6,00	32
	ЦЛ-3	1 : 1,0	4,20	125
		1 : 1,3	3,37	80
		1 : 1,5	6,00	125

Дослідження іонообмінних властивостей отриманих матеріалів виявили для деяких зразків перевищення значень статичної обмінної ємності порівняно із розрахованими через вміст карбоксильних груп. Перевищення СОЄ порівняно із її теоретичним значенням автори пояснюють можливістю утворення координаційних зв'язків між катіонами та оксіалкіленовими ланцюговими структурами полімерної сітки.

З'ясувалося, що ступінь набрякання отриманих матеріалів у водному середовищі залежить від будови олігодіолу, молекулярної маси стиромалю та співвідношення олігодіол : стиромаль.

Таким чином, результати досліджень синтезованих плівкових матеріалів на основі стиромалю та блок-співполімерів окисів етилену та пропілену вказують на актуальність подальших досліджень у цьому напрямку.

**ВПЛИВ TiO_2 РІЗНОЇ ПРИРОДИ НА СТРУКТУРУ
І ФІЗИКО-МЕХАНІКУ ПОЛІЕТИЛЕНУ ПРИ УФ-ОПРОМІНЕННІ**

Мустяца О.Н.

*Національний транспортний університет
вул. Омеляновича-Павленка, 1, 01010, м. Київ
oleg.mustyatsa@gmail.com*

Полімерні матеріали є багатокомпонентними системами, що містять крім полімерного зв'язуючого різні домішки, в основному неорганічної природи. Додавання їх у полімери є необхідним, оскільки властивості більшості високомолекулярних сполук потребують покращення. В останній час у значних об'ємах використовуються композиційні матеріали на основі полімерів, що кристалізуються, типовим представником яких є лінійний поліетилен.

Проведено порівняльне дослідження структури на різних рівнях її організації і комплексу фізико-механічних властивостей лінійного поліетилену (ПЕ) під впливом дисперсного і нанорозмірного TiO_2 (н- TiO_2), а також УФ-опромінення на отримані композиційні матеріали. Об'єктом дослідження був ПЕ із середньов'язкісною молекулярною масою $9,5 \times 10^4$ і ступенем кристалічності 54 %. Як дисперсну домішку застосовували TiO_2 (ГОСТ 9808-84) рутильної форми (Р-1) з розміром часток менше 1 мкм і питомою поверхнею 3-7 м²/г. Як нанорозмірну домішку використовували н- TiO_2 з питомою поверхнею 77 м²/г, розміром часток 30-50 нм, яка вносилася у кількості 0,1-3,0 об. %. Із композицій, що отримували гомогенізацією розплаву полімеру з домішками TiO_2 у пластографі Брабендера, методом гарячого пресування виготовлялись плівки товщиною 50 ± 5 мкм і 200 ± 10 мкм, а також таблетки діаметром 10 мм і товщиною $3 \pm 0,1$ мм. За аналогічним режимом оброблявся полімер, що не містив домішок. Зразки підлягали впливу нефільтрованого випромінювання ртутно-кварцової лампи ДРТ-1000 в атмосфері повітря протягом 20-120 годин за температур 298 ± 5 К із періодичним перегортанням. ІЧ-спектроскопічне дослідження структури отриманих зразків ПЕ проводили на спектрофотометрі

«Spercord» M-80 із застосуванням диференційного метода запису ІЧ-спектрів. Визначення вмісту гель-фракції (зшитих макромолекул) і кількості прищепленого полімеру на частинках домішок здійснювалось шляхом екстракції незв'язаних макромолекул ПЕ і вільних часток TiO_2 киплячим толуолом до постійної маси залишку. Середньов'язкістну відносну молекулярну масу визначали на лабораторному капілярному віскозиметрі у розчині 1-хлорнафталіну при температурі 403 К. Часточки домішок і гель-фракція попередньо вилучались шляхом фільтрування гарячих розчинів.

Рентгенографічне дослідження кристалічної структури зразків ПЕ (ступінь кристалічності і висота складки кристалітів) здійснювали на дифрактометрі ДРОН-3, а середні розміри сферолітів визначали оптико-мікроскопічним методом у тонких плівках за допомогою поляризаційного мікроскопу МІН-8.

Процеси плавлення і кристалізації вихідного ПЕ і ПЕ, що містив домішки TiO_2 , до і після УФ-опромінення досліджували методом ДТА на дериватографі Q-1500 D фірми МОМ. Термограми процесів плавлення і кристалізації зразків ПЕ реєстрували при швидкості нагрівання і охолодження 10 К/хв. в інтервалі температур 298-453 К. Із термограм визначали температури фазових переходів ($T_{\text{пл}}$ і $T_{\text{кр}}$) ПЕ. Точність визначення температур складала ± 1 К. У якості фізико-механічних властивостей композицій ПЕ визначали їх руйнівну напругу при розтяганні (σ_p) і відносне подовження при розриві (ϵ_p), швидкість розтягання зразків складала $6,6 \times 10^{-4}$ м/с. Твердість зразків ПЕ вимірювали за Брінеллем. У зв'язку з обмеженням впливу УФ-опромінення на товщину полімеру ~ 100 мкм, визначали значення мікротвердості поверхні зразків ПЕ за допомогою приладу ПМТ-3. Для розрахунку характеристик композицій ПЕ брали значення семи паралельних зразків.

На ІЧ-спектрах ПЕ, що містить нанорозмірний TiO_2 і Р-1, спостерігається смуга поглинання при 1430 см^{-1} і підсилення поглинання в області $1000\text{-}1300 \text{ см}^{-1}$ при значному вмісті TiO_2 в ПЕ і УФ-опроміненні композицій, що обумовлено утворенням хімічних зв'язків Ti-O-C і Ti-C . Утворення таких зв'язків більш характерне для систем ПЕ – н- TiO_2 , ніж ПЕ – Р-1. Певно, хімічна

взаємодія макромолекул ПЕ і неорганічних домішок в процесі термомеханічної і фотохімічної взаємодій у значній мірі залежить від природи поверхні часток цих домішок, яка є більш активною у випадку нанорозмірного діоксиду титану.

Результати ІЧ-спектроскопічного дослідження хімічної взаємодії макромолекул ПЕ з поверхнею дисперсних і нанорозмірних часток TiO_2 у процесі термомеханічного і фотохімічного перетворень підтверджуються при гель-золь-аналізі вказаних систем кількістю прищепленого полімеру і вмістом гель-фракції в залежності від концентрації домішок і терміну УФ-опромінення досліджуваних композицій.

Після спалювання гель-фракції композицій ПЕ при 873 К встановлено, що кількість прищепленого полімеру і вміст гель-фракції зростають з підвищенням концентрації домішок $n\text{-TiO}_2$ і дисперсного рутилу Р-1, а також зі збільшенням терміну УФ-опромінення композицій. Причому, вміст гель-фракції полімеру в усіх випадках є меншим, ніж кількість прищеплених макромолекул ПЕ, а ефективність цих процесів знижується від $n\text{-TiO}_2$ до Р-1. Виходячи з наведених даних, можна вважати доведеним, що частка макромолекул ПЕ хімічно зв'язана з поверхнею часток $n\text{-TiO}_2$ і Р-1 після термомеханічного і фотохімічного впливів на композиції полімеру. Ці часточки, ймовірно, також зв'язані із просторовою сіткою полімеру. Очевидно також, що частка енергії УФ-опромінення витрачається не на фотоокиснення і фотодеструкцію полімеру, а на фотозшивання макромолекул ПЕ і їх хімічне прищеплення до поверхні часток вказаних домішок. Різниця у ефективності впливу цих домішок на структуру ПЕ пов'язана із природою і величиною питомої поверхні досліджуваних діоксидів титану.

Структуроутворення ПЕ, який вміщує домішки неорганічної природи, при охолодженні розплаву полімеру може розпочатися із кристалізації макромолекул, хімічно зв'язаних з поверхнею твердих часток. Таке припущення для ПЕ, що вміщує дисперсний TiO_2 , було зроблено раніше і цілком може бути реалізовано у полімерних композиціях з високодисперсними домішками іншої природи. Характер впливу дисперсних і нанорозмірних часток TiO_2 на параметри

кристалічної структури ПЕ суттєво залежить від концентрації, розмірів і природи поверхні цих часток. Найбільш ефективні зміни кристалічної структури полімеру мають місце при введенні до 2 % Р-1 і 0,2-0,5 % н-ТіО₂. Подібні ефекти, які обумовлені дією часток твердої домішки як ініціаторів кристалізації полімеру, реалізуються у випадку хімічного прищеплення макромолекул ПЕ на поверхні дисперсних і нанорозмірних часток. Ініціатори кристалізації сприяють утворенню більш термодинамічно рівноважної, щільно упакованої і однорідної кристалічної структури полімеру. Слід також враховувати, що часточки н-ТіО₂ співрозмірні з висотою складки кристалітів ПЕ. Це в значній мірі повинно впливати на кінетику і термодинаміку кристалізації полімеру і його надмолекулярну структуру. Зміна кристалічної структури ПЕ призводить до підсилення міжмолекулярної взаємодії і обмеженню дифузії кисню повітря в об'ємі полімеру, що повинно супроводжуватися зниженням інтенсивності деструкції макромолекул під дією УФ-опромінення. Дійсно, чим вища структурна активність домішок, тим менш інтенсивно йде накопичення карбонільних груп і зниження молекулярної маси поліетилену при УФ-опроміненні композицій. Для полімеру, що вміщує домішки Р-1 і н-ТіО₂, спостерігається стабілізація кристалічних параметрів ПЕ у процесі УФ-опромінення вказаних композицій, що корелює зі зміною молекулярної структури цих же композицій.

Більш ефективним стабілізатором лінійного ПЕ до дії УФ-опромінення є н-ТіО₂, у меншій мірі – дисперсний рутил Р-1. Хімічне прищеплення макромолекул ПЕ на поверхні часток цих домішок призводить до ініціювання кристалізації полімеру при підвищеній температурі, що покращує параметри його надмолекулярної структури. Завдяки утворенню стабільної структури відбувається зниження інтенсивності деструктивних процесів ПЕ при УФ-опроміненні композиційних матеріалів. Наслідком цього є стабільність фізико-механічних властивостей ПЕ, який містить активні домішки н-ТіО₂, в процесі УФ-опромінення. Результати роботи разом із раніш опублікованими даними слід використовувати при отриманні полімерних наноккомпозитів на основі термопластів, які кристалізуються, і впливі на них УФ-опромінення.

**КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ З ПОЛІУРЕТАНУ,
ТЕТРАЕТОКСИСИЛАНУ ТА 18-МОЛІБДОДИФОСФАТУ**

Петрушина Г.О.¹, Бойко Д.П.², Бойко Ю.В.¹, Свєженцев В.О.¹, Варлан К.Є.³

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро

²Дніпровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю

пров. Науковий, 13, 49000, м. Дніпро

³Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Гагаріна 72, 49050, м. Дніпро

petrushyna.h.o@dsau.dp.ua

Гібридні органо-неорганічні композити є надзвичайно цікавими об'єктами з практичної точки зору. Це обумовлено незвичайним поєднанням різних за хімічною природою блоків, які надають таким матеріалам принципово новий комплекс властивостей. У теперішній час цей напрямок продовжує активно розвиватися, при цьому велика увага приділяється розробці шляхів синтезу органо-неорганічних гібридних матеріалів. Найбільш оптимальною є технологія золь-гель синтезу композитів, оскільки вона дозволяє вводити у хімічно інертну та термічно стабільну кремнеземну матрицю практично будь-які органічні мономерні, олігомери та полімери. Формування композиційних матеріалів може бути здійснено шляхом суміщення готового органічного полімеру та алкоксисилану. При цьому способі синтезу композитів очікуваний результат досягається більш простим шляхом, оскільки виключається стадія полімеризації органічного мономера. Кінцевим результатом процесу може бути синтез сополімерів, а також утворення взаємопроникаючих сіток.

Метою даної роботи є створення нових полімерних композиційних матеріалів з кремнійорганічними речовинами та гетерополікоплексами для використання їх у хімічному аналізі як сенсорної частини електрохімічних електродів. Завданням роботи є визначення оптимального методу синтезу композиційних

матеріалів складу полімер-алкоксисилан-гетерополікомплекс з використанням золь-гель технологій.

Як полімерну матрицю в даній роботі використаний поліуретан (ПУ) завдяки його високій адгезії та фізико-механічним властивостям. Як активний компонент обраний гетерополікомплекс структури Доусона 18-молібдодифосфат (18-МДФК). Він є перспективним аналітичним окисно-відновним реагентом. Його відновлення відбувається практично миттєво, обернено і без деструкції. Крім того, приєднання електронів до молекули 18-МДФК залежить від рН розчину, що дозволяє визначати декілька речовин у сумісній присутності.

Для приготування золю використали кислотний гідроліз тетраетоксисилану (ТЕС), оскільки продукти гідролізу видаляються із системи при термічній обробці, забезпечуючи при цьому достатньо високу хімічну чистоту кінцевого матеріалу. Найбільш важливими факторами, що впливають на швидкість процесу гелеутворення, є величина рН, співвідношення концентрацій компонентів і температура. Оптимальний час для нанесення покриття на підложки – 7-9 діб після приготування золю.

Синтезовані композиційні матеріали (КМ) із ТЕС та ПУ та ТЕС, ПУ і 18-МДФК. Досліджені деякі параметри отриманих КМ: набрякання у воді, крайовий кут змочування та поведінка КМ із 18-МДФК у воді. Набрякання виготовлених КМ у воді є незначним: ступінь набрякання коливається від 0,5 до 2,2 %. Для отриманих зразків КМ визначений крайовий кут змочування методом «сидячої краплі». Зі зростанням вмісту ТЕС крайовий кут змочування зростає. Для визначення оптимальної кількості 18-МДФК отримали композиційні матеріали з ПУ-ТЕС-18-МДФК і ТЕС-18-МДФК із вмістом гетерополікомплексу 10, 20 і 30%. Дослідили відношення до води зразків КМ із 30 % 18-МДФК. Із зразка ПУ-ТЕС-18-МДФК гетерополікомплекс не вимивається у розчин, на відміну від зразка, що не містить ПУ, з якого вимився практично весь 18-МДФК.

**THE QUANTUM-CHEMICAL AND SPECTRAL CRITERIA
FOR HYDROGEN BONDING EFFICIENCY
IN STRUCTURAL ANALYSIS OF ARAMIDES**

Tokar A.V., Zhidko V.I., Chigvintseva O.P.

Dnipro State University of Agriculture and Economics

S. Yefremov Str., 25, 49600, Dnipro

atokar_2004@ukr.net

Some features of hydrogen bonding effects for the phenylon C1, C2 as well as P trademark polymer matrix filled with terlon fiber have been investigated at *ab initio* approximation. The results of calculations for isolated and dimerized structural forms of *N*-phenylbenzamide as a model compound are in good agreement with the spectral data for these composite materials building.

Analysis of the orbital interactions appearing while hydrogen bonding complex formed within the NBO theory has shown that the main contribution to the total stabilization energy of the system are lone pairs of Oxygen atom of the group (C=O) serving as donor of the electron density to bind partner molecule (NH). Corresponded parameters $E(2)$ are 15.4 and 9.5 kJ/mol, when the other internal and intermolecular interactions slightly differ in energy and mostly have the electrostatic character. To identify nature of such bindings within the AIM Bader's theory, electron density as well as Laplacian of electron density in (3,-1) critical points of the least energy intensive interactions have also been evaluated. The obtained topological parameters are good correlated with the lengths of the corresponding bindings and could be critical with regard to their efficiency.

The given results of the quantum-chemical studies show the possibility in principle to use methods and techniques of the quantum chemistry to study features of internal and intermolecular interactions at the single areas level – the structural fragments of macromolecules. The obtained results could be critical with regard to the pre-estimation of identity of single components while producing new composite materials based on them.

УДК 620.178.165:678.664

ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ ПРИ БРИКЕТУВАННІ ПРЕС-МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ АРОМАТИЧНИХ ПОЛІАМІДІВ

Кабат О.С., Ситар В.І., Жаріков А. А.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

Amber_UDHTU@i.ua

Одними з найбільш перспективних полімерних матеріалів є ароматичні поліаміди. Вони мають високий рівень показників міцнісних властивостей (напруження при межі міцності при стисканні – до 240 МПа, твердість – до 230 МПа, ударна в'язкість – до 60 кДж/м²), є полімерами, стійкими до дії температур (теплостійкість за Віка – до 300 °С, термостійкість – до 355 °С) і мають високий рівень теплофізичних властивостей (коефіцієнт термічного лінійного розширення – до $3,9 \cdot 10^{-5}$ 1/°С, коефіцієнт теплопровідності – до 0,22 ккал/(м · ч · °С)).

Найбільше розповсюдження серед ароматичних поліамідів отримали полімери марок фенілон С1 та С2. Їх синтезують за реакцією поліконденсації при взаємодії діамінів (75 % *m*-фенілендіаміну і 25 % *n*-фенілендіаміну) з дихлорангідридом ізофталевої кислоти та *m*-фенілендіаміном з дихлорангідридом ізо- та терефталевої кислот (60 % дихлорангідриду ізофталевої та 40 % дихлорангідриду терефталевої кислот). Фенілон С1 та С2 випускають у вигляді прес-матеріалів, які переробляють у виробі методом компресійного пресування у формах з підігрівом. Метод переробки ароматичних поліамідів обумовлений їх структурою та хімічною будовою. Так, температура плавлення (425-435 °С) цих полімерів, перевищує температуру початку активної термічної деструкції (345-355 °С), що унеможлиблює переробку їх із в'язкоплинного стану.

Для підвищення технологічності при переробці прес-матеріалів ароматичних поліамідів у виробі їх попередньо брикетують. Ця операція відбувається за допомогою прикладення певного зусилля, що створює необхідний тиск у формі. Готові брикети повинні бути суцільними та мати достатній рівень

міцності для запобігання руйнуванню при подальшому використанні. Тому являє інтерес визначення тиску у формі, який необхідно створити для отримання таких брикетів. Найбільш доцільно приймати такий тиск при якому досягаються максимальні значення щільності, а відповідно і міцності брикетів із прес-матеріалів фенілону С1 та С2. Результати цих досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Значення густини ρ (г/см³) брикетів із прес-матеріалів фенілону С1 та С2 в залежності від тиску у прес-формі при їх формуванні

Прес-матеріал	Тиск у прес-формі P, МПа					
	40	60	80	100	120	140
	Густина, г/см ³					
Фенілон С1	0,75	0,81	0,87	0,92	0,94	0,95
Фенілон С2	0,74	0,79	0,85	0,90	0,93	0,94

Виходячи з результатів досліджень з підвищенням тиску у формі, густина брикетів із прес-матеріалів збільшується. Причому інтенсивне підвищення спостерігається при тисках до 120 МПа, а подальше його збільшення суттєво не впливає на значення густини. Зважаючи на це, можна зробити висновок, що оптимальний тиск у формі при їх отриманні повинен бути у межах 120 МПа.

**ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРОМАТИЧЕСКОГО
ПОЛИАМИДА ФЕНИЛОН С-1**

Чигвинцева О.П., Бойко Ю.В.

Днепровский государственный аграрно-экономический университет

ул. Сергея Ефремова, 25, 49600, г. Днепр

diso@i.ua

Ароматический полиамид фенилон С-1 (ТУ 6-05-221-101-71) – продукт поликонденсации *m*-фенилендиамин и дихлорангидрида изофталевой кислоты, термопластичный полимер, который отличается высокими температурами стеклования и плавления, имеет хорошую работоспособность в интервале температур от 153 до 553 К и улучшенные радиационную и химическую устойчивость [1]. Благодаря высокой механической прочности, способности к пластическим деформациям и хорошим диэлектрическим характеристикам, этот полимер широко применяется в различных отраслях промышленности, в том числе, и в машиностроении, как материал конструкционного назначения.

Износ деталей машин и механизмов является одной из главных причин потери их работоспособности, поэтому изучение влияния режимов эксплуатации на трибологические свойства ароматического полиамида фенилона С-1, имеет научное и прикладное значение.

Изучение процессов трения и износа фенилона С-1 осуществлялось на дисковой машине трения в режиме трения без смазки при нагрузках 0,2-0,8 МПа и скоростях скольжения 1, 1,5 и 2 м/с, путь трения составил 1000 м. В качестве контртела использовали диск, изготовленный из стали 45 (ГОСТ 1050-74), термообработанный до твердости 45-48 HRC с шероховатостью поверхности $R_a = 0,16-0,32$ мкм.

Коэффициент трения f определялся по формуле:

$$f = \frac{(F_1 + F_2)}{N}$$

где N – нормальная нагрузка на образец; F_1 – сила трения исследуемого образца; F_2 – потери, возникающие при повороте рычага в горизонтальной плоскости.

Интенсивность линейного износа I_h рассчитывали согласно соотношению:

$$I_h = \frac{\lambda}{\rho_T} \cdot \frac{dG}{(A_a \cdot dL_T)}$$

где G – величина весового износа; L_T – путь трения, м; A_a – номинальная площадь контакта; ρ_T – плотность исследованного образца.

В результате проведенных исследований было установлено, что с увеличением скорости скольжения коэффициент трения фенилона С-1 снижался (табл. 1). Это обусловлено, с одной стороны, сокращением времени фрикционной связи полимерный образец – стальное контртело, а с другой – увеличением тангенциально составляющей скорости скольжения, что способствовало эффективному удалению частиц износа из зоны трения [2]. В частности, установлено, что в условиях скорости скольжения 1 м/с коэффициент трения в исследованном диапазоне нагрузок понизился на 30%, 1,5 м/с – на 53%, а при 2 м/с – почти не изменился находясь в пределах 0,17-0,18.

Таблица 1. Влияние режимов эксплуатации на коэффициент трения фенилона С-1

Скорость скольжения, м/с	Удельная нагрузка, МПа				
	0,20	0,35	0,50	0,65	0,80
1,0	0,228	0,195	0,186	0,180	0,160
1,5	0,211	0,188	0,172	0,100	–
2,0	0,173	0,180	–	–	–

Наиболее работоспособным оказался полимерный образец фенилона С-1, испытанный при минимальном скорости скольжения (1 м/с): в этих условиях коэффициент трения образца снизился от 0,23 до 0,16; при скорости скольжения 2 м/с материал стабильно эксплуатировался только при нагрузках 0,2 и 0,35 МПа, а затем начал катастрофически изнашиваться, вследствие чего коэффициент трения определить не удалось.

Интенсивность линейного износа (I_h) образцов фенилона С-1 существенно зависела от удельной нагрузки (P). При нагрузках 0,2-0,5 МПа этот показатель

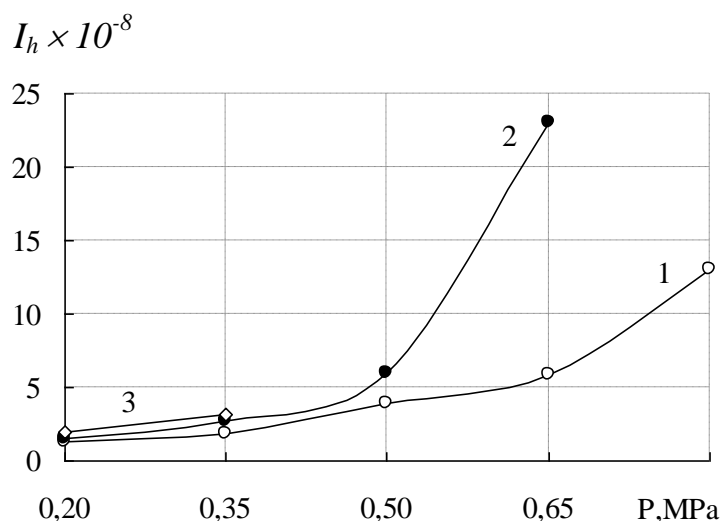


Рис. 1. Влияние удельного давления на интенсивность линейного изнашивания фенилона С-1, исследованного при скоростях скольжения 1 (1), 1,5 (2) и 2 м/с (3)

увеличился в среднем в 1,3-1,6 раз, в то время как при $P = 0,65$ МПа интенсивность линейного износа выросла почти в 4 раза [3]. Анализ поверхности контртела свидетельствовал о наличии на ней плотной пленки, образовавшейся из продуктов трибодеструкции полимера. Образование поверхностной пленки было вызвано тем, что в результате повышения температуры в зоне контакта полимерный образец – контртело возросли адгезионные силы между полимером и стальным диском. В результате износа образцов полиамидного связующего образовывались мелкодисперсные продукты износа, которые накапливались на поверхности стального диска, в результате чего трение полимерного материала в процессе исследований осуществлялось не по поверхности стального контртела, а по продуктам износа.

Литература

1. Соколов Л.Б., Герасимов В.Д., Савинов В.Д., Беляков В.К. Термостойкие ароматические полиамиды. – М.: Химия, 1975. – 256 с.
2. Бартенев Г.М., Лаврентьев В.В. Трение и износ полимеров. – Л.: Химия, 1972. – 240 с.
3. Tribological properties of aromatic polyamide phenylon C-1 / O.P. Chigvintseva, O.S. Kabat, I.V. Rula, Yu.V.Boyko // Materials of XIV International Research and Practice Conference “Conduct of Modern Science-2018”, November 30-December 7, 2018, Science and Education Ltd, Sheffield, UK, P. 8-10.

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
АРОМАТИЧЕСКИХ ПОЛИАМИДОВ**

Чигвинцева О.П., Рула И.В.

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

ул. Сергея Ефремова, 25, 49600, г. Днепр

diso@i.ua

В последние десятилетия развивается тенденция расширения использования в различных отраслях промышленности полимерных материалов. Это, в свою очередь, вызывает необходимость использования полимерных связующих с улучшенными свойствами и сохранения их при эксплуатации в условиях повышенных температур. Применение ароматических полиамидов позволяет решить проблему создания высокопрочных, тепло- и термостойких материалов многофункционального назначения. Уникальные свойства ароматических полиамидов (высокие твердость, жесткость и прочность, пластичность и стойкость к ударным нагрузкам, высокие усталостная прочность, тепло- и термостойкость, хорошие антифрикционные свойства) позволили разработать целый ряд новых типов материалов, которые нашли широкое применение, начиная от бытовой техники и заканчивая космической техникой [1].

В качестве объектов исследований были выбраны ароматические полиамиды марок: фенилон П, фенилон С-1 и фенилон С-2. Ароматический полиамид фенилон П является продуктом поликонденсации *m*-фенилендиамина и дихлорангидрида изофталевой кислоты, а смешанные полиамиды фенилон С-1 и фенилон С-2 – сополимеры на основе *m*- и *n*-фениленизофталамидов.

Учитывая вышеизложенное, представляло научный и практический интерес изучить термические свойства указанных полиамидов. Исследование процессов термоокислительной деструкции фенилонов производили с использованием дериватографа Q-1500Д системы Ф. Паулик, Й. Паулик и Л. Ердей фирмы МОМ (Венгрия) в воздушной среде в интервале температур

298-1273 К. Скорость подъема температуры – 10 град/мин, в качестве эталонного вещества использовали Al_2O_3 , навеска вещества составляла 200 мг.

Результаты термогравиметрического анализа (табл. 1, рис. 1) свидетельствуют о том, что термостойкость ароматических полиамидов в значительной степени определяется их химическим строением. Максимальную термостойкость имел ароматический полиамид фенилон С-1, содержащий звенья *m*- и *n*-фениленизофталамидов, взятых в соотношении *meta*-изомера – 75 % , а *para* – 25 % .

Таблица 1. Термические свойства ароматических полиамидов

Материал	T_{10}^*	T_{20}^*	T_{30}^*
Фенилон П	418	468	525
Фенилон С-1	423	483	540
Фенилон С-2	412	480	526

* T_{10} и T_{20} , T_{30} – температуры 10, 20 и 30 % потери массы образцов, °С

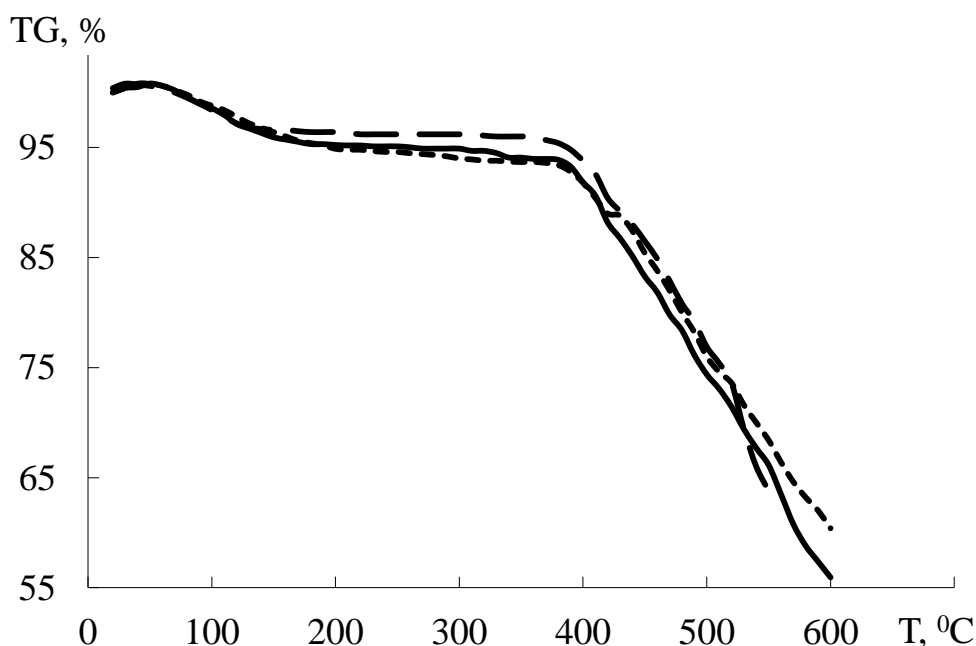
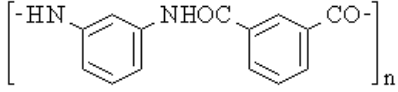
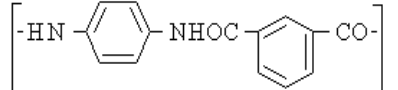


Рис. 1. Кривые термогравиметрического анализа фенилона П (—), фенилона С-1 (---) и фенилона С-2 (---)

Известно [1], что на термостойкость фенилонов существенно влияет изомерия положения заместителей в ароматическом ядре (табл. 2).

Таблица 2. Влияние изомерии замещения на термостойкость
ароматических полиамидов

Материал	Формула	Термостойкость, К
поли-(<i>m</i> -фениленизофталамид)		603
поли-(<i>p</i> -фениленизофталамид)		663

Как видно из данных таблицы 2, полимер, содержащий циклы, замещенные в *p*-положении более термостоек по сравнению с *m*-изомерами, поэтому вполне закономерным является тот факт, что фенилон С-1 – сополимер *m*- и *p*-фениленизофталамидов, отличается более высокой термостойкостью по сравнению фенилоном II, что подтверждается данными термического анализа.

Анализ кривых зависимости потеря массы – температура (рис. 1) для исследуемых материалов показал, что на первоначальном этапе исследований в температурном диапазоне 373-383 К, наблюдалось постепенное уменьшение массы образцов фенилонов на 2-5 %, связанное с потерей влаги. Затем, вплоть до температуры 653 К масса образцов оставалась практически неизменной; Согласно данным дифференциального термогравиметрического анализа интенсивная деструкция фенилонов, сопровождающаяся значительной потерей массы, начала проявляться после 648 К, причем для фенилона С-1 процесс разложения начал проявляться при более высокой температуре (793 К), чем для фенилона II (738 К) и С-2 (763 К).

Литература

1. Соколов Л.Б., Герасимов В.Д., Савинов В.Д., Беляков В.К. Термостойкие ароматические полиамиды. – М.: Химия, 1975. – 256 с.

ВЛАСТИВОСТІ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ, АРМОВАНИХ МЕТАЛІЗОВАНИМИ ВОЛОКНАМИ

Буря О.І.¹, Рула І.В.², Сафонова А.М.³

¹*Дніпровський державний технічний університет*

вул. Дніпробудівська, 2а, 51918, м. Кам'янське, ol.burya@gmail.com

²*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро, iryna.chem79@gmail.com

³*ІОНХ НАН Білорусі, вул. Сурганова, 9, 220072, м. Мінськ, Білорусь*

safonova@igic.bas-net.by

Сьогодні велику увагу привертають до себе метал-вуглецеві нанокompозити через унікальність їх фізико-хімічних властивостей. Особливо, метал-вуглецеві волокна, що містять у своєму об'ємі рівномірно розподілені наночастки металу.

Тому нами були проведені дослідження впливу кобальт-вмісних вуглецевих волокон (Co-BB) на фізико-механічні властивості вуглепластиків (ВП) на основі термостійкого ароматичного поліаміду фенілон С-2. Композиції готували в сухому вигляді в обертальному електромагнітному полі і перероблялись у виробі методом компресійного пресування та досліджувались згідно ГОСТів для пластмас.

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості фенілону С-2
та вуглепластику на його основі

Показники	ФС-2	ФС-2 + 17 мас. % Со-ВВ
Межа міцності при стисненні σ_m , МПа	361	377
Межа текучості при стисненні σ_t , МПа	201,7	254,7
Модуль пружності при стисненні Е, МПа	3313,6	3459,2
Відносна деформація ϵ ,%	13,2	11,2
Характер руйнування		

Випробування на стиснення один з найбільш широко використовуваних експериментальних методів для визначення таких механічних властивостей матеріалу, як межа текучості і міцність при стисненні, величина пластичної деформації, модуль пружності.

Характер руйнування (табл. 1) зразків різний, так вуглепластик, армований Со-ВВ руйнується з утворенням тріщин, а фенілон С-2 пластично за рахунок втрати стійкості.

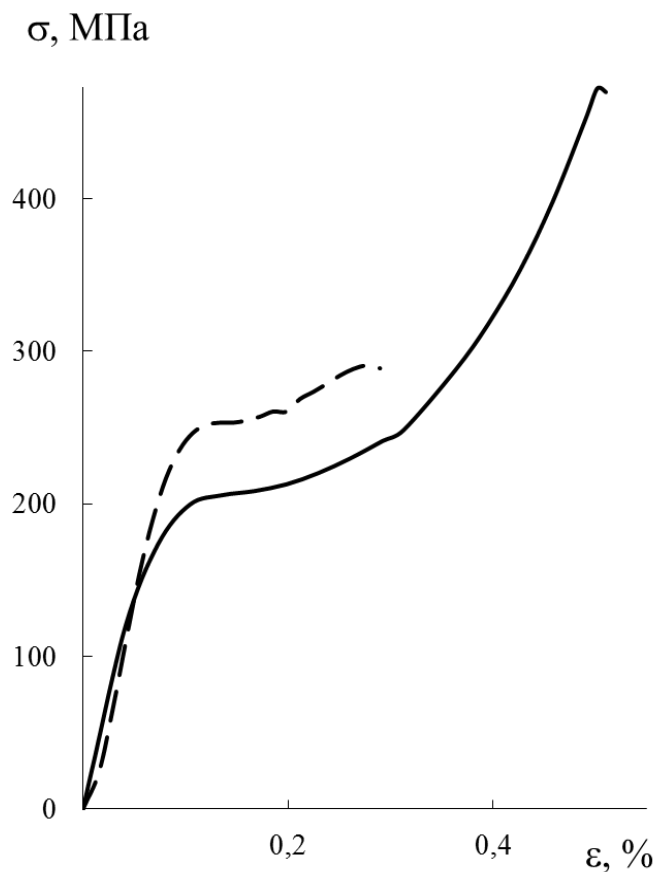


Рис. 1. Криві $\sigma - \epsilon$ фенілону С-2 (—) і вуглепластика на його основі, армованого 17 мас. % Со-ВВ (---)

Як показали дослідження (табл. 1., рис. 1), у порівнянні з вихідним полімером, межа текучості вуглепластику підвищується на 26,3%, а модуль пружності – на 145,6 МПа, що пояснюється впливом вуглецевого волокна, активованого наночастками кобальту, на структуру полімерної матриці.

Результати досліджень свідчать про те, що армування ароматичного поліаміду фенілон С-2 Со-вмісними ВВ у кількості 17 мас.% дозволяє поліпшити фізико-механічні характеристики отриманих вуглепластиків.

УДК 620.178.165:678.664

**ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ
ІЗ БІОДЕГРАДУЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Ситар В.І., Кабат О.С., Сухий К.М.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

Amber_UDHTU@i.ua

Велика кількість полімерних матеріалів та виробів із них, які використовуються у сучасній техніці як тара та пакувальні матеріали, для побутових цілей, викликає необхідність утилізації після закінчення строку їх експлуатації. У теперішній час для очищення навколишнього середовища від пластмасових відходів розробляються декілька напрямів: спалювання, піроліз, термічна деструкція, рециклізація, захоронення на звалищах та створення біодеградуєчих полімерів. Спалювання, піроліз та термічна деструкція кардинально не покращують екологічну обстановку у зв'язку зі створенням токсичних сполук. Рециклізація потребує значних трудових та енергетичних витрат. Тому найбільш прогресивними способами утилізації полімерів є створення біодеградуєчих полімерів та композитів, які після закінчення терміну експлуатації розкладаються до низькомолекулярних продуктів і асимілюються у ґрунті, включаючись у замкнений біологічний цикл.

Одним з найбільш поширених способів отримання біоруйнуючих полімерів є такий, згідно з яким в полімерну матрицю додають речовини, які легко руйнуються та засвоюються мікроорганізмами. До таких речовин відносяться карбоксиметилцелюлоза, різні види крохмалю, маніт, лактоза, казеїн, дріжджі, сечовина і багато інших сполук природного походження.

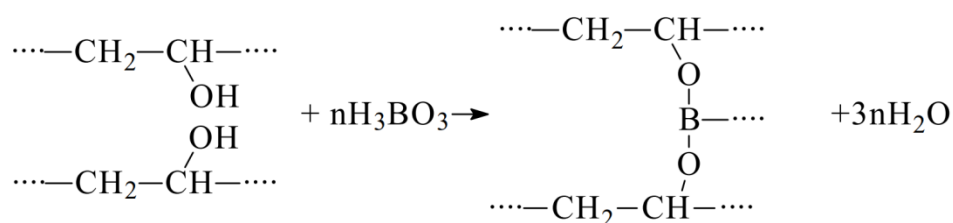
Однією з найбільш перспективних полімерних матриць для створення біоруйнуючих композитів є полівініловий спирт (ПВС), який широко використовується як загущувач, адгезійний матеріал у шампунях, клеях та латексах. Оскільки цей матеріал абсолютно не токсичний і не має ніякого впливу на

організм людини, він використовується як складова частина продуктів гігієни для жінок і по догляду за дітьми.

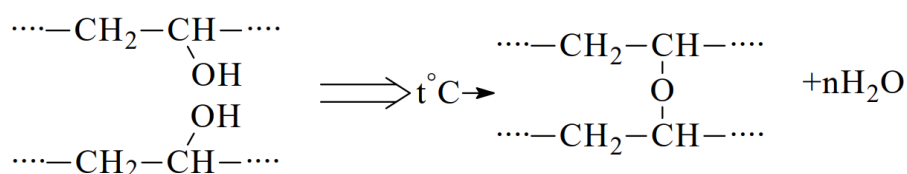
Полівініловий спирт добре розчиняється у воді та має схильність до руйнування під дією мікроорганізмів. Для збільшення здатності цього полімеру до розкладу під дією мікроорганізмів в його склад вводили крохмаль, який є природним полімером і продуктом переробки картоплі, кукурудзи, пшениці та інших рослин.

Здатність до розчинення у воді полівінілового спирту є суттєвою перешкодою для застосування у тих галузях, де ця властивість буде зайвою. Тому для підвищення стійкості до розчинення у воді і утворення просторово-сітчастих структур, використано борну кислоту і нагрівання.

Утворення поперечних зв'язків між молекулами ПВС при затвердженні борною кислотою здійснюється за схемою:



При термічній обробці плівок ПВС також з'являються поперечні зв'язки між молекулами полімеру внаслідок взаємодії гідроксильних груп сусідніх молекул з відділенням води за схемою:



Для проведення експериментальних досліджень, з метою визначення оптимальних концентрацій борної кислоти і температури термообробки, були приготовлені зразки у вигляді плівок вихідного ПВС і композицій, що містять борну кислоту у кількості 10, 20 і 30 %, термічно оброблених за температур 403, 423 і 443 К. Результати досліджень наведені на рис. 1.

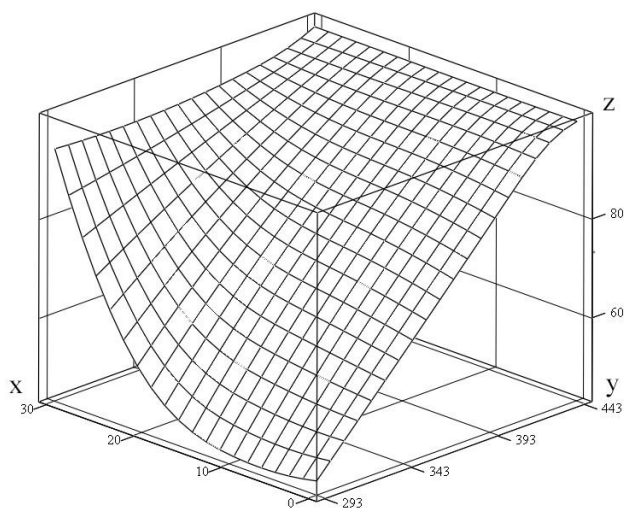


Рис. 1. Залежність розчинності у воді від концентрації борної кислоти та нагрівання: x – концентрація борної кислоти, %;
 y – температура, К; z – залишок маси, %

Як свідчать отримані дані, з підвищенням концентрації борної кислоти та температури термічної обробки, розчинність зразків зменшується. Це означає, що ці фактори викликають підвищення інтенсивності утворення просторово-сітчастих структур у полівініловому спирті.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що максимальної стійкості до розчинення у воді можна досягти як нагріванням понад 443 К протягом 30 хвилин, так і додаванням борної кислоти більше 30 %. В отриману систему полівініловий спирт – борна кислота додавали крохмаль у кількості 40 ваг. % та проводили експозицію у ґрунті на протязі 10, 20, 30 та 40 діб з метою виявлення руйнуючої дії мікроорганізмів на структуру і властивості композиції на основі полівінілового спирту. Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що зі збільшенням терміну експозиції у ґрунті зростає кількість і розміри колоній мікроорганізмів, які сприяють біоруйнуванню полімерного композиційного матеріалу.

В результаті проведення досліджень розроблено біодеградуючі полімерні композиційні матеріали, на основі полівінілового спирту, який не розчиняється у воді, але розкладається під впливом мікроорганізмів у ґрунті. Ці матеріали можуть бути рекомендовані для використання як пакувальна тара і упаковка.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ АККУМУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛА ТИПА
«СИЛИКАГЕЛЬ – КРИСТАЛЛОГИДРАТ»**

**Сергиенко Я.А.¹, Коломиец Е.В.¹, Сухой К.М.¹,
Беляновская Е.А.¹, Прокопенко Е.М.²**

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

пр. Гагарина, 8, 49005, г. Днепр

SergienkoYana762@gmail.com

²*Национальная металлургическая академия Украины*

пр. Гагарина, 4, 49005, г. Днепр

Одним из стратегических решений задач повышения эффективности использования органического топлива и снижения выбросов вредных веществ в окружающую среду является повышение эффективности использования топлива путем аккумуляции тепловой энергии, которое позволяет согласовать режимы выработки и потребления тепла, что способствует расширению возможностей использования низко-потенциальных вторичных энергоресурсов, а также нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Перспективным направлением утилизации низко-потенциальной тепловой энергии является адсорбционное аккумуляирование теплоты. Тем не менее, его широкой коммерциализации препятствуют низкие адсорбционные свойства и высокая температура регенерации традиционных адсорбентов, в частности, силикагелей и целолитов. Целью работы является создание материалов для адсорбционного преобразования тепла для использования в энергетической сфере, в частности, в отоплении, горячем водоснабжении, аккумуляировании тепловой энергии, вентиляции и кондиционировании воздуха.

Пористые композитные материалы получали методом осаждения жидких натриевых силикатных стекол серной и уксусной кислотами. Получены композитные материалы в трехмерносшитой силикатной матрице, в которых содер-

жится 40 мас.% сульфата и ацетата натрия. Процесс синтеза композитных сорбентов «силикагель-кристаллогидрат» состоит из двух стадий. На первой стадии к 50%-ного водного раствора силикатного стекла (с силикатным модулем 3,2) добавляли навеску полимерной четвертичной аммониевой соли (ПЧАС) из расчета 1% в сухой остаток SiO_2 и при интенсивном перемешивании нагревали до температуры 35°C, после чего по каплям добавляли соответствующую кислоту (серную или уксусную) до нужного значения pH. Затем полученный раствор нагревали в течении 60 мин до температуры 95°C, что позволяло получить частицы размером 5-7 нм. На второй стадии к этому раствору при интенсивном перемешивании одновременно по каплям добавляли растворы кислоты и силикатного стекла определенной концентрации, что позволяло поддерживать значение pH в нужном диапазоне. При этом образовывался высокопористый силикагель, в порах которого внедрены соответствующие кристаллогидраты.

Полученные композитные сорбенты характеризуются высокими показателями сорбции воды на уровне 0,42-0,65 г/г. Температура регенерации для композита «силикагель-сульфат натрия» составляет 90 °С, а для «силикагель-ацетат натрия» – 60 °С. Скорость процесса сорбции воды синтезированными адсорбентами в три раза выше по сравнению с массивными солями. Процесс гидратации композитов «силикагель-сульфат натрия» и «силикагель-ацетат натрия» происходит не в кинетическом режиме, характерном для массивной соли, а в диффузионном, т.е в режиме, в котором лимитирующей стадией является транспорт воды по системе пор кремнийкислородной матрицы.

Таким образом, были разработаны технологии получения нового класса сорбционных композитных материалов «силикагель-сульфат натрия» и «силикагель-ацетат натрия» с плотностью аккумуляирования энергии на уровне 0,30-0,36 кВт · ч/кг для применения при адсорбционном преобразовании тепла.

УДК 662.995: 662.997

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИТНЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ АДСОРБЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

Литовченко Р.Д., Сухой К.М., Беляновская Е.А., Сухая И.В.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

пр. Гагарина, 8, 49005, г. Днепр

e.a.belyanovskaya@gmail.com

Инициативы мирового сообщества по уменьшению выбросов диоксида углерода и других парниковых газов стимулируют не только поиск альтернативных источников энергии, но так же рационализацию использования высоких температур в промышленности, транспорте и в быту и аккумуляцию тепловой энергии, в том числе и низкопотенциальной. Одним из таких решений является адсорбционное преобразование тепловой энергии. Однако, широкому внедрению адсорбционных преобразователей тепловой энергии препятствует низкие сорбционные свойства традиционных адсорбентов, таких как силикагели и цеолиты, а так же отсутствие эксплуатационных характеристик аккумуляторов на их основе в условиях систем отопления и вентиляции.

Представленная работа посвящена исследованию эксплуатационных характеристик композитных сорбентов «силикагель-сульфат натрия» и «силикагель-ацетат натрия», а также конструктивных характеристик преобразователей тепловой энергии на их основе в системах вентиляции.

Максимальные значения температурных коэффициентов полезного действия адсорбционных регенераторов теплоты и влаги на основе изученных адсорбентов составляют не менее 94-95 %. Тем не менее, массы и объемы композитов «силикагель-ацетат натрия» и «силикагель-сульфат натрия», необходимые для обеспечения одной и той же тепловой нагрузки существенно различаются (табл. 1, 2).

Таблица 1. Результаты расчета массы и объема композита «силикагель-ацетат натрия» при тепловой нагрузке на подогрев приточного воздуха 327,9 мДж/сутки

Содержание силикагеля, %	Содержание ацетата натрия %	Величина предельной адсорбции, а, кг/кг	$\Delta H_{\text{адс}}$, кДж/кг	М, кг	V, м ³
20	80	0,557	1856,10	177	0,25
40	60	0,455	1517,07	216	0,30
60	40	0,353	1178,05	278	0,39
80	20	0,252	1099,11	298	0,41

Таблица 2. Результаты расчета массы и объема композита «силикагель-сульфат натрия» при тепловой нагрузке на подогрев приточного воздуха 327,9 мДж/сутки

Содержание силикагеля, %	Содержание сульфата натрия, %	Величина предельной адсорбции, а, кг/кг	$\Delta H_{\text{адс}}$, кДж/кг	М, кг	V, м ³
20	80	1,055	3506	94	0,130
40	60	0,842	2807	117	0,162
60	40	0,628	2093	157	0,218
80	20	0,414	1380	238	0,330

Установлено, что для обеспечения одной и той же нагрузки необходимо меньше композита «силикагель-сульфат натрия» по сравнению с адсорбентом «силикагель-ацетат натрия», что коррелирует с величинами предельной адсорбции. Таким образом, адсорбент «силикагель-ацетат натрия» менее эффективен по сравнению с композитом «силикагель-сульфат натрия».

УДК 544.723:546.766:544.723.21

**СОРБЦІЯ ІОНІВ CR(VI) МОНТМОРИЛОНІТОМ, МОДИФІКОВАНИМ
КАТІОННИМИ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ**

Жданюк Н.В.¹, Чудинович О.В.²

¹ *Національний технічний університет України*

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

пр. Перемоги, 37, 03057, м. Київ

² *Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України*

вул. Кржижановського, 3, 03142, м. Київ

zhdanyukn.kpi@gmail.com

Агентством з охорони навколишнього середовища США (USEPA) хром визначено одним із тринадцяти металів, сполуки яких несуть серйозну небезпеку для здоров'я людини. Тому розробка технологій очищення вод від сполук хрому та інших важких металів та радіонуклідів є однією із найважливіших проблем сучасності.

Одним із найефективніших способів вилучення іонів важких металів з водних середовищ є сорбційний метод. Використання іонообмінних смол як класичних об'єктів у сорбційних методах потребує значних витрат, тому у природоохоронних технологіях широко використовують як сорбенти природні силікатні матеріали та композити на їх основі, які мають достатньо високу катіонообмінну ємність. Враховуючи те, що у водних середовищах у широкому діапазоні рН сполуки хрому знаходяться в аніонних формах (CrO_4^{2-} , HCrO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), виникає необхідність синтезу ефективних сорбентів з відповідними властивостями.

Найбільш поширеним методом покращення сорбційних характеристик природних силікатів є модифікування їх поверхні поверхнево-активними речовинами. Суть даного методу полягає в реакції катіонного обміну. Міжшарові катіони глинистих мінералів заміщаються четвертинними амонійними катіонами, що можуть витіснити іони Na^+ з іонообмінних позицій у силікаті, при цьому збільшення числа вуглеводневих атомів в неполярних аліфатичних

групах сприяє більш ефективному витісненню міжшарових катіонів. У зв'язку з цим, частіше всього як модифікатори поверхневих шарів глини використовують катіонні поверхнево-активні речовини (ПАР), у яких кількість карбонових атомів, як правило, вар'юється від 6 до 20.

Об'єктом дослідження обраний монтморилоніт Черкаського родовища (Україна) з катіонною об'ємною ємністю (КОЄ) 1,0 ммоль/г. Модифікування поверхні монтморилоніту проводили катіонною поверхнево-активною речовиною – гексадецилтриметиламонійбромідом монтморилоніту (ГДТМА), що дало можливість перезарядити поверхню із негативного до позитивного знаку. Це, в свою чергу, забезпечило вилучення із водних середовищ аніонних неорганічних токсикантів.

Враховуючи те, що сорбція різних форм Cr(VI) на поверхні шаруватих силікатів різного ступеня модифікації недостатньо вивчена, метою дослідження було вивчення та визначення оптимальних умов модифікування природних силікатів поверхнево-активними речовинами для отримання сорбентів, здатних вилучати аніонні форми сполук хрому.

Природний монтморилоніт очищали від домішок методом седиментації грубодисперсної фази. Тонкодисперсну фазу видаляли центрифугуванням. Отриману пасту розпускали у 1М розчині NaCl для заміни обмінного комплексу двозарядних катіонів Ca^{2+} на однозарядні Na^+ . Дану операцію проводили двічі.

Отриманий Na-монтморилоніт відмивали від залишків натрій хлориду, висушували за температури 105° С. Матеріал подрібнювали та для подальших досліджень використовували фракцію 0,1-0,2 мм.

Рентгенографічні дослідження вихідних і модифікованих зразків монтморилоніту проводили за допомогою дифрактометра ДРОН-4-07 у діапазоні 5-60°(2 θ) із використанням $CuK\ \alpha$ -випромінювання. Дифрактограми підготовлених таким чином зразків монтморилоніту свідчать про їх практичну мономінеральність.

Для синтезу органомонтморилоніту суспензію Na-монтморилоніту попередньо обробляли протягом 3 хвилин до гомогенного стану на ультразвуковому диспергаторі УЗДН–2Т. Суспензію Na-монтморилоніту змішували з відповідними кількостями ГДТМА та перемішували на магнітній мішалці впродовж 4 год. при температурі 60 °С.

Модифікування органоглини проводили у співвідношеннях КОЄ монтморилоніту до ПАР у співвідношеннях від 1 : 0,25 до 1 : 10. Отримані матеріали промивали дистильованою водою до негативної проби на Br^- та висушували при температурі 80 °С. Для досліджень органоглину подрібнювали та відбирали фракцію між ситами з отворами 0,1 мм 0,2 мм²

Сорбційні експерименти були проведені на усіх модифікованих зразках. Для експериментів використовували калій дихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Сорбцію проводили у статичних умовах. У терморегульованому боксі підтримувалася температура 25° С. Іонну силу розчину (0,01М) встановлювали за допомогою NaCl. Наважка зразка масою 0,1 г поміщалася в об'єм водної фази 50 см³, наважка мінералу складала 0,1 г. Після встановлення адсорбційної рівноваги водну фазу відділяли та визначали в ній рівноважну концентрацію металу спектрофотометричним методом (UNICO 2100UV) з використанням реагенту дифенілкарбазиду при довжині хвилі 540 нм.

Зі збільшенням співвідношення КОЄ/ПАР зростала сорбція іонів хрому. Значне підвищення адсорбції спостерігалось для зразків органоглин, отриманих при співвідношеннях КОЄ/ПАР = 1 і вище. Враховуючи концентрацію іонів хрому у підземних водах і місцях видобутку та переробки руд, а також різноманітність їх складу, для подальших досліджень були вибрані зразки при співвідношенні КОЄ/ПАР рівному 1 та 2. При модифікуванні монтморилоніту катіонною ПАР у співвідношенні ПАР/КОЄ = 1, на поверхні мінералу не досягається утворення суцільного подвійного шару ПАР і на поверхні монтморилоніту крім позитивно заряджених ділянок зберігаються і негативно заряджені. Це може бути актуальним при очищенні реальних природних вод, де присутні як аніонні, так і катіонні форми важких металів.

Зі зростанням співвідношення КОС/ПАР від 1 до 2 відбувається не лише заповнення моношару при адсорбції ПАР на активних центрах монтморилоніту, а й формування наступного шару з утворенням на поверхні ПАР двовимірних міцел (подвійного шару). Цей процес супроводжується зміною заряду поверхні з негативного на позитивний, що й обумовлює максимальну сорбцію аніонів хрому.

Також проведено визначення міжшарового простору вихідного та модифікованих зразків за допомогою дифрактометру ДРОН-4-07 в області $2-10^\circ$ (2θ) з використанням $\text{CuK}\alpha$ -випромінювання. На дифрактограмі вихідного монтморилоніту спостерігається інтенсивний базальний рефлекс $d_{001}=1,268$ нм, що відповідає наявності молекул води у міжшаровому просторі і характерне для повітряно-сухих зразків. У процесі модифікування молекули катіонного ПАР сорбуються не тільки на поверхні частинок, а й мігрують між алюмосилікатними пакетами шаруватої структури монтморилоніту. Величина зсуву до 2,940 нм вказує на можливість утворення щільного подвійного шару з молекул ГДТМА у міжшаровому просторі мінералу.

Для зразків із співвідношенням КОС/ПАР 1 і 2 досліджено вплив рН на адсорбцію та отримано ізотерми адсорбції при рН = 7. Вивчення впливу підтвердило можливість використання даних сорбентів у природних водах із значеннями рН близькими до нейтральних.

Отже, модифікування шаруватих силікатів катіонними ПАР дає змогу регулювати гідрофільно-гідрофобний баланс силікатної поверхні у широкому діапазоні та вилучати з природних вод як аніонні так і катіонні форми сполук важких металів.

Синтезовані композити також можуть бути використовувані як реакційний бар'єр безпосередньо на місці забруднення із використанням нагнітаючих свердловин.

**ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПОСІВНИХ МАШИН
КОМПОЗИТАМИ КОНСТРУКЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Деркач О.Д.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро,

Derkach_dsau@i.ua, derkach.o.d@dsau.dp.ua

Вітчизняні виробники посівної техніки намагаються сьогодні реорганізувати виробництво, впроваджуючи нові технології виготовлення. Модернізуються цехи з первинної обробки матеріалів, удосконалюються складальні дільниці, відділи технічного контролю, впроваджуються європейські методи контролю параметрів технічного стану машин. У результаті цього, на ринки України вийшли сучасні посівні машини, наприклад, виробництва ПАТ «Ельворті»: Orion-9,6; Alcor-7,5 (10); Vega-8 (16) та інші. ТОВ «Союз-Спецтехніка» (м. Дніпро) впроваджує німецькі технології виготовлення складних посівних комплексів Агро-Союз Turbosem 19-60 (19-48; 19-32), PonTerra, MD-19-60. Ряд інших підприємств (ТОВ «Лозовські машини», «Велес Агро» та ін.) теж намагаються випускати техніку, яка б у певній мірі конкурувала із закордонними виробниками. Проте, можна стверджувати, що в переважній більшості вітчизняна посівна техніка скопійована із зарубіжних аналогів. Це елементи робочих органів, виконавчі та допоміжні системи. Як правило, наукове обґрунтування або ознаки системних досліджень при створенні вітчизняних машин відсутні. Конструкторські бюро і групи заводів не застосовують ніяких наукових методів проектування машин. При цьому, зовсім не враховані особливості експлуатації техніки в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Таким чином, вітчизняні посівні машини мають значно більшу кількість відмов у порівнянні із зарубіжними.

Зарубіжні ж виробники підвищують технічний рівень своєї продукції шляхом відмови від традиційних матеріалів – металів, ненаповнених пластмас – і використовують інші, більш складні матеріали, властивості яких поєднують

одночасно багато корисних, часом несумісних у традиційних матеріалах, властивостей. Це – полімерно-композитні матеріали (ПКМ). Поєднання різних видів полімерів та їх наповнювачів (яких може бути від одного до десятків) за різних технологій переробки (температура, тиск, витримка, швидкість нагрівання/охолодження) дозволяє створювати вироби із програмованими, спеціально адаптованими під конкретні умови експлуатації, властивостями. Для всіх вітчизняних заводів-виробників сільськогосподарської техніки такі сьогодні технології недоступні.

Нами також було виявлено, що як зарубіжні, так і вітчизняні виробники посівних комплексів, призначених для використання в технологіях Mini-till та No-till, у паралелограмному механізмі не застосували інноваційних технічних рішень і вписали цей механізм у систему технічного обслуговування. Причому, періодичність обслуговування мала. Аналіз системи технічного обслуговування посівних машин показав, що її виробники декларують власну періодичність обслуговування і контролю технічного стану техніки (табл. 1).

Наприклад, для нормальної експлуатації посівних комплексів Агро-Союз-Turbosem 19-60 передбачалося 270 точок змащування кожні 48 годин наробітку, а всього в систему технічного обслуговування (ТО) включено 300 точок змащування. Невиконання або неякісне виконання змащувальних операцій призводило до порушення агровимог сівби, суттєвого зниження продуктивності посівних агрегатів. Запропоновані конструкторами удосконалення технічної експлуатації не вирішила проблеми їх простоювання через настання чергового технічного обслуговування в період посівних робіт.

Виробники ПАТ «Ельворті» для своєї техніки також регламентують щозмінні ТО та «за необхідності».

Аналогічну систему ТО мають і зарубіжні посівні машини і комплекси. Різниця полягає в кількості точок обслуговування. Аналіз конструкції паралелограмних механізмів показав, що виробники вимушені вводити його у систему ТО через наявність трибоспряження «сталь-сталь», яке має працювати за умови змащування.

Таблиця 1. Кількість точок обслуговування під час експлуатації
посівних комплексів та періодичність

Виробник	Модель	Кількість точок змащування з періодичністю		
		8...12 год.	15...25 год.	40...50 год.
Great Plains	3S-4010 HD	94	9	7
	3S-4000 HD	22	6	14
	Yield-Pro YP2425A-2470	82	48	68
	Centurion CDA600	–	–	68
Horsch	Pronto 7/8/9 DC	24	–	29
	Maestro 12/24SW	–	–	79/127
Союз- Спецтехніка	Агро-Союз Turbosem II 19-60	–	–	270
John Deere	DeereBauer 44/58/60	72/96/108	72/96/108	48/64/72
	JD 1710/1740	36	36	24
Amity Technology	TillDrill 4010	68	–	18
	TillDrill 6015	100	–	36
Vaderstad	Rapid RDA 600J	–	–	85
	Spirit ST 600C	–	–	66
KINZE	KINZE 3600	106	–	223

В рамках науково-практичної співпраці ТОВ «НВП «Союз-Композит» і ДДАЕУ розроблено наукові основи експлуатації посівних комплексів типу Turbosem із впровадженням трибоспрямих, що не потребують обслуговування. Досліджено режими роботи паралелограмних механізмів, виявлено екстремальні умови роботи, що спонукають до підвищеного зношування деталей тертя [1, 2]. На основі отриманих розрахунків спроектовано модернізовані елементи конструкцій та обґрунтовані оптимальні склади полімерно-композитних сполук конструкційного призначення. Проведені дослідження з ідентифікації окремих ПКМ, що застосовують зарубіжні виробники [3]. При цьому забезпечений

вищий рівень надійності техніки, ліквідовано необхідність обслуговування паралелограмного механізму посівних комплексів, ресурс збільшено мінімум вдвічі, а витрати на ТО зменшені. Аналогічні результати проведені і стосовно ґрунтообробної техніки [4].

Сьогодні ПКМ, що застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні, можна умовно розділити на такі основні групи (рис. 1): декоративні (виконують функції ненавантажених, дизайнерських елементів); функціональні (паливні та масляні баки, насіннєпроводи, гофри, елементи важелів та інші деталі, що сприймають помірне навантаження і вплив хімічних речовин) і конструкційні (деталі, що сприймають значні навантаження і працюють у важких експлуатаційних умовах).

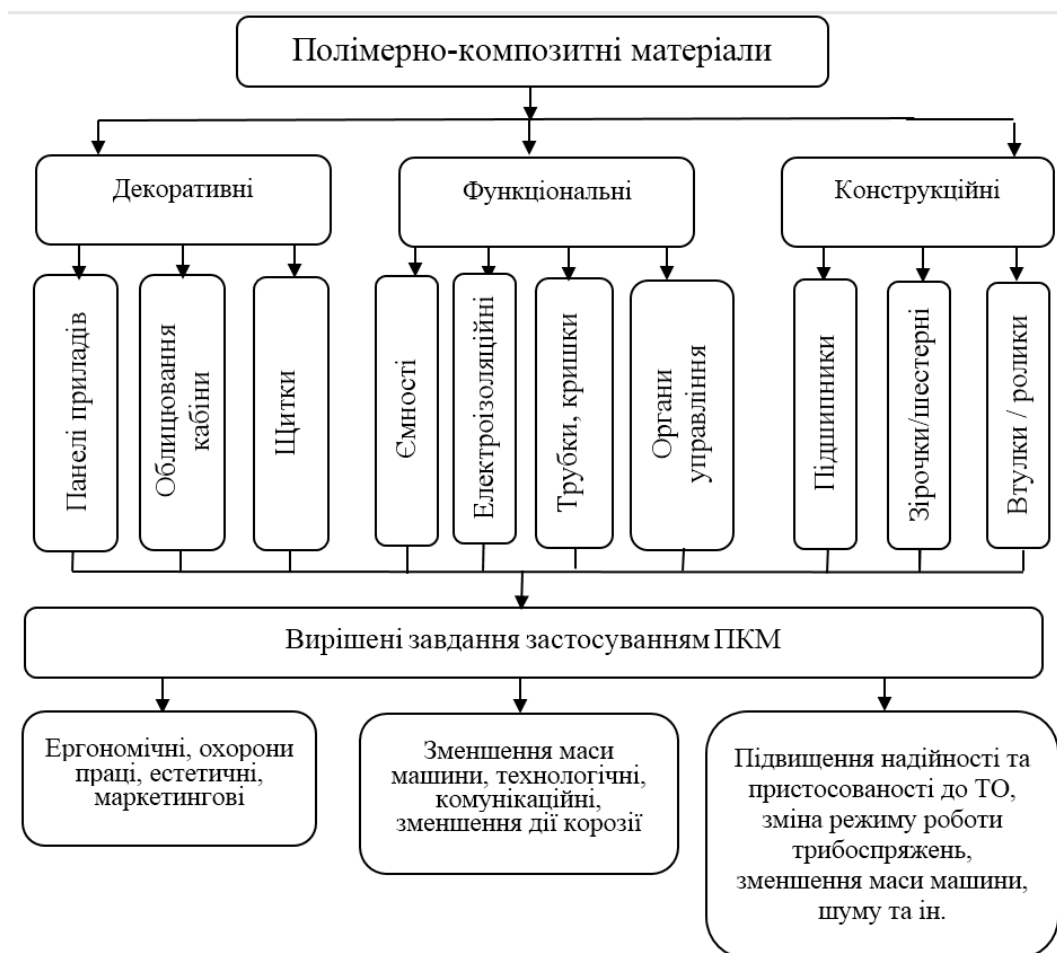


Рис. 1. Функціональна класифікація полімерно-композитних матеріалів, що застосовуються у сільськогосподарському машинобудуванні

Очевидно, з рис.1 і вищенаведених результатів можна зробити висновок, що підвищення технічного рівня посівних машин забезпечується впровадженням конструкційних ПКМ, розробленням нових, з адаптованими під конкретні умови експлуатації з програмованими властивостями.

Література

1. Kobec A.S. Decreasing the environment influence on composite materials / A.S. Kobec, A.D. Derkach, D.A. Makarenko, A. Shapoval, O.S. Kabat // Nauchni Izvestiya, ISSUE 16 (202), June 2016, IV International Scientific Journal and technical Congress “Agricultural Machinery”, 22-25.06.2016, Varna, Bulgaria. – P. 13-15.
2. Аулін В.В., Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Гриньків А.В. Вплив режимів експлуатації на зношування деталей, виготовлених з полімерно-композитного матеріалу // Проблеми трибології, Том 90, № 4 (2018). – С. 65-69.
3. Кобец А., Деркач А., Кабат О., Муранов Е., Шаповал А. Идентификация полимерного материала Tekrone // Machines. Technologies. Materials. International scientific conference, 13-16.03.2019, Borovets, Bulgaria, Year III, Issue 1 (12), Borovets, Bulgaria 2019. – P.149-150.
4. Derkach O.D., Makarenko D.O., Litvintseva Yu.O., Derkach V.D. Upgrading of machines for surface tillage (for cultivators) // Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка», Випуск №138.

УДК: 621.926.5:539.215:531.36

ВПЛИВ СТРУКТУРИ ПОЛІДИСПЕРСНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ ОБЕРТОВОГО БАРАБАНА НА РОЗМАХ АВТОКОЛИВАНЬ

Дейнека К.Ю.

*Технічний коледж Національного університету
водного господарства та природокористування
вул. Орлова, 35, 33027, м. Рівне
deineka-kateryna@ukr.net*

Чинниками самозбудження автоколиваний полізернистого завантаження обертового барабана є дилатансія заповнення та демпфуюча дія частинок дрібної фракції на взаємодію частинок крупної фракції. Додатна зсувна дилатансія полягає у збільшенні об'єму, шляхом розуцільнення, розпушування та розпошення, внаслідок зсувної деформації при переміщенні частинок у напрямку, що є нормальним до напрямку зсування.

Розмах автоколиваний є різницею між максимальним та мінімальним значенням дилатансії заповнення за період коливаний.

Технологічна ефективність автоколивних процесів подрібнення в барабанних млинах полягає у збільшенні частки активної частини завантаження камери традиційного конструктивного рішення без виступаючих елементів на поверхні, що виконують функції ліфтерів. Інтенсивність пульсацій завантаження при самозбудженні у значній мірі визначається розмахом автоколиваний. Проте вплив структури полізернистого внутрішньомлинного завантаження на розмах автоколиваний залишається невивченим.

Як метод досліджень було застосовано візуальний аналіз картин руху заповнення у перерізі камери обертового барабана та вимірювання дилатансії.

Як робоче середовище було використано двофракційний полізернистий матеріал. Крупна фракція моделювала молольні тіла барабанного млина, а дрібна – частинки подрібнюваного матеріалу. Крупну фракцію склали частинки незв'язного зернистого матеріалу сферичної форми із середнім розміром $d = 2,2 \cdot 10^{-3}$ м. Дрібну фракцію становили частинки цементу.

Як змінні фактори експериментальних досліджень було вибрано ступінь заповнення проміжків між частинками крупної фракції у стані спокою частинками дрібної фракції $\kappa_M = w_M / (0.4\kappa\pi R^2 L)$, відносний розмір частинок крупної фракції у камері барабана $d_{2R} = d / (2R)$ та ступінь заповнення камери у стані спокою $\kappa = \kappa / (\pi R^2 L)$, де w – об’єм порції крупної фракції у стані спокою, w_M – об’єм порції дрібної фракції, 0.4 – об’ємна частка проміжків між сферичними частинками крупної фракції у стані спокою, R – радіус камери, L – довжина камери.

За дискретні значення змінних факторів було прийнято: $\kappa_M = 0, 0.25, 0.5$ та 1 , $d_{2R} = 0.00519, 0.00733, 0.0104, 0.0147, 0.0208, 0.0293, 0.0415$ та 0.0587 , ($R = 212, 150, 106, 75, 53, 37.5, 26.5$ та 18.75 мм), $\kappa = 0.25, 0.35$ та 0.45 .

Розмах автоколивань оцінювався за величиною його приросту: $R_v = v_{max} / v_{min} - 1 = S_{max} / S_{min} - 1$, де: $v_{max} = S_{max} / (\kappa\pi R^2)$ – максимальне, $v_{min} = S_{min} / (\kappa\pi R^2)$ – мінімальне значення дилатансії за один період пульсацій заповнення; S_{max} – максимальне, S_{min} – мінімальне значення площі перерізу розпорошеного заповнення камери на картині руху за один період пульсацій.

На рис. 1-3 наведено отримані графічні залежності зміни максимального розмаху автоколивань R_v від d_{2R} та κ_M .

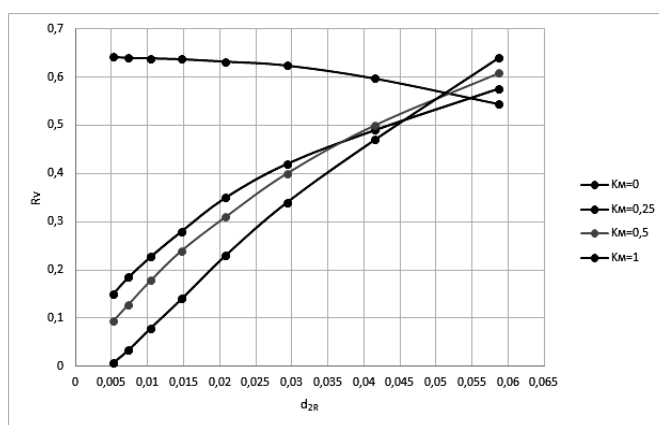


Рис. 1. Залежності R_v від d_{2R} при $\kappa_M = 0, 0.25, 0.5$ та 1 для $\kappa = 0.35$

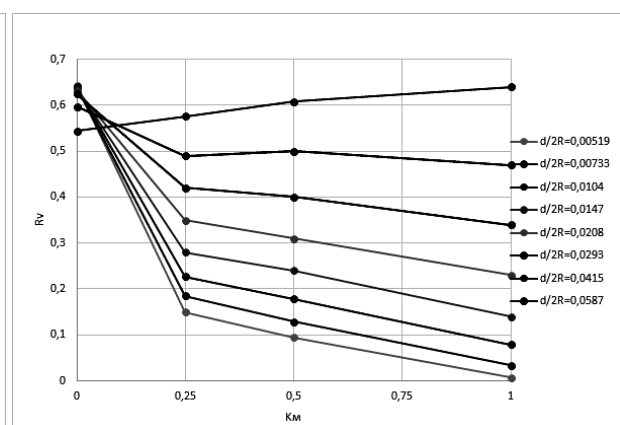


Рис. 2. Залежності R_v від κ_M при $d_{2R} = 0.00519, 0.00733, 0.0104, 0.0147, 0.0208, 0.0293, 0.0415$ та 0.0587 для $\kappa = 0.35$

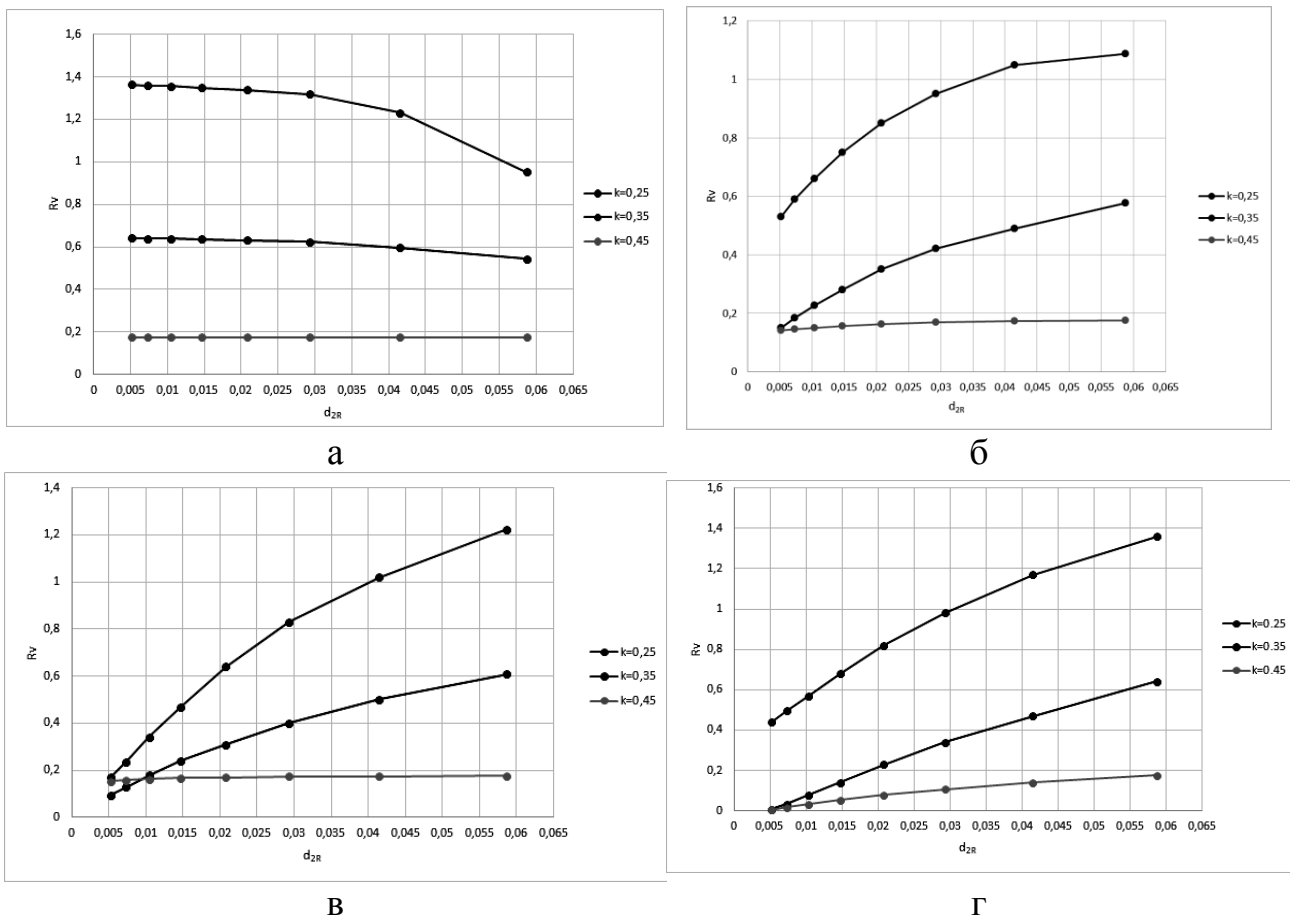


Рис. 3. Залежності R_v від d_{2R} при $\kappa = 0.25, 0.35$, та 0.45 для $\kappa_M = 0$ (а), $\kappa_M = 0.25$ (б), $\kappa_M = 0.5$ (в) та $\kappa_M = 1$ (г)

Із рис. 1 випливає, що, за відсутності дрібної фракції у заповненні $\kappa_M = 0$, R_v зростає зі зменшенням d_{2R} . За наявності дрібної фракції $\kappa_M > 0$, R_v спадає зі зменшенням d_{2R} . Інтенсивність зростання R_v , за умови $\kappa_M = 0$, та спадання R_v , за умови $\kappa_M > 0$, при зменшенні d_{2R} , різко посилюється зі зменшенням κ .

Рисунок 2 свідчить про спадання R_v зі збільшенням κ_M . Інтенсивність спадання R_v посилюється зі зменшенням d_{2R} та різко посилюється зі зменшенням κ .

Із рис. 3 випливає, що, за відсутності дрібної фракції $\kappa_M = 0$, R_v зростає зі зменшенням d_{2R} . Інтенсивність зростання R_v посилюється зі зменшенням κ . За умови $\kappa_M > 0$, R_v спадає зі зменшенням d_{2R} . Інтенсивність спадання R_v посилюється зі збільшенням κ_M , зі зменшенням κ та при малих значеннях d_{2R} .

Вплив частинок дрібної фракції посилює зв'язні властивості частинок незв'язної крупної фракції. Такий зв'язний вплив спричинює явища одночасного зчеплення та зрідження заповнення. Зчеплення виникає поблизу стінки

камери внаслідок злипання шарів, аутогезії, та налипання на тверду стінку, адгезії. Зрідження виникає у центральній частині камери і проявляється у взаємному проковзуванні шарів заповнення.

Зв'язний вплив дрібної фракції спотворює характер трифазного режиму руху незв'язного однофазного заповнення. Твердотільна зона заповнення поглинає зсувний шар на вільній поверхні, розшаровується і трансформується у зріджений валик, що циркулює із внутрішнім проковзуванням. Зона невідного падіння заповнення трансформується у вихровий валик, який, зі збільшенням швидкості обертання барабана, ущільнюється і перетворюється на фрагмент малорухливого пристінкового шару.

Прояв зв'язного впливу дрібної фракції, що спричинює одночасне зчеплення і зрідження, посилюється зі збільшенням κ_m та зменшенням d_{2R} . Натомість прояв зчеплення посилюється зі зменшенням κ , а прояв зрідження посилюється зі збільшенням κ . Послаблення розпорошення зони невідного падіння, внаслідок зчипного впливу дрібної фракції, обмежує величину дилатансії та спричинює зниження R_b .

Таким чином, експериментально встановлено ефект спотворення характеру усталеного трифазного режиму руху двофракційного полізернистого заповнення камери обертового барабана при самозбудженні автоколивань. Прояв ефекту полягає у посиленні зв'язних властивостей частинок незв'язної крупної фракції заповнення під впливом частинок дрібної фракції. Зв'язний вплив спричинює явища зчеплення поблизу стінки камери, внаслідок злипання шарів заповнення і налипання на стінку, та зрідження у центральній частині камери у вигляді взаємного проковзування шарів. Збільшення κ_m і зменшення d_{2R} посилюють зчеплення та зрідження. Зменшення κ посилює зчеплення та послаблює зрідження. Максимальний розмах автоколивань R_b спадає із посиленням зв'язних властивостей двофракційного заповнення. При однофракційному заповненні R_b зростає зі зменшенням d_{2R} та κ . При двофракційному заповненні R_b зростає зі зменшенням κ_m , збільшенням d_{2R} та зменшенням κ .

Секція 2

*Аналітична хімія навколишнього
середовища та продуктів
агровиробництва.*

*Інноваційні технології харчової
промисловості*

**АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ФЕРУМОВМІСНИХ
МІКРОЧАСТОЧОК В ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

Яцков М.В., Мисіна О.І.

Національний університет водного господарства та природокористування

вул. Соборна, 11, 33028, м. Рівне

o.i.mysina@nuwm.edu.ua

Для різнотипних виробництв хімічної технології нагальною залишається проблема вилучення ферумовмісних мікрочасточок з технологічних середовищ. Такими середовищами є рідкий та газоподібний амоніак, амоніачна вода, водяна пара, промислові стічні води. Ці мікродомішки негативно впливають як на якість продукції так і на технологічні режими виробництва. Оскільки достатньо багато ферумовмісних мікродомішок мають феромагнітні властивості, видається реальним застосування відповідних методів і пристроїв для магнітного осадження цих домішок. Відтак, підвищення вимог до якості продукції увиразнює необхідність пошуку надійних методів визначення феромагнітної фракції λ ферумовмісних мікродомішок у технологічних середовищах.

З огляду на це, нами запропоновано ефективний спосіб експрес-контролю визначення вмісту твердої фракції (λ) феромагнітного матеріалу в різних технологічних середовищах. Завданням даного способу є підвищення точності визначення вмісту феромагнітної фракції, визначення мінімального стабільного вмісту цієї фракції, покращення технологічного процесу і можливість визначення феромагнітної фракції в газоподібних та твердих середовищах.

Поставлене завдання досягається тим, що технологічне середовище пропускають через шар намагніченої фільтруючої насадки і вимірюють вміст феромагнітної фракції мікродомішок перед входом в насадку і після виходу з насадки, а також після проходження ним половини довжини шару насадки.

Концентрацію ферумовмісних домішок (йонів феруму) у фільтруючому середовищі до і після фільтрування визначали на основі колориметричного методу за оптичною густиною суспензії із подальшим усередненням паралель-

них вимірювань; відбір проб для аналізу після фільтрування проводили за різних довжин шару фільтруючої насадки.

В основу метода визначення λ покладена встановлена експоненціальна закономірність поглинання феромагнітних мікрочасточок намагніченою фільтруючою насадкою. Початкову концентрацію феромагнітної фракції домішок визначаємо за формулою:

$$C'_0 = \frac{(C_0 - C_1)^2}{C_0 + C_2 - 2C_1}, \quad (1)$$

де C_0 , C_1 і C_2 – сукупна концентрація феромагнітної та неферомагнітної фракції домішок в очищуваному середовищі перед насадкою, після насадки та за довжини насадки L_1 і L_2 приймаючи, що $L_2 = 2L_1$.

Частку феромагнітної фракції домішок сполук феруму λ знаходимо за формулою:

$$\lambda = \frac{\left(1 - \frac{C_1}{C_0}\right)^2}{1 + \frac{C_2}{C_0} - 2\frac{C_1}{C_0}}. \quad (2)$$

Порівняння результатів експерименту показує, що при пропусканні технологічного середовища через шар намагніченої фільтруючої насадки і вимірюванні вмісту твердої фракції матеріалу перед входом в насадку C_0 і після виходу з насадки C_2 , а також після проходження ним половини довжини шару насадки C_1 , досягається більш точне визначення вмісту твердої фракції феромагнітного матеріалу за формулою (1), а саме, стає можливим визначення мінімального стабільного вмісту даної фракції.

Практична цінність цього методу контролю λ полягає у тому, що отримане значення λ відображає максимальну середню ефективність магнітного очищення і дозволяє приймати рішення про доречність (чи недоречність) промислового використання магнітних фільтр-осаджувачів у конкретних промислових умовах.

Описаний експрес-метод апробували під час визначення феромагнітної фракції домішок сполук Феруму в побутових стічних водах готельно-туристичного комплексу «Буковель», у питних водах із артезіанських свердловин у смт Чижівка Новоград-Волинського району Житомирської області та смт Гоща Рівненської області, рідких і газоподібних технологічних середовищах Рівненського підприємства «Азот»: рідкому та газоподібному амоніаку, амоніачній воді «ч.д.а.» і у перегрітій водяній парі, конденсат якої є одним із компонентів виробництва амоніачної води реактивної кваліфікації. Запропоновані технічні рішення дозволили значно інтенсифікувати процес та підвищити ефективність очищення стічних вод та питної води до показників, які унормовані для води, що використовується для господарсько-питних потреб.

До переваг розглянутого експериментально-розрахункового способу визначення λ належать: нескладність і ефективність не тільки щодо рідких, але і газоподібних середовищ, для яких багаторазове фільтрування є ускладненим.

Результати виконаних нами досліджень з розробки експрес-способу визначення вмісту твердої фракції феромагнітного матеріалу захищено деклараційним патентом України на винахід.

Отже, застосування розробленого нами магнітно-фільтраційного експрес-методу визначення феромагнітної фракції домішок сполук Феруму перспективне у ракурсі підвищення точності визначення вмісту твердої фракції феромагнітних домішок у рідких робочих середовищах, покращення технологічності процесу, а також визначення вмісту твердої фракції феромагнітного матеріалу в газоподібних середовищах.

**ВПЛИВ КИСЛОТНОСТІ СЕРЕДОВИЩА НА ОКИСНЕННЯ
ГІДРОХІНОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГРАФІТОВОГО ЕЛЕКТРОДУ,
МОДИФІКОВАНОГО 18-МОЛІБДОДИФОСФАТОМ**

Петрушина Г.О.¹, Варлан К.Є.², Свєженцев В.О.¹

¹*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро

²*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

пр. Гагаріна 72, 49050, м. Дніпро

petrushyna.h.o@dsau.dp.ua

Фенольні сполуки привертають увагу дослідників як речовини для отримання біологічно активних препаратів і лікарських засобів. Найбільшою різноманітністю хімічних властивостей і біологічної активності відрізняються фенольні сполуки з двома і більше гідроксильними групами у бензольному ядрі. Гідрохінон має виражені антиоксидантні властивості, що пов'язані з наявністю в їх структурі рухомих атомів Гідрогену у гідроксильних групах.

Для визначення фенольних сполук широко використовуються електрохімічні методи аналізу, у тому числі і з використанням модифікованих електродів. Метою роботи є потенціометричне дослідження залежності окиснення гідрохінону на вугільному електроді, модифікованому тетраетиламонійною сіллю 18-молібдодифосфату (18-МДФК) від рН розчину. Електродом порівняння слугував насичений хлоридсрібний електрод.

Залежність різниці потенціалів індикаторного і стандартного електродів від від'ємного логарифму концентрації розчинів гідрохінону при різних рН наведена на рис. 1. Як видно з рис. 1, більшим інтервалом визначуваних концентрацій характеризуються залежності різниці потенціалів від концентрації при рН від 5 до 7. Наступні дослідження проводили з використанням буферного розчину з рН 6.

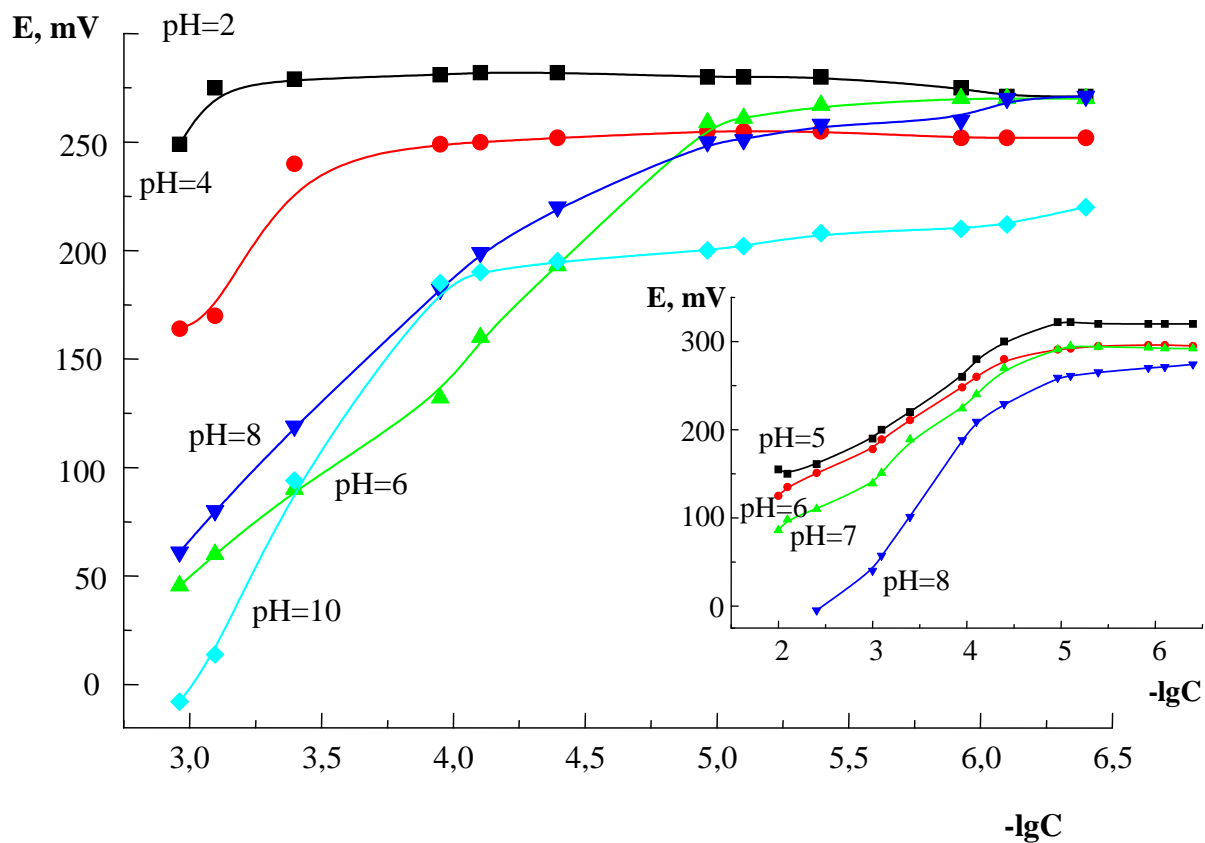
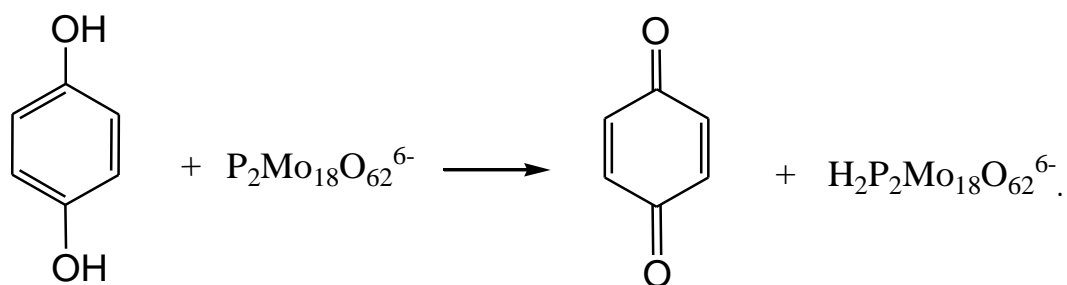


Рис. 1. Залежність різниці потенціалів від концентрації розчинів гідрокінону при різних рН

Відновлення 18-молібдодифосфату залежить від кислотності розчину. Аніон 18-МДФК має достатньо низький заряд (-6), тому при відновленні він приєднує два атоми водню гідроксильних груп гідрокінону:



Це пояснює той факт, що відновлення 18-МДФК гідрокіноном відбувається у нейтральному середовищі.

**ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ
КИСЛОТЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

Петрушина Г.А.¹, Базель Я.Р.², Свеженцев В.А.¹,

Вишникин А.Б.³, Варлан К.Е.³

¹ *Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет*

ул. Сергея Ефремова 25, 49600, г. Днепр

² *Университет Павла Иозефа Шафарика в Кошицах*

ул. Мойзесова 11, г. Кошице, Словакия

³ *Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

пр. Гагарина 72, 49050, г. Днепр

petrushyna.h.o@dsau.dp.ua

Аскорбиновая кислота (АК) часто используется в качестве антиоксиданта в пищевой промышленности для предотвращения нежелательных изменений цвета или вкуса и является важным показателем качества пищевых продуктов и напитков. Однако избыток АК может привести к раздражению желудка, а один из его метаболитов – щавелевая кислота – вызывает почечные проблемы. В некоторых случаях избыточные количества АК могут приводить к ингибированию естественных процессов, происходящих в пище, и могут способствовать ухудшению вкуса и аромата. Другим недостатком избытка АК является ее способность действовать как сильный антиоксидант только в водных средах и в отсутствие катионов тяжелых металлов. В присутствии катионов тяжелых металлов она может даже действовать как прооксидант. Поэтому актуальной задачей является создание надежных, простых и экспрессных методов количественного определения аскорбиновой кислоты.

Предложен новый потенциометрический сенсор для определения аскорбиновой кислоты. В качестве электродоактивного вещества использован гетерополикомплекс структуры Доусона 18-молибдодифосфат, в качестве полимерной матрицы – полиуретан. Композиционный материал также содержал

графит (50 мас. %) для повышения электропроводности. Потенциометрическое определение аскорбиновой кислоты проводили в водном растворе с рН 4.

Электрод был успешно апробирован при анализе на содержание АК в фруктовых соках (табл. 1).

Таблица. 1. Результаты анализа соков на содержание аскорбиновой кислоты предложенным и стандартным методами (мг/100 мл $\pm \Delta$ для $n = 5$ и $P = 95 \%$)

Объект анализа	Найдено предложенной методикой, $x_{\text{ср}} \pm \Delta$	S_r	Найдено стандартной методикой, $x_{\text{ср}} \pm \Delta$	S_r
Мультивитаминный сок с мякотью «Наш Сок»	12,2 \pm 0,7	0,06	12,1 \pm 1,3	0,04
Апельсиновый сок 100% «Sandora»	40,7 \pm 2,0	0,05	41,9 \pm 1,3	0,02
Листья лимона комнатного	472 \pm 8 мг/100 г	0,01	474 \pm 8 мг/100 г	0,02
Грейпфрут (свежевыжатый сок)	47,0 \pm 2,4	0,04	46,3 \pm 1,5	0,02
Апельсин (свежевыжатый сок)	50,0 \pm 2,0	0,03	50,6 \pm 1,2	0,02

Как видно из результатов анализа, сложная матрица не оказала существенного влияния на определение АК. В большинстве случаев анализ проводили без какой-либо предварительной пробоподготовки образцов.

Правильность результатов была подтверждена сравнением с результатами, полученными стандартной титриметрической методикой (йодометрическое титрование).

УДК 543.422.4:54-328

**ОДНОЧАСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ У СУМІШАХ
З ВІДНОВНИКАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕАКЦІЇ ВІДНОВЛЕННЯ
18-МОЛІБДОДИФОСФОРНОГО КОМПЛЕКСУ У ПРИСУТНОСТІ Vi(III)**

Мех Ю.В.,¹ Вишнікін А.Б.,¹ Товстоног Н.О.,¹ Петрушина Г.О.²

*¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро*

*²Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро*

vishnikin@hotmail.com

Визначення аскорбінової кислоти (АК) у сумішах з відновниками є актуальним, оскільки вони часто зустрічаються у рослинних та біомедицинських об'єктах аналізу разом. Водночас АК є зазвичай більш сильним відновником ніж інші речовини і заважає їх визначенню методами, які ґрунтуються на окисно-відновних реакціях. Особливо важким є визначення АК у сумішах з відновниками, які є близькими за своїми окисно-відновними властивостями. Для одночасного визначення АК і інших відновників при сумісній присутності запропоновані хроматографічні, електрохімічні та спектрофотометричні методи. Застосування перших для визначення однієї або двох речовин не завжди є доцільним. Наразі потрібні більш прості і доступні підходи. Тому активно розвиваються методи з застосуванням амперометричних сенсорів, але вони залишаються на рівні експериментальних зразків, для кожної комбінації відновників є необхідним створення нового електроду і їх чутливість також є недостатньою для практичного застосування.

Цих недоліків позбавлені спектрофотометричні методики, але на даний час простих методик одночасного визначення АК у сумішах з відновниками, які мають дуже близьку окисно-відновну поведінку, немає. Запропоновані кінетичні методи, де використовується різниця у швидкостях реакції з тими чи іншими реагентами. Втім такі методики є досить складними, довготривалими і не мо-

жуть бути застосовані для сумішей, де одна з речовин знаходиться у великому надлишку.

Нами нещодавно показано, що при спектрофотометричному визначенні відновників багатьма перевагами володіє 18-молібдодифосфорний гетерополікомплекс (18-МФК). Тим не менше, визначення АК з його використанням є неможливим або складним у присутності цистеїну, катехоламінів. Для всього інтервалу рН, де відбувається реакція цих відновників з 18-МФК, спостерігається одночасне окиснення обох речовин. У цій роботі ми дослідили іншу можливість і зробили спробу застосувати модифікований реагент. У присутності Bi(III) реакція 18-МФК з АК значно пришвидшується, що обумовлене утворенням металозаміщеного гетерополікомплексу та можливою взаємодією бісмуту(III) у складі такого комплексу з АК.

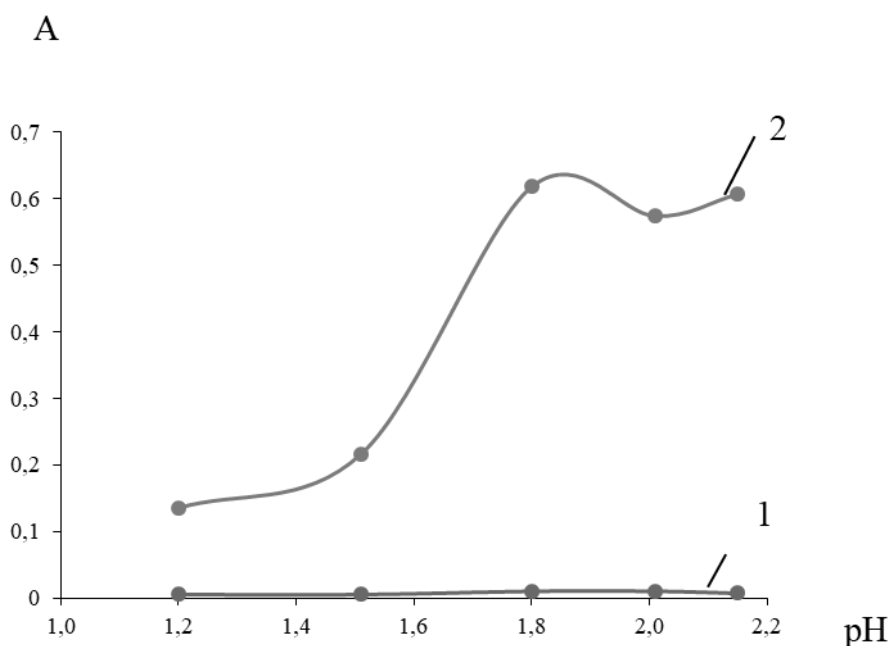


Рис. 1. Вплив кислотності на взаємодію 18-МФК у присутності Bi(III) з цистеїном (1) та АК (2). $C_{\text{АК}} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ М}$, $C_{\text{цистеїн}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ М}$, $\lambda = 760 \text{ нм}$, $l = 1 \text{ см}$, $t = 5 \text{ хв}$, $C_{18\text{-МФК}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}$; $C(\text{Bi}^{\text{III}}) = 2 \cdot 10^{-4} \text{ М}$

Показано, що в інтервалі рН від 1,2 до 2,2 АК селективно реагує з 18-МФК. При $\text{рН} < 1,2$ окиснення АК сильно уповільнюється, а при $\text{рН} > 2,2$ вимірюванням заважає гідроліз іонів Bi(III) . Втім досліді по вивченню адитивності показали, що практично отримане світлопоглинання для сумішей було менше, ніж

розраховане, виходячи з суми індивідуальних кінетичних кривих. Ця різниця була тим більшою, чим більшими були концентрація цистеїну та співвідношення цистеїну до АК. Спроби замаскувати цистеїн введенням іонів металів (Cr(III), Cd(II)) були невдалими.

Спектри гетерополісинеї, отримані при невеликому надлишку реагенту, змінювались внаслідок переходу двоелектронної ГПС у одноелектронну. Для нівелювання цього концентрацію 18-МФК було збільшено до 2×10^{-4} М. При цьому у спектрах спостерігали зміщення максимуму поглинання ГПС, яке обумовлене на наш погляд утворенням металоамінокомплексу ГПС, в якій цистеїн заміщував молекулу води у координаційній сфері бісмуту(III).

При вимірюваннях оптичної густини в ізобестичній точці ($\lambda = 720$ нм) вдалося досягти дотримання адитивності навіть при великих співвідношеннях цистеїну до АК (4 : 1). Градувальні графіки, побудовані для АК без та у присутності цистеїну співпадали.

Знайдені оптимальні умови дозволили прямо визначати вміст АК у сумішах з цистеїном. Вміст цистеїну у таких сумішах можна окремо визначити, якщо виміряти суму світлопоглинань при рН 5 і застосовуванні як реагенту 18-МФК. Після цього вміст цистеїну розраховують за різницею.

Показано, що аналогічний підхід можна запропонувати для визначення АК і катехоламінів (метилдопа, епінефрин) у сумішах. Оскільки в цьому випадку взаємодії аналітів з бісмутом немає, знаходження оптимальних умов значно полегшується. Нами проводиться подальша розробка відповідних методик аналізу.

**ПАРОФАЗНО-МІКРОЕКСТРАКЦІЙНЕ ВИЗНАЧЕННЯ
СУЛЬФІТ-, НІТРИТ- ТА ЙОДИД ІОНІВ**

Тамен Аймад-Еддін, Вишнікін А.Б., Заруба С.В., Скок А.Є.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро

aimadaimad508@gmail.com

Запропонований новий підхід до парофазного мікроекстракційного концентрування летких речовин. Він ґрунтується на переведенні визначуваної речовини в летку форму, інтенсифікації встановлення рівноваги між розчином та газовою фазою, поглинанні аналіту розчином акцепторної фази. На відміну від раніше застосованих підходів екстрагент розміщується не на кінці голки шприца, а в спеціальній ємності, яку розміщують над розчином у герметичній склянці. Це дозволяє збільшити об'єм акцепторної фази до необхідних для застосування у спектрофотометрії значень.

Метод апробований для визначення йодид, сульфід- та нітрит-іонів. На першому етапі йодид переводили у йод дією калій перманганату або біхромату. Як акцепторну фазу застосовували 1 %-вий розчин калій йодиду. Ефективність методики (відношення кількості йоду в акцепторній та донорній фазах) в оптимальних умовах досягала 30 %, що є значно вищим, ніж у попередніх методиках парофазної мікроекстракції. Це було досягнуто за рахунок збільшення сольового ефекту (створення максимально можливої концентрації Na_2SO_4) та часу екстракції. Максимальний та постійний аналітичний сигнал спостерігається приблизно після години перемішування з максимальною швидкістю на магнітній мішалці.

Визначення нітрит-іонів є можливим після реакції з надлишком йодиду і дистиляцією останнього у фазу екстрагенту. Сульфід-іони запропоновано визначати шляхом перетворення у діоксид сульфуру та поглинання розчином 5,5'-дитіобіс-(2-нітробензойної кислоти).

**ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИЙ СЕНСОР
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОХІДНИХ ГУАНІДІНУ**

Мироняк М.О., Волнянська О.В., Манзюк М.В., Ніколенко М.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49000, м. Дніпро

mari_mir@i.ua

Поверхнево-активні речовини (ПАР) широко використовуються у промисловості, сільському господарстві, медицині та побуті. Серед найважливіших сфер застосування ПАР є виробництво миючих засобів для технічних та санітарно-гігієнічних потреб, використання їх у текстильному виробництві як допоміжні речовини, у хімічній, нафтохімічній, фармацевтичній та харчовій галузях виробництва.

Але одночасно із великим попитом на ці речовини у промисловості, є ризики забруднення навколишнього середовища, оскільки водні розчини ПАР потрапляють у стічні води, а звідти у водоймища, а з урахуванням низької швидкості розкладання даних речовин, результати їхнього впливу на природу та живі організми передбачити неможливо.

Ступінь та характер впливу ПАР на водні організми залежить від хімічної структури речовини. Антимікробна дія ПАР залежить від типу сполуки, при цьому найвищу бактерицидну дію мають катіонні речовини, найнижчу – неіонні. Тому саме катіонні ПАР зазвичай використовуються як бактерицидні препарати. Одним із широко вживаних катіонних ПАР є високомолекулярні похідні гуанідину, зокрема хлорид та фосфат полігексаметиленгуанідину (ПГМГ). Дані сполуки широко використовуються в різних галузях промисловості, зокрема, і для знезараження питної води, а отже можуть потрапляти разом зі стічними водами до водоймищ та виявляти негативний вплив на різні мікро- та макроорганізми.

Тому необхідною є розробка експресних та простих методик визначення кількісного вмісту цих сполук у водних розчинах.

Нами запропоновано потенціометричний сенсор для визначення солей полігексаметиленгуанідину методом прямої потенціометрії. Оскільки полігексаметиленгуанідін є високомолекулярною сполукою, внаслідок просторових ускладнень не всі мономерні ланки можуть вступати в хімічну взаємодію з реагентом. Тому як основну речовину використано продукт гідролізу – гексаметилендіамін. Для отримання іонного асоціату як протиіони використано гетерополікислоти структури Кеггіна, зокрема молібдофосфатну, вольфрамофосфатну та галіймолібденвольфрамову кислоти.

Дослідження впливу різних чинників на електродні характеристики отриманих сенсорів (кислотність досліджуваного розчину, природу протиіона та розчинника пластифікатора) дозволило обрати оптимальні умови проведення аналізу. В результаті проведених досліджень розроблена іонометрична методика визначення солей ПГМГ через гексаметилендіамін в різних типах промислової продукції та об'єктах навколишнього середовища. Розроблений сенсор апробовано на дезинфікуючому засобі «Акватон», що являє собою водний розчин полігексаметиленгуанідину гідрохлориду та призначений для застосування у водопідготовці з метою знезараження та доочищення питної води, води басейнів, колодязів, дезинфекції технологічного обладнання, стічних вод та ін.

Розроблені методики відповідають усім вимогам сучасного аналізу – вони прості та експресні, безпечні та доступні, мають достатню точність, чутливість і селективність.

**ADSORPTION PURIFICATION OF PUMP-ROOMS WATER
FROM HEAVY METAL IONS**

Goncharova I.V.¹, Golovko D.A.², Golovko I.D.²

¹*Kyiv National University of Trade and Economics*

Kioto str., 19, 02156, Kyiv

irina.goncharova.knteu@gmail.com

²*Ukrainian State University of Chemical Technology*

Gagarina ave., 8, 49005, Dnipro

olimp17tnv@ukr.net, e20@ua.fm

Water is an essential life component of all organisms. Human health by 70 % depends on the quality and safety of water and is in direct relation with the composition of natural waters in the sources from which regular water supply is carried out. The ecological situation in Ukraine requires a scientific approach to the use of natural drinking water.

In order to ensure the integrity of organism functioning, it is necessary to consume drinking water, which according to organoleptic properties, chemical and microbiological composition, radiological indices meets the state standards and sanitary legislation in accordance with DSanPiN 2.2.4-171-10 (Hygienic Requirements to Drinking Water for Human Consumption: State Sanitary Norms).

Water of natural sources is a complex disperse system containing a lot of various mineral elements, organic and inorganic substances, the composition and ratio of which are determined by the conditions of its formation. The quality and safety of water are defined by a complex of chemical, physico-chemical, biological components and physical properties that determine water suitability for certain uses.

Today, the population of Kyiv has become a popular use in the everyday life of water from the pump-rooms. Firstly, it is not decontaminated by chlorine like tap water. Secondly, pump-room water comes from an artesian well. The artesian water supply system in Kyiv exploits the wells of two aquifers: the Cenoman-Kelovian and the Middle Jurassic. Water from these aquifers is drawn by pumps from a depth of

180 to 360 m. At the same time, there is a centralized water supply system in Kyiv. Water distribution points from artesian wells directly to pump-rooms are constructed for each district.

Production control of the quality indicators of pump-rooms water is carried out by the bodies of the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection in accordance with Article 44 of the Law of Ukraine “On Drinking Water, Drinking Water Supply and Drainage”.

The aim of the work is to determine the safety of water from 18 pump-rooms of the Desniansky district of Kyiv based on iron(III) ions, adsorption purification of pump-rooms water from excess of Fe^{3+} ions.

The experiments were carried out in the laboratories of the Department of Commodity, Safety and Quality Management, Kyiv National University of Trade and Economics at room temperature.

Iron is a heavy metal, one of the main elements of natural water, where it can be in the form of two- and trivalent ions, colloids of organic and inorganic origin, such as $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeS , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, complex compounds of humates and fulvic acids, as well as in the form of a fine dispersion suspension. Iron(II) hydrocarbonate, which is stable only in large amounts of carbon dioxide and the absence of dissolved oxygen, is the preferred form of the existence of iron compounds in underground waters. With pH increasing and the appearance of oxygen or other oxidants in water, hydrolysis occurs and $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ passes into a low-soluble $\text{Fe}(\text{OH})_2$. A number of intermediate compounds are formed and non-dissociative molecules and ions are present in natural water as $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, Fe^{2+} , $\text{Fe}(\text{OH})^+$. Then oxidation of iron(II) hydroxide to iron(III) hydroxide occurs. At the same time there are intermediate compounds such as $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ and $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$. This process flows in the natural environment with the participation of microorganisms.

According to DSanPiN 2.2.4-171-10 norms of iron(III) ions should be no more than 0.2 mg/dm^3 in drinking water from pump-rooms. The high content concentration of Fe^{3+} ions in drinking water gives it a rusty color and a metallic flavor. Iron com-

pounds are deposited in organs and tissues, which in turn, can lead to disfunction of the mucous coat of stomach.

Sorption methods of water purification of natural sources are topical today among other methods. It is known that sorbent has the ability to interact with sorbate through adsorption, absorption, ion exchange and complex formation. Adsorbents, absorbents, ion exchange materials and complex formers are means of purification of natural water. The most accessible sorbent for purification of drinking water is activated carbon. At the same time, water purification from iron ions by various methods has become widespread.

The spectrophotometric determination of iron(III) ions in samples of pump-rooms water and adsorption purification by means of activated carbon from surplus Fe^{3+} ions are carried out. The experiments have been made on spectrophotometer Specord 210 of Analytik Jena at wavelength of 510 nm.

The first series of experiments was performed on the model solutions of $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ with concentrations of 4.0; 8.0; 12.0; 16.0; 20.0 mg/dm^3 Fe^{3+} .

The obtained results were presented as adsorption isotherms of Langmuir and Freundlich. Isotherms adsorption constants were calculated. It was shown that with increasing concentration of iron(III) ions in model water solutions, the adsorption of Fe^{3+} on activated carbon increases.

At the maximum concentration of iron(III) ions – 20 mg/dm^3 , the adsorption on activated carbon is 65.48 mg/g , which is 2.5 times higher than with the use of modified coal from waste processing of agricultural raw materials.

The optimal adsorption parameters have been established: the ratio of adsorbent and adsorbate, adsorption time, experimental temperature.

After application of adsorption purification method on the model solutions, adsorption was carried out on activated carbon of 18 samples of pump-rooms water and removal of surplus Fe^{3+} ions.

The results of the content of iron(III) ions in pump-rooms water before and after adsorption are given in Table 1.

Table 1. The content of iron(III) ions in pump-rooms water
before and after adsorption

Sample number	Pump-rooms addresses	Content of Fe ³⁺ ions, mg/dm ³	
		before adsorption	after adsorption
1	Kurchatova street, 8-b	0.20	0.080
2	Boichenka street, 15/17	0.76	0.095
3	Zhukova street, 29	0.28	0.075
4	Volkova street, 12-a	1.75	0.070
5	Zhukova street, 45-b	0.16	0.100
6	Lisovyi prospect, 18	0.20	0.080
7	Kirova street, 2-b	0.20	0.080
8	Radunska street, 5	0.12	0.100
9	Vyhurivskiy avenue, 6	0.20	0.080
10	Balzaka street, 80	0.28	0.075
11	Balzaka street, 63	0.32	0.070
12	Myloslavska street, 35	0.25	0.072
13	Myloslavska street, 17-a	0.24	0.073
14	Zakrevskogo street, 85	0.60	0.080
15	Saburova street, 9/61	0.36	0.077
16	Lavrukhina street, 11	0.27	0.073
17	Budyshchanska street, 9/40	0.45	0.076
18	Mayakovskogo prospect, 54/9	0.40	0.080

The results of the experiment show that only one third of water samples from the pump-rooms do not exceed the standard on iron(III) ions content. This situation is probably connected with outdated metal water pipes.

In all samples of pump-rooms water after adsorption, the content of iron(III) ions decreased and does not exceed the norm of 0.2 mg/dm³. Adsorption of Fe³⁺ ions increases with increasing initial concentration in pump-rooms water. It was shown that after cleaning under the adsorption method on activated carbon all samples of pump-rooms water are safe on the Fe³⁺ ions content.

Thus, this method of adsorption purification on activated carbon for the removal of surplus iron(III) ions from pump-rooms water may guarantee its safety by this index. The results of the study indicate an alternative to the use of this technology for the purification other samples of drinking water.

**ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕРОБКИ
ВІДХОДІВ З АЛЮМІНІЄВИХ БАНОК**

Зибайло С.М., Банник Н.Г.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

othv@ukr.net

У теперішній час видобуток алюмінію з бокситової руди є надзвичайно енергоємним процесом. Тому розробка технологічних схем переробки відходів алюмінію є актуальним питанням.

Перевагами виробництва алюмінієвих банок з вторинної сировини є:

– переробка на заводах споживає на 95 % менше енергії, ніж виробництво первинної сировини. Тобто енергію, витрачену на виробництво однієї алюмінієвої банки із первинної руди, можна витратити на виробництво 20 банок із переробленої вторинної;

– виробництво первинної сировини випускає на 95 % більше парникових газів. Це еквівалентно викиду газів 900 тис. автомобілів протягом 12 місяців;

– переробка 1 тонни банок дозволяє уникнути близько 9 тонн викидів вуглекислого газу;

– скорочується використання природних ресурсів і хімічних речовин.

Зникає необхідність у добуванні бокситу та припиняються зміни ландшафту.

При виготовленні алюмінієвих банок для упаковки харчових продуктів використовують спеціальні алюмінієві сплави: для корпусу банки сплав алюмінію з марганцем 3004 (АМц), а для кришки – сплав алюмінію з магнієм 5083 (АМг4), ключ для відкривання банки – з сплаву марки 5042, який містить Mg не більше 4 % та Mn до 0,50 % (ISO 209-1).

Зважаючи на те, що корпус алюмінієвих банок має значно більшу масу (90-95 % для алюмінієвих банок об'ємом 250-500 мл) від інших деталей, то після переробки відходів із алюмінієвих банок можливо отримати саме сплав алюмінію з марганцем (АМц) для виготовлення корпусу банки.

Недоліком відомих технологічних схем є висока забрудненість вихідної сировини та невідповідність сучасним технологічним процесам на металургійних підприємствах через виготовлення перероблених алюмінієвих відходів у вигляді порошку.

У роботі запропоновано наступну технологічну схему переробки відходів алюмінію з банок з-під напоїв:

- відходи перед подрібненням піддають сепарації для видалення сторонніх включень, а потім проводять їх початкове подрібнення з розміром не більше 50 мм;

- сировину після першого етапу подрібнення необхідно піддавати випалу при температурі понад 200 °С і очищати від органічних домішок шляхом безперервної аспірації газу, при цьому відбувається видалення органічних сполук. В процесі випалу знижується міцність металу, що полегшує другу стадію подрібнення.

- сировину після остаточного подрібнення піддають класифікації для отримання частинок розміром не більше 20 мм;

- подрібнену сировину у змішувачі піддають хімічній обробці реактивом-активатором для розчинення поверхневої оксидної плівки;

- пресування подрібненої сировини здійснюють методом валкування: пресують при питомому тиску понад 1000 кг/см² з отриманням брикету заданої форми з найбільшою стороною понад 100 мм. Це забезпечує високопродуктивну комплексну механіко-термічну переробку алюмінієвих відходів з отриманням готової продукції у вигляді брикетів заданих форм і розмірів, які можуть бути використані як товарний продукт в металургійній промисловості при виготовленні алюмінієвих заготовок для формування корпусу банки.

Таким чином, запропонована технологічна схема утилізації та переробки алюмінієвих відходів (банок) не призводить до зниження якості харчової продукції, при цьому витрати енергії знижуються на 95 % порівняно із застосуванням первинного алюмінію.

**ПИТАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ КРИТЕРІЇВ ОБРАННЯ МАТЕРІАЛУ
ПАКУВАЛЬНОГО ВИРОБУ-ТРАНСФОРМЕРУ «ЗРУЧНА УПАКОВКА»**

Науменко О.П., Ковальов С.В., Банник Н.Г.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49000, м. Дніпро

nbannik@i.ua

Концепція «ЗРУЧНА ЇЖА» значно спрощує організаційно-технологічні питання повсякденного харчування при найбільш уважному відношенні до якісних, органолептичних й смакових властивостей їжі при свідомо обмежених ресурсах. Реалізація такої концепції неможлива без створення спеціального пакувального виробу, який одночасно призначено для: пакування і розпакування; транспортування і складування (до, при й після застосування за певною функцією); екобезпечне виробництво і утилізація при мінімумі витрат.

На сьогодні майже звичайним вважається покриття внутрішньої поверхні ламінованого матеріалу упаковки типу «Tetra Pak», тобто контактуючою з продуктом, термоплівкою, яка призначена для спаювання елементів конструкції і надання герметичності. Таке рішення супроводжує декілька проблем, навіть без урахування шкідливого впливу на харчові продукти поступового розчинення плівки за звичайних умов збереження. Герметичні шви – результат термохімічної реакції, а, відповідно, здійснюючи підігрів в упаковці продукту при приготуванні їжі інтенсифікуємо розчинення термополімеру плівки. Це не тільки додатково забруднює їжу, а руйнує цілісність швів та нищить упаковку.

З цього приводу обрання матеріалу пакувального виробу-трансформеру «ЗРУЧНА УПАКОВКА» вже не обмежується тільки прийнятними показниками на міцність при розтягу та витривалість при багаторазовому згині. Виникає потреба пошуку прийнятних технічних рішень механічного з'єднання елементів у герметичну конструкцію. Уникаючи використання на внутрішній поверхні ламінованого матеріалу термополімеру стає можливим означені вище питання негативного впливу на продукт та забезпечити надійність конструкції упаковки.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОБУТОВОЇ ПІДГОТОВКИ «М'ЯКИХ» ПАКУВАЛЬНИХ ТА ХАРЧОВИХ ЗАЛИШКІВ

Науменко О.П., Петренко М.М.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

olexandr.p.naumenko@gmail.com

За об'ємом вміст у побутовому смітті неорганічних залишків «твердих» пакувальних виробів (як-то: скляні та металеві) поступово скорочується завдяки поширенню органічних залишків від харчових продуктів та «м'яких» пакувальних виробів (як-то: паперові, картонні, тканні, полімерні, ламіновані).

Це спонукає до перегляду доцільності подальшого поширення існуючих процесів підготовки сміття (відокремлення паперу від полімеру, миття полімеру, сушка полімеру, сортування полімеру за природою, транспортна упаковка). Підготовка побутового сміття (рис. 1) не тільки брудне і докучливе ручне заняття, а також призводить до недоцільної витрати часу, зайвої оплати використаних ресурсів (вода, тепло, енергія) і потреби у зайвих послугах.



Рис. 1. Загальний вигляд окремих процесів підготовки побутового сміття органічної природи

Прагнучи звільнення споживача від означених незручностей досліджується можливість створення побутового автоматизованого обладнання для утворення брикетів певної форми, зменшуючи у кілька разів об'єм непідготовлених «м'яких» пакувальних та харчових залишків. Брикети, як і склобій, вторинна сировина. Зацікавлений компенсацією споживач здає їх на заготівельний пункт.

УДК 621.1:311.21

ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МАГНІТО-ГІДРОДИНАМІЧНОГО ГЕНЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Трофименко А.В.¹, Трофименко В.В.²

¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Гагаріна, 72, 49107, м. Дніпро

² ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

antrof2005@gmail.com

У наш час залежність людства від енергії (теплової, електричної) очевидна і потреби людства у ній з кожним днем збільшуються. Це призводить до інтенсивного видобування енергоносіїв. Вже в найближчі 40-70 років людей чекає перша енергетична криза. Аби якось уникнути її потрібно активно розвивати і впроваджувати альтернативну енергетику, але разом з тим не менш важливим є перегляд існуючих енергогенеруючих об'єктів. Антропогенний вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з електростанціями, є не менш важливим.

Підвищення ККД існуючих електростанцій дозволяє з одного боку отримувати більше електричної енергії, а з іншого – зменшити кількість активних енергоблоків і, як наслідок, зменшити споживання викопного палива та вплив на навколишнє середовище, що є дуже важливим аспектом екології України, так як більшість областей має високий рівень забруднення атмосфери.

Одним із способів підвищення ККД сучасних ТЕС, ТЕЦ та АЕС є використання МГД-генераторів. МГД-генератор – установка прямого перетворення енергії, в якій енергія електропровідного робочого тіла (рідкого чи газоподібного), що рухається в магнітному полі перетворюється безпосередньо в електричну енергію. Переваги МГД-генераторів:

- відсутність рухомих вузлів і деталей (немає втрат на тертя);
- можливість підвищити ККД електростанцій до 65 % (тому що відпрацьований у МГД-генераторі газ придатний для вироблення електроенергії традиційними методами);

– великі потужності (2 ГВт і більше), збільшення потужності досягається шляхом збільшення об'єму установки і практично нічим не обмежене, оскільки із збільшенням об'єму роль небажаних поверхневих процесів (забруднень, струмів втрат) тільки зменшується;

– висока маневреність;

– зменшення кількості шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах, із зростанням ККД.

Недоліки МГД-генераторів:

– високі вимоги до матеріалів електродів і стінок робочої камери (витримання температур 2000 – 3000 К, стійкість до хімічно активного та гарячого вітру, що має швидкість 1000 – 2000 м/с);

– шкідливі викиди (продуктів згоряння і домішки, наприклад, цезій).

Отже, в роботі було проаналізовано вплив складових ККД на загальну потужність МГД-генератора. Показано, що енергетичний ККД залежить від провідності плазми, швидкості протікання плазми, маси електрона, заряду електрона, магнітної індукції, сталої Больцмана, відстані між електродами, висоти каналу, коефіцієнта навантаження, коефіцієнта адіабати, молярної маси горючих газів, температури і тиску на вході в МГД-канал, та густини робочого тіла, яка змінюється в незначних межах і може бути прийнятою постійною.

Так як деякі параметри із переліку є константами, було проведено розрахунки впливу на енергетичний ККД наступних параметрів: провідності плазми, швидкості протікання плазми, магнітної індукції, відстані між електродами та коефіцієнта навантаження. Згідно розрахунків, збільшення провідності плазми, швидкості протікання плазми впливає на зростання енергетичного ККД.

Проведено дослідження МГД-генератора, як найбільш перспективної технології, що дозволить разом із збереженням існуючої інфраструктури електростанцій збільшити загальне виробництво електроенергії, або зберігають поточні потужності і зменшити споживання паливно-енергетичної сировини.

**БІОПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЇ
НА ОСНОВІ МЕДУ, ВОСКУ І ПРОПОЛІСУ**

Цап М.Р., Курта С.А.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

вул. Шевченка, 57, 76018, м. Івано-Франківськ

kca2014@ukr.net

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, які ґрунтуються на обстеженні 53 країн (у тому числі України) найбільший рівень захворювань пародонту припадає на вік 35-44 роки (65-98 %), а у 80 % дітей Землі діагностується гінгівіт. Генералізований пародонтит у старшому віці зустрічається у 90-95 % хворих тканинами пародонту. Хвороби пародонту: гінгівіт, пародонтит, і пародонтоз розвиваються на фоні супутніх захворювань. Вони проходять на основі розладів травлення, порушення обміну речовин, серцево-судинних та ендокринних порушень, інфікування людського організму та психоемоційного, стресового стану людини. Це призводить в результаті до катастрофічних наслідків втрати зубів.

Ми пропонуємо захист, профілактику та лікування тканин пародонту, ясен і зубів. Цей ефект можна забезпечити використанням спеціальних продуктів бджільництва у складі біополімерної композиції звичайної жувальної гумки без використання синтетичних полімерів, цукру, ксиліту, сорбіту, гліцерину, штучних антиоксидантів, барвників та інших не натуральних препаратів.

Біополімерну композицію на основі карамелізованого меду, воску та прополісу виготовляється у вигляді жувальної гумки для профілактики та лікування ясен і зубів від різноманітних стоматологічних захворювань мікробіологічного та бактеріального типу. Результат досягається шляхом введення у біополімерну композицію спеціально приготованого карамелізованого натурального бджолиного меду, воску і прополісу. На основі цієї композиції виготовляють жувальні гумки для щоденного використання. Ціллю цієї роботи є

профілактика, захист та лікування різноманітних стоматологічних захворювань пародонту, у першу чергу, гінгівіту, пародонтиту і пародонтозу, як у дорослих так і у дітей, шляхом щоденного використання жуйки на основі карамелізованого меду, воску та прополісу.

На основі попередньо проведених у 2016-2018 роках досліджень вченими кафедри хімії факультету природничих наук Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, в м. Івано-Франківськ в Україні, було розроблено спеціально біохімічну технологію низькотемпературної карамелізації меду. Були проведені дослідження його біохімічних властивостей. Випробування жуйки, були проведені в умовах *in vivo*, *in vitro*, показали високу біологічну активність карамелізованого меду по відношенню до ряду мікробіологічних об'єктів на тканинах пародонту при профілактиці та лікуванні гінгівіту, пародонтиту і пародонтозу.

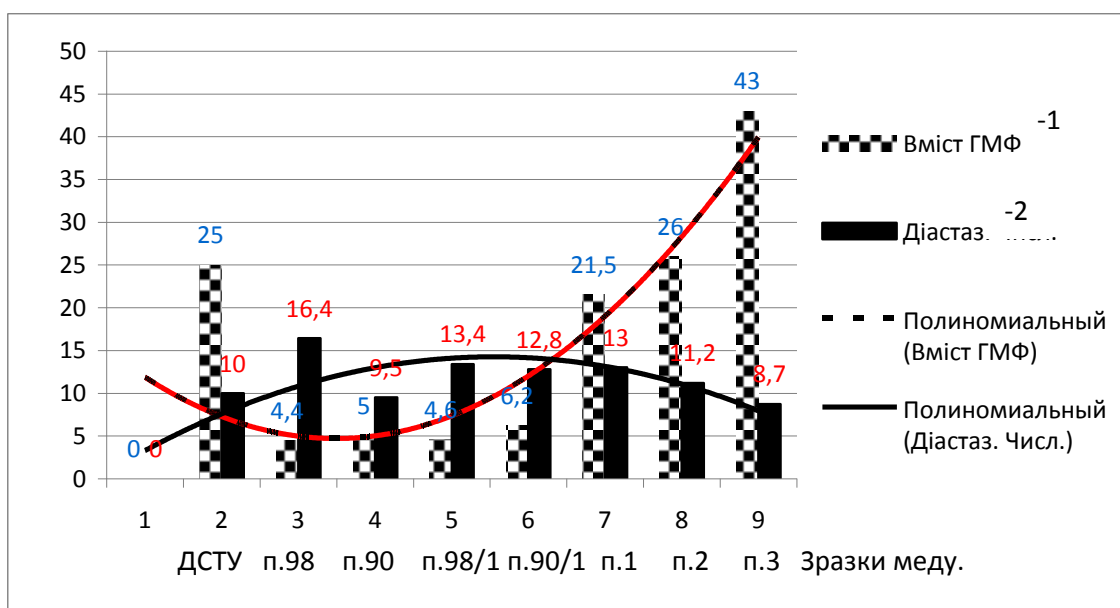


Рис. 1. Гістограми порівняльного вмісту 1-оксиметилфурфуролу (синя гістограма) та 2-діастазного числа (червона гістограма) зразків природного та карамелізованого меду

Таким чином нами було вперше досліджені реакції карамелізації меду та інших продуктів бджільництва з вивченням біохімічних властивостей отриманих продуктів, показана можливість їх перетворення в біологічно-активні сполуки при термохімічній обробці меду в присутності каталізаторів. Досліжено

ІЧ-спектри, розмір наночастинок у карамелізаційному меді вміст оксиметилфурфуролу та діастазне число, які відрізняються від показників звичайного природного меду (рис. 1).

При цьому вміст оксиметилфурфулолу при карамелізації меду зростає, а величина діастазного числа одиниць Готе при карамелізації зменшується.

У «Науково-дослідному та навчальному Центрі молекулярної мікробіології та імунології слизових оболонок» Ужгородського національного університету, був проведений попередній клінічний експеримент на мікробіологічний висів змивів ротової порожнини дев'яти пацієнтів до і після прийому препарату-жуйки «Медівник» на основі карамелізованого меду. В процесі лікування не було жодного випадку виникнення небажаних ускладнень, натомість 8 із 9 пацієнтів були виявлені позитивні покращення стану тканин пародонту .

ТЕРМІЧНИЙ АНАЛІЗ КОМПОНЕНТІВ БІОМАСИ АМАРАНТУ

Харитонов М.М, Рула І.В., Кулик О.В.

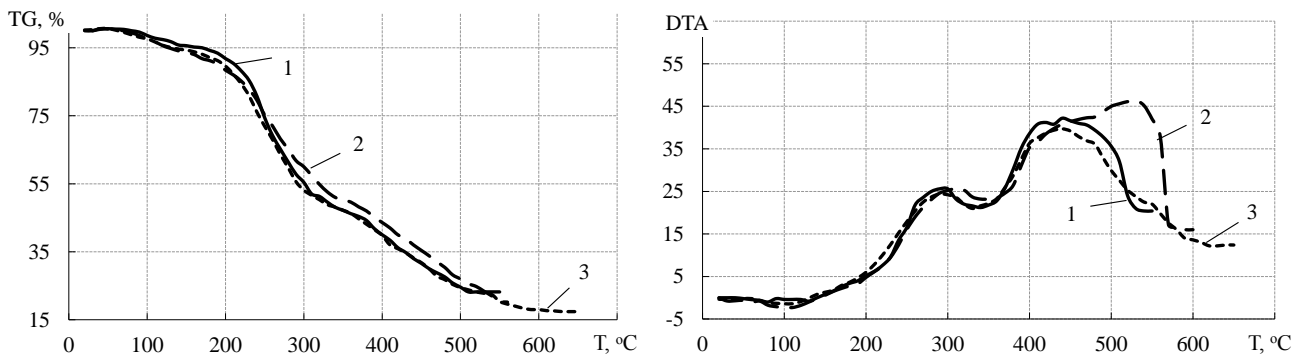
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро

Iryna.chem79@gmail.com

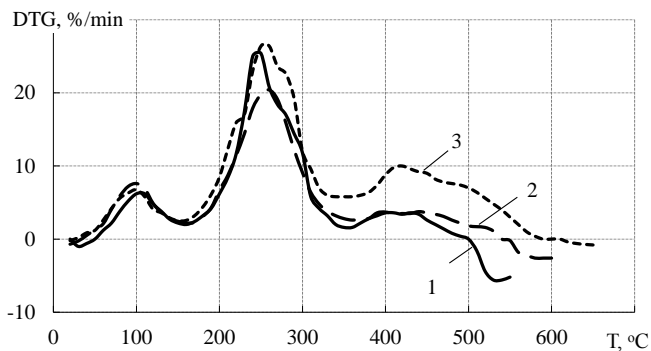
Останнім часом знову зріс попит на вирощування амаранту – культури, яка характеризується збалансованістю білку, високою врожайністю, підвищеним вмістом вітамінів та цінної біологічної речовини – сквалену. Сквален має попит для виробництва стероїдних гормональних препаратів, використовується для профілактики онко- і кардіозахворювань та у косметології. У зв'язку з цим виникає необхідність комплексної утилізації біомаси амаранту або для біопалива або для виробництва біополімерів. Термогравіметричні дослідження проводились з метою визначення енергетичної цінності зразків амаранту (стебла, листя та суцвіття) на дериватографі Q-1500 D системи «F. Paulik – J. Paulik – L. Erdey». Чутливість гальванометрів TG, DTG, DTA складала 500 мкВ. Зразки стебел, листя та суцвіть аналізували в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 10 °С/хв в атмосфері повітря. Маса зразків становила 100 мг. Еталонний зразок – Al₂O₃.

Аналіз кривих втрати маси (рис. 1а) показав, що термостійкість стебел, листя та суцвіть амаранту відрізняється незначно. Розглядаючи хід кривих диференціально-термічного (DTA) та диференціально-термогравіметричного (DTG) аналізів можна умовно виділити три температурні інтервали. На першому етапі (20 ÷ 150 °С) іде видаленні вологи та руйнування макромолекул білка з розщепленням пептидних зв'язків і утворенням сірководню (H₂S), амоніаку (NH₃), вуглекислого газу (CO₂), диметилсульфіду (H₃C – S – CH₃) та інших сполук небілкової природи. А так як у суцвіттях амаранту накопичується від 20 до 50 % білка, у листі – 21-47 %, у стеблах – 7-16 %, то і втрата маси зразками листя і суцвіть відбувається зі більшою інтенсивністю (рис. 1в).



а

б



в

Рис. 1. Криві втрати маси (а), диференціально-термічного (б) та диференціально-термогравіметричного (в) аналізів стебел (1), листя (2) та суцвіть (3) амаранту в окислювальному середовищі

На другому етапі (150 ÷ 350 °C) найменша швидкість втрати маси спостерігається для зразків листя, можливо через те, що вміст аскорбінової кислоти у різних формах амаранту неоднаковий і становить: у листі – 21-70 мг%, у стеблах – 7,9-38,5 мг% і у суцвіттях – 16,28-46,20 мг%, а в сухому листі вміст аскорбінової кислоти може досягає 443 мг%, температура розкладання якої 237 – 240 °C. Третій етап (350 ÷ 550-650 °C) закінчується розкладанням всіх органічних складових біомаси та відбувається дорозкладання лігніну з утворенням вугільно-мінералізованих залишків, причому найбільш інтенсивно і при більш високих температурах відбувається процес деструкції зразків суцвіть, які мають менший вміст золи, і як наслідок менший мінеральний і більший органічний склад у порівнянні зі стеблами і листям. На кривих диференціально-термічного аналізу (рис. 1б) для листя спостерігається значний екзотермічний ефект в інтервалі температур 440 ÷ 540 °C, при цьому відбувається процес самоспалахування каротиноїдів та руйнування жирів, яких в сушеному листі більше ніж у суцвіттях.

**ВПЛИВ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ
НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ХЛІБА**

Руднєва Л.Л., Лакіза О.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49000, м. Дніпро

larisarudneva4@gmail.com

Раціон харчування характеризується надмірним споживанням жирів тваринного походження, легко засвоюваних вуглеводів, і в той же час для більшості населення суттєво дефіцитний щодо поліненасичених жирних кислот харчових волокон, макро- і мікроелементів. Дефіцит цих харчових речовин і біологічно активних компонентів у раціоні призводить до зниження резистентності організму до несприятливих факторів навколишнього середовища, порушення функції систем антиоксидантного захисту, підвищення ризику розвитку поширених захворювань і т.ін. Використання лляної олії у харчовій галузі пов'язано з її унікальними властивостями, зумовленими високим сумарним вмістом поліненасичених жирних кислот: α -ліноленової і лінолевої – незамінних жирних кислот у раціоні харчування.

Поширеним і доступним харчовим продуктом в Україні є хліб, що вказує на його перспективність з точки зору ефективності запобігання нестачі мікроелементів у харчуванні населення. Збагачення фізіологічно-функціональними інгредієнтами найбільш вживаного продукту, як то хліб та хлібобулочні вироби, практично відсутнє на ринку України.

Проведено пробну лабораторну випічку багету з різним вмістом лляного жмиху (ЛЖ) за однакових умов та проаналізовано отримані зразки хліба. В таблиці 1 наведена розрахункова харчова цінність зразків хліба за умови, що харчова цінність компонентів на 100 г наступна: борошно пшеничне в/с – білків 10,3 г, жирів 1,1 г, вуглеводів 70,0 г; ЛЖ – білків 25,5 г, жирів 10,0 г, вуглеводів 12,0 г; сіль та вода – білків 0 г, жирів 0 г, вуглеводів 0 г; дріжджі – білків 12,7 г,

жирів 2,7 г, вуглеводів 8,5 г; цукор – білків 0 г, жирів 0 г, вуглеводів 99,9 г; олія – білків 0 г, жирів 99,9 г, вуглеводів 0 г.

Таблиця 1. Розрахункова харчова цінність зразків хліба

Зразок	Контроль	1%	2%	3%	4%	5%	10%	15%
		ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ
Білки	7,01	7,08	7,14	7,18	7,16	7,11	7,52	7,81
Жири	1,52	1,58	1,63	1,67	1,70	1,72	1,98	2,21
Вуглеводи	47,36	46,80	46,15	45,34	44,22	43,12	40,80	38,23

Зі збільшенням вмісту ЛЖ збільшується вміст білку, зменшується вміст вуглеводів, збільшується вміст жирів та кількість ненасичених жирних кислот. При цьому змінюється співвідношення різних вуглеводів та жирних кислот в жирах, амінокислот в білках. Зі збільшенням вмісту ЛЖ збільшується кількість ненасичених жирних кислот.

В таблиці 2 наведена калорійність зразків хліба із вмістом ЛЖ.

Таблиця 2. Калорійність зразків хліба

Зразок	Контроль	1%	2%	3%	4%	5%	10%	15%
		ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ	ЛЖ
Калорійність, ккал/100 Г	231	230	228	225	221	216	211	204

Внесення ЛЖ зменшує калорійність готового продукту та покращує його харчову цінність за рахунок ненасичених жирних кислот, харчових волокон, вітамінів та мінералів, які містяться в жмиху.

За отриманими даними можна стверджувати, що при введенні ЛЖ в кількостях не більше 5 % від маси пшеничного борошна отримується хліб, який відповідає нормам і не потребує змін технологічних параметрів, які встановлено для виробу без внесення добавки.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОСЛИННИХ ІНГРЕДІЄНТІВ
НА БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ
ФЕРМЕНТАЦІЇ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТУ**

Вакуліч А.М., Дробоног М. С, Пономаренко І.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8 49005, м. Дніпро

decanfpo@ukr.net

Створення нових продуктів з підвищеною харчовою цінністю є актуальним завданням сучасного етапу. Розширення асортименту продукції з високою біологічною цінністю відбувається за рахунок додавання до традиційних продуктів харчування корисних рослинних інгредієнтів з лікувально профілактичною дією. Серед різних груп продуктів харчування на основі яких створюють комбіновані продукти з функціональною дією, виділяють ферментовані продукти, які отримують за допомогою біологічних агентів. Використання процесів молочнокислого та змішаного бродіння в присутності рослинних добавок функціональної дії, дозволяє коригувати білковий, ліпідний, мінеральний та вітамінний склад кінцевого продукту, а також впливати на ріст пробіотичної мікрофлори.

Перспективним напрямком у розширенні асортименту кисломолочної продукції (КМП) є використання пребіотичних компонентів. Пребіотики виконують функцію резервних вуглеводів для багатьох вищих рослин, водоростей, мікроорганізмів, грибів, дріжджів. До пребіотичних добавок відносять волоконно-подібні не перетравні олігосахариди. Практичний інтерес має нітрифікація КМП рослинними добавками, що містять БАР, а також рослинними оліями, до складу яких входять важливі есенціальні нутрієнти. Для отримання КМП з функціональними властивостями було запропоновано використання змішаного бродіння у присутності рослинної добавки – лляної олії. Відомо, що лляна олія є джерелом омега-3 жирних кислот (α -ліноленова кислота), а також до складу олії входять антиокисники (токофероли, каротиноїди) та їх синергісти (фосфоліпіди, ситостерини), інші активні сполуки. Як функціональну добавку лляну олію додавали у нормалізовану суміш у діапазоні від 0,5 до 2,0 % від маси молока. Для складеної суміші визначали компонентний та хімічний склад, а також контролювалась початкова кислотність суміші. Збільшення кількості лляної олії

у складі суміші впливало на зростання масової частки жиру (від 2,5 до 3,98 %), при цьому масова частка білка практично не змінювалась (від 3,13 до 3,14 %). Титрована кислотність у присутності 2 % лляної олії зростала від 16,96 до 17,40 °Т, що обумовлено присутністю ненасичених жирних кислот в олії. Процес ферментації дослідних зразків здійснювали наступним чином: контрольний та дослідні зразки пастеризували при температурі (82 ± 2) °С, охолоджували до температури інокуляції закваски в активній формі (28 ± 1) °С. Сквашені продукти перемішували і розміщували у термостаті при умовах (28 ± 1) °С. В процесі ферментації досліджували динаміку кислотності та в'язкості продукту. Динаміка титрованої кислотності процесу ферментації мала однакову інтенсивність для усіх дослідних зразків і контролю. На основі експериментальних досліджень мікробіологічних показників визначили, що внесення функціонального компоненту до нормалізованої суміші не призводить до суттєвих змін у складі загальної кількості молочнокислих мікроорганізмів і дріжджів. Розраховано співвідношення жирних кислот у кінцевому продукті змішаного бродіння. Визначено, що частка поліненасичених жирних кислот збільшується на 35 %. Таким чином, на основі отриманих показників встановлено позитивний вплив лляної олії на біологічну цінність КМП. Визначено, що кількість лляної олії повинна складати не менш, ніж 50 % від масової частки жиру вихідної сировину. З метою підвищення якісних характеристик та харчової цінності продукту молочнокислого бродіння було запропоновано використовувати як пребіотичну добавку висівки пшениці. В результаті дослідження виявлено, що додавання висівок пшениці до КМП покращує щільність згустку у порівнянні з чистим продуктом. Для визначення кількості внесення добавки використовували показники титрованої кислотності та органолептичні показники продукту. Кількість доданої пребіотичної добавки складала від 1 до 4 %. Встановлено, що додавання висівок пшениці більш, ніж 2 % погіршує органолептичні властивості продукту. Харчові волокна запропоновано додавати після процесу молочнокислого бродіння з попередньою термообробкою, що дозволяє не змінювати вже існуючий технологічний режим на підприємстві.

Таким чином, дослідження показали, що внесення висівок пшениці як пребіотичної добавки; лляної олії як джерела омега-3 жирних кислот, забезпечує збагачення кисломолочного продукту цінними нутрієнтами та дозволяє розширити асортимент КМП з функціональною дією.

УДК 664.3

**ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ КАТАЛІЗАТОРІВ В ТЕХНОЛОГІЇ
ОТРИМАННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН
ІЗ ЖИРОВОЇ СИРОВИНИ**

Земелько М.Л., Черваков О.В., Андрєєв Д.А., Свєрдліковська О.С.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49000, м. Дніпро

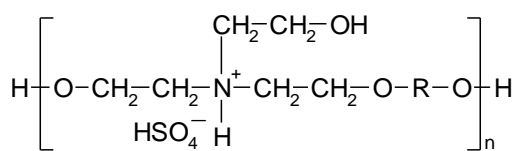
kushnir2609@gmail.com

Сучасний каталіз та синтез має велику кількість відомих каталізаторів. Однак, потреба у нових, більш ефективних і екологічно безпечних каталітичних системах залишається завжди. У більшості технологій харчової та хімічної промисловостей є необхідність у нових підходах вирішення існуючих економічних та екологічних проблем, пов'язаних з великими енергетичними затратами та забрудненням навколишнього середовища.

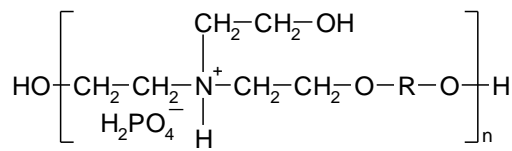
В останні роки актуальним напрямом науки є перехід до нового класу каталізаторів і розчинників – іонних рідин. Іонні рідини є перспективними каталітичними середовищами при створенні безпечних виробництв, а також для здійснення спрощеної технологічної схеми при проведенні каталітичних реакцій. Це обумовлено унікальними властивостями іонних рідин: низький тиск пари у широкому інтервалі температур, невисока токсичність, добра розчинна здатність до різних органічних та неорганічних сполук.

Своєчасною задачею харчової промисловості є вирішення питання сировинної бази енергоощадної технології синтезу моно- та диацилгліцеролів жирних кислот (що у загальному споживанні поверхнево-активних речовин складають більше 50 %), які отримують гліцеролізом жирової сировини у присутності гомогенних каталізаторів.

Для вдосконалення цієї технології запропоновано використовувати як каталізатори нові олігомерні сполуки класу кислотних іонних рідин загальної формули:



polyTEA-HSO₄



polyTEA-H₂PO₄

синтезовані на кафедрі ТПЖ та ХП ДВНЗ УДХТУ під керівництвом професора Червакова О.В.

З метою визначення оптимальних умов синтезу моноацилгліцеролів було досліджено вплив температури і часу проведення реакцій, кількості каталізатору та мольного співвідношення жир-гліцерол на вихід отриманого продукту. Попередніми дослідженнями встановлено, що гліцероліз жирової сировини ефективно проводити протягом 4 годин. Однак, синтез моноацилгліцеролів у присутності каталізатору polyTEA-H₂PO₄ протягом 4 годин приводить до отримання продуктів гліцеролізу соняшникової олії з низьким виходом. Найбільший вихід моноацилгліцеролів (16 %), який одержано із соняшникової олії у присутності каталізатору polyTEA-HSO₄, досягається при температурі 100-115°C протягом 8 годин. Тобто, оптимальна тривалість синтезу моноацилгліцеролів знаходиться у межах 8-9 годин. Встановлено, що вміст каталізатору у реакції отримання моноацилгліцеролів складає 10 мас. %. На підставі отриманих даних більший вихід моноацилгліцеролів отримували при оптимальному мольному співвідношенні жир-гліцерол 1 : 3. Фізико-хімічні властивості отриманих моноацилгліцеролів у присутності каталізатору polyTEA-HSO₄ складають: КЧ = 0,88 мг КОН/г; ПЧ = 6,5 ½О ммоль/кг; ЙЧ = 84 г I₂ /100 г.

У роботі досліджено можливість застосування отриманих продуктів гліцеролізу соняшникової олії в якості емульгаторів водно-жирових емульсій. Ефективність дії емульгаторів оцінювали за стійкістю емульсії. Встановлено, що використання 1 мас. % емульгатору приводить до утворення стійкої емульсії при мольному співвідношенні жир-вода 1 : 1. Узагальнення результатів дослідження дозволяє зробити висновок, що отримані моноацилгліцероли утворюють стабільні водно-жирові емульсії.

Синтезовані продукти гліцеролізу соняшникової олії можуть бути використані як поверхнево-активні речовини в кондитерській промисловості, при виробництві маргаринів, майонезів та інших харчових продуктів.

**КУПАЖОВАНІ ОЛІЇ З ОПТИМІЗОВАНИМ
ЖИРО-КИСЛОТНИМ СКЛАДОМ**

Водолазька А.І., Чернушенко О.О., Саєвич О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро

Linechern@gail.com

Сучасне виробництво продуктів харчування перейшло на новий рівень розвитку, коли продовольча програма повинна вирішувати проблему задоволення не тільки потреб населення в харчових продуктах, але і забезпечувати їх збалансованість за основними нутрієнтами. В даний час продукти «здорового» харчування складають не більше 3 % всіх відомих харчових продуктів. Прогнозується, що в найближчі один-два десятиліття потенціал європейського ринку даних продуктів перевищить 30 % всіх реалізованих продуктів харчування.

Біологічні властивості масел і жирів обумовлені жирно-кислотним і тригліцеридним складом, а також наявністю в них біологічно активних сполук (токоферолів, стеролів, фосфоліпідів, каротиноїдів та ін.). Однак, базовим критерієм харчової цінності цих продуктів є їх жирно-кислотний склад. Тому не випадково одним з етапів у перетворенні традиційного жирового продукту в продукт з підвищеною біологічною цінністю є зміна складу шляхом підбору збалансованої за кількістю і співвідношенням ПНЖК. Характеристикою оптимального жирно-кислотного складу рослинних масел є його збалансованість по співвідношенню есенціальних жирних кислот. У рослинних оліях найбільш значущими є два представники цих родин – лінолева і ліноленова кислоти. Обидві кислоти – продукти біосинтезу рослин, де вони утворюються з олеїнової кислоти

В даний час створення нових функціональних продуктів харчування є одним із перспективних напрямків, яке полягає у розробці нових купажів рослинних масел, що мають оптимізований жирно-кислотний склад із рекомендованим співвідношенням кислот ω -3: ω -6. За сучасними уявленнями в раціоні здорової людини співвідношення ω -3: ω -6 ПНЖК має становити (9 ... 10) : 1.

Жодне із вітчизняних рослинних масел не має необхідного співвідношення, тому є доцільним складати суміші.

Метою дослідження стало створення купажів зі збалансованим жирокислотним складом із рослинних масел, найбільш доступних, технологічно зручних і широко використовуваних у виробництві.

Нами були обрані найбільш поширені олії: соняшникова, ріжєва і лляна. За жирокислотним складом вони підходять, так як містять необхідні лінолеву і ліноленову кислоти. Як розрахунковий метод для отримання сумішей рослинних масел використовувався метод лінійного програмування.

На основі соняшникової, ріжєвої і лляної олій було складено 5 варіантів купажів і проведено визначення їх жирокислотного складу, результати якого наведені у таблицях 1 та 2.

Таблиця 1. Рецептури купажованих систем олій

№ купажу	Вміст олії в купажу, %			Співвідношення ПНЖК ω -3: ω -6
	Соняшникова	Рижєва	Лляна	
1	79	–	21	9,3:1
2	73	27	–	10,4:1
3	86	14	–	5,4:1
4	89	–	11	4,5:1
5	77,5	13	9,5	5,3:1

Таблиця 2. Жирокислотний склад купажованих олій

Склад ПНЖК, відн. %	Зразки купажованих олій				
	1	2	3	4	5
лінолева 18 : 2	57,61	56,79	51,41	53,08	52,9
α -ліноленова 18 : 3	6,19	4,99	9,53	11,74	9,91

Органолептичний аналіз купажованих олій показав, що смакоароматичні особливості кожної із змішуваних олій знаходять своє відображення в готовій купажованій олії. Причому, олії з яскраво вираженим смаком і запахом виявляються навіть при мінімальній частці їх у суміші, зокрема, лляна і рижієва олії. Тому найкращі органолептичні показники має трикомпонентна купажована рослинна олія.

Переваги використання рослинних масел для корекції недостатності поліненасичених жирних кислот і жиророзчинних вітамінів перед лікарськими препаратами полягають в тому, що рослинна олія є традиційним харчовим продуктом, не дає ускладнень в організмі, а також значно дешевше лікарських препаратів, що важливо для малозабезпечених груп населення.

Таким чином, отримані суміші з широким діапазоном складу із доступних, достатньо поширених масел з приємними смаковими якостями, що мають комерційну привабливість. Вони є функціональними продуктами харчування, що забезпечують організм людини ПНЖК у рекомендованому співвідношенні і можуть безпосередньо використовуватися в їжу як салатне масло, жирову основу майонезів і як лікувально-профілактичний продукт.

**УМОВИ КОАГУЛЯЦІЇ ХЛОРОПЛАСТОВИХ БІЛКІВ
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ФІТОКОРМОВИХ
БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ ДОБАВОК**

**Чурсінов Ю.О., Калина В.С., Грекова Н.В., Черненко Л.І.,
Єрмакова В.О., Троєкурова В.О.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро*

При виробництві протеїнових концентратів і біологічно-активних фітокормових добавок з таких рослин як люцерна та амарант, які знаходяться у фазі бутонізації, важливе значення мають процеси вилучення зеленого соку та його коагуляція, з отриманням осаду у вигляді пластівців хлоропластового білку. В результаті теплового впливу на сік та підкислення до рН = 3,0-3,5 відбувається агрегування білкових з'єднань, здатних в подальшому виділятися з розчину в результаті наступних технологічних операцій, наприклад, фільтрації, седиментації або центрифугування. Оптимальні режими процесу мають тут дуже важливе значення так як від них залежить максимальний вихід та якість листового хлоропластового білку.

Розглянемо вибір структури моделі процесу теплової обробки соку, направленої на визначення раціональних параметрів процесу за умови максимуму збереженості нативних властивостей продукту та мінімуму енерговитрат на його отримання.

Процес коагуляції білків соку рослин включає підготовку вихідного матеріалу, зміну його кислотності з ціллю збереженості нативних властивостей, теплової обробку до температури найбільш повної коагуляції білків. Далі за допомогою центрифугування або фільтрації відбувається виділення частин листового протеїну у виді пасти, яка потім може консервуватися хімічними реагентами або сушінням.

Виходячи із структурно-функціональної схеми процесу коагуляції соку зелених рослин розглянемо фактори, які впливають на описаний процес.

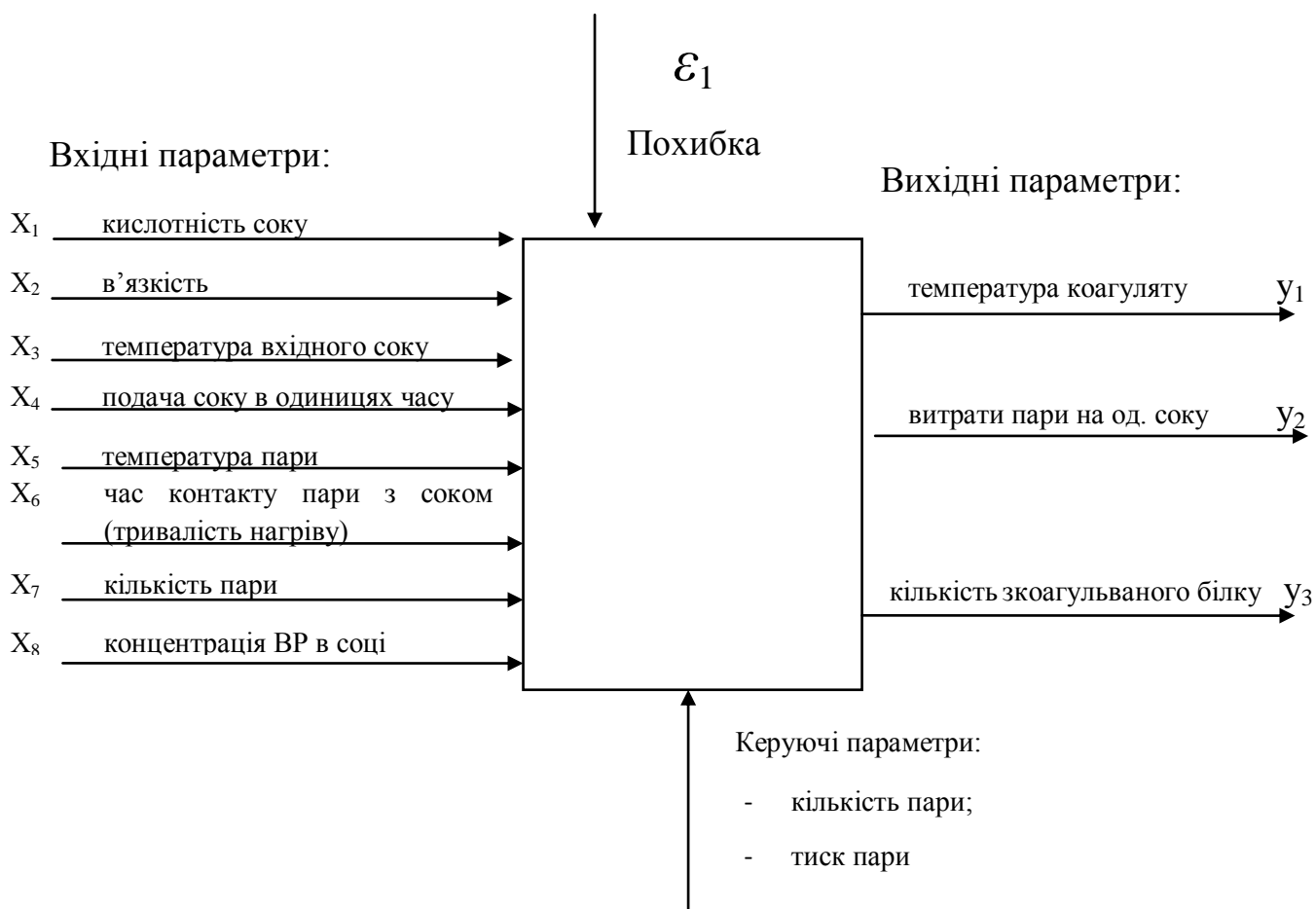


Рис. 1. Параметрична схема процесу коагуляції

Загальна модель процесу коагуляції соку може бути представлена системою:

$$\begin{cases} y = f_1(t_K, PH_K, \tau) \\ t_K = f_2(\tau, t_c, G_c, G_n, P_n) \\ PH_K = f_3(PH_c, G_c, G_{a,b}) \\ \tau = \frac{2l}{G_c + \tau_b} \end{cases} \quad (1)$$

де y – кількість зкоагульованого білку; t_K – температура коагуляції; PH_K , PH_c – кислотність, відповідно коагуляту та соку; τ , τ_b – тривалість нагріву і час витримування; t_c – температура соку; G_c – швидкість подачі соку; G_n – кількість пари; P_n – тиск пари; G_a , b – кількість аміачної води (кислоти); l – довжина коагулятора.

Як f_1 може бути використана регресійна модель. Залежність f_2 повинна враховувати якість засвоєння білку (відсутність його денатурації та переходу у

незасвоювані форми), забезпечити оптимальну структуру білку в коагуляті для кращого режиму розділення. Температурний режим, що змінюється в часі, визначається експериментально для оптимальної якості засвоєння білку, тобто для описання f_2 можна використовувати таку експериментальну залежність із врахуванням теплового і матеріального балансів. В подальшому вирішення цієї задачі, а саме залежність ступеню денатурації білку від температури і тривалості нагріву, може бути виділено в певний модуль і використано для оптимізації всіх теплових процесів.

Із сукупності вхідних, вихідних і керуючих параметрів, показаних на схемі (рис. 1), необхідно визначити головні значимі і розглянути модель процесу.

Однак, вибір математичної моделі процесу буде правильним лише в тому випадку, якщо ми розглянемо процес з позицій: як він відбувається і чому він відбувається саме так, а не інакше. З однієї сторони з позицій системного підходу необхідно виконати синтез системи, тобто по заданому співвідношенню між вхідними і вихідними параметрами встановити параметри даної системи і виділити головні фактори. з іншої сторони, розглянути функціонування системи на молекулярному рівні, тобто розглянути кінетику процесу і також визначити головні фактори процесу.

Для того, щоб вивести на основі дослідження процесу закон його функціонування, необхідно розглянути процес з двох принципових точок зору:

- провести аналіз фізичних явищ, що мають місце у даному процесі;
- дослідити взаємодію деяких основних характеристик процесу, які є похідними (відображенням) фізичних явищ, що мають місце для даного процесу.

Такий двосторонній розгляд процесу в значній мірі підвищує точність обраних факторів і збільшує достовірність вибраної моделі.

На основі спостережень процесу, аналізу його фізичної суті, побудови і аналізу концептуальної моделі, пропонуються наступні основні фактори, що впливають на процес коагуляції: температура нагріву, кислотність соку, тривалість нагріву і, як вихідний визначаючий параметр – кількість зкоагульованого хлоропластового білку.

Тепер розглянемо кінетичну модель і виходячи з неї визначимо головні фактори, а також перевіримо правильність їх вибору по концептуальній моделі.

Коагуляція білків є складним біохімічним процесом, в якому на його кінетику накладаються, в залежності від апаратного оформлення, ефекти тепло- та масопереносу. Тому, доцільна побудова моделі апарату виробляти, виходячи зі структурного аналізу, полягає в: розділенні складного процесу на елементарні складові; вивченні закономірностей процесів в межах нижнього рівня і побудові знакової моделі; синтезі моделі з підмоделей нижнього рівня.

З цієї точки зору структурна послідовність моделювання коагулятора – як апарату для здійснення процесу, виглядає наступним чином (рис. 2).

За визначенням кінетична модель процесу – це система рівнянь реакцій, побудована без врахування ускладнюючих ефектів тепломасопереносу. В основі побудови моделі лежать уявлення про механіку окремих стадій реакції денатурації білків. Після обґрунтування схеми перетворення білків, на основі закону діючих мас складаємо систему диференційних рівнянь кінетики в яку входять, як правило, невідомі параметри – константи швидкості стадій енергії активації і порядок окремих реакцій.

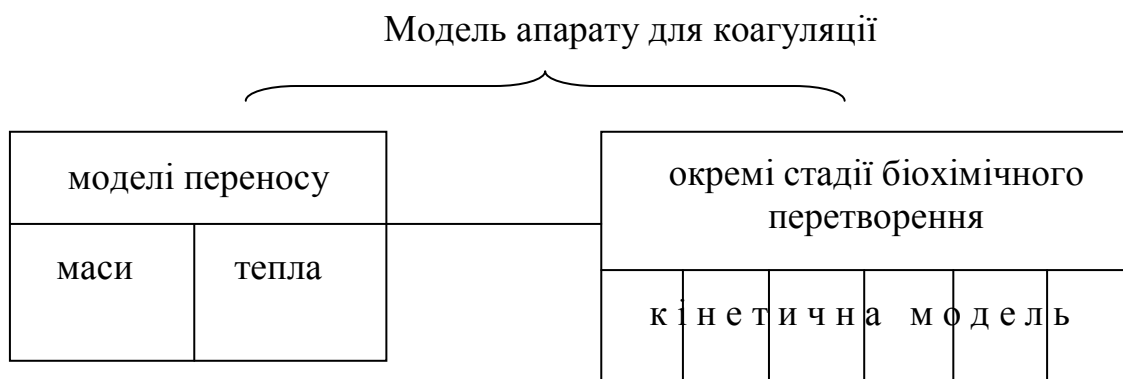
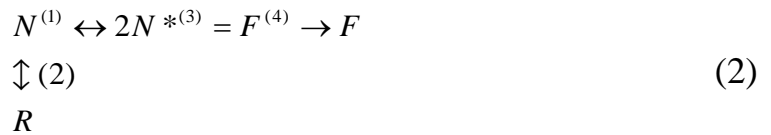


Рис. 2. Структура моделі коагулятора

Параметри визначаємо робастним методом найменших квадратів і, використовуючи статистичні процедури, проводимо перевірку адекватності моделі.

Загальновідомі дані по денатурації різних білків (сироваткових альбумінів, гемоглобіну тощо) можна запропонувати наступну схему перетворення нативних білків в денатуровані:



де $N^{(2)}$ – нативний білок у неактивній формі; N^* – нативний білок в активній формі; F^* – денатурований білок в активній формі; F – незворотно денатурований білок; R – стійкий до денатурації за даних умов білок.

Активна форма активного білку може представляти собою вихідний білок зміненої конфігурації. Лімітуючою стадією зазвичай є стадія (I), в той час, як агрегація активних частин (стадія 3) відбувається швидко.

При розгляді впливу кислотності на процес коагуляції встановлено, що рН розчину в значній мірі впливає на умови коагуляції хлоропластових білків. Коли факторів впливу на розчин декілька, то ці взаємодії, як правило, можуть посилювати один одного. Так, до розглянутого температурного фактору додається фактор кислотності, швидкість теплової коагуляції, утворення агрегатних з'єднань, збільшуються зі збільшенням температури експонентціально.

Крім кислотності рН, температури теплової обробки, на кількісний вихід білку, виходячи із кінетики процесу коагуляції хлоропластових білків соку зелених рослин, велике значення має такий фактор, як тривалість нагріву або тривалість перебування зеленого соку у виконуючому апараті під тепловою обробкою.

Таким чином, розгляд і будівництво моделі процесу, умов коагуляції хлоропластних білків при виробництві фітокормових біологічно-активних добавок, які відображають сутність технологічного процесу, ми зможемо уявити тільки враховуючи знайдені головні параметри: кислотність соку, температура нагріву, тривалість нагріву, від яких в значній мірі залежить кількість зкоагульованого хлоропластового білку та його якість.

УДК 543.8

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ХАРЧОВИХ КОНСЕРВАНТІВ МЕТОДОМ МІЦЕЛЯРНОЇ ТОНКОШАРОВОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Шевченко К.Г., Купчик О.Ю.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка

вул. Гетьмана Полуботка, 53, 14013, м. Чернігів

naverd4ik.girl@gmail.com

Консерванти знаходять широке застосування у харчовій промисловості – це в основному сорбінова (E200) та бензойна (E210) кислоти. Введення консервантів у сировину і готову продукцію забезпечує попередження їх псування, зниження втрат, збільшення термінів придатності та випуск високоякісних виробів, що зберігають протягом тривалого часу характерні особливості, властиві свіжим, повноцінним продуктам. Найбільш широке застосування для визначення сорбінової та бензойної кислот отримали хроматографічні методи – методи газової хроматографії і ВЕРХ, однак вони досить дорогі і не завжди доступні та міцелярна тонкошарова хроматографія (МТШХ), яка заснована на екологічній безпеці розчинів поверхнево-активних речовин, їх біорозкладі, солюбілізуючої дії і відносно дешевої вартості.

Для приготування елюентів використовували: C_2H_5OH ; C_3H_7OH ; C_4H_9OH ; $C_5H_{11}OH$; Твин-80. Значення рН рухомих фаз варіювали від 1,5 до 10 за допомогою хлороводневої кислоти, гідроксиду натрію та фосфатних буферних розчинів. Вихідні розчини бензойної кислоти та сорбінової кислоти готували за точно зваженими наважками речовин, переносили їх у мірні колби і доводили до мітки етиловим спиртом.

При проведенні аналізу було використано наступне обладнання: камера для хроматографування; пластини для тонкошарової хроматографії фірми «Sorbfil», сорбент-силікагель, товщина шару складає 110 мкм; піпет дозатор «FisherScientific» (1-10 мкл, 10-100 мкл); лампа УФО-254. Об'єм проби, що наносили, складав 3 мкл. Нанесення проводили висушуванням проби в потоці теплого повітря.

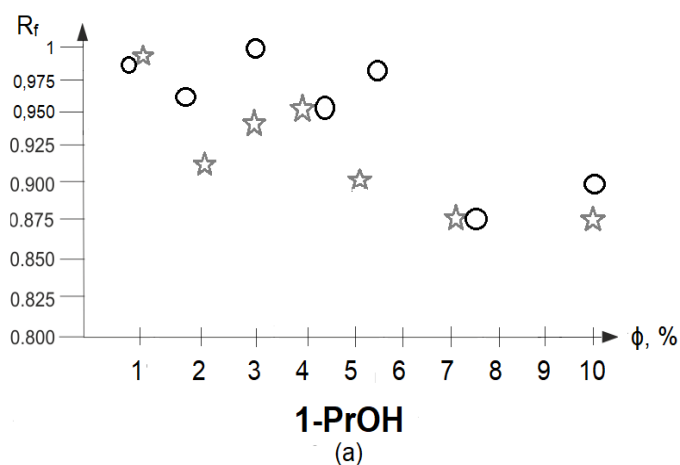
Хроматографічні зони виявляли як темні плями на флуоресцируючому фоні пластинки. В якості характеристик хроматографічної зони розглядали значення фактора запізнення (R_f), форму та інтенсивність плями.

Оптимальні умови хроматографування обирали, вивчаючи залежність R_f реагентів від концентрації міцелярних розчинів, кислотності середовища та добавки спиртів-модифікаторів.

Дослідження впливу концентрацій Твин-80 у широкому діапазоні на хроматографічне розділення консервантів показали, що використання міцелярного розчину Твин-80 – недоцільне. Варіювання концентрації Твин-80 у доміцелярній області дозволило підібрати умови, при яких розділення реагентів є задовільним. Встановлено, що оптимальна концентрація Твин-80 складає $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Плями стандартних розчинів мають різну рухливість, великі за розміром, за рахунок чого в суміші відбулося не повне розділення, бо плями розташовані близько одна до одної. Тому, подальші дослідження були направлені на вибір спирту-модифікатору та його кількості, що підвищує ефективність розділення.

Для усіх добавок спиртів-модифікаторів було встановлено відносну швидкість переміщення речовини в тонкому шарі сорбенту, що характеризує коефіцієнт рухомості R_f та залежність R_f від добавки спирту-модифікатору (рис. 1).



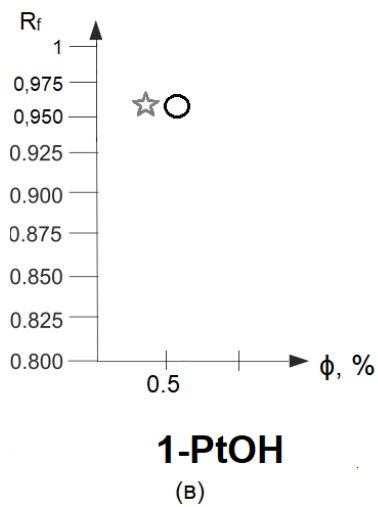
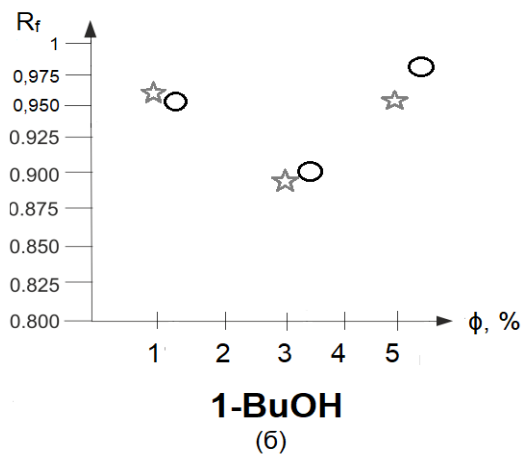


Рис. 1. Залежність величини R_f від добавок 1-пропанолу (а), 1-бутанолу (б) та 1-пентанолу (в), ☆ - SA ○ - BA

$$C_{\text{Твин-80}} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

В результаті, було встановлено, що найкраще розділення бензойної та сорбінової кислот досягається при додаванні 1-пропанол з об'ємною часткою 5 %.

Секція 3

*Актуальні проблеми синтезу,
структури та реакційної
здатності органічних
та елементоорганічних сполук*

**КОНДЕНСАЦІЯ АРИЛГЛЮКСАЛІВ З УРЕТАНОМ,
N-ГАЛОГЕНУВАННЯ ЇЇ ПРОДУКТІВ**

Аніщенко А.О.¹, Кравченко С.В.²

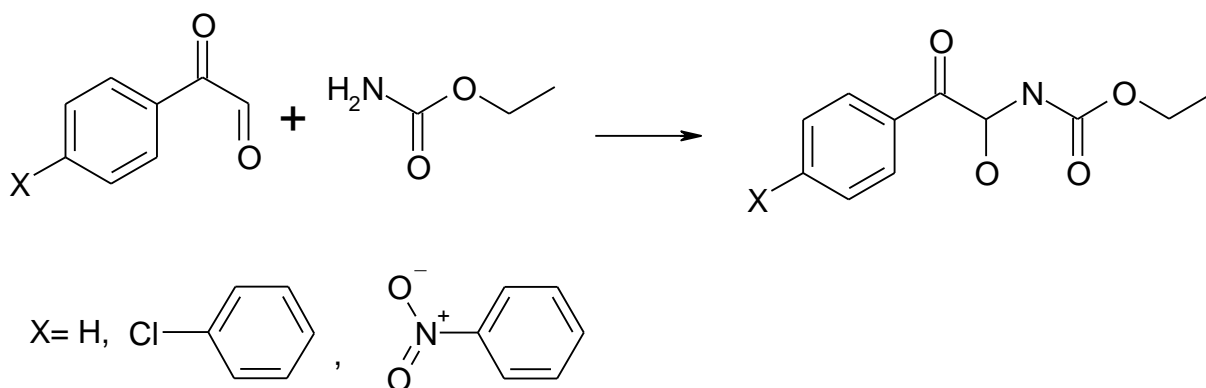
¹ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет
вул. Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро

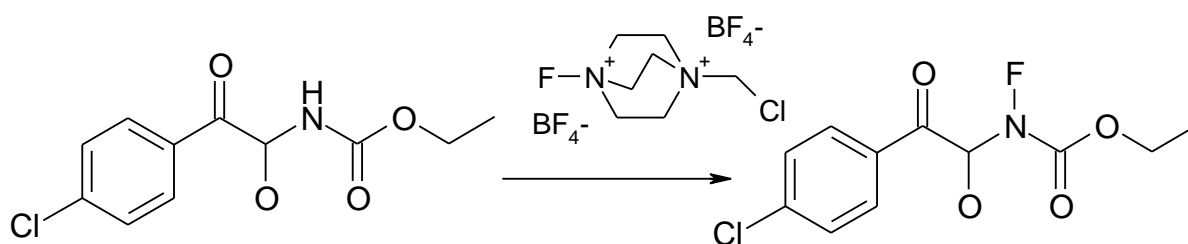
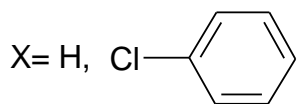
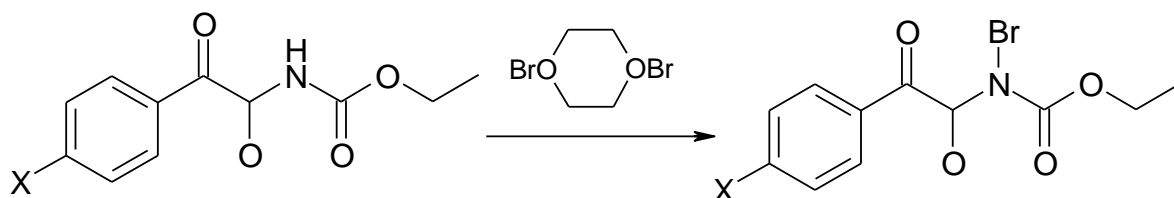
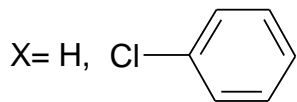
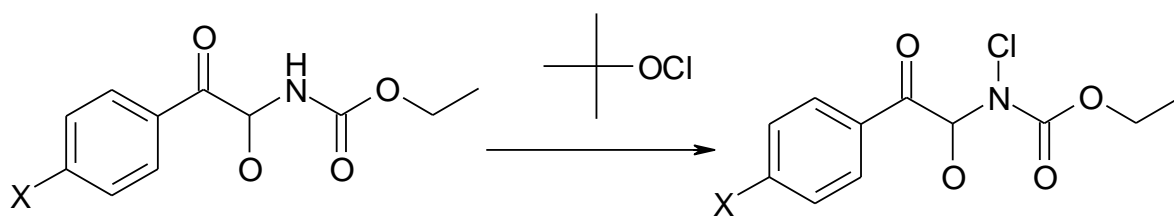
svtailor@ukr.net

Фенілглюксаль та 2-тієнілглюксаль взаємодіють з уретаном з утворенням N-1-ароїл-1-(гідроксиметил)уретанів [1].

Нами отримано ряд продуктів конденсації арилглюксалів з уретаном. Показано закономірності перебігу цієї конденсації в залежності від природи глюксаля.



Отримані продукти були прогалогеновані за атомом Нітрогену за допомогою галогенуючих агентів різної природи. Будову отриманих продуктів доведено методами спектроскопії ¹H, ¹³C, та мас-спектрометрії. Обговорюються властивості отриманих сполук.



Література

1. Драч Б.С. Конденсация фенилглиоксаля с метилуретаном / Б.С. Драч, И.Ю. Долгушина, А.В. Кирсанов // Журн. орган. хим. – 1972. – Т.8, № 6. – С.1224-1227.

УДК 547.022

**СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ДИГІДРО-2Н-ТІОПРАН-3(4Н)-ОН-1,1-ДИОКСИДУ**

Діль К.В., Пальчиков В.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро

katerina.vlodimirovna@ukr.net, palchikoff82@gmail.com

Сульфони відносяться до відомого класу органічних сульфурвмісних сполук, які знайшли різноманітне застосування в органічному синтезі. Серед інших похідних сульфонів особлива увага спрямована на сульфони, що містять функціональну групу. Зокрема, 3-оксосульфони (β -кетосульфони), що мають карбонільну групу в β -положенні до сульфонільної групи і слугують універсальними синтетичними проміжними сполуками, що використовуються для синтезу різних класів органічних сполук. Крім того, відомо, що деякі похідні β -кетосульфонів мають біологічну активність. З іншого боку, вони є активними метиленовими субстратами і часто використовуються як моделі для вивчення фундаментальних аспектів реактивності. Хімія β -кетосульфонів досягла значного інтересу в останні десятиліття і в даний час є цілою галуззю хімії сульфурвмісних. Прогрес в області фармацевтичної та медичної хімії залежить від доступності для фармакологічних випробувань великого різноманіття нових сполук. Забезпечити це можливо за рахунок розробки препаративних методів синтезу або модифікації вже існуючих сполук за рахунок наявності метиленової групи в α -положенні до карбонільної групи, яка, в свою чергу, активована електроноакцепторним замісником.

Незважаючи на велику різноманітність циклічних β -кетосульфонів і їх високу біологічну активність, реактивність більшості з них була вивчена дуже мало. Розробка мультиграмних методів синтезу таких будівельних блоків дає широкі перспективи їх використання в технології конструювання лікарських засобів при отриманні нових біологічно активних речовин і готових лікарських засобів. Сьогодні в їх повному структурному розманітті особливе місце займа-

ють сполуки з групи сульфурвмісних гетероциклів. Широкий діапазон біологічної активності став поштовхом до їх всебічного дослідження, яке триває вже більше десяти років. Знайдено сполуки з антибактеріальним, протипухлинним і контрацептивним ефектом, які знаходяться на стадії клінічних випробувань. У той же час, подальший прогрес у фармацевтичній та медичній хімії залежить від наявності широкого спектру нових сполук для фармакологічного тестування. Похідні β -кетосульфонів виявляють кілька типів біологічної активності. α -сульфонілкетони, що мають арильні групи в карбонільних і сульфонільних фрагментах, є потужними селективними інгібіторами β -гідроксистероїд дегідрогенази типу 11β -HSD1. SAR вивчає ряд сульфонільвмісних кетонів. Показано, що кето- і сульфонільні радикали є важливими елементами фармакофору. Заміна кето або сульфонільної групи призводить або до зниження активності, або до неактивних сполук. Деякі β -кетосульфони виявляють антибактеріальну та фунгіцидну активність.

Серед похідних тіопран-1,1-діоксиду знайдені сполуки з антиглаукомою (дорзоламід), діуретичною (Metikran), інгібіторною, протизапальною, протівірусною активністю щодо гепатиту С (інгібітори HCV NS5B), які є антагоністами кальцієвих каналів, що викликає наявність коронарної та бронхолітичної активності; модулятори АТФ-залежних калієвих каналів і сполуки, які можуть бути використані при лікуванні остеоартриту.

Метою роботи було синтезувати і дослідити спектральну поведінку, дигідро-2Н-тіопіран-3(4Н)-он-1,1-діоксиду, фрагмент якого може бути використаний як незмінна частина для розробки великих комбінаторних бібліотек нових сполук для подальшого бісекрування.

Ми проаналізували дані із літературних джерел про хімію β -кетосульфонів, що містять алкільні, арильні та гетерогрупи в карбонільному або сульфонільному фрагменті, в якому функціональність $C=O$ і SO_2 відокремлена від незаміщеної групи CH_2 . Їх хімічні властивості класифікуються за реакцією двох ключових реакційних центрів – метиленової групи і карбонільної групи – разом з оглядом синтетичних процедур, включаючи усунення сульфонільної

групи та деяких інших реакцій. У багатьох випадках подальше синтетичне застосування продуктів, отриманих з реакцій β -кетосульфонів, також було враховано.

Синтез проводився у декілька етапів. Із γ -хлорбутанонітрилу та тіооцтової кислоти отримали метилові та етилові естери (**1-4**), які потім перетворювали у відповідні діестери (**5** та **6**). Останні циклізували по реакції Дікмана, потім проводили декарбосилування з утворенням вихідного дигідро-2*H*-тіопіран-3-ону (**9**). Вихід у двох випадках однаковий, але за рахунок утворення азеотропної суміші з етанолом синтез у даному випадку ускладнюється. У випадку з метанолом ця складність відсутня. Метиловий естер **1** також було отримано із бутиролактону (вихід за 2 стадії становив 37 %).

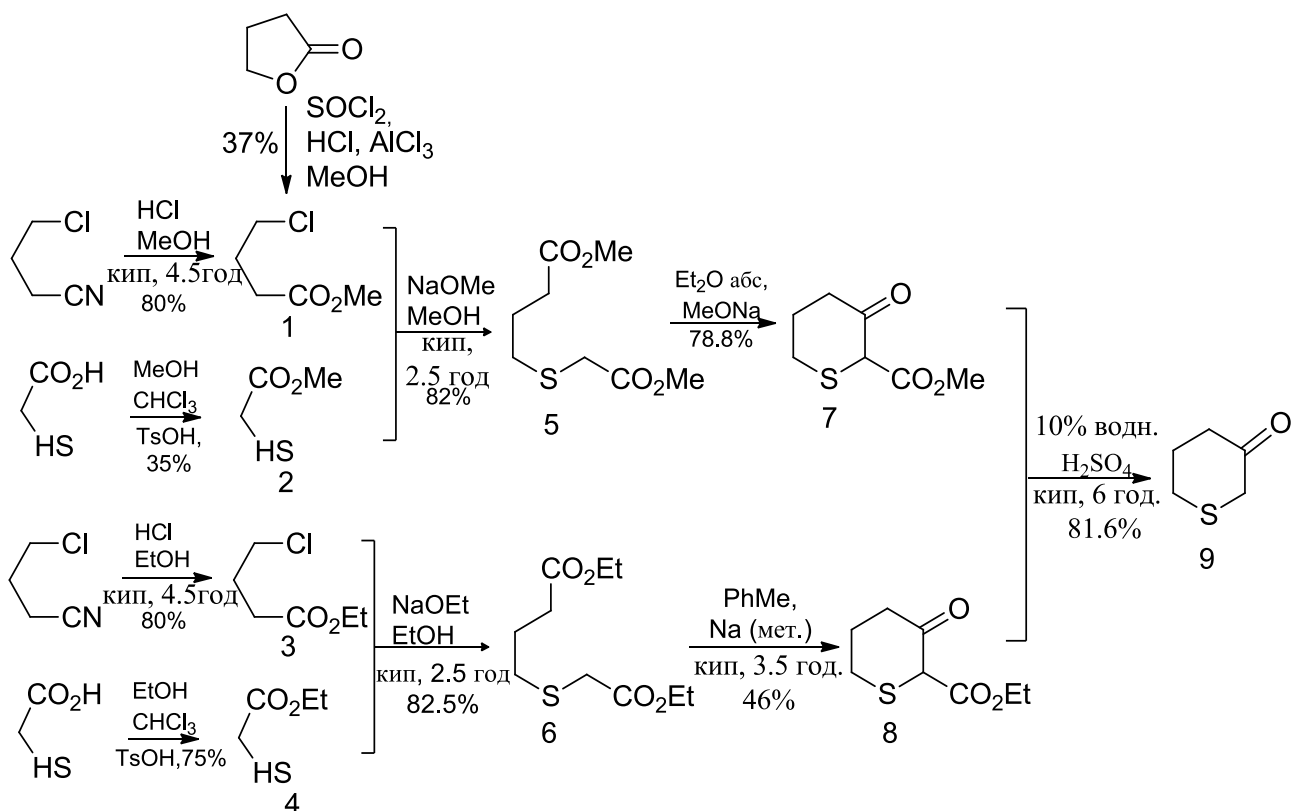


Рис. 1. Отримання вихідного дигідро-2*H*-тіопіран-3-ону (**9**)

Згідно першому шляху синтезу вихідний дигідро-2*H*-тіопіран-3-он на перших стадіях піддавали окисненню до діоксиду (**10**) використовуючи

гідроген пероксид в оцтовому ангідриді або кристалічну *m*-хлорпероксибензойну кислоту у хлористому метилені.

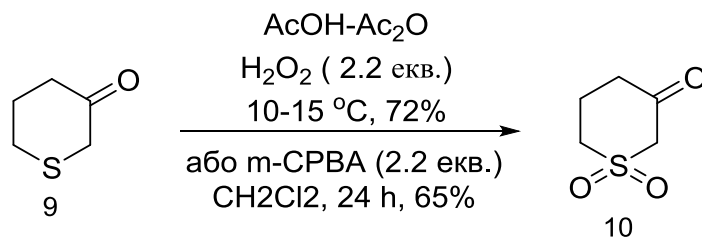


Рис. 2. Синтез дигідро-2H-тіопіран-3(4H)-он-1,1-діоксиду (**10**)

Структура синтезованих сполук підтверджувалася за допомогою спектральних методів. Спектри ЯМР ^1H записувалися на радіоспектрометрах Varian VXR та Bruker (робочі частоти генератора 400 та 500 МГц) для розчинів сполук в дейтерохлороформі та дейтеродиметилсульфоксиді із застосуванням ТМС як внутрішнього стандарту. Контроль за ходом реакцій та чистотою синтезованих сполук здійснювався методом ТШХ на пластинках «Silufol-UV-254», елюент – етилацетат і гексан (1 : 3); проявник – пари йоду.

Після проведення дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Розроблено мультиграмові методи синтезу дигідро-2H-тіопіран-3(4H)-он-1,1-діоксиду на основі бутанонітрилу та тіооцтової кислоти.
2. Показано, що на ранніх етапах синтезу більш раціонально використовувати метилові естери кислот замість етилових.
3. Структуру кінцевого кетону та всіх проміжних продуктів підтверджено за допомогою спектроскопії ЯМР ^1H і ^{13}C , GCMS-хроматографією та рентгеноструктурним аналізом.

УДК 66.095.134

МЕХАНІЗМ УТВОРЕННЯ ГЛІЦЕРАТУ КАЛІЮ ЯК ПОБІЧНОГО ПРОДУКТУ ПЕРЕЕСТЕРИФІКАЦІЇ ОЛІЙ БУТИЛОВИМ СПИРТОМ

Зубенко С.О., Патриляк Л.К., Коновалов С.В.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України

вул. Мурманська, 1, 02094, м. Київ

stepanator@i.ua

Виробництво біодизельного палива шляхом переестерифікації олійної сировини на розчинних лужних каталізаторах сьогодні є розповсюдженим багатотонажним процесом. Як агент переестерифікації олій як правило використовують метиловий спирт, що пов'язано з його технологічними перевагами (високі виходи, самочинне розділення продуктів, відносна простота очищення одержуваних естерів) та найменшою серед нижчих спиртів ціною. Побічним продуктом є так званий «гліцериновий шар», який, будучи сумішшю низки компонентів, важко піддається розділенню. До його складу, окрім гліцерину, входять луг та метанол, а також суттєва кількість напівпродуктів. Через значний вміст метилового спирту дана суміш є токсичним та екологічно небезпечним відходом, кількість якого сягає 15 % від перероблюваної сировини. Утилізація останнього викликає значний інтерес дослідників. Сьогодні, розширюючи сировинну базу та намагаючись зменшити токсичність виробництва біодизельного палива, все більше уваги приділяють процесам одержання естерів жирних кислот із застосуванням менш токсичних біоспиртів – етилового та н-бутилового.

Одержання бутилових естерів лужною переестерифікацією не здобуло багато прихильників, оскільки застосування спиртового розчину гідроксидів лужних металів призводить до утворення гомогенного продукту, який важко піддається розділенню з виділенням естерів необхідної чистоти. Використання ж розроблених для метанольної технології методів очистки призводить до утворення значної кількості відходів.

У відділі каталітичного синтезу ІБОНХ ім. В.П. Кухаря НАНУ було розроблено спосіб приготування каталізатора для синтезу бутилових естерів жирних кислот. Таким каталізатором є бутилат калію у формі бутанольного розчину, для одержання якого застосовується лише гідроксид калію та н-бутанол. Даний каталітичний розчин не містить вологи, яка зазвичай міститься в комерційному гідроксиді. Саме вона призводить до згаданих вище ускладнень лужного синтезу бутилових естерів.

Переестерифікація тригліцеридів одноатомними спиртами є тристадійним каталітичним процесом, кінцевими продуктами якого є гліцерин та естери жирних кислот. Незважаючи на те, що в класичному розумінні каталізатор в кінці перетворення має залишитися незмінним, в даному процесі він реально витрачається та не підлягає регенерації та повторному використанню. Його присутність у продуктах реакції у значній кількості (до 2 % від олії) ускладнює їх очистку та вимагає застосування додаткової стадії кислотної нейтралізації, збільшуючи витрати реагентів та кількість утворених відходів.

При дослідженні процесу лужної бутанольної переестерифікації соняшникової олії було вивчено розподіл каталізатора у реакційній системі із застосуванням кислотного-основного титрування. Було виявлено, що за кімнатної температури до половини від його загальної кількості відділяється разом із гліцерином вже впродовж перших хвилин реакції, надалі він продовжує переходити у вторинний гліцериновий шар вже у ході відстоювання (рис. 1). При цьому у гліцериновому шарі накопичується 70-80 % лужного каталізатора. Найбільш повне виведення останнього разом із гліцерином спостерігається у синтезах тривалістю 3-15 хвилин. У цьому проміжку також одержано найвищі, близькі до кількісних, виходи бутилових естерів.

Аналіз вторинного гліцеринового шару показав, що він складається із 78 % гліцерину, 20 % гліцерату калію, та близько 2 % бутилового спирту при практично повній відсутності естерів жирних кислот, гліцеридів та мил. Тобто, гліцериновий шар являє собою розчин гліцерату калію у гліцерині у приблизному молярному співвідношенні 1/5 моль/моль.

Наявність у гліцериновому шарі, одержаному при бутанолізі, гліцерату калію провокує питання чи не виступає саме він каталізатором процесу переестерифікації бутанолом, оскільки з літератури відоме використання гліцератів лужних металів як каталізаторів метанолізу та інтерестерифікації олій. При цьому його активність співмірна з активністю метилатів.

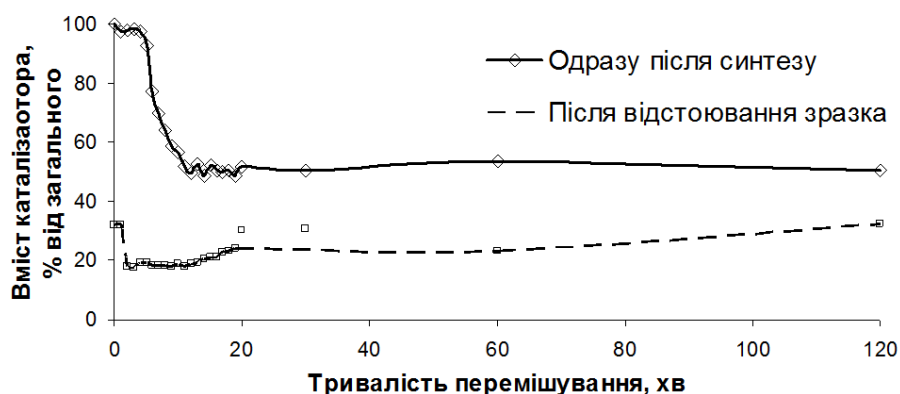


Рис. 1. Вміст каталізатора у естеровому шарі в ході синтезу бутилових естерів

На рис. 2 приведено ІЧ-спектри утвореного гліцеринового шару у порівнянні із ІЧ-спектрами чистого гліцерину та розчину гліцерату калію у гліцерині. Усі спектри практично ідентичні.

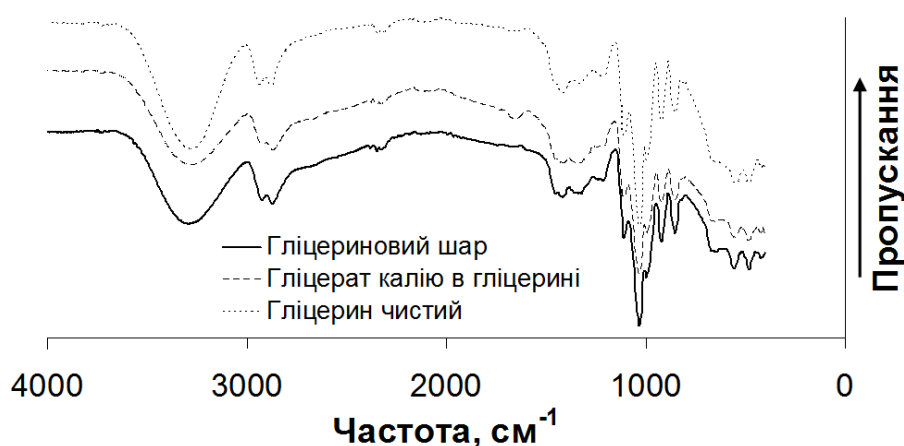
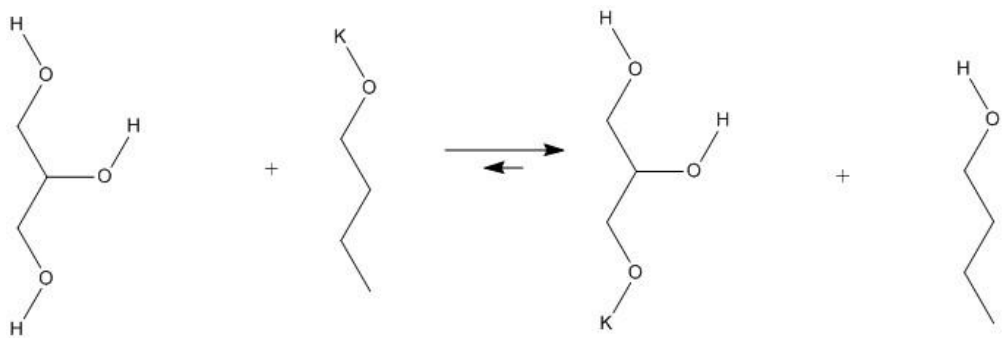


Рис. 2. ІЧ-спектри гліцеринового шару, гліцерину та гліцерату калію

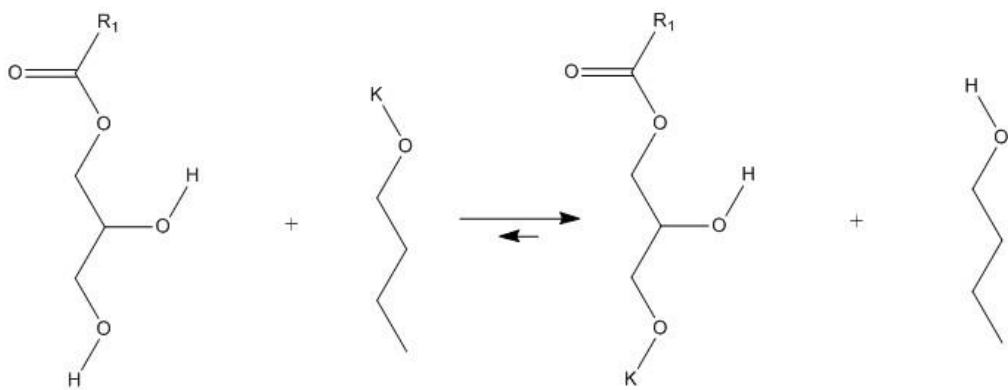
У нашому випадку у безводній системі за відсутності сильно полярних розчинників гліцерин та гліцерат калію не здатні розчинятися у гліцеридах, естерах та бутанолі і одразу ж починають відділятися в окрему фазу. Тому є малоймовірним щоб він міг виступати каталізатором бутанолізу.

Розглянемо можливі стадії його утворення. Кислотність гліцерину по першому ступеню вища за кислотність бутилового спирту, і тому гліцерин як

кінцевий продукт здатний на обмінну реакцію з бутилатом з утворенням гліцерату калію та бутилового спирту:



Однак, спостережене відділення каталізатора у вторинний гліцериновий шар після відстоювання дає підстави вважати, що перехід калію відбувається не до молекул вільного гліцерину, а до молекул моно- чи дигліцеридів на проміжних стадіях переестерифікації:



Подальше заміщення жирнокислотних залишків має наслідком вивільнення гліцерату калію як побічного продукту переестерифікації.

Утворений гліцерат калію, будучи сильно полярним, погано розчиняється у неполярних компонентах реакційного середовища, окрім полярного гліцерину. Тому суміш гліцерату з гліцерином добре відділяється в окрему нерозчинну в'язку фазу. Її густина (1,39-1,4 г/см³) перевищує густина гліцерину (1,26 г/см³), що також сприяє самочинному розділенню продуктів синтезу.

Таким чином, гліцерат калію в процесі лужного бутанолізу виникає не в результаті взаємодії кінцевого гліцерину з бутилатом, а як побічний продукт при заміщенні жирнокислотних залишків у калієвих солях моно- та дигліцеридів. Чистота одержаного гліцератвмісного гліцеринового шару дає підстави стверджувати про можливість його повторного використання як лужного каталізатора переестерифікації без додаткової очистки.

UDC 544.4

**PECULIARITIES OF COKE BURNING-OUT AND REACTION PATHWAY
TO COKE FORMATION ON THE ZEOLITE CATALYST OF SIDE-CHAIN
TOLUENE METHYLATION**

Pertko O.P.¹, Voloshyna Yu.G.¹, Kontsevoy A.L.², Patrylak L.K.¹

*¹V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry
of the National Academy of Sciences of Ukraine*

1 Murmanska str., 02094, Kyiv

*²National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
37 Prosp. Peremoh, 03056, Kyiv*

o.pertko@gmail.com

Coke is a general name of carbonaceous deposits adsorbed on the surface of solid catalysts during organic heterogeneous reactions, which are hydrogen depleted compared with the reactant molecules and responsible for catalyst deactivation, isolating the active sites and/or blocking whole segments of catalyst's pores. Coke components can be divided into coke precursors (light coke) and large coke molecules (hard coke). Light coke can be easily removed from the catalyst through volatilisation in inert atmosphere and at a temperature up to 600 °C, whereas hard coke remains on the catalyst under such conditions and can be removed by burning.

Coke combustion is used in regeneration of coked catalyst as well as in coke characterization by the method of thermogravimetric analysis (TGA). TGA is a simple and quick technique both to get information about the coke character based on its volatility and to determine the activation energy of the coke burning reaction.

Coke is usually supposed to form on acid catalysts. The aim of this work was to study basic catalyst spent in the side-chain toluene with methanol alkylation by the TGA method and to suggest the reaction pathway to coke formation on such catalyst.

The catalyst was synthesized on the base of NaX zeolite by ion exchange with caesium nitrate followed by impregnation by caesium. Absence of Bronsted acid sites on the catalyst is confirmed by the IR spectroscopy. The catalyst was deactivated in the reaction of alkylation of toluene with methanol in a flowing mode under atmospheric pressure at a temperature of 425 °C. The mixture of toluene with

methanol (molar ratio of 1:2) was fed at a rate of 3.7 cm³/h during 20 hours. Fresh and spent samples were analysed by TGA method in air under heating at a rate of 10 grad / min on a Q1500 («F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey», Hungary) derivatograph.

The values of activation energies E_a were obtained using methods of non-isothermal kinetics with program realization, that makes possible using the data of a non-isothermal thermogravimetric study to calculate the kinetics constants of chemical processes which accompanied by a change in mass.

Fresh catalyst demonstrated a loss of mass only in the temperature range up to 290 °C, which is typical temperature of water removal from the sample. This is confirmed by endothermic effects on DTA curve. At this temperature volatilization of light coke precursors may also occur. Thermogravimetric profile of spent catalyst besides effect of water removal indicated a presence of two temperature effects: in the ranges of 290–420 °C and 420–470 °C. Corresponding exothermic peaks point out that these are caused by burning. So, in the spent catalyst there are not only light coke deposits, which combust in the low temperature range, but also hard coke, burning at a higher temperature.

The calculated activation energies E_a of processes occurring on a pure catalyst is not more than several dozen kJ/mol. The same value E_a was found for the process of low temperature burning in the spent catalyst. This confirms high reactivity of light coke compounds. While E_a value for hard coke is of the order of several hundred kJ/mol, and relatively high temperature is necessary for its ignition.

Just toluene molecules are assumed to be the source for coke formation on the basic catalyst of toluene methylation because the catalyst is characterized by strong basicity that leads to preferable sorption of toluene. Since ethylbenzene is one of main product of side-chain alkylation and it is formed in remarkable quantities in this reaction, we suggest that ethylbenzene molecule can be activated in the same manner as toluene to develop its alkyl chain with subsequent stages of cyclization and dehydrogenation of the cycle.

Thus, it was confirmed by the TGA method that on the basic zeolite catalyst carbonaceous deposits of different reactivity are formed in the side-chain toluene methylation. The reaction pathway to coke formation was suggested.

**THE QUANTUM-CHEMICAL INVESTIGATION OF THE IR ABSORPTION
CHARACTERISTICS FOR SOME STRUCTURAL FRAGMENTS OF
LIGNIN MACROMOLECULES**

Tokar A.V., Sytnyk S.A., Lovynska V.M., Kharytonov M.M.

Dnipro State University of Agriculture and Economics

S. Yefremov Str., 25, 49600, Dnipro

atokar_2004@ukr.net

Lignin is a complex phenolic polymer that provides mechanical strength to plant cell walls and protects from decay or invasion by pests and pathogens. Wood is typically composed of about 25% lignin, ranging between 15% and 40% across species, and can increase after biomass storage due to the decay of the readily available carbohydrate fraction. Bark usually contains higher levels of lignin than wood, but this depends on the age, region of the tree, and species, but it does contain far higher levels of extractives, which include low molecular weight organic compounds, including fatty acids, waxes, terpenes and tannins.

The main purpose of this work is to investigate some individual fragments of lignin macromolecules structure with their infrared absorption spectra interpretation at high *ab initio* level of theory.

The infrared absorption spectra of native lignin derived from *Scots pine Pinus sylvestris* and *Black locust Robinia pseudoacacia* (wood or bark) were recorded by means of SPECTRUM ONE (PerkinElmer) instrument. The samples for recording were prepared due to the standard procedure with KBr. The quantum-chemical calculations have been carried out with the help of Gaussian 03, Revision E.01 package of programs at the *DFT-PBE1PBE/6-311++G(d,p)* level of theory with the following results visualization in GaussView 3.0. Some spectral characteristics of located saddle points have also been achieved by using of harmonic vibrational frequency approximation.

The investigation of native lignin structure with methods of IR absorption spectroscopy as well as some *ab initio* quantum-chemical calculations have a great

importance from the point of view about searching of appropriate precursor compounds for this irregular biopolymer building. For the first step of our consideration some model structures have been chosen as the typical building blocks such as *p*-coumaryl (**A**), coniferyl (**B**) and sinapyl (**C**) alcohols with *trans*-configuration of double carbon-carbon bond in these molecules. It should be noted that such type model compounds choice could be explained with regard to simplicity and convenience of their following use to study some features of internal and intermolecular interactions being present in these systems. Some final geometries have been located at *DFT*-PBE1PBE/6-311++G(d,p) level of theory (Fig. 1).

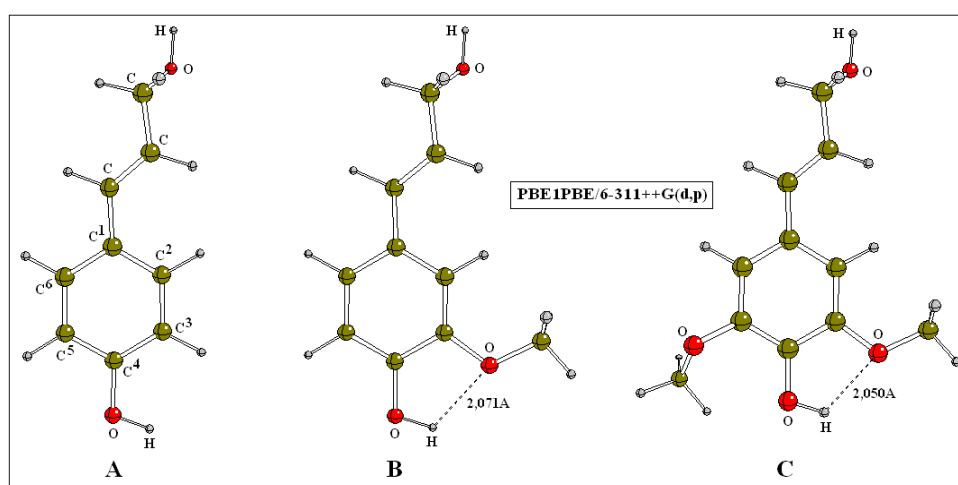


Fig. 1. The structures of model compounds with some geometric parameters for hydrogen bonding in these molecular systems

As known, the computed by quantum-chemical calculations some vibrational frequencies are typically larger than the fundamentals observed experimentally. A major source of this disagreement is the ignoring of anharmonicity effects as well as lack of full description of electron correlations constrained with use of the limited sets of basis functions. To increase data calculation accuracy in their simulation of the main spectral characteristics of observed systems (Table 1), we used some additional values of the scale factors, which in the case of PBE approximation are 0.9904 and 0.9944 for basis sets 6-31+G(d,p) and 6-311+G(d,p) respectively.

Table 1. Some harmonic vibrational frequencies (cm^{-1}), obtained experimentally as well as calculated at PBE1PBE/6-311++G(d,p) level of theory

Intensity, band shape ¹	Theoretical model			Experiment	Interpretation
	A	B	C		
v. s., wd.	3877 3866 3790	–	3874 3867 3775	3400–3430	$\nu_{(\text{OH})}$ of alcohol groups, capacity of moisture
	3800	3804	3790		$\nu_{(\text{OH})}$ of phenolic groups, capacity of moisture
s.	3017	3015	3016	2918–2931	$\nu_{(\text{CH}_3)}$ of methoxyl groups
w.	3014 2968	2987 2951	3017 2969	2846–2863	$\nu_{(\text{CH}_2)}$ of hydroxymethyl groups or cage fragment
w.	1737	–	1727	1731–1755	$\nu_{(\text{CC})}$ of carbon-carbon double bonds
av.	1667 1551	1666 1559	1658 1542	1612–1647 1510–1520	$\nu_{(\text{CC})}$ of benzene rings
w.	1497 1461	1497 1462	1495 1487	1450–1461 1368–1380	$\delta_{(\text{CH}_3)}$ of methoxyl groups
w.	1327	1329	1322	1250–1283	$\delta_{(\text{CC})}$ with $\delta_{(\text{CH})}$ of benzene rings
v. s.	1085 1058	1126 1077	1155 1063	1038–1070	$\nu_{(\text{CO})}$ of methoxyl with hydroxymethyl groups or cage fragment

¹Symbols explanation: s. – strong, av. – average intensity, w. – weak, wd. – wide, v. – very; ν – stretching vibrations, δ – bending vibrations.

By comparative analysis of theoretical and experimental results (Fig. 2), it has been shown that the most intensive absorption bands are in area 3400–3430 and 1038–1070 cm^{-1} . For the first one, mainly deals with the stretching vibrations of sterically hindered hydroxyl groups of alcohol or phenolic type with the strength hydrogen bonding between some other structural fragments of macromolecules. For the second one, some intensive stretching vibrations of ordinary carbon-oxygen bond of methoxyl groups have the main contribution with predominance of intramolecular hydrogen bonding effects, which occur at the distances about 2.070 Å (Fig. 1).

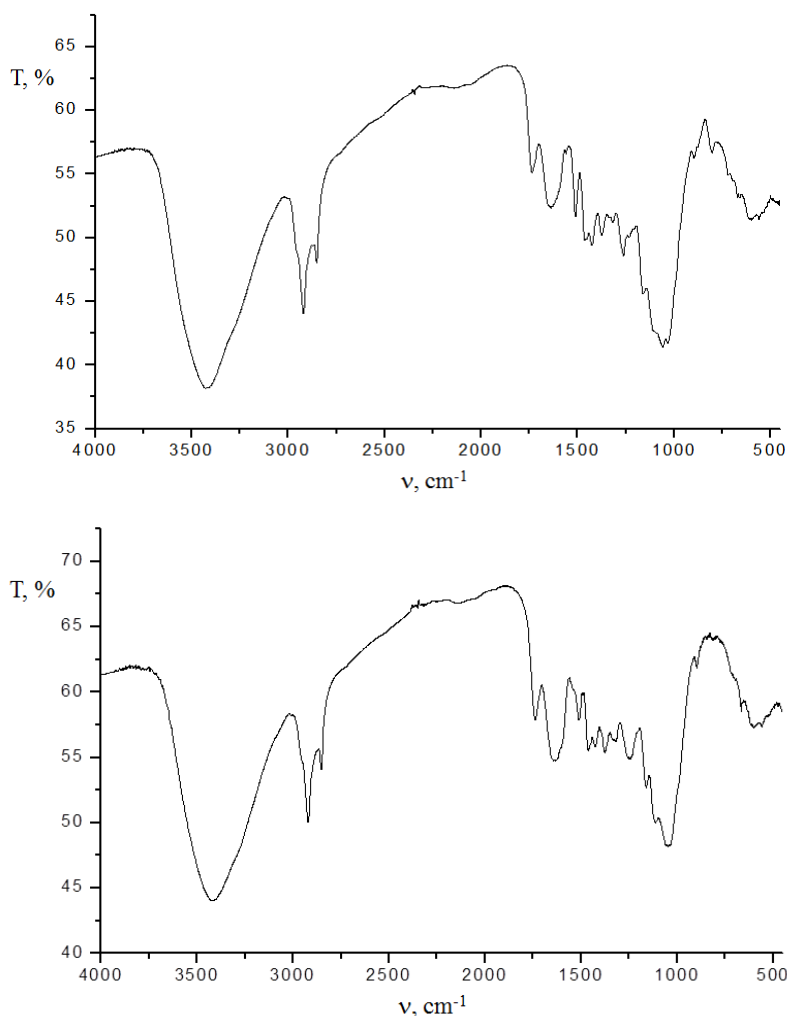


Fig. 2. The typical IR absorption spectra of native lignin materials derived from *Scots pine Pinus sylvestris* (up) and *Black locust Robinia pseudoacacia* (down)

There are also two typical stretching vibrations of benzene rings at 1625 and 1510 cm^{-1} (Fig. 2). As to the area 1731–1755 cm^{-1} , there is only one not very intensive fringe giving by the stretching vibrations of double carbon-carbon bonds. However, this band may be interpreted as a conjugated carbonyl group's signal. In fact, such type structural fragments usually have much more intensive bands with shifting in area $\sim 1750 \text{ cm}^{-1}$. Finally, some interesting results have also been achieved for pinoresinol molecular system mainly because of the rigid cage fragment presentation. The most typical bands in this case correspond to the methylene groups with neighboring oxygen atom stretching vibrations of the rings in area 2846–2863 and 1038–1070 cm^{-1} .

As a result, the proposed theoretical models are validated in reflection of spectral parameters for investigating systems.

**ЗАМІЩЕНІ ПІРАЗОЛО[3,4-В]ПІРИДИНОВІ ТА ПІРРОЛОЦТОВІ
КИСЛОТИ ЯК КОМПОНЕНТИ В РЕАКЦІЇ УГІ**

Коломієць О.В.¹, Мурликіна М.В.¹, Дзьобань Т.В.², Сахно Я.І.¹,

Циганков О.В.², Чебанов В.А.¹

¹ДНУ НТК «Інститут монокристалів» НАН України

відділ органічної та біоорганічної хімії, пр. Науки, 60, 61001, м. Харків

²Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

кафедра органічної хімії, біохімії, лакофарбових матеріалів і покриттів

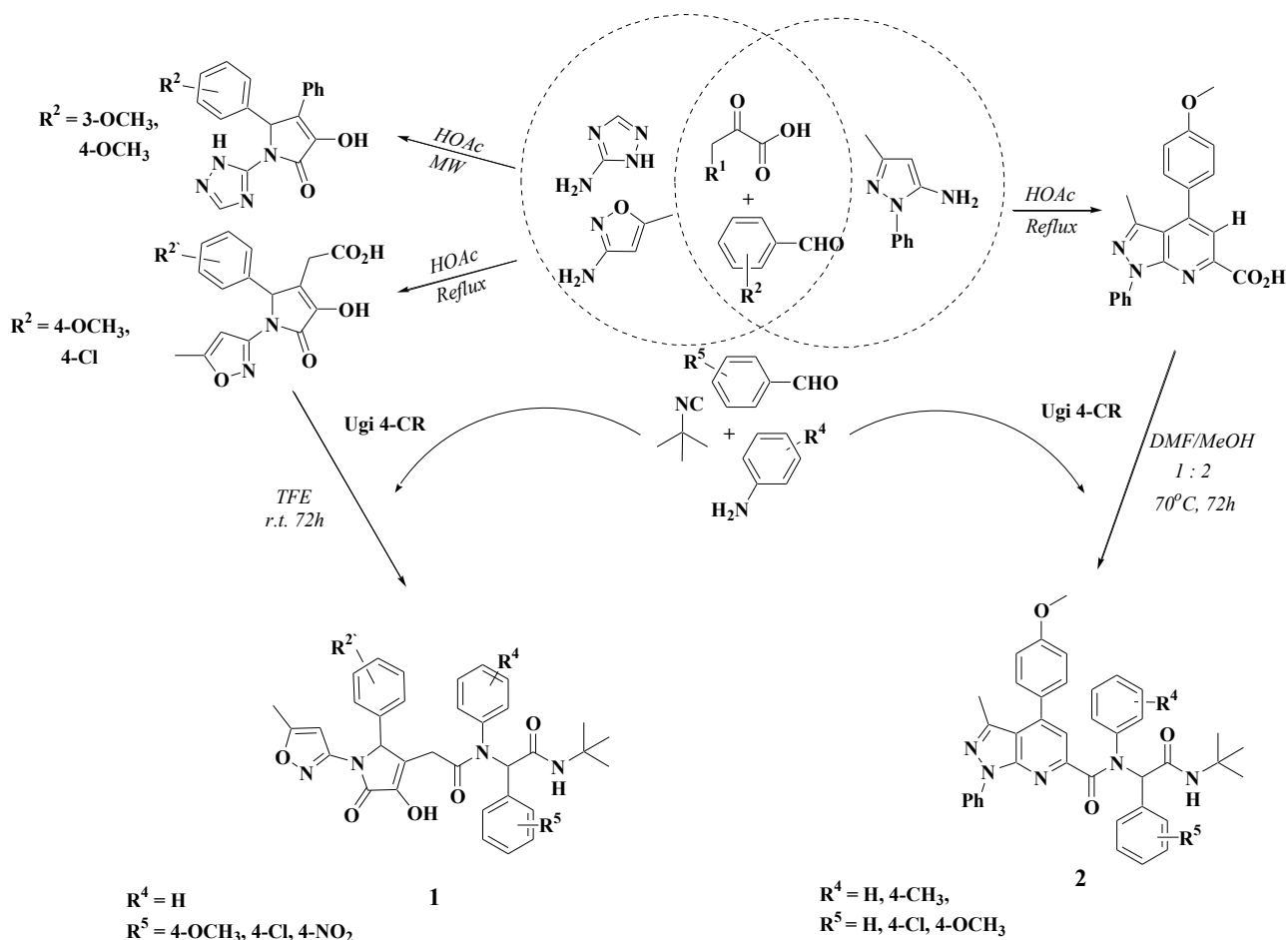
вул. Кирпичова, 2, 61002, м. Харків

geminalsystems@gmail.com

Останнім часом фокус органічної хімії значно змістився з цільового синтезу окремих молекул до створення бібліотек структурно-складних органічних сполук для заповнення та систематичного дослідження хімічного простору в рамках концепцій хімії молекулярної різноманітності і медично-орієнтованого синтезу, зокрема, з метою виявлення нових біологічно активних речовин.

Багатокомпонентні реакції є одним із потужних та зручних інструментів у досягненні цих цілей. Наприклад, азоловмісні фрагменти, які присутні у багатьох природних та синтетичних біологічно активних сполуках, зручно будувати у багатокомпонентних реакціях за типами Ганча, Біджинеллі, Дьобнера, Грьобке за участю аміноазолів [1]. У той же час, ізоціанідна взаємодія по типу реакції Угі застосовуються з метою синтезу сполук, що містять структуру пептидоміметиків [2].

Нами була здійснена комбінація двох багатокомпонентних реакцій: отримані в конденсації за типом Дьобнера пірролони на основі ароматичних альдегідів, 3-аміно-5-метилізоксазолу і α -кетоглутарової кислоти або



3-аміно-1,2,4-триазолу і пірвіноградної кислот [3], а також піразоло [3,4-*b*] піридинові кислоти [3] були введені в реакцію Угі з ароматичними альдегідами, амінами і *трет*-бутилізocіанідом з утворенням карбоксамідів **1** і **2**, відповідно.

Література

- [1] Ingold, M.; Dapuzeto, R.; Victoria, S.; Galliusi, G.; Batthyàny et al. // Eur. J. Med. Chem. 2018, 143, P. 1888-1902.
- [2] Huang, Y.; Wolf, S.; Bista, M.; Meireles, L.; Camacho et al. // Chem. Biol. Drug Des., 2010, 76 (2), P. 116-129.
- [3] Сахно Яна Игоревна. Реакции гетероциклизации пировиноградной кислоты и ее производных с аминоксазолами : дис. ... канд. хім. наук : 02.00.03 / Сахно Яна Игоревна. – Харків, 2008. – 190 с.

Секція 4

*Електроосадження металічних
і полімерних покриттів.*

*Захист від корозійного
руйнування.*

Лакофарбові та захисні покриття

**ЕЛЕКТРОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ХРОМ-КАРБОНОВИХ
ПОКРИТТІВ СТОСОВНО РЕАКЦІЇ ЕЛЕКТРОВИДІЛЕННЯ ВОДНЮ**

Проценко В.С., Боброва Л.С., Кітик А.А.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

Vprotsenko7@ukr.net

Хоча чистий хром, як правило, не розглядається як можливий електроката- лізатор для реакції електровиділення водню (РЕВ), сплави на основі хрому можуть бути вельми перспективними електрокаталітичними матеріалами. У цьому контексті особливу увагу привертають хром-карбоніві сплави (карбіди хрому). У літературі показано, що карбіди хрому проявляють відносно високу електрокаталітичну активність щодо РЕВ.

Карбіди хрому можна синтезувати різноманітними методами, електро- осадження є одним із простих, доступних і зручних способів отримання покрит- тів Cr–C. При цьому для електрохімічного синтезу сплавів Cr–C описано використання, переважно, водних електролітів хромування. Проте відомо, що водні електроліти осадження хрому мають ряд недоліків, і тому неводні електроліти на основі низькотемпературних евтектичних розчинників (deep eutectic solvents, DES) є надзвичайно перспективними. Раніше нами було показано, що вони характеризуються високою продуктивністю та дозволяють отримувати гальванопокриття з відносно високою товщиною. Проте в літера- турі була відсутня детальна інформація про електрокаталітичну активність Cr–C покриттів, електроосаджених з DES, що містять іони Cr³⁺. Тому актуаль- ним було визначення електрокаталітичних властивостей хром-карбонівих осадів, осаджених з DES, у порівнянні зі «звичайними» хромовими покриттями.

Дослідження електрокаталітичної активності проводили для Cr–C покрит- тів, що були осаджені з електроліту 2,5ChCl:1CrCl₃:15H₂O (ChCl – холін хлорид; числа перед формулами речовин вказують на молярні співвідношення компонентів) при густині струму 5 А/дм² та температурі 40 °С. За цих умов

гальванопокриття містило 84 % хрому (інше – карбон та сліди кисню і хлору). «Звичайні» хромові покриття отримували зі стандартного хромовокислого електроліту хромування ($250 \text{ г/дм}^3 \text{ CrO}_3$, $2,5 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$). Товщина осадів становила 10 мкм.

На рис. 1 показані поляризаційні залежності для розглянутих гальваносадів, що були отримані в 1М розчині NaOH. Катодні сегменти вольтамперограми, які відповідають РЕВ, у випадку покриття Cr–C зсунуті у бік менш негативних величин. Останнє свідчить про електрокаталітичні властивості хром-карбонних покриттів стосовно реакції виділення водню у середовищі NaOH. Встановлено, що отримані поляризаційні криві добре лінеаризуються в координатах рівняння Тафеля. Обчислені тафелевські константи для РЕВ наведені у таблиці 1.

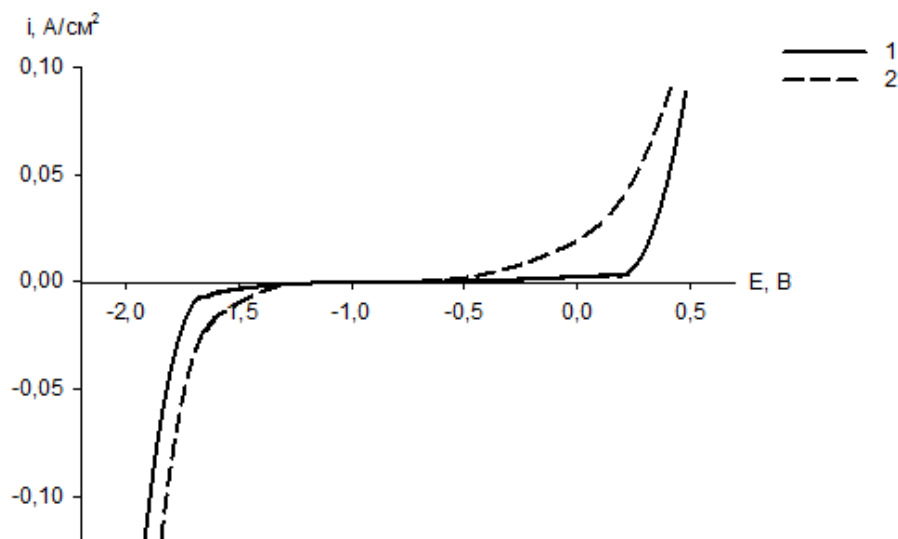


Рис. 1. Вольтамперограми для Cr (1) та Cr–C (2) покриттів у 1М NaOH при 25 °С. Швидкість розгортки потенціалу – 50 мВ/с

Згідно з отриманими даними, значення b близькі до 140 мВ, отже, швидкість-визначальною стадією для реакції електровиділення водню як на Cr, так і на Cr–C електродах у лужному середовищі є стадія перенесення заряду. Таким чином, при переході від «звичайного» хромового покриття до хром-карбонного механізм електрохімічного процесу РЕВ не змінюється.

Таблиця 1. Константи у рівнянні Тафеля, коефіцієнти перенесення та струми обміну для РЕВ у 1М NaOH

Тип покриття	Тафелевські константи		α	$i_0, \text{A/cm}^2$
	a, В	b, В		
Cr (з електроліту на основі Cr(VI))	-1,057	-0,146	0,40	$0,60 \cdot 10^{-7}$
Cr-C (з електроліту на основі Cr(III)-DES)	-0,857	-0,139	0,43	$6,58 \cdot 10^{-7}$

Відомо, що за умови незмінності механізму електрохімічного процесу та близькості величини тафелевського нахилу значення густини струму обміну може слугувати критерієм електрокаталітичної активності. Як видно з даних, наведених у табл. 1, електрокаталітичні властивості Cr-C покриттів є помітно вищими, ніж у «звичайних» осадів хрому (густина струму обміну більша у десять разів).

За допомогою метода спектроскопії електродного імпедансу було показано, що поляризаційний опір електрохімічної реакції виділення водню зменшується зі збільшенням перенапруги. Значення поляризаційного опору хромових покриттів, одержаних з електроліту, що містить Cr(VI), вище, ніж у Cr-C покриттів, отриманих з DES, при інших рівних умовах. Це добре узгоджується з даними поляризаційних вимірювань та є додатковим підтвердженням підвищеної електрокаталітичної активності хром-карбонних покриттів. Порівняння розрахункових значень ємності подвійного електричного шару (з урахуванням елементу сталої фази поверхні) показало, що реальна площа поверхні покриттів, електроосаджених з електроліту, що містить Cr(III), менша, ніж покриттів, електроосаджених з «традиційного» електроліту на основі Cr(VI). Це спостереження вказує на те, що поліпшення каталітичних властивостей Cr-C покриттів пов'язане з істинним електрокаталітичним ефектом, а не зі збільшенням площі поверхні електроду.

УДК 621.357.7

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ СПЛАВАМИ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ

Овчаренко В.И., Королячук Д.Г., Лещенко Н.А.

ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

пр. Гагарина, 8, 49005, г. Днепр

kafmat@i.ua

Современный уровень развития техники в химической промышленности предполагает использование материалов с уникальным комплексом физико-механических и защитных свойств. Одним из важнейших элементов конструкций и деталей машин являются покрытия, наносимые на поверхность электрохимическим методом.

При этом в качестве покрытий могут использоваться как однокомпонентные металлические осадки, так и многокомпонентные, что позволяет улучшить такие свойства, как коррозионная стойкость, прочность, твердость, износостойкость, жаропрочность, жаростойкость, антифрикционные, магнитные и каталитические свойства.

Одними из самых распространенных видов электролитических покрытий являются хромовые, обладающие значительными механическими и защитными свойствами. Однако, электролиты хромирования имеют высокую токсичность и экологическую опасность из-за использования ангидрида на основе шестивалентного хрома.

В связи с вышеизложенным, в качестве возможной замены хромовым, предлагается использовать электролитические покрытия сплавами на основе никеля. Были проведены исследования физико-механических свойств и морфологии поверхности покрытий Ni-Co и Ni-P, нанесенных из мало- или нетоксичных электролитов. Установлены режимы электролиза, при которых получают покрытия с высокими показателями микротвердости и отражательной способности наряду с высокими значениями выхода по току металла.

Определение фазового состава электролитических покрытий сплавами Ni-Co и Ni-P осуществляли на рентгеновском дифрактометре ДРОН-2 в медном излучении. Анализ полученных рентгенографических данных покрытий сплавом Ni-Co показал, что на дифрактограммах присутствуют линии кристаллических никеля и кобальта, что свидетельствует о совместном осаждении этих металлов в представленном электролите. При рентгенографическом исследовании покрытий сплавом Ni-P установлено, что осадки имеют аморфное строение. Это объясняется тем, что присутствие атомов фосфора при электроосаждении способствует подавлению процесса кристаллизации и формированию аморфной структуры.

Морфологию поверхности электролитических покрытий сплавами Ni-Co и Ni-P изучали с помощью растрового электронного микроскопа РЭМ-106И в режиме получения вторичных электронов, отражательную способность определяли с использованием фотоэлектрического блескомера ФБ-2. По результатам исследования определили, что наиболее блестящие покрытия (отражательная способность около 70 % относительно серебряного зеркала) электролитическим сплавом Ni-Co получают при температуре электролита 20 °С в интервале плотностей тока 2...20 А/дм². Режим осаждения покрытий сплавом Ni-P, при котором формируются электролитические слои с наибольшей отражательной способностью (около 75 %), следующий: температура электролита – 70 °С, плотность тока – 2-15 А/дм².

В ходе проведения электрохимических исследований и механических испытаний на микротвердомере ПМТ-3 установлено, что наиболее твердые электролитические покрытия сплавами Ni-Co и Ni-P получают при температуре электролита 50 °С в обоих случаях.

Таким образом, показано, что как альтернатива хромовым покрытиям возможно использование осаждаемых из электролитов сплавов на основе никеля. Покрытия электролитическими сплавами Ni-Co и Ni-P могут выступать как защитно-декоративные (за счет привлекательного внешнего вида), так и в качестве твердых слоев при восстановлении изношенных деталей.

УДК 621.357.7+621.3.013+66.045.1

**ВИКОРИСТАННЯ МІДНИХ ПОКРИТТІВ, ОДЕРЖАНИХ
ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯМ У СЛАБКОМУ МАГНІТНОМУ ПОЛІ,
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛООБМІННИКІВ**

Ковальов С.В., Міщенко В.Л.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

sv_kovalyov@i.ua

Застосування у промисловості функціональних захисних гальванічних покриттів є одним з провідних напрямків розвитку сучасної електрохімічної науки у світі.

У ДВНЗ УДХТУ розроблена технологія нанесення гальванічного покриття міддю у слабкому магнітному полі. Цей метод дозволяє значно підвищити експлуатаційні характеристики конструкцій.

Процес нанесення шару міді на конструкційні матеріали полягає у наступному: попередньо підготовлений матеріал основи занурюється у ванну з електролітом складу: 0,4М CuSO_4 та 0,8М H_2SO_4 і температурою від 15 до 30 °С. Ванна розміщується у магнітному полі з індуктивністю від 0,5 до 1,5 мТл. Щільність струму – 1-7 А/дм². Одержані за цих умов покриття мають твердість на 50-100 % більшу, ніж інші мідні гальванічні покриття.

Запропоновану методику нанесення мідних гальванічних осадів можливо використовувати для покриття деталей теплообмінників, а саме для покриття трубок трубного пучка кожухотрубчастих теплообмінників. Цей вид теплообмінників є дуже розповсюдженим у хімічній і харчовій промисловості та широко застосовується на комунальних підприємствах. Кожухотрубчасті теплообмінники мають багато переваг, але і мають ряд недоліків з яких основними є висока матеріалоємність, низька корозійна стійкість, задовільний теплообмін.

Нами пропонується заміна матеріалу труб трубного пучка теплообмінника, який виготовляється зі сталі (використовується стальна трубка діаметром 20 мм і товщиною стінки 2÷3 мм) на мідь (трубку діаметром 20 мм і товщиною від

0,2 до 0,5 мм) з обов'язковим нанесенням на мідну трубку зміцнюючого шару міді за наведеною вище методикою.

Звичайно заміна сталі на мідь призведе до значного збільшення вартості теплообмінника, але це компенсується зниженням матеріалоемності обладнання та, крім того, запропонована методика виготовлення трубок для теплообмінника має багато переваг основні з яких:

1) мідь має значно більший коефіцієнт теплопередачі у порівнянні зі сталлю (більше ніж у 8 разів), що значно покращує теплообмін;

2) товщина трубки, при незмінній міцності, приблизно у 5 разів менша, що у стільки ж разів покращить теплопередачу;

3) покриття має велику твердість і захищає основний метал від абразійного зносу;

4) вага конструкції зменшиться приблизно у 4,6 разів, що вплине на зручність монтажу та вплине на зниження вартості теплообмінника;

5) у теплообміннику значними є деформації викликані температурним розширенням матеріалу, але при використанні покриття з того ж самого матеріалу розтягнення матеріалу буде однаковим і для трубок і для покриття;

6) відсутність корозійного руйнування трубок (вибір товщини сталевих трубок 2÷3 мм пов'язаний із корозійним руйнуванням до 2 мм протягом терміну експлуатації теплообмінника);

7) термін роботи та міжремонтний період теплообмінника можуть бути значно подовжені.

Наведені вище переваги дозволяють нам запропонувати виготовлення кожухотубчастих теплообмінних апаратів з трубним пучком, в яких сталеві трубки замінені на тонкі мідних з нанесеним на них шаром високотвердого мідного покриття створеного гальванічним шляхом у магнітному полі з низькою індукцією.

**ВИСОКОЕФЕКТИВНА АНОДНА ОБРОБКА НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ
AISI 304 У НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ЕВТЕКТИЧНОМУ
РОЗЧИННИКУ ETHALINE**

Кітик А.А., Банник Н.Г., Кун О.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

просп. Гагаріна, 8, 49007, м. Дніпро

kitykanna7@gmail.com

Добре відомо, що електрохімічна анодна обробка металів та сплавів здатна покращувати їх зовнішній вигляд і суттєвим чином впливати на якісні показники поверхні, а саме: зменшувати ступінь шорсткості, неоднорідності поверхні, сприяючи підвищенню мікротвердості, корозійної витривалості, зносостійкості та ступеня блиску. Таким чином, використовуючи електрохімічну анодну обробку поверхні металів та сплавів, можна досягати певних заздалегідь відомих і бажаних властивостей поверхні металевих виробів.

Однак слід зазначити, що традиційні технології анодної обробки (електрополірування, анодування) металів та сплавів базуються на використанні надзвичайно агресивних та небезпечних для навколишнього середовища сумішей сірчаної, соляної, ортофосфорної кислот, перхлоратної та плавикової кислот, іноді з додаванням хромового ангідриду. Така висококонцентрована суміш кислот забезпечує під час процесу анодної обробки формування у приелектродному просторі щільного шару, за рахунок чого і досягається висока ефективність процесу полірування металів та сплавів. Проте, хімічна агресивність подібних електролітів здатна псувати обладнання та наносити шкоду здоров'ю людей. Екологічно безпечною та високоефективною альтернативою класичним електролітам полірування можуть стати іонні рідини (ІР) нового покоління – низькотемпературні евтектичні розчинники (НЕР). НЕР мають унікальну комбінацію властивостей (високу в'язкість і порівняно високу для ІР електропровідність), що робить їх багатообіцяючим середовищем для реалізації анодної обробки металів та сплавів.

Показана принципова можливість використання низькотемпературного евтектичного розчинника Ethaline (суміш холін хлориду – вітамін групи В4 та етиленгліколю) для високоефективної анодної обробки нержавіючої сталі AISI 304. Циклічні вольтамперограми (ЦВА) сталевого електроду AISI 304 у розчиннику Ethaline за різних температур наведено на рис. 1.

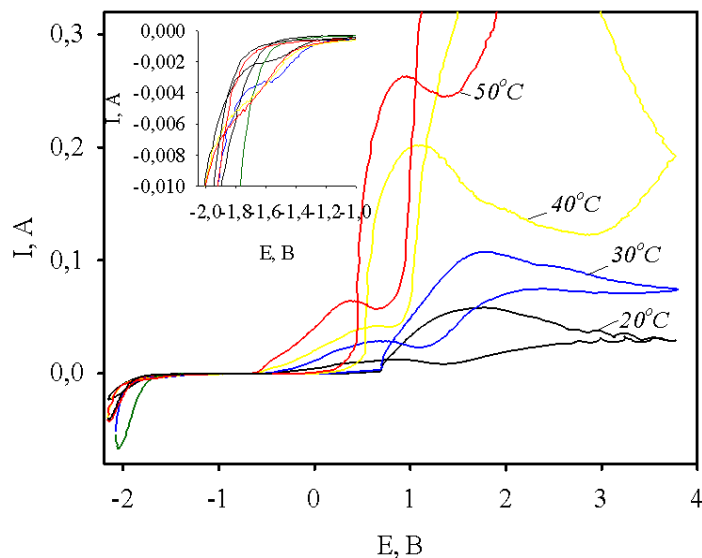


Рис. 1. ЦВА зразків AISI 304 у розчиннику Ethaline за різних значень температури ($s = 4 \text{ см}^2$, $v = 100 \text{ мВ/с}$)

На анодній ділянці ЦВА (потенціали $> 0 \text{ В}$) спостерігається пік активного анодного розчинення нержавіючою сталі зазначеної марки у розчиннику Ethaline. Зменшення анодного струму і формування піку обумовлене пасивацією металевих зразків, подальше зростання струму відповідає перебігу процесів окиснення компонентів розчинника на поверхні електроду. Відзначимо, що зі збільшенням температури пік активного розчинення зсувається в область негативних потенціалів і при цьому спостерігається збільшення анодного струму. Таким чином, із використанням інформації з анодних ділянок отриманих ЦВА, проведено електрополірування AISI 304 в Ethaline у потенціостатичному режимі за різних потенціалів і температур. Отримані результати продемонстрували, що поверхня AISI 304 після анодної обробки характеризується привабливим зовнішнім виглядом, підвищеною мікротвердістю та корозійною стійкістю.

**ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ ІНГІБІТОРІВ
ДЛЯ ЗАХИСТУ СТАЛІ ВІД КИСЛОТНОЇ КОРОЗІЇ**

Василенко Т.Г.

Інженерний інститут Запорізького національного університету

пр. Соборний, 226, 69006 м. Запоріжжя

admin@zgia.zp.ua

Проблема захисту металоконструкцій від корозії у сильноокислих середовищах, що призводить до зниження пластичних властивостей внаслідок проникнення гідрогену у поверхневі шари металу і утворення в ньому мікротріщин і водневих розшарувань, залишається актуальною. Особливий інтерес для запобігання подібних руйнувань представляють органічні інгібітори, які здатні одночасно знижувати агресивність середовища і утворювати хемосорбційні шари на поверхні металу. Найефективнішими інгібіторами кислотної корозії вважаються сполуки, до складу яких входять Оксиген, Сульфур, Нітроген, які є центрами координації для поверхневих катіонів металу, з одного боку, і агентами, що легко протонуються у кислому середовищі, з іншого.

Метою даного дослідження було вивчення захисної здатності поліден-татних сполук: N'-(бензімідазоліл-2)-о-метилкарбомату(БМК) і 2-(тіазоліл-4)-бензімідазолу (ТБ) на поверхні сталевих зразків марки 08ПС.

Дослідження базується на раніше встановленому механізмі утворення комплексів перехідних металів (Cu^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Sn^{2+}) у сильно кислих розчинах HCl складу $[\text{БМК}\cdot\text{H}]_2[\text{MeCl}_4]_i[\text{ТБ}\cdot\text{H}]_2[\text{MeCl}_4]$.

Дані види сполук відносяться до, так званих, іонних асоціатів, які є проміжними сполуками між простими солями і координаційними сполуками. Вони цікаві з точки зору реалізації одночасно декількох видів зв'язку: координаційного, іонного і водневого. При цьому у кислому середовищі відбувається зв'язування катіонів H^+ за рахунок протонування координаційних центрів інгібітору, утворюється катіон складу $[\text{БМК}\cdot\text{H}]^+$. Це призводить до зміни рН середовища, що може істотно гальмувати катодний процес.

Одночасно зв'язуються вільні іони Cl^- внаслідок утворення комплексного аніону з металом, реалізується також слабка спрямована взаємодія $\text{Me} \dots \text{O}$ з атомом Оксигену карбонільної групи. Утворюється властива перехідним металів з н.п.е. конфігурація аніону $[\text{MeCl}_4]^{2-}$. В комплексах спостерігається складна система водневих зв'язків типу $\text{Cl} \dots \text{HN}$, що зв'язує між собою катіони і аніони. Електростатична взаємодія між іонами в комплексі і велика кількість міжлігандних, міжмолекулярних взаємодій і переходів з переносом зарядів призводить до утворення стійкої структури.

Корозійні дослідження на зразках сталі марки 08ПС проводили потенціометричним і гравіметричним методами. Як модельне корозійне середовище використовували розчини HCl (10^{-3} - 10^{-1} М), концентрація інгібітора у розчині варіювалася від 0,1 до 1 моль/л.

Ефективність захисту оцінювалася по зниженню корозійної агресивності середовища і залишкових швидкостей корозії по відношенню до фонових значень. Поляризаційні криві показали істотне зниження щільності струму анодної і катодної поляризаційної залежності в присутності обох інгібіторів.

Гравіметричні корозійні дослідження свідчать про те, що БМК і ТБ мають захисну здатність різної ефективності: ступінь захисту БМК вище (до 88 %), ніж у разі ТБ (до 76 %). Стійкий ефект досягався при п'ятикратному надлишку досліджуваних речовин.

Отримані результати можна пояснити здатністю молекул інгібіторів (Ing) до зв'язування атомів Гідрогену за рахунок процесу протонування по атомам нітрогену гетероциклічних кілець. Це призводить до зниження агресивності середовища і, як наслідок – до гальмування швидкості корозії в разі гідрогенної деполаризації. З іншого боку, створення міцного іонного зв'язку між $2[\text{IngH}]^+i[\text{MeCl}_4]^{2-}$ призводить до утворення хемосорбційних шарів на поверхні металу. Менш ефективний ступінь захисту у разі застосування ТБ може пояснюватись відсутністю координаційного зв'язку між катіонами металу і атомом сульфуротіазольного кільця. Таким чином, ефективність захисної дії органічних сполук визначається їх хемосорбційною здатністю при контакті з поверхнею металу та схильністю до протонування у кислому середовищі.

УДК 620.197.3

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ ІНГІБІТОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

N-(*n*-ХЛОРОФЕНІЛ)-ДЕКАГІДРОАКРИДИНДІОНІВ-1,8

У ІМІТАТІ ГРУНТОВИХ ВОД

Калин Т.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ

kalyntetyana68@gmail.com

Щорічні втрати від корозії з року в рік зростають внаслідок інтенсивного розвитку металовмісних галузей сучасної промисловості: металургії, нафтової, хімічної, нафтохімічної, енергетичної, транспорту. Одним з ефективних та економічно обґрунтованих методів боротьби з корозією у різних агресивних середовищах є застосування інгібіторів. Ефективними інгібіторами корозії є органічні сполуки, які містять атоми Нітрогену, зокрема, похідні піридину, хіноліну, акридину.

В продовження досліджень щодо вивчення інгібіторних властивостей деяких похідних декагідроакридиндіонів-1,8 синтезовано ряд сполук: інгібітор 1 одержали в результаті конденсації *n*-хлороаніліну та ацетальдимедону в бутанолі, інгібітор 2 – при гетероциклізації *n*-хлоронаніліну з нормальдимедоном в аналогічних умовах. Дослідження проводились на імітації ґрунтової води (ІГВ) наступного складу: КСl – 0,142 г/л, NaHCO₃ – 1,031 г/л, CaCl₂ · 2H₂O – 0,073 г/л, MgSO₄ · 7H₂O – 0,254 г/л. Як об'єкти дослідження використано пластини, виготовлені зі сталі 17ГС, розмірами 50×10×3 мм. Час експозиції складав 504 год. Швидкість корозії визначали гравіметричним способом.

Встановлено, що ступінь захисту сталі від корозії при використанні інгібітора 1 концентрацією 0,5 г/л становив 12,1 %, за тих самих умов для інгібітора 2-36,3 %. Захисний вплив пояснюється адсорбцією синтезованих сполук на поверхні металу.

**НОВІ МОДИФІКОВАНІ ФЕНОЛЬНІ СМОЛИ
ДЛЯ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

Варлан К. Є., Завгородня К. О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

пр. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпро

konstvarlan@meta.ua

Фенольні смоли (ФС) як продукти, що виробляють у промислових обсягах, відомі понад 100 років, але їх значення для багатьох технічних галузей, зокрема машино-, судно-, авіа-, ракето- та приладобудування, електротехніки тощо, залишається досить високим. До того ж, останнім часом спостерігається підвищення інтересу до модифікованих фенольних смол (МФС). Однією з важливих галузей використання МФС є лакофарбова промисловість. Лакофарбові покриття на основі плівкоутворюючої системи, що містять такі сполуки, однаково ефективно використовують у жорстких експлуатаційних умовах під впливом підвищених температур, агресивних середовищ, абразивного зносу, а також за умов контакту з харчовими продуктами, питною водою та напоями.

Можливості полімерної хімії дозволяють створювати МФС, які поєднують корисні властивості декількох плівкоутворюючих сполук, зокрема фенольних, епоксидних та поліестерних смол. З метою розширення асортименту МФС, придатних для використання в композиціях для захисних покриттів з поліпшеними властивостями, а також з'ясування можливості створення лакофарбових матеріалів (ЛФМ), що поєднують корисні властивості фенольних, епоксидних та поліестерних плівкоутворюючих систем, синтезовані нові фенольні похідні та МФС на їх основі. Синтез цільових продуктів здійснювали наступними шляхами:

- 1) хімічною модифікацією бутилфенолформальдегідної смоли (БФС) за рахунок хімічних реакцій з фенольним гідроксилом;
- 2) поліконденсацією мономалеїнатів двохатомних фенолів з формальдегідом.

Хімічну модифікацію БФС здійснювали ацилюванням малеїновим ангідридом (МА), а також гліцидуванням реакцією з епіхлоргідридом та подальшою лужною обробкою. Будова отриманих малеїнізованої (МФС) і гліцидованої (ГФС) смол підтверджена ІЧ-спектрами, які наведені на рис. 1.

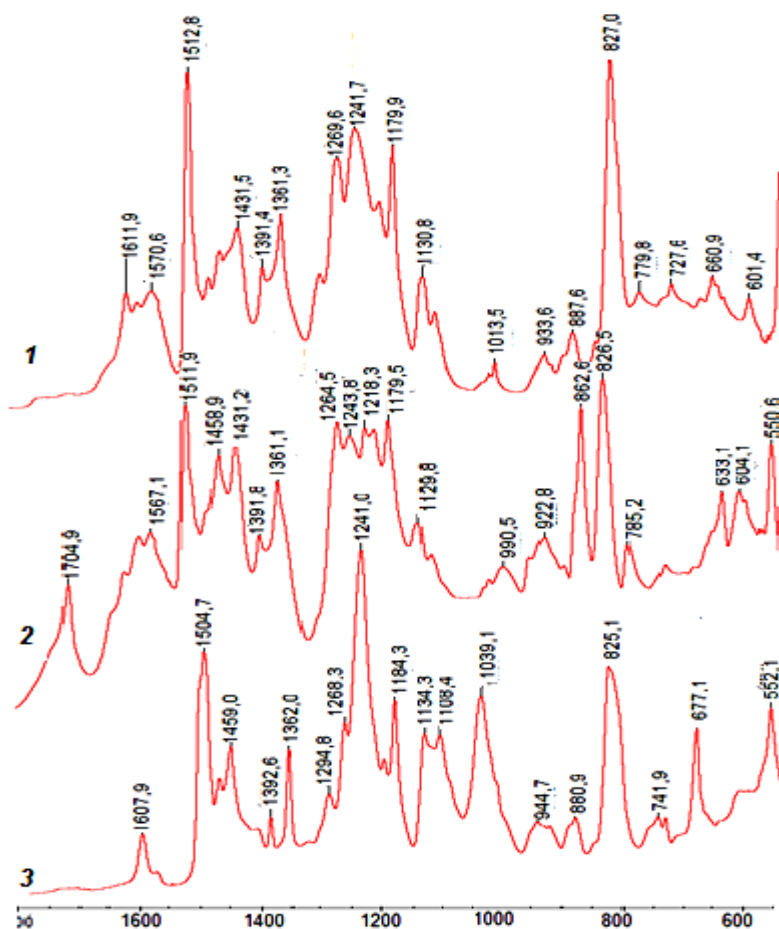
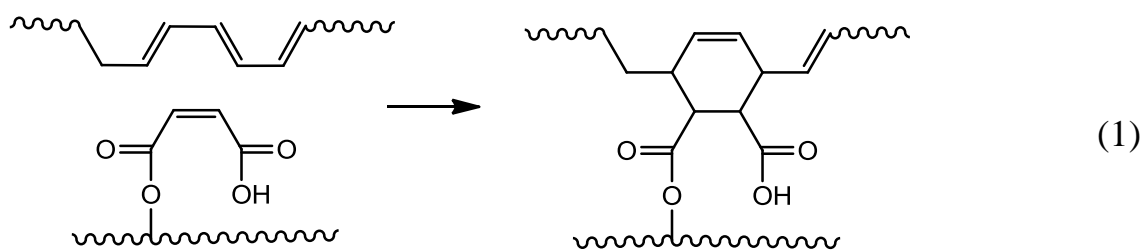


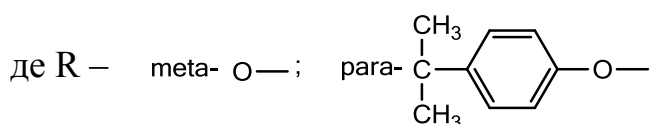
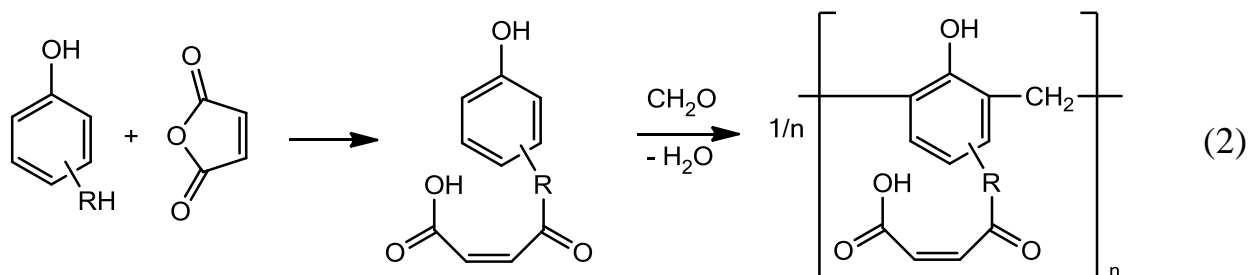
Рис. 1. ІЧ-спектри БФС (1), МФС (2) і ГФС (3).

Розрахунки параметрів розчинності Гільдебранда за методом Аскадського дали підстави зробити припущення, що ГФС може використовуватися як інгредієнт ЛФМ на основі рослинних олій. Це було підтверджено експериментально: заміна в рецептурі засобу софеїзації R-101 дефіцитних імпорتنних інгредієнтів на ГФС дала позитивний результат.

Забезпечення сумісності МФС з рослинними оліями, потрібної для утворення ЛФМ, досягали завдяки попередній компатибілізації через реакцію Дільса-Альдера між ділянками спряжених ненасичених груп залишків елеостеаринової кислоти тунгової олії та ненасиченою малеїнатною групою за схемою (1):



Процес отримання МФС через мономалеїнізовані резорцин (РМ) та дифенілолпропан (ДМ) здійснювали за схемою (2):



Отримані прозорі смолоподібні речовини, розчинні у полярних органічних розчинниках. В залежності від умов синтезу, зразки смол мали значення температури краплепадіння (55-100) °С. В ІЧ-спектрах РМ та ДМ відсутні смуги поглинання 1854, 1782, 1242 та 1059 cm^{-1} , характерні для МА, натомість, на відміну від спектрів резорцину та дифенілолпропану, з'являються смуги 3057, 1703-1704, 1604-1605 cm^{-1} . В ІК-спектрах смол наявні смуги: на основі РМ (РМС) – 3058; 2959; 2936; 2872; 1702; 1616 cm^{-1} ; на основі ДМ (ДМС) – 3049; 2964; 2936; 2868; 1704; 1609 cm^{-1} .

З урахуванням розрахованих параметрів розчинності РМС, ДМС, рослинних олій та продуктів їх епоксидування, сумішей розчинників, складені та випробувані модельні рецептури захисних плівкоутворювальних систем для сталених поверхонь. За результатами випробувань, отримані покриття відповідали вимогам нормативно-технічної документації на ЛФМ-аналоги.

РОЗРОБКА НОВИХ ОФСЕТНИХ ПОЛІГРАФІЧНИХ ФАРБ

Свердліковська О.С., Пономаренко І.О., Мазіна А.Д.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

o.sverdlikovska@gmail.com

Асортимент і конструкційні особливості різної продукції інтенсивно змінюються, то ж є доцільним вдосконалення офсетного способу друкування, який, як і раніше, залишається основним способом поліграфічного відтворення друкованої продукції у різних її видах: газети, журнали, книги, художні альбоми, етикетки, упаковки, різноманітна акцидентна продукція. Оптимізація технологічного процесу задруковування повноколірних зображень на різних матеріалах із забезпеченням стабілізації технологічних параметрів формування сюжетів, параметрів якості зображень та їх унормованих величин відхилень реалізується досконалим підбором компонентного складу друкарських фарб. Перш за все, потрібні: правильне співвідношення системи «фарба-задруковуваний матеріал», відповідність серії фарб технології друкарсько-обробного процесу, чистота та належний фізичний стан друкарського обладнання, нормалізовані кліматичні умови цеху тощо.

На ринку подано широкий асортимент друкарських фарб із будь-якими технологічними параметрами, потрібними для виготовлення поліграфічної продукції. В останнє десятиліття тенденція глобалізації серед виробників друкарських фарб підтвердилася об'єднанням світових компаній. Ключові компанії світового ринку друкарських фарб: Sun Chemical (Dainippon Ink & Chemicals), XSYS Print Solutions (об'єднала BASF Drucksysteme, ANI Printing Inks (колишній Akzo Nobel Inks) у 2004 р. і Flint Ink у 2005 р.), Toyo Ink, Sakata INX, SICPA, Huber Group (включаючи Micro Inks), Tokyo Printing Ink і Siegwark Druckfarben AG. Проте позиції різних виробників у світі та Україні мають суттєві відмінності. Деякі компанії, що входять у десятку найпотужніших у світі, взагалі невідомі українському ринку. Інші – невеликі у світовому

масштабі дуже відомі на вітчизняному ринку завдяки активній діяльності їх дилерів.

На українському ринку працюють лише три виробники поліграфічних фарб: «Планета-Інкс» (м. Ріпки, Чернігівська обл.), ТОВ СП «Європрінт» (м. Львів) та ПрАТ «УкрНДІСВД» (м. Київ).

Отже, на сьогодні є доцільним створення нових рецептур для виготовлення офсетних друкарських фарб та їх впровадження на підприємствах і типографіях з метою підвищення місця вітчизняного виробництва поліграфічних матеріалів на світовому ринку.

Таким чином, метою роботи є розробка нового складу офсетних фарб з покращеними властивостями для листового друку.

Розроблено новий склад типографської офсетної фарби блакитного кольору на основі блакитного пігменту (окис заліза (18 %)), діоксид титану (7 %), алкідної смоли Корезинал 350 Х (24 %), уайт-спіриту (7 %), індустриальної олії (25 %), віскогелю (13 %), сикативу універсальному 1.7.1 (4 %) та новий склад типографської офсетної фарби жовтого кольору на основі жовтого пігменту (окис заліза (18 %)), пігменту блакитного неорганічного (0,07 %), діоксид титану (6 %), алкідної смоли Корезинал 350 Х (24 %), уайт-спіриту (2 %), полімеризованої лляної олії (33 %), віскогелю (13 %), сикативу універсального 1.7.1 (4 %).

Показано, що глянець нової офсетної фарби кращий за прототип імпоротної офсетної фарби у 1,2 рази. Криюча здатність висушеної плівки прототипу жовтого кольору вища за нову фарбу відповідного кольору в 1,3 рази. Показники оптичної густини нової офсетної фарби вищі за імпортну офсетну фарбу у 1,0-1,2 рази. При перевірці на лугостійкість зразки нової блакитної, жовтої фарби, та виробничої жовтої фарби залишилися без змін, а зразок виробничої синьої фарби змінив колірний тон (втратив насиченість). Результати дослідження кислотостійкості поліграфічної фарби показали, що зразки блакитної, жовтої та імпоротної оранжевої фарби залишилися без змін. При цьому, в імпортній синій фарбі відбулось розчинення лакофарбової плівки,

зразок вважається частково зруйнованим. Найкраща дисперсність у прототипу синього кольору. Зі зразків нової офсетної фарби кращий перетир у фарби блакитного кольору – різниця з прототипом у 1 мкм. Твердість прототипу офсетної фарби вища за нові зразки відповідних кольорів в 0,7-0,9 разів. Встановлено, що обидва зразки нової фарби відповідають стандарту. Досліджувані зразки знаходяться в оптимальних значеннях відносної густини за алкідною основою (0,9–1,2 г/см³). Однак, швидкість закріплення виробничої фарби синього кольору більша за нову у 1,25 рази. Усі фарби, окрім нової жовтої, мають відмінні показники теплостійкості при 60 °С (не розкладаються при нагріванні та не змінюють колірний тон). Адгезія типографських офсетних фарб показала, що всі зразки фарб (як у випадку жовтого кольору, так й у випадку блакитного кольору) мають відмінні результати за шкалою оцінювання паралельних надрізів (1₁), натомість зразок прототипу імпортової синьої фарби отримав гірші результати за шкалою оцінювання паралельних надрізів 2₁ відповідно, відбулося незначне відшаровування покриття частковими та цілими смугами.

Найкращою за показниками є нова типографська офсетна фарба блакитного кольору на основі блакитного пігменту (окис заліза (18 %)), діоксид титану (7 %), алкідної смоли Корезинал 350 Х (24 %), уайт-спіриту (7 %), індустриальної олії (25 %), віскогелю (13 %), сикативу універсального 1.7.1 (4 %)

Створена офсетна фарба може бути рекомендована до використання на поліграфічних підприємствах і типографіях для друку на картоні, гофрокартоні, офісному та крейдованому папері, мелованому та металізованому папері, а також етикетковому папері.

**ФЛЕКСОГРАФСЬКІ ФАРБИ З ПОКРАЩЕНИМИ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Свердліковська О.С., Пономаренко І.О., Єленчук А.В., Жарких А.В.

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

o.sverdlikovska@gmail.com

Для флексографського друку останнім часом створюються принципово нові види друкарських фарб. Причинами їх появи можна вважати успіхи науки, а також прагнення поряд з підвищенням екологічної безпеки спростити роботу друкаря, забезпечити ще більш високу якість відбитків і отримання нових візуальних ефектів. Не в останню чергу потужним стимулом розвитку тут виступає рекламний фактор. Ще одним важливим фактором як розвитку сучасної поліграфії, так і економічного розвитку України є забезпечення ринку поліграфічної індустрії сировиною вітчизняного виробника замість імпортової продукції.

Таким чином, актуальним є створення нових рецептур флексографських фарб, які б задовольняли основні вимоги друкарських фарб – екологічність та простоту в роботі. Саме тому, метою роботи є розробка нового складу флексографських фарб з покращеними властивостями для задруковування на вбираючих поверхнях, паперу і гофрокартону.

Розроблено новий склад друкарської флексографської фарби синього кольору на основі блакитного пігменту (окис заліза ТС886, 35 %), алкідної смоли IZELKYD RAP S 45-60 9(45 %), уайт-спіриту (12 %), вазелінового масла «Віола» (5%), темного сикативу RENESANS (3 %); друкарської флексографської фарби жовтого кольору на основі жовтого пігменту (окис заліза ТС313, 30 %), алкідного лаку ПФ-170 (40 %), полімеризованого лляного масла (22 %), вазелінового масла «Віола» (5 %), темного сикативу RENESANS (3 %). Проведено системні дослідження оптичних, фізико-механічних властивостей

нової флексографської фарби, встановлено закономірності впливу компонентів на друкарські властивості нової флексографської фарби.

Показано, що глянець нової флексографської фарби (як у випадку жовтого кольору, так й у випадку блакитного кольору) кращий за прототип імпоротної флексографської фарби у 1,02-1,11 та 1,01-1,12 разів. Встановлено, що криюча здатність невисушеної плівки жовтої і блакитної флексофарби порівняно із прототипами вища у 1,3-2,3 та 1,7-1,9 разів. Криюча здатність висушеної плівки прототипу вища за нову флексографську жовту і блакитну фарби у 2,3-2,8 і 3,3-3,9 разів. Виявлено, що показники оптичної густини нової флексографської фарби без додавання іонної рідини (жовтої і блакитної фарби) вищі за імпортовану флексографську фарбу у 1,3-1,7 разів, а показники оптичної густини флексографської фарби з іонною рідиною (жовтої і блакитної фарби) у порівнянні з імпортованою фарбою, навпаки, зменшились у 1,4-1,5 разів. Встановлено, що твердість флексографської блакитної фарби вища за прототип блакитної виробничої фарби у 1,4 разів, а показники твердості жовтої фарби, навпаки, менші за показники жовтої виробничої фарби у 1,4 разів. Показано, що відносна густина флексографської фарби знаходиться в оптимальних значеннях за алкідною основою (0,9-1,2 г/см³). Визначено, що швидкість висихання блакитної фарби і блакитної фарби з іонною рідиною краща за швидкість висихання прототипу жовтої виробничої і блакитної фарби у 1,3-2 рази.

Найкращою є нова флексографська фарба синього кольору наступного складу: пігмент блакитний на основі окису заліза TC886 (35 %), алкідна смола IZELKYD RAP S 45·60 9(45 %), уайт-спірит (12 %), вазелінове масло «Віола» (5 %), сикатив темний RENESANS (3 %).

Створена флексографська фарба може використовуватися на поліграфічних підприємствах і типографіях для друку на картоні, гофрокартоні, офісному та крейдованому папері, мелованому та металізованому папері, а також етикетковому папері, плівки (PE, PP, OPP).

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

А		Д	
Андреев Д.А.	78	Дейнека К.Ю.	41
Аніщенко А.О.	92	Деркач О.Д.	36
Б		Дзьобань Т.В.	108
Базель Я. Р.	51	Діль К.В.	94
Банник Н.Г.	63, 65, 118	Дробоног М.С.	76
Беляновская О.А.	28, 30	Є	
Боброва Л.С.	111	Єленчук А.В.	129
Бойко Д.П.	12	Єрмакова В.О.	83
Бойко Ю.В.	12, 17	Ж	
Буря О.І.	23	Жаріков А. А.	15
В		Жарких А.В.	129
Вакуліч А.М.	76	Жданюк Н.В.	32
Варлан К.Є.	5, 12, 49, 51, 123	З	
Василенко Т.Г.	120	Завгородня К. О.	123
Вишнікін А.Б.	51, 53, 56	Заруба С.В.	56
Водолазька А.І.	80	Земелько М.Л.	78
Волнянська О.В.	57	Зибайло С.М.	63
Г		Зубенко С.О.	98
Грекова Н.В.	83		

К		Мех Ю.В.	53
Кабат О.С.	15, 25	Міщенко В.Л.	116
Калин Т.І.	122	Мисіна О.І.	46
Калина В.С.	83	Мироняк М.О.	57
Кітик А.А.	111, 118	Мурликіна М.В.	108
Ковальов С.В.	65, 116	Мусяца О.Н.	8
Коломієць Олена В.	28	Н	
Коломієць Ол-др В.	108	Науменко О.П.	65, 66
Коновалов С.В.	98	Ніколенко М.В.	57
Королянчук Д.Г.	114	О	
Кравченко С.В.	92	Овчаренко В.І.	114
Кулик О.В.	72	П	
Курта С.А.	69	Пальчиков В.О.	94
Кун О.В.	118	Патриляк Л.К.	98
Купчик О.Ю.	88	Петренко М.М.	66
Л		Петрушина Г.О.	12, 49, 51, 53
Лакіза О.В.	74	Пономаренко І. В.	76
Лещенко Н.А.	114	Пономаренко І.О.	126, 129
Литовченко Р.Д.	30	Прокопенко О.М.	28
М		Проценко В.С.	111
Мазіна А.Д.	126		
Манзюк М.В.	57		

Р		Х	
Руднєва Л.Л.	74	Харитонов М.М.	72
Рула І.В.	20, 23, 72	Ц	
С		Цап М.Р.	69
Сасвич О.В.	80	Циганков О.В.	108
Сафонова А.М.	23	Ч	
Сахно Я.І.	108	Чебанов В.А.	108
Свєженцев В.О.	12, 49, 51	Черваков О.В.	78
Свердліковська О.С.	78, 126, 129	Черненко Л.І.	83
Сергієнко Я.О.	28	Чернушенко О.О.	80
Сінчук О.В.	5	Чигвінцева О.П.	5, 17, 20
Ситар В.І.	15, 25	Чурсінов Ю.О.	83
Скок А.Є.	56	Чудинович О.В.	32
Суха І.В.	30	Ш	
Сухий К.М.	25,28, 30	Шевченко К.Г.	88
Т		Я	
Тамен Аймад-Еддін	56	Яцков М.В.	46
Товстоног Н.О.	53		
Троскурова В.О.	83		
Трофименко А.В.	67		
Трофименко В.В.	67		

C		P	
Chigvintseva O.P.	14	Patrylak L.K.	102
G		Pertko O.P.	102
Golovko D.A.	59	S	
Golovko I.D.	59	Sytnyk S.A.	104
Goncharova I.V.	59	T	
K		Tokar A.V.	14, 104
Kharytonov M.M.	104	V	
Kontsevoy A.L.	102	Voloshyna Yu.G.	102
L		Z	
Lovynska V.M.	104	Zhidko V.I.	14

З М І С Т

Секція 1. Полімерне матеріалознавство.

<i>Хімія та технологія композиційних наноматеріалів</i>	<i>4</i>
<i>Варлан К.Є., Чигвинцева О.П., Сінчук О.В.</i>	
Властивості плівкових матеріалів на основі стиромалю та його співполімерів	5
<i>Мустяца О.Н.</i>	
Вплив TiO_2 різної природи на структуру і фізико-механіку поліетилену при УФ-опроміненні.	8
<i>Петрушина Г.О., Бойко Д.П., Бойко Ю.В., Свєженцев В.О., Варлан К.Є.</i>	
Композиційні матеріали з поліуретану, тетраетоксисилану та 18-молібдодифосфату.	12
<i>Tokar A.V., Zhidko V.I., Chigvintseva O.P.</i>	
The quantum-chemical and spectral criteria for hydrogen bonding efficiency in structural analysis of aramides.	14
<i>Кабат О.С., Ситар В.І., Жаріков А. А.</i>	
Визначення тиску при брикетуванні прес-матеріалів на основі ароматичних поліамідів.	15
<i>Чигвинцева О.П., Бойко Ю.В.</i>	
Трибологические свойства ароматического полиамида фенилон С-1.	17
<i>Чигвинцева О.П., Рула И.В.</i>	
Изучение термических свойств ароматических полиамидов.	20
<i>Буря О.І., Рула І.В., Сафонова А.М.</i>	
Властивості вуглепластиків, армованих металізованими волокнами.	23
<i>Ситар В.І., Кабат О.С., Сухий К.М.</i>	
Полімерні композити на основі полівінілового спирту із біодеградуєчими властивостями.	25

<i>Сергиенко Я.А., Коломиец Е.В., Сухой К.М., Беляновская Е.А., Прокопенко Е.М.</i>	
Технология получения новых материалов для аккумуляирования тепла типа «силикагель – кристаллогидрат»	28
<i>Литовченко Р.Д., Сухой К.М., Беляновская Е.А., Сухая И.В.</i>	
Эксплуатационные характеристики композитных адсорбентов для адсорбционных преобразователей тепловой энергии в системах вентиляции.	30
<i>Жданюк Н.В., Чудинович О.В.</i>	
Сорбція іонів Cr(VI) монтморилонітом, модифікованим катіонними поверхнево-активними речовинами.	32
<i>Деркач О.Д.</i>	
Підвищення технічного рівня посівних машин композитами конструкційного призначення.	36
<i>Дейнека К.Ю.</i>	
Вплив структури полідисперсного завантаження обертового барабана на розмах автоколивань.	41
<i>Секція 2. Аналітична хімія навколишнього середовища та продуктів агровиробництва. Інноваційні технології харчової промисловості.</i>	45
<i>Яцков М.В., Мисіна О.І.</i>	
Аналітичне визначення ферумовмісних мікрочасточок в технологічних середовищах.	46
<i>Петрушина Г.О., Варлан К.Є., Свеженцев В.О.</i>	
Вплив кислотності середовища на окиснення гідрохінону з використанням графітового електроду, модифікованого 18-молібдодифосфатом	49
<i>Петрушина Г.А., Базель Я.Р., Свеженцев В.А., Вишникін А.Б., Варлан К.Є.</i>	
Потенциометрическое определение аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах.	51

<i>Мех Ю.В., Вишнікін А.Б., Товстоног Н.О., Петрушина Г.О.</i>	
Однчасне визначення аскорбінової кислоти у сумішах з відновниками з використанням реакції відновлення 18-молібдодифосфорного комплексу у присутності Ві(III).	53
<i>Тамен А., Вишнікін А.Б., Заруба С.В., Скок А.Є.</i>	
Парофазно-мікроекстракційне визначення сульфит-, нітрит- та йодид іонів	56
<i>Мироняк М.О., Волнянська О.В., Манзюк М.В., Ніколенко М.В.</i>	
Потенціометричний сенсор для визначення похідних гуанідину.	57
<i>Goncharova I.V., Golovko D.A., Golovko I.D.</i>	
Adsorption purification of pump-rooms water from heavy metal ions.	59
<i>Зибайло С.М., Банник Н.Г.</i>	
Обґрунтування технологічної схеми переробки відходів з алюмінієвих банок.	63
<i>Науменко О.П., Ковальов С.В., Банник Н.Г.</i>	
Питання конструкційних критеріїв обрання матеріалу пакувального виробу-трансформеру «зручна упаковка»	65
<i>Науменко О.П., Петренко М.М.</i>	
Доцільність побутової підготовки «м'яких» пакувальних та харчових залишків.	66
<i>Трофименко А.В., Трофименко В.В.</i>	
Впровадження технології магніто-гідродинамічного генерування електричної енергії.	67
<i>Марта Цап, Сергій Курта</i>	
Біополімерні композиції на основі меду, воску і прополісу.	69
<i>Харитонов М.М., Рула І.В., Кулик О.В.</i>	
Термічний аналіз компонентів біомаси амаранту.	72
<i>Руднєва Л.Л., Лакіза О.В.</i>	
Вплив функціональних інгредієнтів на якісні показники хліба.	74
<i>Вакуліч А.М., Дробног М. С, Пономаренко І.В.</i>	
Дослідження впливу рослинних інгредієнтів на біотехнологічні параметри процесу ферментації кисломолочного продукту.	76

<i>Земелько М.Л., Черваков О.В., Андреев Д.А., Свердліковська О.С.</i>	
Використання нових каталізаторів в технології отримання поверхнево-активних речовин із жирової сировини.	78
<i>Водолазька А.І., Чернушенко О.О., Саєвич О.В.</i>	
Купажовані олії з оптимізованим жирно-кислотним складом.	80
<i>Чурсінов Ю.О., Калина В.С., Грекова Н.В., Черненко Л.І., Єрмакова В.О., Троєкурова В.О.</i>	
Умови коагуляції хлоропластових білків при виробництві фітосировинних біологічно-активних добавок.	83
<i>Шевченко К.Г., Купчик О.Ю.</i>	
Визначення вмісту харчових консервантів методом міцелярної тонкошарової хроматографії.	88
Секція 3. Актуальні проблеми синтезу, структури та реакційної здатності органічних та елементоорганічних сполук	91
<i>Аніщенко А.О., Кравченко С.В.</i>	
Конденсація арилгліоксалів з уретаном, N-галогенування її продуктів	92
<i>Діль К.В., Пальчиков В.О.</i>	
Синтез та дослідження спектральних властивостей дигідро-2Н-тіопіран-3(4Н)-он-1,1-діоксиду.	94
<i>Зубенко С.О., Патриляк Л.К., Коновалов С.В.</i>	
Механізм утворення гліцерату калію як побічного продукту переестерифікації олій бутиловим спиртом.	98
<i>Pertko O.P., Voloshyna Yu.G., Kontsevovoy A.L., Patrylak L.K.</i>	
Peculiarities of coke burning-out and reaction pathway to coke formation on the zeolite catalyst of side-chain toluene methylation.	102
<i>Tokar A.V., Sytnyk S.A., Lovynska V.M., Kharytonov M.M.</i>	
The quantum-chemical investigation of the ir absorption characteristics for some structural fragments of lignin macromolecules.	104
<i>Коломієць О.В., Мурликіна М.В., Дзьобань Т.В., Сахно Я.І., Циганков О.В., Чебанов В.А.</i>	
Заміщені піразоло[3,4- <i>b</i>]піридинові та пірролоцтові кислоти як компоненти в реакції Угі.	108

Секція 4. Електроосадження металічних і полімерних покриттів.	
Захист від корозійного руйнування. Лакофарбові та захисні покриття	
	110
<i>Проценко В.С., Боброва Л.С., Кітик А.А.</i>	
Електрокаталітичні властивості хром–карбонівих покриттів стосовно реакції електровиділення водню.	111
<i>Овчаренко В.И., Королянчук Д.Г., Лещенко Н.А.</i>	
Формирование структуры и свойств электролитических покрытий сплавами на основе никеля.	114
<i>Ковальов С.В., Міщенко В.Л.</i>	
Використання мідних покриттів, одержаних електроосадженням у слабкому магнітному полі, для виготовлення деталей теплообмінників.	116
<i>Кітик А.А., Банник Н.Г., Кун О.В.</i>	
Високоєфективна анодна обробка нержавіючої сталі AISI 304 в низькотемпературному евтектичному розчиннику Ethaline.	118
<i>Василенко Т.Г.</i>	
Застосування органічних інгібіторів для захисту сталі від кислотної корозії.	120
<i>Калин Т.І.</i>	
Синтез і дослідження інгібіторних властивостей N-(n-хлорофеніл)-декагідроакридиндіонів-1,8 у імітаті ґрунтових вод	122
<i>Варлан К. Є., Завгородня К. О.</i>	
Нові модифіковані фенольні смоли для лакофарбових матеріалів.	123
<i>Свердліковська О.С., Пономаренко І.О., Мазіна А.Д.</i>	
Розробка нових офсетних поліграфічних фарб.	126
<i>Свердліковська О.С., Пономаренко І.О., Єленчук А.В., Жарких А.В.</i>	
Флексографські фарби з покращеними експлуатаційними властивостями.	129
Авторський покажчик	131

У конференції прийняли участь 108 викладачів, науковців, аспірантів і студентів із 20 навчальних та наукових закладів 10 міст України та зарубіжжя

№ з/п	Назва ВНЗ	Місто
1	ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»	Дніпро
2	Дніпровський державний аграрно-економічний університет	
3	Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара	
4	Дніпровський обласний ліцей-інтернат фізико-математичного профілю	
5	Національна металургійна академія України	
6	Інженерний інститут Запорізького національного університету	Запоріжжя
7	Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника	Івано-Франківськ
8	Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	
9	Дніпровський державний технічний університет	Кам'янське
10	Національний транспортний університет	Київ
11	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	
12	Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України	
13	Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України	
14	Київський національний торговельно-економічний університет	
15	Університет Павла Йозефа Шафаріка в Кошицях	Кошице, Словаччина
16	ІОНХ НАН Біларусі	Мінськ, Білорусь
17	Національний університет водного господарства та природокористування	Рівне
18	ДНУ НТК «Інститут монокристалів» НАН України	Харків
19	Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»	
20	Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка	Чернігів

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ
ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**“Теоретичні та експериментальні аспекти
сучасної хімії та матеріалів”**

TASX 2019

Відповідальні за випуск – Чигвінцева О.П., Петрушина Г.О.

Підписано до друку 05.04.2019 р.

Формат 60 × 80/16. Папір офс.

Ум. друк. арк. 8,1. Ум. вид. арк. 5,2. Тираж 100 прим. Зам. № 4587

Видавець “ФОП Середняк Т.К.”, 49000, Дніпро, 18, а/с 1212

Ідентифікатор видавця у системі ISBN: 7696

49000, Дніпро, 18, а/с 1212

Тел. (096) 308-00-38, (056) 798-04-00

E-mail: 7980400@gmail.com www.isbn.com.ua

Віддруковано на базі поліграфічно-видавничого центру «Адверта»

49000, м. Дніпро, Короленко 3/308

тел.(066) 55-312-55, (056) 798-22-47 E-mail: 7980400@gmail.com

www.adverta.com.ua

www.vk.com/izdatelstvo_adverta www.facebook.com/adverta.Izdatelstvo