

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА**

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



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
II ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

**TASX 2018**

**10 квітня 2018**

**Дніпро  
“Середняк Т.К.”  
2018**

УДК:547.233.4:54-145:547.867:54.057:544.537

Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2018: Збірник тез доповідей II Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2018 р., м. Дніпро. – Дніпро: Середняк Т.К., 2018. – 95 с.

**ISBN 978-617-7599-38-7**

У збірнику представлені тези доповідей учасників заочної конференції у авторській редакції за тематиками: полімерне матеріалознавство; хімія та технологія композиційних наноматеріалів; аналітична хімія навколишнього середовища та продуктів агровиробництва; 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 978-617-7599-38-7**

## *Секція 1*

---

*Полімерне матеріалознавство*

*Хімія та технологія  
композиційних наноматеріалів*

---

УДК:547.233.4:54-145:547.867:54.057:544.537

## ПОЛІМЕРНІ ІОННІ РІДИНИ ТА ІОННІ РІДИНИ ІОНЕНОВОГО ТИПУ

Свердліковська О.С.<sup>1</sup>, Феденко О.О.<sup>2</sup>, Бурмістр М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

<sup>2</sup>ТОВ “Ваговимірювальні системи-ПРОМ”

*пр. Слобожанський 29, оф. 303, 49005, м. Дніпро*

*o.sverdlikovska@gmail.com*

Не зважаючи на інтенсивну науково-дослідницьку діяльність за напрямом створення нових іонних рідин (ІР) область полімерних іонних рідин (ПІР) все ще перебуває у зародковому стані. Необхідно зазначити, що так звані “ПІР” є переважно твердими речовинами. Існують дослідження особливостей створення та можливості застосування протонних, апротонних лінійних і розгалужених ПІР. Однак серед них практично відсутні роботи щодо розробки апротонних ПІР з іонно-рідинними функціональними групами в основному ланцюзі полімеру. Тобто актуальним є створення нових реакційно здатних апротонних ПІР на основі полііоненів (ПІ) рідкого агрегатного стану у широкому діапазоні температур з метою розширення областей їх застосування, що можливо здійснювати за рахунок зміни іонно-рідинних функціональних груп в основному ланцюзі полімеру. В якості мономерної бази можливо розглянути застосування морфоліну, який належить до класу оксазинів лужного характеру. Відомо, що молекули морфоліну існують в основному у формі “крісла” і мають дві конформації розташування групи NH: аксіальну (а), екваторіальну (е). Залежно від агрегатного стану морфоліну ця форма змінюється: у рідкому стані молекули утворюють рівноважну суміш аксіальних та екваторіальних конформерів (переважною є е-форма); при розчиненні у неполярних розчинниках (де має місце специфічна міжмолекулярна взаємодія) рівновага конформерів зміщується та відбувається перехід однієї форми в іншу; при зниженні температури чистого морфоліну та його розчинів (особливо, при фазовому переході рідина – кристал) відбувається перехід аксіальної конформації в екваторіальну; у твердому

кристалічному стані молекули залишається одна екваторіальна конформація, яка стабілізується водневими зв'язками типу  $\text{NH}_e \dots \text{NH}_e$  в асоціаті – тетрамері (менш стійка  $\alpha$ -форма “виморожується”, тобто у цьому стані речовини  $\alpha$ -форма молекули виявилась невігідною, або її частка дуже незначна). При отриманні з молекули морфоліну третинного аміну залишається рідкий агрегатний стан сполук, що супроводжується зміною геометрії молекули – переходом конформації морфолінового циклу – з ”крісла” у “твіст” форму. Необхідним також є оцінювання впливу хімічної будови мономерів на основі похідних морфоліну на властивості моно- і димерних ІР іоненового типу з метою прогнозування можливості створення та формулювання нових синтетичних аспектів розробки апротонних ПІР на основі ПІ рідкого агрегатного стану у широкому діапазоні температур.

Розглянуто дослідження особливостей створення (в основі яких розробка синтетичного підходу створення з прогнозуванням властивостей) реакційно здатних апротонних ПІР та ІР іоненового типу на основі полімерних і низькомолекулярних четвертинних амонієвих солей з достатньо об'ємними іонними групами морфолінового типу. Значення поляризованості характеризує не лише будову молекули, але й перебіг хімічних реакцій. Тому визначення цих оптичних показників нових ІР (вихідних мономерів для подальшого спрямованого синтезу ПІРПІ) має теоретичне і практичне значення. Синтез ІР полягає у взаємодії третинного аміну на основі морфоліну з галогенопохідними. Найчастіше обмін іонів галогену у четвертинних амонієвих солей (ЧАС) проводять з використанням солі натрію. Одна із особливостей цієї реакції полягає у використанні розчинника, в якому солі натрію розчинні, а отримана у результаті обміну ЧАС – не розчинна. При цьому галоген з меншою нуклеофільністю заміщується на галоген з більшою нуклеофільністю. Таким чином, ІР з аніоном йоду, тетрафторборату, фосфату, нітрату отримували в результаті реакції ІР з аніоном хлору або броду з сіллю натрію з метою прогнозування впливу молекулярної маси ПІР на їх властивості, а отже й ІР.

УДК: 678.074.06:678.028.2

**МОДИФІКОВАНИЙ ЧЕТВЕРТИННИМИ АМОНІЄВИМИ СОЛЯМИ  
БЕНТОНІТ ЯК КОМПОЗИЦІЙНИЙ ІНГРЕДІЄНТ  
ЕЛАСТОМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ**

**Юсупова Л.Р., Лупина О.О., Соколова Л.О., Овчаров В.І.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*,

*пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро,*

*yusupova3101@gmail.com*

У зв'язку з постійним підвищенням вимог до гумових виробів, тенденцією зниження їх вартості, вдосконаленням технологічних процесів їх виробництва, а також обмеженістю вітчизняних ресурсів, необхідним є пошук та синтез інгредієнтів еластомерних композицій з використанням поновлюваної сировини рослинного походження, а також їх комбінації з іншими класами добавок, наприклад, поверхнево-активними речовинами (ПАР). В якості таких речовин можуть виступати сполуки з кватернізованим атомом азоту – катіонактивні четвертинні амонієві солі (ЧАС), які здатні не тільки активувати процес сірчаної вулканізації еластомерів, але й модифікувати властивості гум. Ще з 60-х років минулого сторіччя на кафедрі хімії та технології переробки еластомерів ДВНЗ УДХТУ (м. Дніпро) під керівництвом професора Блоха Г.А. були розгорнуті дослідження з використання ЧАС як компонентів вулканізувальних систем гумових сумішей. Проте, запропоновані ЧАС не знайшли широкого використання через недостатню сировинну базу для їх синтезу.

Раніше нами були проведені дослідження з використанням різних ЧАС, синтезованих на основі біосировини – рицинової олії та фурфуролу, як вулканізаційно-активних добавок. Показано, що сполуки з кватернізованим атомом азоту як індивідуальні добавки не лише активують і прискорюють процес сірчаної вулканізації, а й покращують технологічні та фізико-механічні властивості еластомерних композицій. Проте, введення таких ЧАС, які мають стан в'язких рідин, ускладнює технологічний процес виготовлення гумових сумішей. Тому, нами запропоновано сипкий композиційний інгредієнт на основі

ЧАС як більш реакційно здатного компонента та бентоніту, який позитивно впливає на процес вулканізації гумових сумішей. Метою даної роботи стало дослідження вулканізаційної активності композиційного інгредієнту на основі бентоніту та ЧАС, і його впливу на властивості гум на основі полідієнів. Синтез четвертинних амонієвих солей виконано в ІХВС НАН України (м. Київ) під керівництвом к.х.н. Грищенка В.К., к.х.н. Баранцової А.В.

В модельних еластомерних композиціях на основі бутадієн-нітрильного каучуку марки СКН-26 композиційні інгредієнти на основі ЧАС, отриманих із сировини рослинного походження, і бентоніту (у співвідношенні 1:1 і 1:2) досліджували в якості активатора сірчаної вулканізації при заміні стеаринової кислоти. За даними реометрії встановлено, що такі сполуки не лише підвищують ступінь зшивання СКН-26, а й прискорюють процес сірчаної вулканізації у 1,5-2,0 рази. Вулканізати з композиційними добавками на основі ЧАС і бентоніту мають підвищені до 2 разів показники умовного напруження при подовженні 100% і 300% (що корелює зі ступенем зшивання), перевершують контрольні гуми зі стеариновою кислотою за рівнем показника умовної міцності при розтягуванні.

Також проведені експериментальні дослідження модифікованого ЧАС бентоніту (у співвідношенні 1 частина ЧАС : 9 частин бентоніту) як промотора адгезії гум каркасного типу. Дослідження показали, що введення композиційної добавки сприяє підвищенню швидкості процесу вулканізації до 2 разів порівняно з контрольними еластомерними композиціями без добавки та з бентонітом ПБА-22. Вулканізати з модифікованим ЧАС бентонітом володіють кращим опором до роздиру, теплостійкістю, а також покращеними показниками міцності зв'язку гуми з поліефірним кордом.

Таким чином, результатами досліджень встановлено високу активність композиційних інгредієнтів на основі бентоніту та ЧАС на процес вулканізації еластомерних композицій. Композиційні інгредієнти на основі бентоніту та ЧАС можуть ефективно використовуватись при розробці гум із швидкодіючими вулканізувальними системами.

## ОТРИМАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ ЗНИЖЕНОЇ ГОРЮЧОСТІ

Мустьяца О.Н.

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

Оскільки органічні антипірени, як правило, токсичні й небезпечні для навколишнього середовища, то замість них у технології отримання полімерних матеріалів (ПМ) зниженої горючості застосовуються добавки неорганічного походження. Відоме застосування гідроксидів і карбонатів деяких металів для збільшення кисневого індексу (КІ – зниження горючості) при горінні ПМ. Такі сполуки розкладаються при температурах 400-500°C із поглинанням тепла й виділенням CO<sub>2</sub> або пари води, що сприяє зниженню горючості ПМ. Однак, для помітного підвищення КІ необхідний вміст у полімері таких антипіренів понад 60 мас.%. При цьому ПМ стає занадто крихким і його фізико-механічні властивості не задовольняють необхідним вимогам. Для переробки екструзією або литтям під тиском такі матеріали непридатні через високу в'язкість розплаву.

Німецькі дослідники наприкінці 20-го сторіччя отримали композиції зниженої горючості на основі поліетилену, що містили (мас.%): 1-15 солей металів II-ої групи Періодичної системи елементів, 30-80 гідроксидів металів, 0,3-20 силіконові масла або силіконовий каучук, 10-80 неорганічного наповнювача (НН) та 0,5-5 малеїнового ангідриду. Зниження горючості даної композиції досягається за рахунок виділення пари води при термічному розкладанні Al(OH)<sub>3</sub> й заміни частини горючого полімеру на негорючий НН. Для відчутного підвищення КІ необхідний вміст Al(OH)<sub>3</sub> і НН не менш 70-80 мас.%, а загальна кількість компонентів у полімер, дорівнює п'яти, що значно ускладнює переробку композиції у виробі й знижує їхні фізико-механічні властивості, особливо – еластичність.

Метою нашої роботи є отримання композицій на основі промислових марок поліетилену (ПЕ), що переробляються звичайними методами у виробі й володіють зниженою горючістю за рахунок введення оптимальної кількості однієї



добавки неорганічної природи зі збереженням високих фізико-хімічних характеристик.

Отримання композиції ПЕ зниженої горючості здійснювали шляхом механічного перемішування часток кристалогідрату подвійної солі (галунів) з розплавом ПЕ високої щільності марки 20308-005 (ДСТ 16338-77) при температурі 180°C протягом 40 хв. Для підвищення ступеня дисперсності галунів і рівномірного їхнього розподілу в об'ємі полімеру, галуни попередньо піддавали спільному помелу з 1 об.% аеросилу (А-200) на кульовому млині. При цьому частки галунів мали стабільний розмір менший за 1 мкм. Аеросил відіграє роль антизлежувача (запобігає агрегації часток галунів). Для забезпечення перероблюваності наповненого галунами ПЕ й збереження високих фізико-механічних властивостей у композицію вводили стеарат кальцію.

Зразки для випробування на горючість композицій ПЕ були виготовлені методом гарячого пресування при температурі 160°C під тиском 35 МПа протягом 20 хв. Як добавки в ПЕ були використані стандартні хімічні реактиви: залізоамонійні галуни, марки "Ч", стеарат кальцію, марки "Ч". Було отримано 28 зразків на основі ПЕ високої щільності, з яких 26 зразків містили добавки залізоамонійних галунів, а також вихідний ПЕ. Склад композицій і їхні фізико-механічні властивості (межа міцності при розтяганні ( $\sigma_p$ ) і відносне подовження при розриві ( $\epsilon_p$ ) зразків, швидкість розтягання становила  $6,6 \cdot 10^{-4}$  м/с) визначали за ДСТ 11262-75. Горючість отриманих композицій ПЕ оцінювали за величиною КІ, який визначали за ДСТ 12.1.044-89. Встановлено, що зразки композицій ПЕ оптимального складу при, практично збереженні високих міцнісних і деформаційних властивостей при розтяганні (відмінність  $\sim 6$  %) мають майже вдвічі більший КІ (для чистого ПЕ КІ = 17,4; для композиції КІ = 34,5).

Винайдений склад композицій для отримання полімерних виробів зниженої горючості, може бути використаний у різних областях техніки, де застосовуються композитні ПМ зі зниженою горючістю й підвищеними фізико-механічними властивостями: це всі види автомобіле- і авіабудування, машинобудування, приладобудування, дорожнє будівництво і т. ін.

УДК: 677.494

## ПОЛИМЕРНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЕНТАПЛАСТА И ВОЛОКНА ЛОЛА

Чигвинцева О.П., Бойко Ю.В.

*Днепровский государственный аграрно-экономический университет,*

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

*diso@i.ua*

Одним из перспективных методов улучшения основных физико-химических свойств полимерных связующих является армирование их органическими волокнами (ОВ). С целью повышения основных эксплуатационных характеристик простой полиэфир пентапласт (ПТ) армировали ОВ марки лола в количестве 15 мас. %. Комбинированное волокно марки лола является одним из наиболее термостойких синтетических волокон, имеет высокую теплостойкость, устойчиво к воздействию разбавленных и концентрированных кислот, щелочей и органических растворителей.

Образцы ПТ, армированного 15 мас. % лола, получали сухим смешением порошкообразного связующего с дискретным ОВ во вращающемся электромагнитном поле и последующей переработкой методом компрессионного прессования. Изучение прочностных характеристик органопластиков (ОП) производилось в соответствии с ГОСТ 4651-82 на разрывной машине FP-100. Трибологические свойства композитов изучались в режиме сухого трения на машине трения СМЦ-2 по схеме диск – колодка. В качестве контртела использовался диск стали 45, термообработанной до твердости 45–50 НРС диаметром 50 мм.

Результаты физико-механических исследований свидетельствует о том, введение в состав полиэфирного связующего ОВ позволяет повысить его прочностные характеристики (табл. 1): предел прочности и модуль упругости при сжатии ОП увеличились в среднем почти на 20 МПа по сравнению с ПТ.

Таблица 1. Прочностные характеристики пентапласта  
и органопластика на его основе

Материал	Предел прочности при сжатии, МПа	Модуль упругости при сжатии, МПа
Пентапласт	100,2	580
Пентапласт + 15 % лоло	119,8	596

Армирование ПТ волокном лоло обеспечило также повышение износостойкости материала. Так, если для связующего интенсивность линейного изнашивания при минимальной нагрузке и скорости скольжения составила  $38,1 \cdot 10^{-8}$ , то для ОП, испытанного при нагрузках 0,2 и 0,36 МПа она соответственно составила  $1,44-9,31 \cdot 10^{-8}$  и  $10,36-39,5 \cdot 10^{-8}$  (табл. 2). Образцы ПТ оставались работоспособными лишь при нагрузке 0,2 МПа и скорости скольжения 1 м/с, в то время как ОП работал во всем исследованном диапазоне нагрузок и скоростей скольжения. Более высокие показатели износа образцов ОП по сравнению с ПТ наблюдались только при истирании в условиях максимальной скорости скольжения и нагрузки. Хорошую износостойкость имели образцы ОП, испытанные при нагрузке 0,2 МПа, причем с повышением скорости скольжения износ образцов повышался несущественно.

Таблица 2. Трибологические свойства пентапласта  
и органопластика на его основе

Удельная нагрузка, МПа	Скорость скольжения, м/с	Коэффициент трения	Интенсивность линейного изнашивания, $I_h \cdot 10^{-8}$
0,2	1,0	0,59	1,44
	1,5	0,50	5,68
	2,0	0,48	9,31
0,36	1,0	0,48	10,36
	1,5	0,41	39,5

\* Коэффициент трения пентапласта при нагрузке 0,2 МПа и скорости скольжения 1 м/с составил 0,63, интенсивность линейного изнашивания –  $38,1 \cdot 10^{-8}$

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о положительном влиянии ОВ лоло на свойства простого полиэфира ПТ.

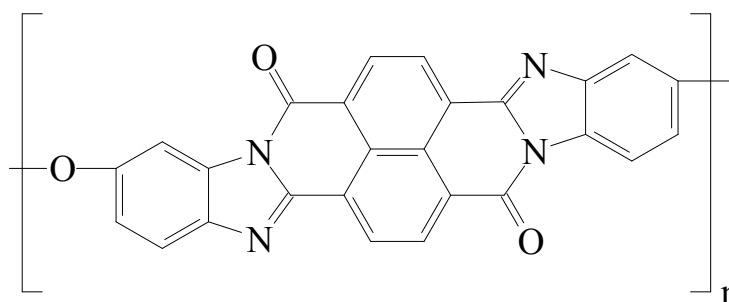
## ОРГАНОПЛАСТИКИ НА ОСНОВЕ ПЕНТАПЛАСТА

Чигвинцева О.П., Синчук Е.В.

*Днепровский государственный аграрно-экономический университет,**ул. Сергея Ефремова, 25, 49600, г. Днепр**diso@i.ua*

Простой полиэфир пентапласт – термопластичный полимер, сочетающий в себе механическую прочность, повышенные коррозионную и химическую стойкость с хорошими технологическими характеристиками. Однако, указанный термопласт уступает по термо-, и теплостойкости другим известным ароматическими и гетероциклическими полимерам, что существенно ограничивает его применение в качестве материала для узлов трения, эксплуатирующихся в условиях высоких нагрузок, скоростей скольжения и температур при трении без смазки или в условиях ограниченной смазки.

С целью улучшения эксплуатационных характеристик пентапласт армировали органическим волокном марки лола. Комбинированное волокно лола, представляющее собой сочетание жесткоцепного полибисбензимидазофенантролинового и политетрафторэтиленового волокон, относится к числу наиболее теплостойких волокон, обладает высокой термо- и химической стойкостью, а также исключительной огнестойкостью.



Композиции пентапласта, армированного волокном лола в количестве 5-25 мас. %, получали сухим смешением порошкообразного связующего с армирующим наполнителем во вращающемся электромагнитном поле с последующей переработкой методом компрессионного прессования. Основные

эксплуатационные характеристики органопластиков изучались согласно существующим ГОСТам для пластмасс.

Комплексные исследования по изучению влияния содержания волокна лолоа на теплофизические, физико-механические и трибологические свойства пентапласта, показали, что использования данного волокна для армирования полиэфирного связующего весьма перспективно. Обнаружено, что оптимальный комплекс свойств имели образцы органопластика, армированного 25 мас. % лолоа. В частности, установлено, что в случае армирования пентапласта данным органическим волокном наблюдается повышение коэффициента теплопроводности, предела прочности при сжатии и износостойкости материала, а коэффициент трения снижается (табл. 1).

Таблица 1. Свойства пентапласта и органопластика на его основе

Показатель	Пентапласт	Органопластик
Коэффициент теплопроводности, Вт /м · К	0,42	0,72
Предел прочности при сжатии, МПа	100	156
Коэффициент трения	0,52-0,47	0,48-0,41

Изучение трибологических свойств показало, что если для исходного полиэфира в интервале нагрузок 1,26-1,49 МПа коэффициент трения находился в пределах 0,52-0,47, то для композита, армированного волокном лолоа, он снизился до 0,48-0,41. Органопластик оставался работоспособными и имел незначительный износ при испытаниях в условиях трения без смазки до нагрузки 1,49 МПа, в то время как образцы пентапласта уже при нагрузке 1,36 МПа катастрофически изнашивались. Последнее, по-видимому, было вызвано тем, что в зоне трения развивалась температура, близкая к температуре размягчения полимера. Происходило схватывание образцов с поверхностью стального контртела, которое приводило к росту коэффициента трения и интенсификации процесса изнашивания материала.

УДК: 678.6 : 677.5

## ВУГЛЕПЛАСТИК НА ОСНОВІ АРОМАТИЧНОГО ПОЛІАМІДУ

Чигвінцева О.П., Рула І.В.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,*

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

*diso@i.ua*

Ароматичний поліамід фенілон С-2 належить до конструкційних матеріалів інженерно-технічного призначення, що відрізняються високими фізико-механічними і теплофізичними властивостями у порівнянні з іншими промисловими термопластами. Особливістю цього полімеру є сполучення значної жорсткості і міцності з високою ударною в'язкістю та здатністю до пластичних деформацій під впливом навантажень. Крім того, фенілон С-2 має високу зносостійкість, яка зберігаються в широкому інтервалі температур. З метою створення нового полімерного композиційного матеріалу конструкційного призначення фенілон С-2 армували вуглецевим волокном (ВВ) углен в кількості 15 мас. %.

Результати фізико-механічних досліджень свідчили про те, що армування поліамідної матриці ВВ призводить до підвищення міцнісних характеристик композиту (табл. 1). Зокрема, встановлено, що межа міцності при стисненні для вуглепластика (ВП) зросла на 110 МПа, а модуль пружності збільшився до 4660 МПа.

Таблиця 1. Міцнісні показники фенілону С-2 і вуглепластика на його основі

Матеріал	Межа міцності при стисненні, МПа	Модуль пружності при стисненні, МПа
Фенілон С-2	291,1	3145
Вуглепластик	401,1	4660

Дослідження характеру руйнування матеріалів при стисненні показали, що зразки фенілону руйнувались пластично: вони мали бочкоподібну форму і не руйнувались до моменту деформування. Що стосується ВП, то він руйнувався крихко: на зразках утворилися похилі тріщини, спрямовані паралельно площинам, у яких діють найбільші дотичні напруги (рис. 1).

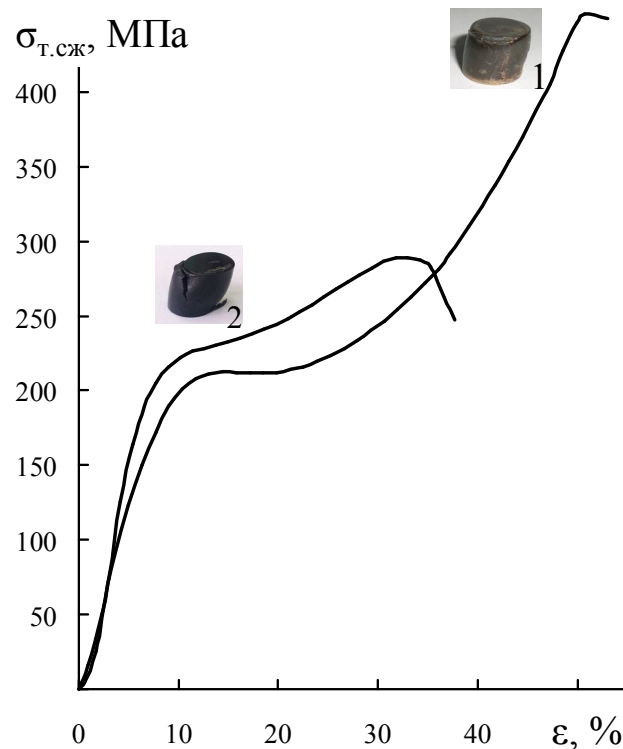


Рис. 1. Криві залежності “межа текучості при стисненні – відносне подовження” фенілону С-2 (крива 1) та вуглепластика на його основі (крива 2)

Згідно з даними трибологічних досліджень (табл. 2) встановлено, що ВП мав більш високий комплекс трибологічних властивостей порівняно із вихідним полімером. Дослідження процесів тертя та зносу на дисковій машині тертя показало, що мінімальний коефіцієнт тертя мали зразки ВП, що стирались при питомому навантаженні 0,65 МПа і швидкості ковзання 2 м/с. Коефіцієнт тертя ВП був у 1,9-2,8 разів нижчий, ніж у фенілону. Зразки розробленого ВП мали також мінімальний знос (інтенсивність лінійного зношування ВП змінювалась від 0,038 до 0,031), а вихідний полімер при швидкості 2 м/с катастрофічно зношувався і втратив свою працездатність, тому коефіцієнт тертя при цих умовах експлуатації встановити не вдалось.

Таблиця 2. Вплив швидкості ковзання на коефіцієнт тертя фенілону С-2 і вуглепластика на його основі

Матеріал	Швидкість ковзання, м/с		
	1	1,5	2,0
Фенілон С-2	0,43	0,26	–
Вуглепластик	0,15	0,14	0,13

**ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ  
ОКРЕМИХ ГРУП ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ  
У КОНСТРУКЦІЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

**Деркач О.Д., PhD, к. т. н., доцент**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

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

*Derkach\_dsau@i.ua, Addsau@gmail.com*

Використання полімерних композитних матеріалів (ПКМ) у машинобудуванні, у т.ч. сільськогосподарському, сьогодні займає чинне місце і є одним із основних показників технічної досконалості виробу. Дослідженнями, розробкою та впровадженнями нових ПКМ у сільськогосподарському машинобудуванні займалися Абрамов Л.М., Арламова Н.Т., Буря О.І., Крейдлін Л.М., Климчук Ю.Ф., Цурпал І.А., Murgas M. та інші. Досліджувалися процеси старіння пластиків та методи термообробки для оптимізації фізико-механічних і хімічних властивостей виробів. Отримані результати визначили доцільність впровадження вуглепластиків (ВП) у сільськогосподарському машинобудуванні, бо вони одночасно поєднують широкий спектр властивостей, недосяжних для інших матеріалів. Вченими наукової школи “Полімерні композити в АПК” (засновник – проф. Буря О.І.) розроблено ряд ВП, що призначалися для використання у конструкціях сільськогосподарської техніки і вони мають досить широкий діапазон фізико-механічних властивостей. Серед ВП, які при їх застосуванні у сільськогосподарських машинах забезпечують підвищення ресурсу, надійності, зниження енергоємності використання машин, є ВП на основі поліаміду-6 (6,6; 12 та ін.) та фенілону.

Впровадження різних ВП на основі фенілону С-2 та С-1 в конструкцію сільськогосподарських машин науково обґрунтовано. Водночас, вказано, що через наявність жорстколанцюгової структури та вузького температурного інтервалу переходу вихідного матеріалу (в'язучого) фенілону С-2 у в'язко-текучий стан (595...598 К), що межує з температурою деструкції, переробку



можна здійснювати лише методом прямого компресійного пресування. Така переробка здійснюється у формах з обігрівом, з використанням гідравлічних пресів, із неперервним контролем, що є непродуктивним, енерго- і ресурсозатратним методом. В окремих наукових працях такі матеріали запропоновані до впровадження в якості деталей тертя в сівалки СЗ-3,6, але одна така сівалка має 48 дисків, а отже, лише на одну машину необхідно 48 підшипників ковзання. Очевидно, що така технологія переробки ВП на основі С-2 не може забезпечити потребу в деталях при серійному виробництві. Крім того, сьогодні вихідні в'язучі для створення ВП на основі С-1 та С-2 в Україні не виготовляються і є надто дорогими для впровадження саме у сільськогосподарському машинобудуванні. Нами доведено, що енергоємність виробництва ВП на основі фенілонів більша у 4-6 разів, а продуктивність обладнання – менша в десятки, іноді в сотні разів у порівнянні із виробництвом деталей з ВП на основі аліфатичних ПА.

Встановлено, що в рухомих з'єднаннях трибоспряжень різної сільськогосподарської техніки, які є предметом щодо впровадження ВП, навантаження коливаються від 1,63 до 2377 Н. Доведена доцільність застосування і підтверджено працездатність вищевказаних ВП у посівних машинах типу Turbosem П 19-60 (48). Крім того, вироби із ВП марки УПА-6-40 та інших термопластичних аналогів доцільно піддавати повторній переробці – рециклінгу.

Встановлено, що модернізацію відкритих трибоспряжень посівних машин доцільно здійснювати застосуванням ВП на основі аліфатичних поліамідів (УПА-6-10, УПА-6-20 УПА-6-30 та ін. ), так як технологія їхньої переробки має вищі технологічні параметри, ніж, наприклад, ВП на основі ароматичних поліамідів (фенілонів С-1, С-2 та ін.). При цьому функціонування трибоспряжень забезпечується повністю, довговічність підвищується у 4-6 разів.

Застосування таких матеріалів у посівних машинах і комплексах вітчизняного та зарубіжного виробництва забезпечує: зменшення витрат на технічне обслуговування до 25%, зростання темпу робіт – на 10 % мінімум, приріст урожаю по пшениці озимій – від 0,3 до 0,6 т/га.

УДК: 620.178.165:678.664

**МАТЕРІАЛИ ТРИБОТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ  
ДЛЯ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ВУЗЛІВ ТЕРТЯ**

**Кабат О.С., Ситар В.І., Кондраток Р.О., Дворецький І.А.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*,

*пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*Amber\_UDHTU@i.ua*

В сучасності у вузлах тертя машин та механізмів все більше розповсюдження отримують полімери та полімерні композиційні матеріали (ПКМ) на їх основі. Завдяки своїм унікальним властивостям вони здатні значно підвищити надійність та довговічність роботи цих вузлів.

Одним із найбільш розповсюджених полімерів триботехнічного призначення є фторопласт-4. На його основі розроблено велику кількість ПКМ із яких виготовляють деталі машин і механізмів з великим терміном експлуатації. Однак одним із недоліків цих матеріалів є невисокий рівень фізико-механічних та теплофізичних властивостей, що обмежує їх використання у вузлах тертя, які працюють при високому рівні навантажень і температур. Тому актуальною задачею є розробка ПКМ на основі фторопласта здатних працювати в таких вузлах.

Для вирішення даної задачі вихідний фторопласт-4 наповнювали силікагелем, який являє собою висушений та подрібнений гель, створений при підкисненні водного розчину силікату натрію. Даний наповнювач має розміри 5-10 мкм з розвиненою питомою поверхнею.

Результати проведення триботехнічних досліджень отриманих ПКМ наведені на рис. 1. Як свідчать результати досліджень характер кривих має екстремальну залежність в області вмісту наповнювача 11-14%. Так коефіцієнт тертя та інтенсивність лінійного зношування цих ПКМ на 20% та у 300 разів кращі, ніж у ненаповненого фторопласту-4.

Для подальших досліджень вибрано ПКМ з найвищим рівнем триботехнічних властивостей (88% фторопласт-4 + 12% силікагель). Проведено дослід-

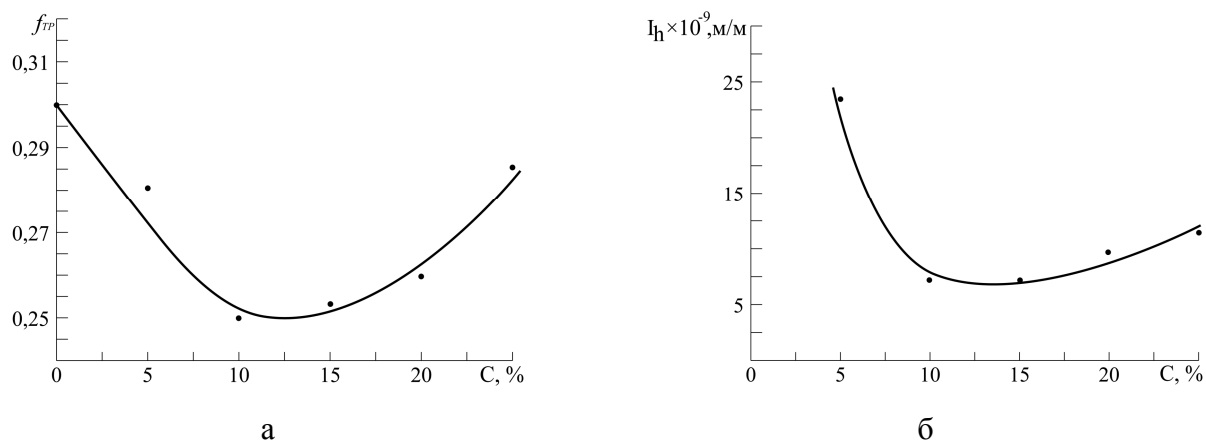


Рис. 1. Залежність (а) коефіцієнта тертя ( $f_{TP}$ ) та (б) інтенсивності лінійного зношування ( $I_n$ ) полімерних композиційних матеріалів від вмісту наповнювача (С) женьня основних фізико-механічних та теплофізичних показників цього матеріалу, результати яких приведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Показники фізико-механічних та теплофізичних властивостей досліджених матеріалів

№ з/п	Властивість	Показник властивостей	
		Фторопласт-4	88% фторопласт-4 + 12% силікагель
1	Густина $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	2160	1940
2	Напруження при межі текучості при стисканні $\sigma_y$ , МПа	12	14,8
3	Твердість НВ, МПа	42	48
4	Температура розм'якшення за Віка, °С	164	195

Приведені результати свідчать про те, що введення силікагелю у фторопластову матрицю сприяє підвищенню напруження при межі текучості при стисканні та твердості на 20 та 15% відповідно. При цьому температура розм'якшення за Віка для композиту підвищилась на 30°C.

Виходячи із результатів досліджень розроблені ПКМ на основі фторопласту-4 та силікагелю можна рекомендувати до використання у вузлах тертя машин і механізмів, які працюють при достатньо високому рівні навантажень і температур.

## ВЛАСТИВОСТІ АРМОВАНИХ ВУГЛЕПЛАСТИКІВ

Буря О.І.<sup>1</sup>, Рула І.В.<sup>2</sup>, Сафонова А.М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський державний технічний університет,

вул. Дніпробудівська, 2а, 51918, м. Кам'янське [ol.burya@gmail.com](mailto:ol.burya@gmail.com)

<sup>2</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, м. Дніпро [Iryna\\_chem@i.ua](mailto:Iryna_chem@i.ua)

<sup>3</sup>ІОНХ НАН Беларусі, вул. Сурганова, 9, 220072, м. Мінськ,

[safonova@igic.bas-net.by](mailto:safonova@igic.bas-net.by)

Проблема підвищення довговічності та надійності машин і механізмів нерозривно пов'язана з вдосконаленням існуючих та розробкою нових зносостійких матеріалів. Значними можливостями в підвищенні надійності вузлів тертя мають термопласти і композити на їх основі. Через високу технологічність і економічну переробку у виробі, термопластичні полімери найбільше поширені та мають переваги порівняно з термореактивними смолами.

Розроблені в ІОНХ НАН Беларусі металовмісні вуглецеві волокна (Me-BB) містять у своєму складі 20-30 мас. % високодисперсних металів, що при температурі термічної обробки 800-900 °С каталізують утворення фази нанорозмірного структурно-впорядкованого вуглецю, структурним елементом якого є графенові шари. Раніше було доведено, що оптимальний вміст Me-BB для вуглепластиків на основі термостійких поліамідів знаходиться в межах 15-20 мас. %.

Тому метою роботи була розробка вуглепластику (ВП) на основі ароматичного поліаміду фенілон С-2, що містить 17 мас. % хромвмісного вуглецевого волокна (Cr-BB). Композиції готували методом сухого змішування компонентів в оберտальному електромагнітному полі, після чого переробляли в блочні виробі методом компресійного пресування при температурі 598 К і тиску – 55 МПа.

Термогравіметричний аналіз волокна показав, що Cr-BB являється досить термостійким і втрачає 5% вихідної маси при 881 К і навіть при температурі 1073 К втрачає лише 8,8 %. Для вуглепластика армованого 17 мас. % Cr-BB втрата 5% маси настає при 519 К, в той час як для фенілону С-2 при 469 К, та-

кож з'ясовано, що густина ВП вище ніж у вихідного полімеру, що пояснюється більш високою густиною Cr-BB (табл. 1).

Наявність армуючого ВВ збільшує впорядкованість в'язучого за рахунок переходу частини макромолекул в граничні шари, про що свідчить зниження стрибка теплоємності  $\Delta C_p$  на 360 Дж/кг · К (табл. 1), а це в свою чергу відповідає збільшенню теплопровідності на 26,7% та температури склування  $T_c$  матеріалу на 13,9 К, а температурний коефіцієнт лінійного розширення вуглепластику знижується на 10-60% в усьому дослідженому температурному інтервалі.

Таблиця 1. Величина стрибків теплоємності та граничних шарів ВП

Матеріал	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\Phi$	$d^*$ , мкм	$\nu$	$\Delta C_p$ , Дж/кг · К	$\Delta r$ , мкм	$T_{c(ср.)}^{**}$ , К
ФС-2	1,337	–	–	–	992	–	529,8
ФС-2 +17% Cr-BB	1,7*	0,7217	15	0,36	632	1,85	543,7

\* діаметр та густина вказані для вуглецевих волокон.

\*\* середнє значення температури склування за результатами калориметричних та дилатометричних досліджень

Криві  $\sigma - \epsilon$  фенілому С-2 і вуглепластику на його основі відносяться до V типу, в той час як руйнування зразків чистого поліаміду відбувається пластично за рахунок втрати стійкості, армований вуглепластик руйнується крихко з утворенням тріщин. Що стосується ударної в'язкості ВП, то вона знижується в порівнянні з неармованим фенілоном, це обумовлено концентрацією напружень на межі полімер – волокно, при цьому мікротвердість ВП покращується в порівнянні з вихідним полімером на 10,5%.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що наявність нанорозмірного впорядкованого вуглецю і високодисперсного металу в складі Cr-BB дозволяє поліпшити теплофізичні, фізико-механічні та триботехнічні характеристики отриманих вуглепластиків.

УДК: 678.742.046:541.14

## СТРУКТУРА І ТЕРМОМЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПОЗИТІВ НА ОСНОВІ ПОЛІЕТИЛЕНУ З НАНОРОЗМІРНИМИ КАРБІДАМИ

Мустяца О.Н.

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

Досліджено структура, твердість і фрикційні властивості (стирання по сталі) термопластичних наноккомпозитів на основі лінійного поліетилену і карбідів, отриманих спільним диспергуванням компонентів при вібропомелі.

Об'єктом дослідження служив порошкоподібний поліетилен високої щільності (ПЕВЩ) (середнь'язкісна молекулярна маса  $9,5 \times 10^4$ , ступінь кристалічності 54 %). Як добавки використовували дисперсні карбіди Si, Ti і Mo (розмір часток 3-10 мкм, питома поверхня  $< 20 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Для порівняння був також використаний нанорозмірний карбід силіцію, який найбільш ефективно впливає на структуру і властивості лінійного поліетилену. Спільне диспергування ПЕВЩ і всіх зазначених карбідів здійснювали за допомогою лабораторного ексцентрикового вібратора при кімнатній температурі з подальшою гомонізацією розплаву полімеру з добавками і гарячим пресуванням зразків. Добавки карбідів в ПЕВЩ становили 0,2-7,0 % (об). За аналогічним режимом оброблявся полімер, який не містить добавок карбідів. Визначення вмісту гель-фракції (зшитих макромолекул) і кількості прищепленого полімеру на частинках карбідів проводилося шляхом екстракції незв'язаних макромолекул ПЕВЩ і вільних частинок карбідів киплячим толуолом до постійної маси залишку. Рентгенографічне дослідження кристалічної структури зразків ПЕВЩ (ступінь кристалічності і висота складки кристалітів) здійснювали на дифрактометри ДРОН-3. Твердість матеріалів визначалася по Брінеллю згідно ГОСТ 4870-91. Фрикційні властивості зразків ПЕВЩ досліджували на машині для випробування матеріалів на тертя і знос МІ-1М. Як контртіло використовувася сталевий диск (твердість по Роквеллу HRA = 80). Визначення зносостійкості і коефіцієнта тертя проводилося при питомому навантаженні на зразки 12,4 МПа і швид-

кості обертання сталевого диска 7 об/с. Фіксувався масовий знос після кожного кілометра шляху тертя. Характер зносу зразків поліолефінів оцінювався по виду поверхонь, що стираються, на металографічному мікроскопі МІМ-8М в косому освітленні в напрямку перпендикулярному руху контртіла.

Для композицій ПЕВЩ, що містять вихідні дисперсні карбіди (SiC-д, TiC-д, MoC-д), і які не піддавалися спільному диспергуванню з полімером, кількість щеплених макромолекул ПЕВЩ і вміст гель-фракції досить незначний – 2-5 %. У той же час після спільного диспергування ПЕВЩ і вихідних дисперсних карбідів Si, Ti і Mo спостерігається ефективно щеплення макромолекул полімеру з поверхнею частинок карбідів і утворення просторової сітки, що обумовлюють гель-фракції в композиційних матеріалах. Цей ефект може посилюватися в процесі подальшого термомеханічного впливу в розплаві ПЕВЩ з утворенням просторової сітки полімеру, що включає хімічно щеплені частки карбідів. За ефективністю впливу на кристалічну структуру поліетилену дисперговані з полімером карбіди розподіляються в такій послідовності: SiC-д > TiC-д > MoC-д, що корелює зі ступенем щеплення макромолекул ПЕВЩ на поверхні частинок добавок і вмістом гель-фракції полімеру.

Зміни молекулярної і кристалічної структури ПЕВЩ під час спільного диспергування полімеру з карбідами, знайшли відображення в твердості і зносостійкості матеріалів. Твердість при вмісті карбідів до 1,0 % різко зростає, особливо для SiC-н – на 26-28 МПа, що обумовлено більш високими параметрами кристалічної структури ПЕВЩ. Зносостійкість підвищується, а коефіцієнт тертя знижується в ряду добавок: MoC-д < TiC-д < SiC-д < SiC-н. При 6 км шляху тертя зазначені параметри змінюються, відповідно, у 3-7 і 2-5 разів.

Найбільш ефективною зміною структури термопластичних матеріалів при спільному диспергуванні компонентів є утворення “монолітних композитів”, які базуються на утворенні своєрідних “мінерально-органічних сополімерів”. Такі гібридні наноккомпозити мають унікальні властивості.

Результати даної роботи слід використовувати при розробці антифрикційних матеріалів на основі термопластів, що кристалізуються.

УДК: 541.04

## МОДИФІКАЦІЯ МОНТМОРИЛОНІТУ ПОЛІІОНЕНАМИ

Сухий К.М., Беляновська О.А., Томіло В.І., Суха І.В., Литовченко Р.Д.

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*,

*пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*ksukhyu@gmail.com*

Глобальні світові тенденції обумовлюють нанорозмірний характер об'єктів науки і технології, що є результатом вичерпаності традиційних методів мініатюризації окремих елементів. Нові нанофазні технології відрізняються від традиційних процесами, які протікають на атомному, молекулярному рівні, в моношарах та нанооб'ємах, що сприяє створенню матеріалів з принципово новими властивостями.

Метою даної роботи є визначення оптимальних режимів процесу модифікації монтморилоніту полііоненами (полімерними четвертинними амонійними солями).

Модифікацію монтморилоніту проводили за методикою: в 1 % водну дисперсію монтморилоніту при інтенсивному перемішуванні додавали 15 % водний розчин полііонену. Суміш при постійному перемішуванні витримували при температурі 40°C протягом 24 годин при постійному перемішуванні. Тверду фазу відділяли на центрифугі і сушили в умовах вакууму при температурі 60°C до постійної маси. Сухий залишок подрібнювали, просіювали через сито № 250 і додатково сушили в сушильній шафі при 80°C.

Запропонований механізм модифікації монтморилоніту, який включає наступні стадії: з'єднання органічних катіонів з поверхнею монтморилоніту, що визначається приєднанням органічних катіонів до обмінної позиції при адсорбції та адсорбцію органічних катіонів з кислотними синанольними групами, тобто розірваними зв'язками на поверхнях кристалів. Встановлено, що ці процеси сприяють формуванню більш досконалої структури за рахунок адсорбції органічних катіонів кислотними синанольними групами (розірваними зв'язками на поверхнях кристалів).



УДК: 541.64

## СИНТЕЗ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ НАНОДИСПЕРСІЙ ПОЛІАМІНОАРЕНІВ У РОЗЧИНАХ ПОЛІМЕРНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Аксіментьєва О.І.<sup>1</sup>, Мартинюк Г.В.,<sup>2</sup> Яцков М.В.,<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005, м. Львів, aksimen@ukr.net

<sup>2</sup>Рівненський державний гуманітарний університет,  
вул. Пластова, 31, 33028, м. Рівне, galmart@ulr.net

<sup>3</sup>Технічний коледж Національного університету  
водного господарства та природокористування,  
вул. Орлова, 35, 33027, м. Рівне, tehnic-college@nuwm.edu.ua.

Нанорозмірні дисперсії електропровідних полімерів необхідні для отримання нових матеріалів сучасної електроніки – антистатичних покриттів, гнучких екранів, сенсорів та ін. У синтезі нанорозмірних полімерних дисперсій перспективним є використання так званих “м’яких темплатів”, якими слугують макромолекули матричних полімерів. Темплатний синтез реалізується за умови комплементарності, тобто хімічної і просторової відповідності молекул мономеру і функціональних груп полімерної матриці у зростаючому ланцюзі. Цим методом отримують полімер-полімерні композити з упорядкованою структурою, а також нанорозмірні композити, які не можна отримати з готових полімерів внаслідок нерозчинності одного з них. До таких полімерів відносяться і електропровідні поліаміноарени – поліанілін (ПАН) і його похідні, нерозчинні у воді та у більшості органічних розчинників. У представленій роботі як м’які темплати використано макромолекули полімерних електролітів поліакрилової (ПАК) та поліметакрилової кислот (ПМАК), здатних утворювати в розчині з поліаміноаренами досить стійкі молекулярні комплекси.

Процес синтезу поліаміноаренів є доволі складним і відбувається за механізмом окисного сполучення (конденсації) ароматичних амінів. Спектрофотометричне дослідження кінетики полімеризації комплексів аніліну з полімерними електролітами виявило суттєвий вплив матричного полімеру на швидкість

процесу. Збільшення індукційного періоду у 4-5 разів та сповільнення початкових стадій полімеризації найбільш виражене для системи ПМАК-ПАН. Ймовірно, іммобілізація мономеру та зароджених макроланцюгів на поверхні темплатів зменшує рухливість і змінює просторову орієнтацію реагуючих речовин, що впливає на швидкість окисного сполучення аміноарену. При цьому утворюються нанодисперсії ПАН (розмір частинок 100-200 нм), стабільні до осідання протягом кількох місяців. Утворення упорядкованих полімерних ансамблів у процесі плівкоутворення на твердих поверхнях приводить до значного росту електропровідності плівок, отриманих на основі синтезованих нанодисперсій, порівняно з іншими методами їх формування при покращеній морфології покриттів.

УДК: 621.926.5:539.215:531.36

**ВПЛИВ РЕЖИМНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ  
НА БІФУРКАЦІЙНІ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ КАМЕРИ  
ІЗ АВТОКОЛИВНИМ ПОЛІДИСПЕРСНИМ ЗАВАНТАЖЕННЯМ**

**Дейнека К.Ю.**

*Технічний коледж Національного університету  
водного господарства та природокористування,*

*вул. Орлова, 35, 33027, м. Рівне*

*deineka-kateryna@ukr.net*

Новим технологічним напрямом суттєвого підвищення енергетичної ефективності машин хімічної технології барабанного типу є застосування автоколивних режимів обробки завантаження в камері без додаткових виступаючих елементів, що зазнають пришвидшеного абразивного зношування.

Як робочий використовувався незв'язний двофазний зернистий матеріал. Першу фазу склали частинки сферичної форми із відносним розміром 0,026, другу – дисперсні частинки з середнім відносним розміром 0,003. Ступінь заповнення камери завантаженням  $\kappa$  становила 0,175, 0,2, 0,225 та 0,25, а ступінь заповнення завантаження другою дрібною фазою  $\kappa_d$  – 0,05, 0,225 та 0,4.

Виявилось, що автоколивання із максимальною амплітудою пульсацій завантаження в обертовій камері виникають при біфуркаційних значеннях відносної швидкості обертання  $\psi_{\omega_1}$  та  $\psi_{\omega_2}$ , що пов'язані із відповідними межами взаємного переходу режимів руху. Верхнє біфуркаційне значення  $\psi_{\omega_1}$  є дещо нижчим ніж швидкісна межа переходу циркуляційного режиму руху завантаження в режим руху у вигляді пристінкового шару під час прискорення обертання камери. Натомість нижнє біфуркаційне  $\psi_{\omega_2}$  є дещо нижчим ніж швидкісна межа переходу режиму руху завантаження у вигляді пристінкового шару в циркуляційний режим руху під час сповільнення обертання.

Верхнє біфуркаційне значення  $\psi_{\omega_1}$  зростає зі зменшенням фрикційної взаємодії завантаження із поверхнею камери. Натомість нижнє біфуркаційне

значення  $\psi_{\omega 2}$  визначається переважно умовами стійкості руху системи і слабо залежить від фрикційної взаємодії.

Ефект режимного гістерезису руху завантаження в обертовій камері виникає при перевищенні верхнього над нижнім біфуркаційним значенням  $\psi_{\omega 1} > \psi_{\omega 2}$ . Прояв гістерезису посилюється зі зменшенням фрикційної взаємодії завантаження із поверхнею камери, що зумовлено зменшенням ступеня її заповнення  $\kappa$  (рис. 1) та вмісту дрібної фракції у завантаженні  $\kappa_d$  (рис. 2).

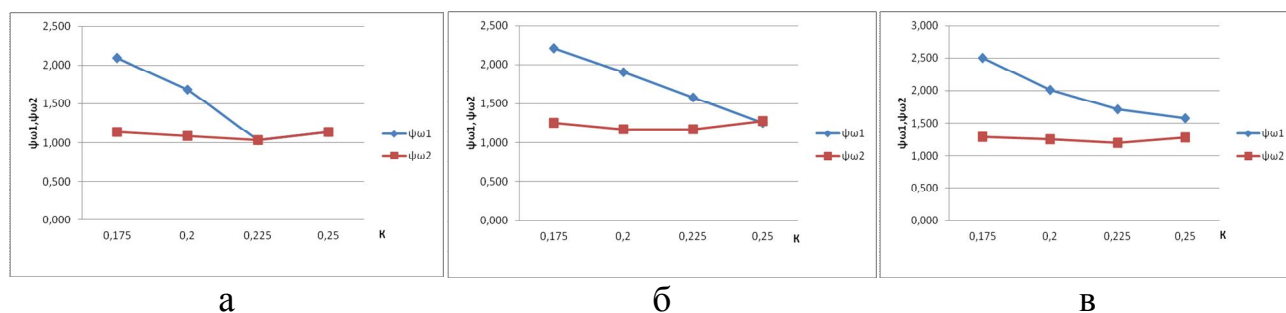


Рис. 1. Залежності  $\psi_{\omega 1}$  та  $\psi_{\omega 2}$  від  $\kappa$ , при  $\kappa_d = 0,4$  (а),  $0,225$  (б) та  $0,05$  (в)

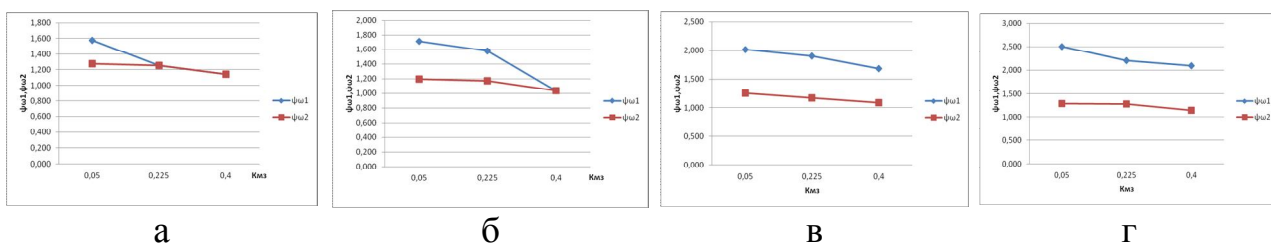


Рис. 2. Залежності  $\psi_{\omega 1}$  та  $\psi_{\omega 2}$  від  $\kappa_d$ , при  $\kappa = 0,25$  (а),  $0,225$  (б),  $0,2$  (в) та  $0,175$  (г)

Таким чином, експериментально встановлено закономірність зростання різниці між верхнім та нижнім біфуркаційними значеннями відносної швидкості обертання, із максимальною амплітудою автоколивань, зі зменшенням заповнення камери та вмісту дрібної фази у полідисперсному зернистому завантаженні. Виникнення цієї закономірності полягає у посиленні прояву ефекту режимного гістерезису при взаємному переході режимів руху завантаження під час перехідного обертання. Верхнє біфуркаційне значення є дещо нижчим ніж швидкісна межа переходу циркуляційного режиму руху завантаження в режим у вигляді пристінкового шару, під час прискорення обертання камери, а нижнє біфуркаційне значення є дещо нижчим ніж швидкісна межа зворотного переходу режимів руху, під час сповільнення обертання.

## *Секція 2*

---

*Аналітична хімія навколишнього  
середовища та продуктів  
агровиробництва.*

*Інноваційні технології харчової  
промисловості*

---

**ОТРИМАННЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК КУПРУМУ, ЦИНКУ  
ТА КОБАЛЬТУ ІЗ ВИСОКОКОНЦЕНТРОВАНИХ РІДКИХ ВІДХОДІВ**

**Яцков М.В., Корчик Н.М., Пророк О.А.**

*Технічний коледж Національного університету  
водного господарства та природокористування,*

*вул. Орлова, 35, 33028, м. Рівне, [tehnich-college@nuwm.edu.ua](mailto:tehnich-college@nuwm.edu.ua)*

Рідкі висококонтентровані відходи гальванічних виробництв містять іони важких металів, серед яких значна кількість припадає на іони міді  $\text{Cu}^{2+}$ , цинку  $\text{Zn}^{2+}$  та невелика кількість кобальту  $\text{Co}^{2+}$ . Дані відходи являють собою відпрацьовані кислі суспензії із вмістом даних металів у виді сульфату  $\text{MeSO}_4$  або аміачного  $[\text{Me}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , моноетаноламінового  $[\text{MeNH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}]^{2+}$ , диетаноламінового  $[\text{MeNH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2]^{2+}$  комплексів чи комплексів із ЕДТА, де метали – купрум  $\text{Cu}$ , кобальт  $\text{Co}$ , цинк  $\text{Zn}$ .

Найбільш поширеним методом очищення стічних вод є реагентний метод, де в якості основного компоненту використовують вапняну суспензію. В результаті утворюються нерозчинні сполуки, які непридатні для подальшого використання, через що накопичується значна кількість гальванічних шламів, при цьому їх переробка є надто ускладненою і нерентабельною.

Тому постає завдання розробки методів утилізації даних металів як останньої завершальної стадії гальванічного виробництва, при якому кінцеві продукти перетворення мають являти собою речовини заданого складу, які можуть використовуватися для виробництва певного виду продукції.

На підставі аналізу характеристик природних сполук (мінералів) даних металів та продуктів утилізації і використання, можна зробити висновок:

1) Оптимальною формою для вилучення міді  $\text{Cu}^{2+}$ , цинку  $\text{Zn}^{2+}$  та кобальту  $\text{Co}^{2+}$  є форма гідроксокарбонату складу  $\text{Me}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ , з якої можна отримати будь-які сполуки даних металів залежно від необхідної сфери використання;

2) Оптимальною формою для використання в промисловості є:

- форма гідроксокарбонату складу  $\text{Me}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ;

- органічна форма, насамперед цитрати, які використовуються в народному господарстві (ефективне легкозасвоюване мікродобриво) та як компоненти для виготовлення антикорозійних покриттів.

Осадження осаду заданого складу у вигляді гідроксокарбонату металів здійснюється сумішшю КОН і  $K_2CO_3$  за  $pH = 6-10$  та  $Eh = +400...600$  мВ, при цьому руйнуються хелатні і лігандні комплекси міді, цинку та кобальту:

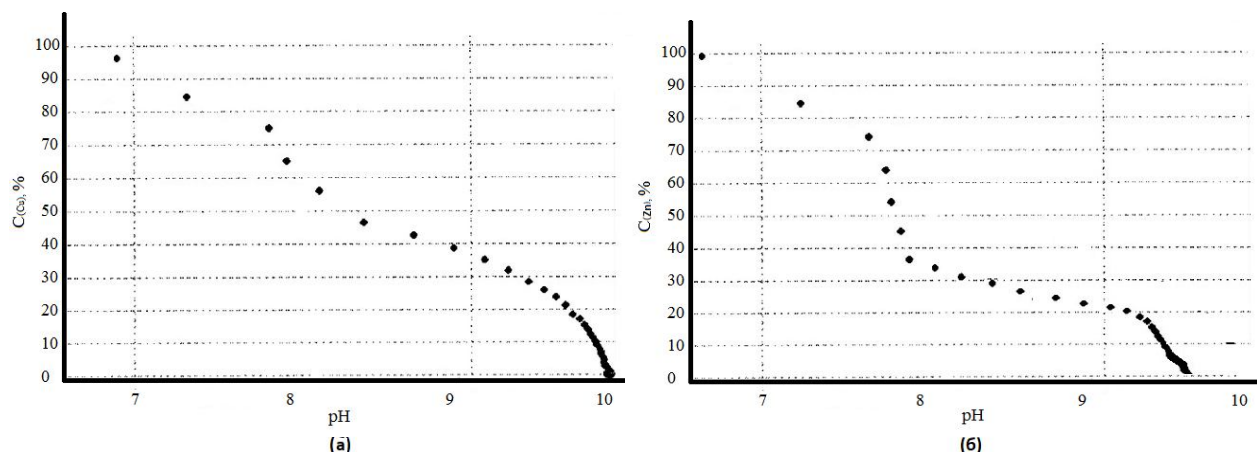


Рис. 1. Вміст іонів міді  $Cu^{2+}$  (а) та цинку (б) в розчині при обробці під час додавання суміші реагентів  $K_2CO_3$  і КОН для їх осадження із комплексів

На другому етапі після відділення осаду його обробляють лимонною кислотою для отримання готового продукту переробки у вигляді розчину однозаміщених цитратів купруму, цинку чи кобальту (3) або осаду малорозчинних двозаміщених цитратів металів (4):



Таким чином, встановлена можливість вилучення купруму, цинку, кобальту із висококонцентрованих рідких відходів із застосуванням суміші реагентів для отримання осадів заданого складу, придатних для подальшої утилізації чи отримання готової до використання продукції (у формі органічних цитратних хелатних комплексів), може бути завершальною стадією гальванічного виробництва і забезпечувати повне вилучення міді, цинку, кобальту.

## БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Трофименко А.В.<sup>1</sup>, Трофименко В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Дніпровський національний університет ім. Олесь Гончара,  
пр. Гагаріна, 72, 49107, м. Дніпро, [antrof2005@gmail.com](mailto:antrof2005@gmail.com);

<sup>2</sup> Український державний хіміко-технологічний університет,  
пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

В умовах дефіциту енергоносіїв, а також гострої нестачі маневрових потужностей Україна повинна раціонально використовувати енергоресурси, в тому числі відновлювані джерела енергії. Аналіз прогнозованого вкладу біомаси у світове виробництво енергії до 2030 року показує, що вона зросте у 1,5 разів в порівнянні з 2010 роком.

Для використання сухої біомаси найбільш ефективні термохімічні технології (пряме зпалювання, газифікація, піроліз та ін.), для вологої біомаси – біохімічні технології переробки з отриманням біогазу (анаеробний розклад органічної сировини) або рідинного біопалива (процеси бродіння). Серед біохімічних технологій переробки рідинних органічних відходів найбільш поширене використання отримала технологія анаеробного розкладу органічної сировини з отриманням біогазу, якій містить до 55...60% метану.

Промислове використання енергії біомаси може бути надто значним. Наприклад, за рахунок відходів виробництва тростникового цукру у країнах, що його виробляють, покривається до 40 % споживання в паливі. Джерелом біомаси можуть бути відходи деревини у лісному господарстві, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості. Важливим джерелом біомаси є відходи тваринництва, а також відходи комунального господарства.

Технологія отримання біогазу шляхом анаеробного бродіння у біореакторах отримала найбільший розвиток. У біореакторах за рахунок відсутності кисню при відносно низьких температурах розвиваються анаеробні бактерії. При цьому за рахунок діяльності бактерій вуглець повністю окиснюється (CO<sub>2</sub>)



і повністю відновлюється ( $\text{CH}_4$ ). Поживні речовини, такі як, розчинні сполуки Нітрогену, зберігаються в якості ґрунтового гумуса. Процес бродіння йде при підігріві до 36...39 °С.

В основу роботи поставлено задачу створити біоенергокомплекс, який за рахунок виконання вузла завантаження у вигляді каналу, ззовні якого розташовані змійовикові трубопроводи для теплоносія, всередині якого знаходяться шнековий насос з пустотілим валом, через який циркулює теплоносій. Пристрій для підігріву та перемішування виконаний у вигляді подвійної спіралі з теплопроводів, які закріплені на осьовій рамі за допомогою металевих спиць має менші енерговитрати на підтримку необхідних умов ферментації і підвищену продуктивність та ефективність.

Біоенергокомплекс містить геліоколектор, пристрій для підігріву, перемішування, який з'єднаний жорстко зі шнековим насосом. Вузол завантаження, виконаний у вигляді каналу, ззовні якого розташовані змійовикові трубопроводи для теплоносія. Ці трубопроводи забезпечують ефективне використання теплового потенціалу геліоколектора, як джерела тепла, завдяки попередньому підігріву сировини, яка завантажується і забезпечує її нагрів на вході в реактор-ферментатор, тим самим дозволяє уникнути значних коливань температури у самому реакторі-ферментаторі. Використання пристрою, для підігріву та перемішування забезпечує рівномірний підігрів сировини в усьому робочому об'ємі реактора-ферментатора та його перемішування з меншими витратами енергії. Це забезпечує підвищену продуктивність та ефективність біоенергокомплексу.

При забезпеченні тепловою ізоляцією такий біоенергокомплекс дозволяє використовувати в основі реактора-ферментатора стандартної цистерни, що значно зменшує капіталовкладення у будівництво комплексу, та створює перспективу розробки мобільних систем малого та середнього робочих об'ємів.

УДК: 631.4(477)

**ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ҐРУНТІВ  
ПРИРОДНОГО ПАРКУ “СВЯТІ ГОРИ”**

**Бутиріна Т.Є., Фролова Л.А., Березюк Д.А.,**

**Богомаз М.В., Сельмурзаєв М.Р.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*

*м. Дніпро, просп. Гагаріна, 8*

*Butan@email.ua*

Національний природний парк “Святі гори” розташований у північній частині Донецької області уздовж лівого берега річки Сіверський Донець. Він складається з декількох великих лісових масивів, розділених населеними пунктами, сільськогосподарськими угіддями, виробничими зонами, залізницями й автомобільними дорогами. У парку знаходяться крейдянні гори, на яких збереглися рідкісні рослини, наприклад, сосна крейдова зберігалась із дольодовикового періоду. Загальна кількість видів рослин, що зростають на території парку – 943, з них 48 занесені до Червоної книги України.

Гряди крейдових гір захищає парк від суховію і пилової бурі. Навіть у пекучі дні, коли повітря прогрівається до 30°C і більш, від ріки віє прохолодою, а сосновий ліс насичує повітря цілющим ароматом хвої, і, крім того, зменшує теплову різницю дня і ночі.

У межах території національного парку виявлено 43 асоціації, занесені до Зеленої книги України. Це, насамперед, крейдянні бори, дубові ліси з грабом та кленом татарським, кретофільні і степові фітоценози, водні угруповання сальвінії плаваючої.

Ландшафтне різноманіття території парку представляють лісова хвиляста височина з чорноземами звичайними, що порізана балками, ліщинами, ярами, заплавно-терасовий комплекс р. Сіверський Донець та її притоки із лучними та лучно-болотними ґрунтами. Загалом ця територія являє собою своєрідний комплекс долинного ландшафту, що включає крейдянні останці плакору, яри та бал-

ки на правому березі головної водної артерії, її заплаву до 3 км завширшки і другу борову піщану терасу на лівому березі

Метою даної роботи було встановлення основних показників стану ґрунтового покриву території Національного природного парку “Святі гори” та розробка рекомендацій щодо використання ґрунтів.

Проведені дослідження та аналіз ґрунту на території Національного природного парку “Святі гори” показали, що ґрунти мають добре виражену структуру зі значною величиною шпаристості. Щільність ґрунту верхніх та нижніх горизонтів відповідає нормам, а ґрунти є торф’яними. На території парку переважають чорноземи звичайні, які мають слабко кисле середовище та насичені карбонатами.

Рекомендовано продовжити роботи над втіленням Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2015-2018 роки у питаннях збереження біологічного різноманіття:

- збереження, зміцнення та відновлення ключових екосистем та середовищ існування видів рослин і тварин;

- стале управління позитивним потенціалом біологічного різноманіття шляхом оптимального використання соціальних і економічних можливостей на національному та регіональному рівнях;

- урахування цілей у сфері збереження та збалансованого і невиснажливого використання біологічного різноманіття в усіх галузях, що використовують це різноманіття або впливають на нього;

- здійснення цільових заходів, що відповідають потребам збереження різних типів екосистем (гірських, степових, лучних, прибережно-морських, морських, річкових, заплавних, озерних, болотних, лісових) та базуються на правових і фінансових можливостях природокористувачів та органів державної влади.

**ЕКСПРЕСНЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ СУМИ  
КАРБОНІЛЬНИХ СПОЛУК У АТМОСФЕРНИХ ОПАДАХ**

**<sup>1</sup>Сухарев С.М., <sup>2</sup>Марійчук Р.Т., <sup>1</sup>Сухарева О.Ю., <sup>1</sup>Онисько М.Ю.**

*<sup>1</sup>Державний вищий навчальний заклад*

*“Ужгородський національний університет”*,

*пл. Народна, 3, 88000, м. Ужгород, serhii.sukharev@uzhnu.edu.ua*

*<sup>2</sup>Presov University in Presov, Presov, Slovak Republic*

Окремі карбонільні сполуки (альдегіди і кетони) можуть утворюватися внаслідок фотохімічних реакцій в повітрі міст, тому їх відносять до пріоритетних забруднювальних речовин. В той же час, висока токсичність окремих альдегідів ( $\text{CH}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , тощо), а також окремих кетонів ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$  та інші) вимагає систематичного контролю їх вмісту у повітрі. В цьому контексті презентабельними є атмосферні опади (дошова вода та сніг), які здатні вимивати із повітря карбонільні сполуки і слугувати інтегральними показниками стану повітря. Для визначення вмісту карбонільних сполук застосовують спектрофотометричні, люмінесцентні, електрохімічні та хроматографічні методи аналізу, які мають різні можливості і тому застосовуються для вирішення різних завдань. Серед реагентів, які використовуються для експресного спектрофотометричного визначення суми карбонільних сполук, найбільшого поширення набув 2,4-динітрофенілгідразин, на основі якого розроблені міжнародні стандарти щодо визначення суми карбонільних сполук у різноманітних об'єктах. Реагент є доволі токсичним, а методика визначення суми карбонільних сполук передбачає екстракцію продукту реакції конденсації токсичними органічними розчинниками. Тому пошук нових аналітичних форм для спектрофотометричного визначення є актуальним і зумовлює мету даного дослідження.

Для визначення суми карбонільних сполук нами запропоновано реакцію конденсації альдегідів і кетонів з гідрозидами ароматичних карбонових кислот, спектрофотометричне детектування продуктів реакції (гідразонів карбонових

кислот) у водному середовищі. Для знаходження оптимальних умов визначення карбонільних сполук було вивчено вплив різних факторів на реакцію конденсації альдегідів і кетонів з гідрозидами ароматичних карбонових кислот ( $t$  і  $\tau$  нагрівання, тощо) та спектральні характеристики продуктів реакції. Встановлено, що у кислому середовищі (0.5-2.0 моль/дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) для забезпечення повноти проходження реакції конденсації альдегідів і кетонів з гідрозидами ароматичних карбонових необхідно нагрівання реагуючих речовин при  $t = 95-98^{\circ}\text{C}$  протягом 10 хвилин. Спектрофотометричне визначення суми карбонільних сполук доцільно проводити у лужному середовищі (рН 11-13), причому перехід гідрозонів у гідрозон- $\alpha$ -оксиазинову форму проходить значно легше, ніж відповідних гідрозидів карбонових кислот ( $\Delta\text{pH } 1-2$ ), і при цьому проходить батхромний зсув максимуму світлопоглинання розчинів гідрозонів. Це нами і використано для розробки методики експресного спектрофотометричного визначення суми карбонільних сполук в атмосферних опадах. Правильність методики перевіряли паралельним аналізом проб за стандартними спектрофотометричною (з 2,4-динітрофенілгідрозином) та газохроматографічною методиками. Показано, що запропонована методика має задовільні метрологічні характеристики.

Апробацію методики спектрофотометричного визначення суми карбонільних сполук в атмосферних опадах проводили для дощової води і талого снігу м. Ужгород. Результати дослідження показали, що вміст карбонільних сполук у атмосферних опадах м. Ужгород є досить високим (95-215 мкг/дм<sup>3</sup>), що, очевидно, зумовлено значним транспортним навантаженням у місті, особливістю забудови вулиць та кліматичними умовами. На основі проведених досліджень проведено картографування м. Ужгород (програма ArcGIS 10.2.1) за сумарним вмістом карбонільних сполук у атмосферних опадах, виділено пріоритетні ділянки забруднення.

**Acknowledgements.** The National Scholarship Program of the Slovak Republic SAIA financially supported this work.

## ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЬНИХ СУСПЕНЗІЙ МАГНЕТИТУ ПРИ ОЧИЩЕННІ СЕРЕДОВИЩ ВІД ФЕРУМВМІСНИХ ДОМІШОК

**Мисіна О.І., Яцков М.В.**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, 33028, м. Рівне, o.i.mysina@nuwm.edu.ua*

Інтенсивний розвиток виробництва, зокрема хімічного, негативно впливає на забруднення навколишнього середовища шкідливими відходами виробництва. З огляду на це захист навколишнього середовища постає як масштабна науково-технічна проблема. Очищення технологічних середовищ має вирішальний вплив на якість та сортність продукції, що детермінує потребу ефективного очищення їх на різних стадіях технологічних процесів від різного роду металодомішок, зокрема, від ферумвмісних включень.

Специфічною властивістю ферумвмісних домішок є те, що у їх складі міститься значна частка феромагнітної фракції, яка володіє магнітними властивостями. Тому на сучасному етапі можливим є застосування магнітно-електричного метода їх вилучення з використанням електромагнітних фільтрів з високоградієнтними феромагнітними насадками.

Важливо відмітити, що у процесах магнітного осадження ферумвмісні частинки, як-от, частинки магнетиту, виконують також „транспортну” функцію, тобто вилучають під час осадження інші домішкові частинки та йони, що забезпечує більш глибоке очищення рідин навіть від тих домішок, осадження яких не відбувається в магнітному полі. На сучасному етапі проводяться дослідження процесів очищення рідини від різних забруднень з розробленням технологій, специфіка яких полягає в додаванні в очищуване технологічне середовище попередньо отриманої суспензії магнетиту. Механізм таких технологій передбачає перемішування суміші, впродовж контакту з очищуваним рідким середовищем магнітних частинок сорбування останніми шкідливих домішок, а для закінчення процесу очищення – відокремлення магнітних частинок від очищеного середовища шляхом магнітного фільтрування. Було проведено

дослідження з використанням у якості модельного технологічного середовища штучно виготовлених суспензій магнетиту – магнітосприйнятливого дисперсного матеріалу, який містить частинки однакової крупності, що забезпечує в конкретному експерименті приблизно однакових середніх значень магнітної сприйнятливості частинок (чим більша магнітна сприйнятливість осаджуваних частинок, тим ефективніше їхнє осадження у намагніченій фільтруючій насадці). З застосуванням водної дисперсії магнетиту досліджено вплив довжини (висоти) фільтруючої насадки  $L$ , швидкості фільтрування  $V_\phi$ , напруженості зовнішнього магнітного поля  $H$  на ефективність  $\psi$  очищення водної суспензії магнетиту. Ефективність магнітного осадження  $\psi$  досліджуваного модельного середовища знаходили як відносну зміну концентрації феруму до ( $C_0$ ) і після магнітного очищення ( $C_\phi$ ):  $\psi = \frac{C_0 - C_\phi}{C_0}$ . Ключові результати досліджень щодо вивчення залежності  $\psi$  від основних технологічних параметрів представлено на рис. 1.

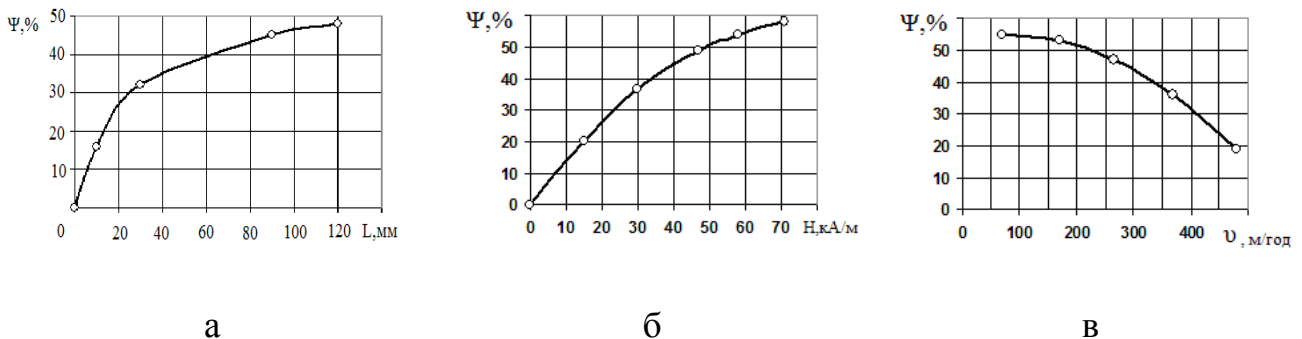


Рис. 1. Залежності ефективності магнітного осадження суспензій магнетиту від висоти шару фільтруючої насадки (а), напруженості магнітного поля (б), швидкості фільтрування (в)

Встановлено, що найбільш інтенсивне зростання ефективності  $\psi$  спостерігається в таких діапазонах основних технологічних параметрів магнітного осадження:  $H$  – до 50–60 кА/м,  $V$  – до 200–300 м/год,  $L$  – до 60–80 мм, зважаючи на те, що вказані значення таких параметрів уможливають забезпечення порівняно високого рівня очищення модельних суспензій магнетиту.

УДК: 628.16.084.4

## РЕАГЕНТНЕ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Яцков М.В., Корчик Н.М., Кирилюк С.В.**

*Технічний коледж Національного університету  
водного господарства та природокористування*

*вул. Орлова ,35, 33027, м. Рівне, [tehnich-college@nuwm.edu.ua](mailto:tehnich-college@nuwm.edu.ua)*

У зв'язку з нестаціонарністю якісного та кількісного складу концентрованих стічних вод гальванічного виробництва доцільним є використання періодичних схем очищення, де реалізовується найбільш уніфікований метод – реагентний, який включає як стадію хімічний процес.

У роботі представлені результати досліджень реагентного методу локального очищення окремих категорій концентрованих стічних вод гальванічного виробництва в реакторах періодичної дії.

Оскільки в реакторах періодичної дії реагентне очищення складається з двох стадій: хімічної (нейтралізація вільної кислоти, утворення основи, утворення основної солі) та фізичної (осадження гідроксидів металів), для забезпечення доцільних параметрів з метою досягнення заданого ступеня перетворення (ефекту очищення) у ході досліджень визначено:

- для хімічної стадії: час дозування реагенту, витрата реагенту, доцільний спосіб регулювання подачі реагенту для досягнення заданого значення ступеня перетворення;
- для фізичної стадії: час розподілу твердої фази (відстоювання) й об'єм осаду.

Для визначення витрат реагентів для хімічної стадії процесу осадження побудовані криві потенціометричного титрування лужним реагентом окремих категорій стічних вод. На основі аналізу отриманих кривих, з метою регулювання, вважаємо доцільним хімічну стадію реагентного очищення розділити на дві фази: перша – нейтралізація кислоти; друга – утворення зародків нової фази, утворення пластівців гідроксидів металів.



Оскільки у контексті теорії хімічного осадження швидке осадження гідроксиду з концентрованих стічних вод може спричиняти утворення осадів у активній формі, це призводить до збільшення добутку розчинності, тобто зменшення ефекту очищення. В зв'язку з цим, дозування реагенту, саме на другій фазі необхідно здійснювати за визначеним часом, а для першої фази – за витратою.

Витрати реагентів для кожної фази хімічної стадії процесу реагентного очищення зведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати досліджень реагентного очищення концентрованих стічних вод гальванічного виробництва

№ з/п	Категорія концентрованих стічних вод гальванічного виробництва	Визначені параметри			
		1 фаза		2 фаза	
		$Q_{\text{NaOH}}^1$ л/м <sup>3</sup>	t, сек.	$Q_{\text{NaOH}}^1$ л*/м <sup>3</sup>	t, сек.
1.	Металовмісні кислі стічні води після операцій покриття поверхні – розчин сульфатнокислий	1,2	1050	28,8	2950
2.	Металовмісні кислі стічні води після операцій підготовки поверхні – розчин нітратнокислий	50,4	940	14,8	560
3.	Металовмісні кислі стічні води після операції підготовки поверхні з умістом ферум (II) сульфату	20	1300	6,6	1700

*Примітка: <sup>1</sup> витрата лужного реагенту вказана у літрах 5%-го розчину на м<sup>3</sup> оброблюваних стічних вод*

Проведені експериментальні дослідження локального очищення відповідних категорій концентрованих стічних вод гальванічного виробництва в періодично діючій системі, апробовані в дослідно-промислових умовах СП ТОВ “Брополь” та ТЗОВ “Завод метизних виробів”.

УДК: 543.544.6.422.546.659

## СОРБЦІЯ Pr(III) НА ЗАКАРПАТСЬКОМУ КЛИНОПТИЛОЛІТІ

Сташків Ольга<sup>1</sup>, Василечко Володимир<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Львівський національний університет ім. Івана Франка,

вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005, м. Львів,

<sup>2</sup> Львівський торговельно-економічний університет,

вул. Самчука, 9, 79011, м. Львів

*olgastashkiv@ukr.net*

Лантаноїди (Ln) представляють групу дуже подібних між собою важко-роздільних рідкісних елементів. Празеодим міститься в земній корі в малих кількостях. Цей РЗЕ використовується в електроніці, атомній енергетиці, лазерних системах. Празеодим є компонентом сплавів для виготовлення авіадвигунів, магнітів, електродів, входить до складу оптичних стекел. Методи визначення Pr здебільшого потребують ретельної попередньої підготовки зразків, яка включає концентрування, розділення та вилучення цього Ln. Існує також проблема вилучення Pr з технологічних розчинів. Одним із шляхів розв'язання проблем підготовки проб до аналізу є метод твердофазової екстракції з використанням різноманітних сорбентів, зокрема природних цеолітів, які мають низку переваг порівняно з іншими сорбентами. Закарпатський клиноптилоліт є найпоширенішим зі всіх природних цеолітів. У динамічних умовах досліджено сорбційні властивості закарпатського клиноптилоліту стосовно слідових кількостей Pr(III). Встановлено, що ефективність сорбції Pr(III) суттєво залежить від кислотності розчинів та температури попередньої обробки зразків клиноптилоліту. Слідові кількості Pr(III) найефективніше сорбуються зі слабколужних розчинів при рН 9,0. З метою забезпечення сталості рН та іонної сили розчинів запропоновано використання трис-буферного розчину з рН 9,0. На кривій залежності сорбційної ємності клиноптилоліту стосовно Pr(III) від температури попередньої термічної обробки спостерігається максимум при 350°C. Максимальна сорбційна ємність клиноптилоліту стосовно Pr(III) становить 37,5 мг/г сорбенту.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО рН СЕРЕДОВИЩА ПРИ  
ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОМУ ВИЗНАЧЕННІ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ**

**Петрушина Г.О.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,*

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

*petrushyna.h.o@dsau.dp.ua*

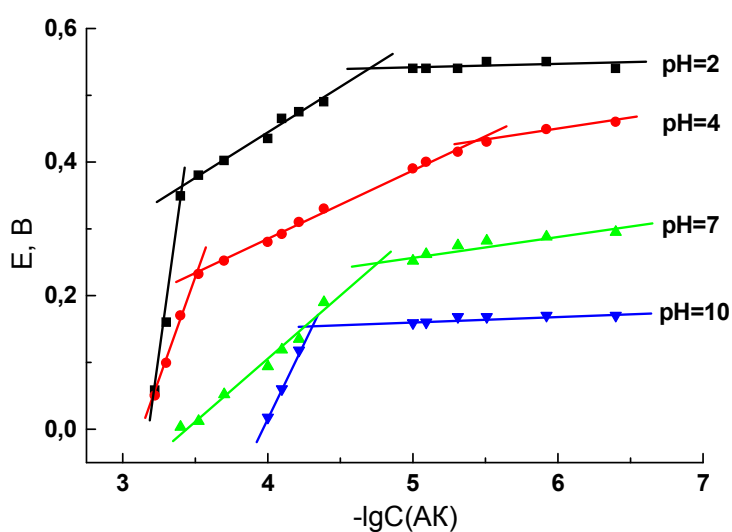
Речовини-відновники широко використовуються як антиоксиданти, стабілізатори у харчовій промисловості, як компоненти лікарських препаратів, добавки до живлення сільськогосподарських рослин. Існуючі методики їх визначення не завжди відповідають сучасним вимогам за чутливістю, селективністю. Тому актуальним є розробка нових експресних, селективних методик їх визначення. Останнім часом широкого поширення набули електрохімічні методи аналізу, зокрема розробка біосенсорів. До їх переваг можна віднести експресність і простоту аналізу, достатню селективність, можливість створення датчиків для аналізу на місці відбору проб.

Молібденовий гетерополіаніон структури Доусона 18-молібдодифосфат-аніон  $P_2Mo_{18}O_{62}^{6-}$  (18-МДФК) є достатньо сильним окисником – реакція з деякими відновниками відбувається майже миттєво, відновлення протікає без деградації 18-МДФК, що дає можливість використовувати його багаторазово. Взаємодія 18-МДФК з різними відновниками відбувається при різній кислотності розчинів. Таким чином, варіювання рН розчину дозволяє визначати декілька речовин у сумісній присутності.

В результаті проведених досліджень розробили полімерний композиційний матеріал (ПКМ) що складається з поліуретану (полімерна матриця,) 18-молібдодифосфату (реагент) і графітового порошку (для підвищення електропровідності). Методом ІЧ-спектроскопії визначено, що у композиційному матеріалі відсутня хімічна взаємодія полімеру та  $P_2Mo_{18}O_{62}^{6-}$ , відбувається утворення механічної суміші двох речовин. На основі синтезованого композиційного матеріалу створений електрод, що складається з підложки (шар з по-

ліпропілену), на якому закріплений провідник з мідної фольги. Для запобігання взаємодії міді і 18-МДФК на мідну фольгу наносили шар дрібнодисперсного графіту, а поверх графіту закріплювали розроблений композиційний матеріал. Мідна фольга з'єднується з приладом через мідний дріт, для запобігання контакту всіх компонентів електроду з розчином визначуваної речовини електрод покривається тонким шаром поліуретану крім частини з ПКМ.

Досліджено вплив рН на характеристики градуювального графіка при потенціометрії розчинів аскорбінової кислоти (АК) в інтервалі концентрацій  $4 \cdot 10^{-7}$  -  $6 \cdot 10^{-4}$  моль/л:



Як видно з рисунку, найбільш оптимальним для потенціометричного визначення АК є рН 4, оскільки при цьому рН спостерігається найбільший інтервал визначуваних концентрацій. Параметри градуювальних графіків ( $y=a+b \cdot C(\text{АК})$ ) для рН 2, 4, 7 і 10 наведені у таблиці:

рН	2	4	7	10
<i>a</i>	-0,12±0,03	-0,12±0,01	-0,63±0,04	-1,86±0,06
<i>b</i>	0,141±0,008	0,102±0,002	0,18±0,01	0,47±0,02
<i>r</i> <sup>2</sup>	0,991	0,998	0,991	0,999
Інтервал визначув. конц-цій, моль/л	$6,1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$ - $4 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$ - $2 \cdot 10^{-4}$

Отримані дані добре корелюють з попередніми дослідженнями (Analytical Letters. 2011, 44. 514-527): при взаємодії 18-МДФК з аскорбіновою кислотою при рН 4 у розчинах відновлення відбувається миттєво, а розчини мають найбільше значення оптичної густини.

УДК: 663.916

## ШОКОЛАДНА МОЛОЧНА ГЛАЗУР ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Філінська Т.Г., Гордовенко М.О., Філінська А.О., Черваков О.В.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*проспект Гагаріна, 8, 49000, м. Дніпро*

*fllnskaya@ukr.net*

В харчовій промисловості ефективно використовують такі основні види функціональних інгредієнтів: харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жири, антиоксиданти, олігосахариди, а також група, що включає мікроелементи, біфідобактерії.

Сучасні технології дозволяють широко застосовувати різноманітні рослинні компоненти, а саме харчові волокна, з метою вдосконалення рецептур та виробництва жировмісних продуктів оздоровчого призначення. Однак, на теперішній час, значну частину досліджень спрямовано на вдосконалення рецептур таких жировмісних продуктів, як майонез, спред, маргарин.

На кафедрі хімічної технології високомолекулярних сполук ДВНЗ УДХТУ досліджено використання продуктів переробки зернових як функціональних компонентів в технології шоколадних глазурей.

В якості функціональних компонентів використано клітковину рослинну: висівки вівса, пшениці, гречаних висівок та зародків пшениці.

Досліджено вплив запропонованих компонентів на зміну в'язкості, масової частки вологи і вмісту жиру (рис. 1) у шоколадній молочній глазури.

Визначено, що кількість рослинних наповнювачів, які можна вводити до складу шоколадної молочної глазури без зміни її органолептичних показників складає від 3 до 7%.

Слід враховувати, що глазур повинна легко покривати готовий виріб тонким і рівномірним шаром, при цьому бути досить в'язкою, щоб не допустити розривів шару глазури на виробі. Для шоколадних глазурей рекомендується в'язкість 9-11 Па·с, вміст вологи 1,5-2,0 % і вміст жиру не менше 25 %.

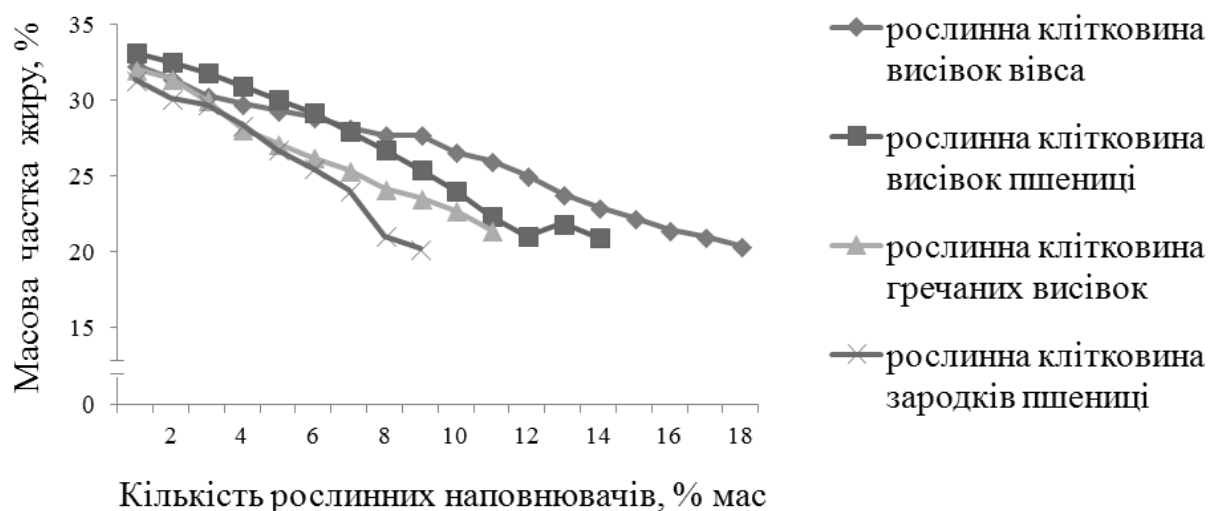


Рис. 1. Залежність масової долі жиру шоколадної молочної глазури від кількості рослинних наповнювачів

За результатами реологічних досліджень встановлено, що найкращим харчовим волокном для додавання у шоколадну молочну глазур є рослинна клітковина гречаних висівок (у кількості 6 % мас.).

Використання клітковини гречаних висівок у рецептурі шоколадної молочної глазури дозволяє зменшити вміст какао-масла у рецептурі на 6 %, не порушуючи нормативний показник.

Така глазур одержала задовільні відгуки при органолептичній експертизі і відповідає нормам за показником в'язкості, вмісту вологи і жиру. Використання вказаної добавки забезпечує можливість нанесення на вироби, формуючи якісні шоколадні молочні глазури.

УДК: 637.13+612.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОБРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ ЙОННИМ ОБМІНОМ У ВИРОБНИТВІ ДИТЯЧИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Яцков М.В., Корчик Н.М., Беседюк В.Ю.

*Технічний коледж Національного університету водного господарства та природокористування, вул. Орлова, 35, 33000, м. Рівне  
tehnich-college@nuwm.edu.ua*

З метою зменшення буферної ємності коров'ячого молока, яка має важливе значення у фізіології процесів травлення, у виробництві дитячих молочних продуктів науковими джерелами рекомендується застосовувати знесолене молоко, а також розглядається можливість застосування знесоленої молочної сироватки. Знесолення молочної сировини здійснюють шляхом подвійного йонного обміну, який передбачає почергову обробку молочної сировини аніонітом та катіонітом протягом встановленого проміжку часу, що дозволяє зменшити вміст мінеральних речовин, зокрема кальцію, цитратів та фосфатів.

Вважаємо за потрібне дослідити вплив обробки молочної сировини йонним обміном на кислотно-основну та окисно-відновну рівноваги середовища, які значно впливають на процеси травлення. Для цього пропонується застосувати комплексний показник  $rH_2$ .

Було проведено експериментальне дослідження способом титрування 0,1N розчином HCl для наступного переліку молочної сировини, а саме: 1) жіноче молоко (1 місяць лактації), 2) молоко коров'яче після подвійного йонного обміну, 3) молочна сироватка після подвійного йонного обміну, 4) молоко коров'яче свіже та сироватка після подвійного йонного обміну у співвідношенні 2/3:1/3. Результати досліджень наведено у таблиці 1.

Обробка молочної сировини шляхом подвійного йонного обміну здійснювалась шляхом почергового контакту сировини з аніонітом слабкоосновним марки А845 (П'юролайт) у  $OH^-$  формі з витратою 10 г/л та часом контакту 20 хв

і з катіонітом сильнокислотним марки NRW100R (П'юролайт) у  $H^+$  формі з витратою 9 г/л та часом контакту 20 хв.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень

Зразок №1 Жіноче молоко (1 місяць лактації)				Зразок №2 Молоко коров'яче після подвійного йонного обміну			
V 0,1N HCl, мл	pH, од.	Eh, +мВ	rH <sub>2</sub> , В	V 0,1N HCl, мл	pH, од.	Eh, +мВ	rH <sub>2</sub> , В
0	6,4	120	4,2	0	5,9	181	6,2
0,5	6,0	134	4,6	0,5	5,8		
1,0	5,8	140	4,8	1,0	5,8	181	6,2
1,5	5,6	155	5,3	1,5	5,6		
2,0	5,3	164	5,7	2,0	5,5	185	6,4
2,5	5,2	170	5,9	2,5	5,4		
3,0	4,9	183	6,3	3,0	5,4	186	6,4
3,5	4,6	193	6,6	3,5	5,3		
4,0	4,4	205	7,1	4,0	5,2	188	6,5
Зразок №3 Молочна сироватка після подвійного йонного обміну				Зразок №4 Суміш свіжого молока та обробленої сироватки 2/3:1/3			
V 0,1N HCl, мл	pH, од.	Eh, +мВ	rH <sub>2</sub> , В	V 0,1N HCl, мл	pH, од.	Eh, +мВ	rH <sub>2</sub> , В
0	4,7	211	7,3	0	5,5	183	6,3
0,5	4,6			0,5	5,5		
1,0	4,5	216	7,4	1,0	5,4	186	6,4
1,5	4,5			1,5	5,3		
2,0	4,4	215	7,4	2,0	5,2	186	6,4
2,5	4,3			2,5	5,2		
3,0	4,3	217	7,5	3,0	5,1	188	6,5
3,5	4,2			3,5	5,0		
4,0	4,1	219	7,6	4,0	5,0	190	6,6

Результати досліджень свідчать про те, що при потраплянні в організм дитини жіноче молоко має слабкокисле-окислювальне середовище, а зразки, що піддавались обробці йонним обміном мають кисло-окислювальне середовище. Яскраво вираженою є різниця у значеннях rH<sub>2</sub>, зокрема зразки №2 і №4 мають перевищення на 47% на початку титрування та на 8% менше значення в кінці титрування, а зразок №3 має перевищення на 74% на початку титрування та на 7% в кінці титрування.

Отже, використання подвійного йонного обміну для обробки молочної сировини з огляду на кислотно-основну та окисно-відновну рівноваги середовища є недоцільним, так як він сприяє їх розбалансуванню.



УДК: 665.9

## ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Калина В.С., Іщенко М.В., Горбачевська К.Ю.,

Перкова А.О., Козяр Ю.В.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

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

*viktoriya-kalina@ukr.net*

Роль продуктів функціонального призначення у харчуванні людини щороку зростає, що обумовлює підвищення обсягів їх виробництва у всьому світі. Необхідність розробки функціональних продуктів в Україні зумовлена погіршенням екологічної обстановки, у тому числі забруднення довкілля шкідливими речовинами, зміною образу життя населення й порушення структури харчування людей.

Розроблення нових видів функціональних продуктів харчування є актуальним напрямком розвитку харчової галузі. Актуальним завданням у створенні нового покоління функціональних продуктів є удосконалення існуючих і розробка нових технологій переробки сировини й готових продуктів. В число основних світових тенденцій, направлених на здорове харчування населення, входить збагачення кондитерських виробів різноманітними корисними речовинами для підвищення їх харчової цінності.

Задачею нашої роботи було удосконалення рецептурного складу кондитерського виробу, а саме з повною заміною традиційного жирового інгредієнту (маргарину) на жирові інгредієнти, що містять есенціальні жирні кислоти та додавання клітковини, щойно одержаної після вичавлювання соку із овочів та фруктів.

Дослідження виробів проводили за методом пробного лабораторного випікання. Приготування тіста досліджуваних зразків здійснювали наступним чином: збивали яйце з цукром тривалістю 10 хвилин та змішували з іншими рецептурними інгредієнтами до однорідної структури. Поділили тісто на дві части-

ни. Першу частину виклали на деко, рівномірно виклали густе варення, потім виклали другу частину тіста і випікали 50 хвилин за температури 165°C.

Рецептурні співвідношення інгредієнтів тіста для виготовлення кондитерських виробів “Ласунчик” представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Рецептатура для приготування тіста  
для кондитерських виробів “Ласунчик”

Найменування рецептурних компонентів	Контрольний зразок, г	Зразок №1, г	Зразок №2, г	Зразок №3, г
Борошно пшеничне в/с	480	480	480	420
Яйце	110	110	110	110
Цукор	200	200	200	200
Маргарин	300	–	–	–
Вершкове масло	–	150	150	150
Соняшникова олія (рафінована)	–	150	–	150
Суміш оливкової та льняної олій (нерафіновані)	–	–	150	–
Свіжа клітковина (яблучна, моркв'яна, бурякова)	–	–	–	60
Розпушувач	12	12	12	12
Сіль	3	3	3	3
Варення	300	300	300	300

Після випікання виробів їх якість порівнювали за органолептичними показниками: зовнішній вигляд, смак та аромат:

- зразки № 1, 2, 3 у порівнянні з контролем мали більш розсипчасту консистенцію за рахунок вмісту рослинних олій;
- зразок № 3 відрізнявся від інших кольором за рахунок вмісту різнокольорової клітковини;
- усі зразки мали приємний смак та аромат, властиві даному виду виробів.

УДК: 602:582.99:57.08+581.143.6:58.085

**ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК ТА  
ТЕРПЕНОЇДНИХ АЛКАЛОЇДІВ З КАЛУСНОЇ БІОМАСИ  
РОСЛИН РОДУ *DELPHINIUM***

**Петріна Р., Гриців С., Лупій Х., Хом'як С., Новіков В.**

*Національний університет "Львівська політехніка",*

*вул. С. Бандери, 12, 79013, м. Львів, rpetrina@i.ua*

У літературі описано виділення дитерпенових алкалоїдів (елатин, дельсемін, делартин, кондельфін, камферол) та флавоноїдів (кверцетин, кверцетин 3-О-β-D-глікопіранозид, кверцетин 3-О-β-D-глюкопіранозид-7-О-α-L-арабінопіранозид) з рослин роду *Delphinium*: *D. elatum*, *D. iliense*, *D. albocoeruleum*, *D. chrysotrichum*, *D. gracile*, *D. nuttallianum*. Дитерпенові алкалоїди мають анальгетичну, протизапальну, антимикробну, протипухлинну, кардіологічну та антиаритмічну активність; фенольні сполуки мають антибактеріальні, антигрибкові, імуностимулюючі, анальгетичні властивості.

Метою роботи є використання біотехнологічного методу одержання рослинної біомаси *Delphinium elatum* та виявлення у її складі дитерпенових алкалоїдів та флавоноїдів.

*D. elatum* росте в Карпатах і занесений до Червоної книги України. Використано біотехнологічний метод внесення рослини в культуру *in vitro* та отримано калусну біомасу при  $t = 26^{\circ}\text{C}$ , фотоперіоді – 16/8 год., освітленні – 2000 лк. Середовище Мурасиге-Скуга доповнено ауксинами (індолілоцтова кислота, α-нафтил-1-оцтова кислота, 2,4-дихлорфеноксиоцтова кислота) в концентрації від 0,1 до 3,0 мг/л та цитокініном (6-фурфуриламінопурином) у концентрації – від 0,02 до 1 мг/л. Тривалість культивування складала 45 днів. Усі експерименти проведено в 3 повторах та результати опрацьовано статистично.

Фітохімічні дослідження калусної біомаси *D. elatum* підтверджують наявність флавоноїдів та дитерпенових алкалоїдів, тому в перспективі вона може замінити природні джерела рослинної сировини.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ВИМОГ ДО ТІСТОФОРМУЮЧОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЕЧИВА

Лобко А.Р., Зибайло С.М.

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*othv@ukr.net*

Особливою одиницею формуючої лінії по виробництву печива є ротор-формуюча машина. Це пов'язано з тим, що форма печива визначається ротором. Тому від обґрунтування вихідних вимог до нього буде залежати отримання заданого виду печива, його якість і товарний вигляд після випічки. Залежно від якості замісу і правильності настройки лінії печиво може відрізнитись за вагою  $\pm 5\%$ , а також форма продукту по діаметру (довжина і ширина для квадратного печива) повинна відрізнитись не більше ніж на 5%.

Встановлено, що для замісу тіста необхідно використовуватися борошно зі слабким або середнім показником клейковини. Затяжне тісто, з якого формується тістова стрічка, має бути пружним і еластичним, не рватися. Вологість тіста повинна бути в межах 22-26% і містити до 30% жиру і цукру. У рецептуру тіста може входити піросульфід натрію. Перед формуванням тісто має можливість відлежатися не менше 60 хвилин.

Відомо, що тістова стрічка після зняття напруги подається на конвеєр формуючої машини, де встановлений поролоновий ролик, який виконує функцію розгладження і усуває виникнення складок тіста. Потім рівна тістова стрічка проходить між конвеєром і формою ротору, який вирубує тістові заготовки і завдає відбиток рисунку.

Таким чином, розмір і форма тістових заготовок, а також відбиток рисунка формується ротором, який змінюють залежно від виду продукції, що виробляється. Отримання чіткого рисунка забезпечується пневматичною системою притиснення конвеєра з тістової стрічкою до ротора, сила притиснення при цьому регулюється. Також, додатково формуючий ротор має штифти для про-

колу тістових заготовок, які проколюють їх наскрізь, забезпечуючи вихід газів, що утворюються при випічці, запобігаючи тим самим здуття.

Основними вимогами до тістоформуючої машини є:

– приєднувальні розміри ротора повинні відповідати вимогам до формуючої машини. Ескіз вузла приєднання змінного ротора до тістоформуючої машини відображено на рис. 1.

– ротор, що поставляється в комплекті з машинної, повинен бути для формування тістових заготовок для зтяжного печива заданого типу;

– робочі поверхні, що контактують з продуктом повинні бути виконані з матеріалів, які мають допуск до контакту з харчовими продуктами;

– при формуванні печива необхідно передбачити створення його шаруватої структури (8-12 шарів тістової стрічки).

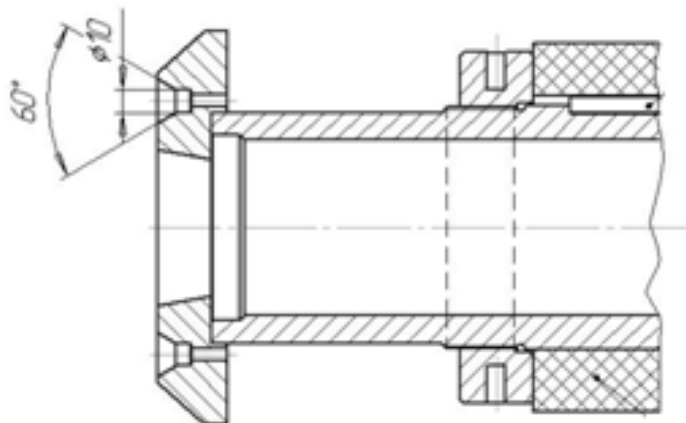


Рис. 1. Ескіз вузла приєднання змінного ротора до тістоформуючої машини

При проектуванні тістоформуючої машини треба враховувати, що вихідні матеріали (борошно, вода, додаткові компоненти, рецепт тіста) можуть змінюватися в процесі виробництва, та продуктивність може коливатися  $\pm 15\%$  (по тісту).

Завод виробник може змінювати конструкцію машин, не порушуючи функціональності і комплектності тістоформуючого комплексу в цілому, але повинен додатково врахувати вимоги до енергозбереження, безпеки і охорони праці.

**ВПЛИВ ЕКСТРУЗІЙНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ  
ФЕРМЕНТОВАНОГО ЖИТНЬОГО СОЛОДУ**

**Міснянкін Д.О, Андрущенко Б.О., Угрімова Д.А.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро, misnyankin@ua.fm*

Житній ферментований солод – прекрасний компонент для приготування житніх, житньо-пшеничних, солодових сортів хліба. Він сприяє кращому водопоглинанню, забезпечує хорошу еластичність тіста, покращує структуру м'якушки хліба, утворює розчинні речовини, які посилюють бродіння і збільшує термін зберігання готового продукту. На даний час підприємства України з виробництва ферментованого житнього солоду не здатні повною мірою забезпечити потреби у солоді з високими фізико-хімічними показниками (екстрактивність, колір та ін.). Тому актуальною задачею є пошук ефективних способів підготовки зернової сировини, які дозволяють одержувати темні сорти солодових екстрактів, на базі існуючих підприємств з української сировини.

В якості такого способу може бути рекомендована екструзійна обробка. При екструзії одночасна дія вологи, тепла та різного виду механічних напруг на матеріал, що оброблюється, призводить до деструкції біополімерів зерна (крохмалю і білку) при одночасному перебігу реакцій неферментативного потемніння, завдяки чому посилюється колір готового продукту та підвищується екстрактивність.

На підставі аналізу літератури та експериментальних досліджень ЕК-струзії ферментативного солоду на екструдері ЕКЗ-75, були визначені оптимальні параметри для проведення процесу. Для досліджень використовували зразки ферментованого солоду з різними показниками вологості, температура процесу 160°C. В результаті досліджень значення екстрактивності та колір готового продукту збільшились на 6,8 % та 3,9 % відповідно. Таким чином, отримані результати свідчать про позитивний вплив екструзійної обробки на підвищення якості ферментованого житнього солоду.

**АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ  
ПАКУВАЛЬНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

**Банник Н.Г., Науменко О.П.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*пр. Гагаріна 8, 49000, м. Дніпро, nbannik@i.ua*

Алюмінієві пакувальні вироби, які вперше були застосовані (1903 рік) у вигляді фольги для привабливості обкладинки кондитерських виробів, набули надзвичайного поширення не тільки за об’ємом, а й за різновидом призначення. Близько 60 % алюмінієвого прокату використовують на пакувальні вироби.

Алюмінієві контейнери харчового призначення – це достатньо термостійкі, міцні та легкі пакувальні вироби, які одночасно є надійним та привабливим посудом для здійснення кейтерингу й побутового приготування і вживання їжі. При цьому, призначені для використання контейнери легко вкладаються один в один, займаючи дуже малий об’єм при складуванні та транспортуванні, а вже використані контейнери при утилізації та рекуперації легко сплющуються, дозволяючи наблизити їх об’єм до однакового за площею з шматком картону. Окреме значення має унікальна надійність доволі тривалого захисту харчових продуктів від забруднення, ультрафіолету, вологи, газів та мікроорганізмів.

Але останнім часом все більш наполегливо обговорюється питання можливої шкоди для здоров’я людини надходження у її організм алюмінію (із можливим порушенням функціонування центральної нервової системи).

Ретельний аналіз відкритих джерел свідчить, що більша частина алюмінію в організм людини з’являється не від посуду чи пакувальних виробів, а через вживання продуктів з вмістом харчових добавок – алюмосилікатів (запобігання грудкуванню і злежуванню), мінеральної води, ліків тощо.

Тому, враховуючи поверхневий контакт харчових продуктів і алюмінієвих виробів та відсутність доказової бази порушення здоров’я людини, доцільним вважається подальший пошук новітніх виробів із алюмінієвого матеріалу для покращення зручності продуктів та їжі.

УДК: 664.8.039.7

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ КИСЛОМОЛОЧНОГО  
ПРОДУКТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ  
З ПОДОВЖЕНИМ ТЕРМІНОМ ЗБЕРІГАННЯ**

**Вакуліч А.М., Степневська Я.В., Пономаренко І.В.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*

*пр. Гагаріна, 8, 49005, decanfpo@ukr.net*

Останнього часу харчова промисловість розвивається шляхом інтенсифікації біохімічних процесів при виробництві навіть лікувально-профілактичних продуктів харчування. Для інтенсифікації та подовження строків придатності використовують УФ- опромінення, ультразвукову та високочастотну обробку, а також синтетичні барвники, консерванти, структуроутворювачі, ферменти. З одного боку усе це дозволяє значно розширити асортимент кисломолочних продуктів, подовжити їх термін придатності та зробити доступними для якомога більшого кола споживачів. Але з іншого боку споживання продуктів з вмістом синтетичних хімічних речовин може призвести до алергічних, імунологічних та харчових порушень.

Тому розробка нових видів синбіотичних кисломолочних біопродуктів функціонального призначення з оригінальними органолептичними показниками та подовженим строком зберігання за рахунок використання природних консервантів є актуальним завданням сьогодення.

Для розробки технології отримання нового кисломолочного продукту було досліджено властивості меленого імбиру та підібрані умови введення його до складу готового продукту таким чином, щоб максимально збільшити строк придатності продукту без погіршення його органолептичних показників. Відомо, що корінь імбиру відрізняється високим вмістом ароматичних речовин, які представлені в основному ефірними оліями. До числа найбільш сталих і доведених видів його активності, пов'язаних з присутністю ефірних олій, можна віднести: протимікробну, фунгіцидну, фунгістатичну, протизапальну. Залежно від тривалості контакту імбиру з мікробною клітиною він проявляє бактеріо-



статичну або бактерицидну дію. Крім того, він є джерелом ряду інших біологічно активних сполук – терпеноїдів, фенольних та поліфенольних речовин, вітамінів, мікроелементів тощо. Одні класи БАР (вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти, білки, вуглеводи, жири тощо) беруть участь в обміні речовин, що сприяє виділенню травних соків і, як наслідок, кращому засвоюванню кисломолочних продуктів інші (фенольні сполуки, терпеноїди, смоли, фітонциди, гормони тощо) – надають фармакологічної дії. Дози внесення його, визначали фізико-хімічно та органолептично, які склали 0,1-0,2 %, що є достатнім для забезпечення пікантного смаку, збагачення кисломолочного продукту цінними складовими компонентами та дозволяє подовжити термін зберігання до 7 діб.

Для забезпечення однорідної структури та збереження фізико-хімічних властивостей протягом всього терміну зберігання кисломолочного продукту із додаванням кореня імбиру пропонується використовувати стабілізатор структури. Було досліджено вплив різних харчових волокон на якість кефірного продукту. В результаті дослідження виявлено, що додавання вівсяних висівок до продукту змішаного бродіння покращує органолептичні показники як в порівнянні з чистим кефіром, так і в порівнянні з аналогом пшеничних висівок. Максимального стабілізуючого ефекту можна досягти при використанні як стабілізатора висівок вівса, доза введення складає 1-2 %. Встановлено, що додавання висівок вівса менше ніж 1 % не забезпечує задовільний показник вологостримуючої здатності, а доза введення більше ніж 2 % погіршує органолептичні властивості та порушує згусток. Висівки вівса та мелений імбир запропоновано додавати після процесу сквашування з попередньою термообробкою інгредієнтів, що дозволяє не змінювати вже існуючі технологічні режими підприємств.

Таким чином запропонована технологія отримання кисломолочного продукту може бути реалізована як на міні-заводах, так і на підприємствах молочної промисловості. Виробництво відбувається на тому ж технологічному обладнанні, що і традиційні продукти без додаткових технологічних операцій.

**НАПРЯМОК НА ЗБЕРЕЖЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ  
З ЗНАЧНИМ ВМІСТОМ ЗВ'ЯЗАНОЇ ВОЛОГИ**

**Науменко О.П., Науменко М.О.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,  
просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро, olexandr.p.naumenko@gmail.com*

*ТОВ “Науково-інноваційна компанія ЕЛКО”, м. Дніпро*

Сучасні технології харчового виробництва можуть бути означені, у спрощеному вигляді, як низка типових процесів “холодної”, “нормальної” та “гарячої” обробки (консервування) харчової сировини незалежно від використання хімічних добавок, тривалості та вартості зберігання у прийнятному для реалізації й вживанні органолептичному і візуальному вигляді. При цьому, пріоритет на підвищення ефективності термічного і хімічного впливу майже знешкоджує корисні властивості їжі (залишок до 20%), що призводить до прискорення зношування і забруднення неперетравленими рештками організму.

Розгляд харчових продуктів за умови збереження корисних властивостей передбачає виключення із застосування будь-яких хімічних харчових добавок при здійсненні “холодної” та “нормальної” обробки, але останні найменше потребують фінансових та енергетичних ресурсів.

Спроможність тривалого і дешевого зберігання харчових продуктів і їжі після “нормальної” обробки в умовах атмосфери навколишнього середовища відомо давно, але можливо лише продовж сезону збору врожаю. Здійснення процесу сушки у атмосфері доволі теплого й сухого повітря взагалі не потребує енерговитрат і не має підстав для утворення шкідливих викидів, а підготовчі і завершальні операції з харчовою сировиною і продуктами найменші. Така обробка дозволяє продовж достатньо тривалого терміну зберігати більшість корисних речовин, підтвердженням чому є історія становлення людства. Інші сучасні засоби обробки доцільно розглядати як більш-менш тривалі у реалізації чи збереженні, але харчові продукти та їжа менш корисні у вживанні.

Однак низька продуктивність технологічного процесу сушки у атмосфері навколишнього середовища не дозволяє харчовим продуктам забезпечити комерційний успіх у конкуренції із сучасними засобами консервування. Системний аналіз технології дозволяє визначити найбільш обмежуючий фактор – видалення незв'язаної вологи, який занадто тривалий та виключно сезонний.

Добре відомо, що суттєвому скороченню тривалості сушки, тобто зростанню продуктивності, сприяє зменшення розміру шматків продукту та збільшення температури при прискоренні руху переміщення повітря. Але кожен градус підвищення температури сприяє втраті у сушених харчових продуктах зв'язаної вологи, кількісний вміст якої забезпечує як біологічну цінність, колір та усадку, так і визначає додаткові вимоги за терміном зберігання.

Обрано інтервал “нормального” температурного впливу в межах 50...60°C (відповідає тимчасовому стану атмосферного середовища на період збору врожаю харчової сировини), який дозволяє зберегти прийнятний баланс між видаленням незв'язаної та збереженням зв'язаної вологи у харчових продуктах. На стільки жорстке обмеження за температурним режимом передбачає (мета – збільшення продуктивності) надання харчовій сировині чи продуктам випускної форми у вигляді порошку, який у візуальному сприйнятті не залишає нічого спільного ні з сировиною, ні з продуктом, ні з їжею. Досвід поширення харчових продуктів у вигляді порошку, незалежно від технології обробки, визначає наявність суттєвих суб'єктивних обмежень – невідповідність готової до вживання їжі за смаковим, жуйним, органолептичним і візуальним сприйняттям.

Досліджено особливі умови здійснення технологічних операцій підготовки сировини, переробки напівфабрикату, обробки продукту та приготування їжі у єдиному робочому об'ємі – залучення універсального пакувального виробу з достатньо тривалим збереженням порошку із значним вмістом зв'язаної вологи. Означено певні технічні проблеми реалізації напрямку на збереження харчових продуктів «нормальної» обробки, які, напевно поки, не стільки конструкційно-технологічні відносно харчового продукту, скільки матеріало-конструкційні відносно проблеми створення універсального пакувального виробу.

УДК: 663.5 + 004.94

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛОННОГО АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА MATHCAD

Сустретова А.М., Береславская Л.С., Ковалёв С.В.

*ГВУЗ “Украинский государственный химико-технологический университет”,*

*пр. Гагарина 8, 49000, г. Днепр*

*sv\_kovalyov@i.ua*

Инженерные расчеты всегда выполняются с большим количеством точных расчетов. Поэтому, хорошей помощью при решении инженерных задач, является пакет MathCAD.

Целью работы являлось применение пакета MathCAD для совместного проведения технологических и прочностных расчетов оборудования пищевых производств, при выполнении курсового проекта по дисциплине “Расчет и проектирование машин и аппаратов пищевых производств”.

Задача разработки проекта ректификационной колонны включала расчеты материального баланса, геометрических параметров аппарата, прочностной расчет основных элементов аппарата, фланцевых соединений, опор и т.д.

Выполнение расчетов в среде MathCad позволил нам выполнить расчеты к курсовому проекту на 4 часа быстрее, чем это было запланировано учебным планом (по плану 16 часов на выполнение расчетной части). Однако за 12 часов были выполнены не только на расчеты, но и проведено изучение использования единиц измерения физических величин и основ программирования в среде MathCad. Результаты расчетов были вставлены в редактор Ms Word и составили основную часть пояснительной записки.

Ускорение работы над решением инженерной задачи средствами MathCad обусловлено автоматическим выполнением расчетов и согласованием единиц измерения физических величин (и тем самым, исключением грубых ошибок).

Использование пакета MathCad значительно ускоряет и упрощает работу над курсовым проектом. Рекомендуем внедрять программу MathCad в курсовом проектировании.

## *Секція 3*

---

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

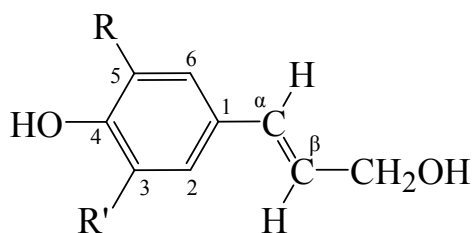
---

**THE QUANTUM-CHEMICAL INVESTIGATION OF THE RELATIVE  
THERMODYNAMIC STABILITY FOR SOME STRUCTURAL  
FRAGMENTS OF LIGNIN MACROMOLECULES**

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

*Dniprovsk State University of Agriculture and Economics,  
25 S. Efremov Str., 49600, Dnipro, atokar\_2004@ukr.net*

The investigation of native lignin structure with methods of *ab initio* quantum-chemical calculations has 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 thermodynamic parameters such as an enthalpy, entropy and Gibbs free energy for dimeric products formed through coupling of coniferyl alcohol radicals (Scheme 1) with *trans*-configuration of double carbon-carbon bond have been evaluated at *DFT-PBE1PBE/6-311++G(d,p)* level of theory. Zero-point correction energies have also been included to final values of the activation barriers. The results of calculations with some differentiation in relative structure's stability are in Table 1. It should be noted that the most stable ones correspond to ( $\alpha$ -O-4), ( $\beta$ - $\beta$ ) and (5-5) structural models.



Scheme 1. The structure of coniferyl alcohol unit (R=H, R'=OCH<sub>3</sub>)

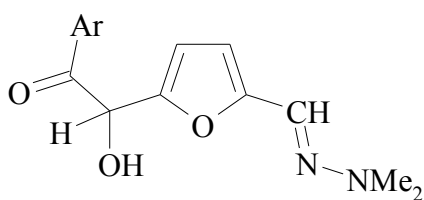
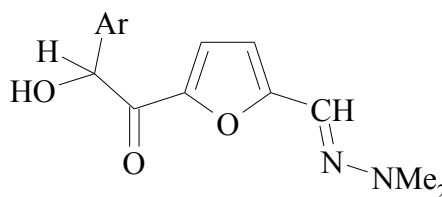
Table 1. Some standard activation parameters for different types of linkages between the structural units calculated at PBE1PBE/6-311++G(d,p) level of theory

Theoretical model	Type of linkages		$\Delta H$ , kJ/mol	$\Delta S$ , J/mol·K	$\Delta G$ , kJ/mol
	More stable	Less stable			
A	$\alpha$ -O-4	$\beta$ -O-4	6.8	-4.8	8.2
B	$\beta$ - $\beta$	$\beta$ -5	62.9	+37.9	51.6
C	5-5	4-O-5	75.6	+15.2	71.1

## ARYL(INDOL-3-YL)BENZOINS

Shtamburg V.G.<sup>a</sup>, Shtamburg V.V.<sup>a</sup>, Anishchenko A.A.<sup>b</sup>,Kravchenko S.V.<sup>c</sup>, Mazepa A.V.<sup>d</sup><sup>a</sup>*Ukrainian State University of Chemical Technology, Gagarin, 8, 49005, Dnipro,*<sup>b</sup>*O. Gonchar Dnipro National University, Nauchnaya, 25, 49050, Dnipro,*<sup>c</sup>*Dniprovsk State University of Agriculture and Economics, S. Efremova, 25, 49600, Dnipro, svtailor@ukr.net,*<sup>d</sup>*A.B. Bogatsky Institute of Physical Chemistry of NAS of Ukraine, Lustdorfska Doroga, 86, 65080, Odesa*

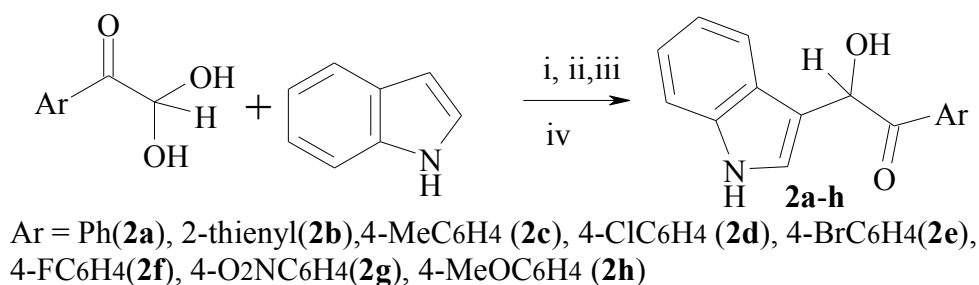
Unsymmetrical benzoin and aryl(hetaryl)benzoin exist in two isomeric forms,  $\alpha$ -benzoin and  $\beta$ -benzoin for example aryl(furyl)benzoin **1a** and **1b** (Scheme 1, Ar = 4-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>), possess different stability.

**1a****1b**

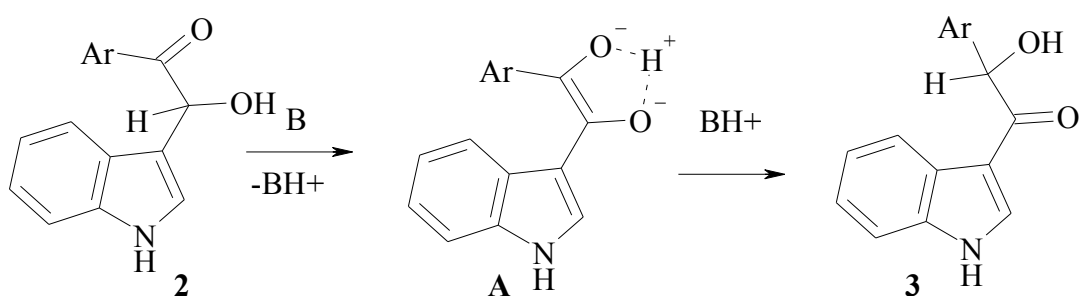
The development of efficient and general methodology for the synthesis of  $\alpha$ -functionalized  $\alpha$ -(indol-3-yl) ketones is highly desirable now. These compounds become relevant precursors for the preparation of biologically active molecules.

We had synthesized known  $\alpha$ -benzoin **2a** and **2b** with moderate yields by reaction of indole with proper arylglyoxals in PhH at r.t. (ii) or in AcOH at rt (iv).  $\alpha$ -Aryl(indolyl)benzoin **2c** has been synthesized in boiling PhH according to Zhungietu (i).  $\alpha$ -Aryl(indolyl)benzoin **2d,e** had been synthesized as by known method (i), as in AcOH at r.t. during 1 h (iv).  $\alpha$ -(4-Fluorophenyl)(indolyl)benzoin **2f** was obtained by 4-fluorophenylglyoxal interaction with indole in PhH at r.t. (ii).  $\alpha$ -(4-Nitrophenyl)(indolyl)benzoin **2g** was obtained by interaction of 4-nitrophenylglyoxal hydrate with indole in acetic acid at 19°C during no more than 1 h.  $\alpha$ -(4-Methoxyphenyl)(indolyl)benzoin **2h** was synthesized with moderate yield by

4-methoxyphenylglyoxal hydrate interaction with indole in boiling PhMe (Scheme 2).



We have found that  $\alpha$ -benzoin, **2** readily isomerise into  $\beta$ -benzoin **3** in presence of bases (Scheme 3 (Et<sub>3</sub>N (i), EtONa in EtOH (ii))):



(Ar = Ph (**a**), 2-thienyl (**b**), 4-ClC<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(**d**), 4-Br-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub> (**e**)).

Structure of isomeric  $\alpha$ -aryl(indolyl)benzoin **2** and  $\beta$ -aryl(indolyl)benzoin **3** was confirmed by data of <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectra and mass spectra. In <sup>1</sup>H NMR spectra of compounds **3** the chemical shifts of C(2)H indolyl proton and NH proton lie in more low field than chemical shifts of proper protons of  $\alpha$ -benzoin **2**. Probably, this phenomenon is caused by conjugation of indol-3-yl moiety with carbonyl group in  $\beta$ -benzoin **3**.

In <sup>13</sup>C NMR spectra of  $\alpha$ -aryl(indolyl)benzoin **2** and  $\beta$ -aryl(indolyl)benzoin **3** the characteristic carbon shifts are shifts of CHOH carbon and C=O carbon atoms. In compounds **3** shift of C=O carbon lies in some upper field than of C=O carbon of  $\alpha$ -benzoin **2** due to more conjugation of C=O group with 3-indolyl moiety. Shift of CHOH carbon for  $\beta$ -aryl(indolyl)benzoin **3** is observed in some lower field than that of  $\alpha$ -aryl(indolyl)benzoin **2**. MS spectra of  $\alpha$ - and  $\beta$ -aryl(indol-3-yl)benzoin also have some substantial distinctions.

Thus the synthetic route to  $\beta$ -aryl(indol-3-yl)benzoin **3** had been proposed.



УДК: 666.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТООРГАНІЧНИХ СПОЛУК З ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНОЮ СМОЛОЮ

**Борисенко О.М., Логвінков С.М., Белікова Т.Б., Івашура А.А.**

*Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця,*

*пр-т Науки, 9а, 61166, м. Харків*

*onborisenko@ukr.net*

Досліджено процес взаємодії модифікаторів з фенолформальдегідною смолою та наведено приклад впровадження елементоорганічної сполуки в порожнинах резитної структури конденсованої при 180-200°C смоли при модифікуванні фенолформальдегідної смоли елементоорганічною сполукою.

Можливість взаємодії елементоорганічної речовини з групами  $\text{OH}^-$  смоли в порожнинах резитної структури призводить до зшивання полісилоксанових зв'язків  $\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$  зі зв'язками  $\equiv\text{C-C}\equiv$  резитної структури, що викликає підвищення властивостей матеріалів на цих модифікованих смолах, у першу чергу, міцності при стисканні.

У цьому випадку порожнини резитної структури є нанореакторами для синтезу  $\beta\text{-SiC}$  із компонентів створеного клатрату. Елементоорганічна речовина в процесі карбонізації фенолформальдегідної смоли впроваджується в резитну структуру, яка утворюється при карбонізації смоли, та утворює хімічні зв'язки Si-C між елементоорганічною сполукою і продуктом карбонізації смоли, що і є прообразом майбутнього тетраедру SiC – антиоксиданту, який синтезується в нанореакторі.

Встановлено, що при введенні модифікаторів втрати маси при термообробці до 1000°C зменшуються, що свідчить про підвищення вмісту вуглецю в модифікованих смолах.

Це пояснюється утворенням сполук впровадження елементоорганічної речовини в порожнинах резитної структури та синтезом  $\beta\text{-SiC}$  із компонентів композиції елементоорганічна сполука – фенолформальдегідна смола.

УДК: 541.127: 542.943

## ОКИСНЕННЯ 4-БРОМЕТИЛБЕНЗЕНУ ОЗОНОМ У РІДКІЙ ФАЗІ

Скороход К.С., Галстян А.Г.

*Інститут хімічних технологій Східноукраїнського  
національного університету ім. Володимира Даля  
вул. Володимирська, 31, 93000, м. Рубіжне  
aggaalst@gmail.com*

З метою створення нового та екологічно чистого методу одержання 4-бромацетофенону, який використовується як напівпродукт у синтезі біологічно активних речовин та реактив для визначення рідких кислот, було вивчено кінетичні особливості реакції прямого окиснення 4-брометилбензену озоном в оцтовій кислоті.

Показано, що при озонуванні 4-брометилбензену в оцтовій кислоті утворюються переважно озоніди – продукти руйнування ароматичного кільця. При температурі 293К реакція має перший порядок за реагентами, при цьому константа швидкості реакції не залежить від концентрації реагуючих речовин (рис.1). При більш високих температурах бімолекулярність процесу порушується, а константа швидкості реакції починає залежати від концентрації реагентів (рис. 1), при цьому зростає і витрата озону на моль субстрату.

Аналіз можливих додаткових шляхів витрати озону показав, що найбільш ймовірним шляхом витрати окисника є його реакція з озонідами. Доказом цього є співпадіння температур початку додаткової витрати озону (рис. 1) і термічного розкладу пероксидів (рис. 2). Як видно з рис. 2 при температурі 293 К пероксиди досить стійки, а з її підвищенням починають руйнуватися до утворення низькомолекулярних аліфатичних продуктів, наприклад, альдегідів.

А, як відомо, альдегіди, в свою чергу, легко окиснюються озоном за ланцюговим механізмом.

Схема



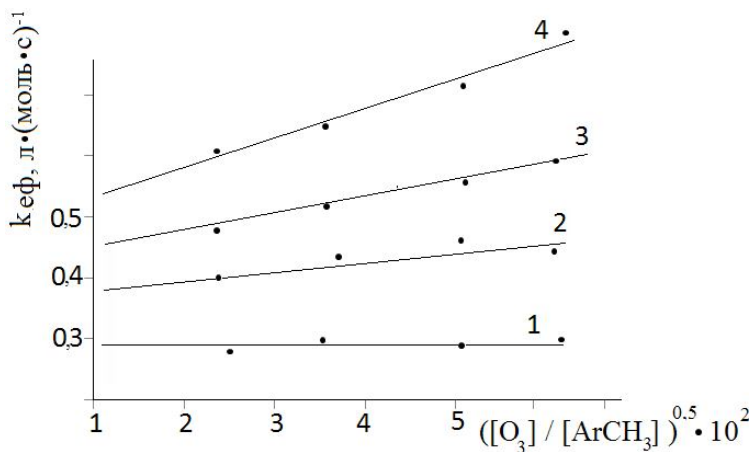


Рис. 1. Залежність ефективної константи швидкості окиснення 4-брометилбензену від початкової концентрації озону і субстрату при температурах 293(1), 303(2), 313(3), 323К(4)

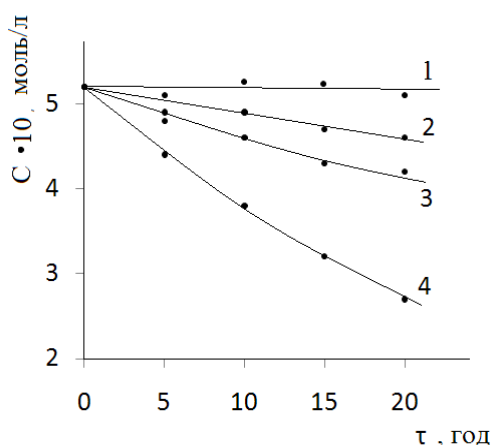


Рис. 2. Кінетичні криві розкладу озонідів 4-брометилбензену при температурах 293 (1), 303 (2), 313 (3), 323 (4)



Визначена нами якісними реакціями наявність карбон(IV) оксиду у відходячих газах, що пропускаються крізь розчин вапняної води на момент термічного розкладу пероксидів, підтверджує перебіг реакції (7).

Таким чином, аналіз можливих шляхів витрати озону в реакції з 4-брометилбенzenом дає підставу стверджувати, що з підвищенням температури непродуктивні витрати озону будуть швидко зростати і навпаки, в умовах запобігання озонолізу озон буде витрачатися переважно за реакцією з утворенням цільового ароматичного продукту.

## ДІЕСТЕР З МАЛЕЇНОВОГО АНГІДРИДУ ТА САХАРІВ

Кулешова Т.С., Фастовецька К.В.

*ІХТ СНУ ім. В. Даля , м. Рубіжне*

*Kulieshova@i.ua*

Проблема заміни сировини для виробництва поверхнево-активних речовин (ПАР) на відновлювальну залишається актуальною для усього світу. Отже, метою всієї дослідницької роботи є – розробити технологію отримання ПАР на основі малеїнового ангідриду та відходу цукрового виробництва – меляси. Такі складові обрані завдяки аналогічній речовині, яка описана у патенті CN102895912 (A) — 2013-01-30, де ПАР є алкильованим діестером малеїнового ангідриду та сахарози (рис. 1). Така структура молекули надає неіоногенні властивості речовині, й забезпечує широку сферу застосування.

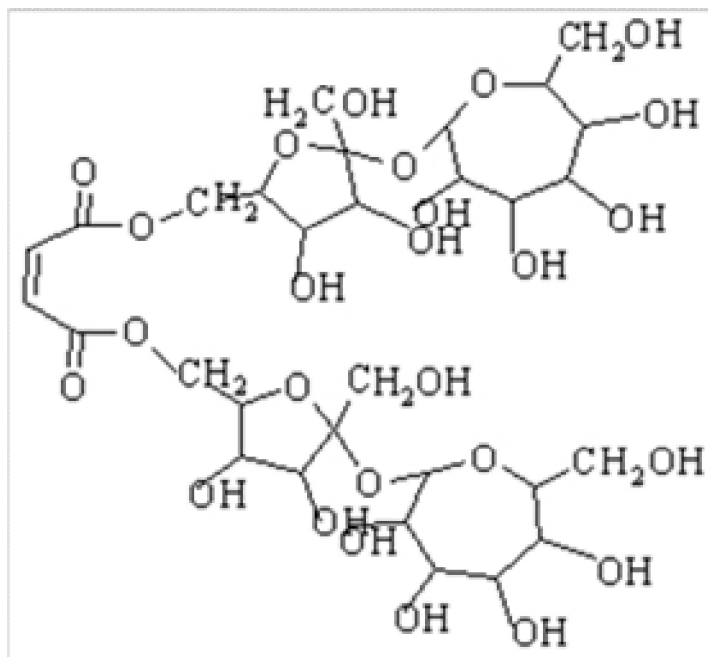


Рис. 1. Структурна формула діестеру сахарози з малеїновим ангідридом

Подвійний естер отримували трьома основними шляхами:

1. Взаємодією у присутності натрій гідроксиду, як ініціатора реакції;
2. У присутності концентрованої сульфатної кислоти, як водовід'ємного агенту;
3. Без застосування жодних каталізаторів, агентів чи ініціаторів.

В ході роботи змінювали температурний режим. Перебіг реакції оцінювали за етеровим числом.

Попередні дослідження показали, що в розглянутих умовах взаємодії малеїнового ангідриду з сахарозою отримати подвійний естер практично неможливо. Це пояснюється або розгалуженістю молекули, або ризьким зменшенням реакційної здатності структури, де одна карбоксильна група ангідриду вже замінена на сахарозу.

Причини такого зменшення будуть визначатися надалі, як й підбір оптимальних умов отримання диестеру.

Метою подальшої роботи є отримання нової ПАР взаємодією меляси і малеїнового ангідриду, а також визначення оптимальних її властивостей отриманої речовини.

## *Секція 4*

---

*Електроосадження металічних  
і полімерних покриттів.*

*Захист від корозійного  
руйнування.*

*Лакофарбові та захисні покриття*

---

УДК: 544.65

### СПЛАВ Pb-Sn З ДОБАВКАМИ СПОЛУК ТИТАНУ

Пашина А.Г., Ріггер А.Я., Плясовська К.А., Варгалюк В.Ф.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,*

*пр. Гагарина, 72, 49050, м. Дніпро, rea041975@gmail.com*

Завдяки задовільній корозійній стійкості, низькій вартості та значній електрокаталітичній активності плюмбум(IV) оксиду, створення нових матеріалів на основі свинцю є актуальною задачею сучасної науки. Традиційними добавками до складу діоксидносвинцевих каталізаторів є діоксиди стануму та титану. Найбільш перспективним для отримання оксидів вентиляльних металів є електрохімічний метод. Однак, електрохімічно осаджені оксидні шари, що містять  $PbO_2$ ,  $SnO_2$ ,  $TiO_2$  мають тенденцію до розтріскування. Підложка з матеріалів, що входять до складу оксидів, могла би вирішити цю проблему. У такому випадку підложка має постачати матеріал для відновлення оксидного шару у місцях пошкоджень. Але введення титану до складу сплавів Pb-Sn значно ускладнено внаслідок великої різниці в температурах плавлення. Електрохімічно отриманий композитний матеріал  $Sn(TiO_x)$  дозволяє вирішити цю проблему. При нагріванні вказаного матеріалу зі свинцем за температури 350-400°C отриманий потрібний сплав Pb-Sn-Ti. Наявність олова у сплаві доведена гравіметричним методом, титану – спектрофотометричним. Визначений кількісний склад сплаву, який становить 82,9 % Pb, 16,8 % Sn, та 0,3 % Ti. З аналізу потенціостатичних  $i, E$ -кривих, зареєстрованих на Pb-Sn(Ti)-електроді в лужних розчинах у порівнянні зі свинцевим, олов'яним електродами та електродом Pb-Sn (6:1) виявлено виникнення нового максимуму анодного струму при  $E = 0,85$  (н.в.е.). Висота вказаного максимуму зростає зі збільшенням концентрації лугу, залежність в координатах  $lgi_{max} - lgc(KOH)$  має лінійний характер; кутовий коефіцієнт нахилу становить 0,6. Пасивація Pb-Sn( $TiO_x$ )-електроду в лужних розчинах при  $E = 0,85$  (н.в.е.), на відміну від свинцево-олов'яного електроду, приводить до утворення відносно стійких оксидних плівок.

УДК: 620.197.3

**ДОСЛІДЖЕННЯ ІНГІБІТОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
ДЕЯКИХ ПОХІДНИХ ДЕКАГІДРОАКРИДИНДІОНІВ-1,8  
У КИСЛОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**Калин Т.І.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ  
kalyntetyana68@gmail.com*

В процесі нафтовидобування та нафтопереробки металічне устаткування кородує, що спричиняється корозійною активністю середовища. В результаті корозійних руйнувань підприємства зазнають величезних економічних втрат та супроводжується забрудненням навколишнього середовища. Найбільш гнучким способом захисту металічних поверхонь від корозії є використання інгібіторів, серед яких аміни, амонійні солі, четвертинні амонійні сполуки проявляють високі ступені захисного ефекту в нафтовидобуванні і транспортуванні.

В продовження досліджень щодо вивчення інгібіторних властивостей деяких похідних декагідроакридиндіонів -1,8 синтезовано ряд сполук: інгібітор 1 одержали в результаті конденсації *n*-нітроаніліну та ацетальдимедону в бутанолі, інгібітор 2 – при гетероциклізації *n*-амінобензойної кислоти з ацетальдимедоном в аналогічних умовах. Інгібітор 3 – гексадецилтриметиламоній хлорид.

Дослідження проводились в 0,1 М розчині хлоридної кислоти. Як об'єкти дослідження використано пластини, виготовлені зі сталі 17ГС, розмірами 50 × 10 × 3 мм. Час експозиції складав 96 год. Швидкість корозії визначали гравіметричним способом.

Встановлено, що ступінь захисту сталі від корозії при використанні інгібітора 1 концентрацією 1 г/л становив 34%, за тих самих умов для інгібітора 2 - 62%, інгібітора 3 – 93,7%.



УДК: 547.543:547.26.122

## ТІОСУЛЬФОНАТНІ БІОЦИДИ ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕТАЛІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Стадницька Н.Є., Наконечна А.В., Маліцька А.,

Василюк С.В., Новіков В.П., Лубенець В.І.

Національний університет "Львівська політехніка",

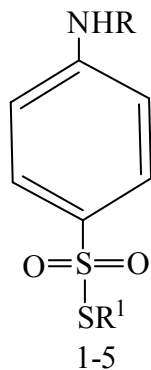
вул. С.Бандери, 12, 79013, м. Львів, vlubenets@gmail.com

Захист промислових матеріалів від біопошкоджень та руйнівної дії окисників є важливим питанням в багатьох сферах виробничої діяльності. Мікроорганізми внаслідок своєї життєдіяльності є причиною значних фінансових втрат. Для їх зменшення розробляються спеціальні добавки, котрі дозволяють створювати продукцію високої якості та надійності. Найбільше захисту від окисників потребують продукти, що містять речовини із ненасиченими зв'язками (каучуки, жири, тощо). Захисту від впливу оксидантів та мікроорганізмів також потребують металічні поверхні, які можна розглядати як важкодоступний неорганічний субстрат на якому можуть рости мікророміцети і викликати їх корозію.

Найчастіше корозію металів пов'язують з діяльністю сульфовідновлюючих, тіолових і залізобактерій та грибів рядів *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium* та ін. Змазуючі масла та фарби, які використовують при обробці металів і при зберіганні виробів з них, здатні до погіршення своїх властивостей в результаті окиснення в умовах підвищених температур. Але навіть при звичайних температурах тривале зберігання матеріалів для захисту металічних поверхонь негативно впливає на їх основні функціональні властивості внаслідок біопошкоджень. Відома велика кількість промислових добавок, які застосовуються як біоциди для мастильних та мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), але вони малоефективні і використовуються у високих концентраціях. Основні промислові біоцидні добавки є комбінацією сполук з вузьким спектром біоцидної дії. Перспективним є пошук нових ефективних

антиоксидантно-біоцидних добавок, які б забезпечували антикорозійний захист матеріалів у малих концентраціях і мали широкий спектр біоцидної дії.

Об'єктами дослідження обрано алкілові естери 4-аміно- та 4-ацетиламіно-бензентіосульфоокислот (1-5).



Номер сполуки	R	R <sup>1</sup>
1	H	CH <sub>3</sub>
2	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
3	H	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>
4	H	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub>
5	COCH <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub>

Для оцінки антиоксидантної активності (АОА), а саме радикал поглинаючої активності застосовували метод, заснований на взаємодії з 2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилу (DPPH – 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) – стабільним вільним радикалом. В дослідженні використовували 0,1 М розчини естерів тіосульфоокислот (РПА(1) – 18,11%, РПА(2) – 38,56%, РПА (3) – 17,30%, РПА (4) – 85,23%, РПА(5) – 68,68%). З одержаних результатів видно, що найвищу радикал поглинаючу активність має аліловий естер 4-амінобензолтіосульфоокислоти. На другому місці стоїть аліловий естер 4-ацетиламінобензолтіосульфоокислоти, що свідчить про вплив структури замісника, як з боку сульфуру, так і з боку аміногрупи.

Фарби (грунтовки) при їх використанні у процесі нанесення на корпуси машин піддаються біопшкодженням, які викликаються дією, в основному, двох видів бактерій, а саме *Burkholderia cepacia* та *Alcaligenes faecalis*. Для встановлення антибактеріальної активності естерів (1-5) стосовно штамів цих бактерій досліджували їх ацетонові розчини в концентраціях від 10<sup>-6</sup> до 10<sup>-4</sup>. Згідно з одержаними результатами високоактивними виявилися метиловий (1) та пропіловий (3) S-естери 4-амінобензентіосульфоокислоти, бактерицидна дія яких на обох штамх була рівна розведенням 10<sup>-5</sup>-10<sup>-6</sup>. Етиловий (2) та аліловий (4) S-естери 4-амінобензентіосульфоокислоти виявляють бактерицидну дію у розбавленні 10<sup>-4</sup>.

УДК: 621.357:66.086.4

## ЕЛЕКТРОКРИСТАЛІЗАЦІЯ НІКЕЛЮ У МАГНІТНОМУ ПОЛІ

Міщенко В.І., Ковальов С.В.

ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,

просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро

*sv\_kovalyov@i.ua*

Нікелювання застосовується в машинобудуванні, приладобудуванні та харчової промисловості. Нікелем покривають деталі для захисту їх від корозії, декоративного оздоблення, підвищення опору зносу.

Основним завданням досліджень було вивчення впливу слабого магнітного поля ( $0,5 \cdot 10^{-4}$  Т) на процес електроосадження нікелевого покриття і на його фізико-механічні властивості.

Осади нікелю отримували з електроліту г/л:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 225,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – 25,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 30 та з добавкою  $\text{NaCl}$ . Щільність струму – 3 А/дм<sup>2</sup>. Температура осадження – 40°C. Індуктивність магнітного поля –  $0,5 \cdot 10^{-4}$  Т. Дослідження властивостей покриття проводилося шляхом порівняння мікротвердості покриття отриманого за умов описаних вище, з властивостями покриття отриманого з стандартного електроліту Уоттса складом, г/л:  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 300;  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 45;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 38.

Згідно з наведеними даними (табл. 1) мікротвердість покриттів, отриманих осадженням в магнітному полі, більш ніж в 3 рази вище. Це обумовлено, ймовірно, зміною структури осаду під дією магнітного поля.

Таким чином, застосування слабого магнітного поля в процесі електроосадження нікелю є перспективним, з точки зору підвищення механічних властивостей покриття.

Таблиця 1. Мікротвердість нікелевих покриттів

Спосіб нанесення покриття	Мікротвердість покриття, МПа
Електроліт нікелювання Уоттса	1600
Покриття, отримане в магнітному полі	5300

УДК: 678.6:678.7

## ФЕНОЛЬНІ ОЛІГОМЕРИ ДЛЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Зубенко А.Е., Варлан К.Є., Северенчук І.М.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

*49050, м. Дніпро, пр. Гагаріна 72, корп. 16*

*konstvarlan@meta.ua*

Фенольні олігомери (ФО) використовують у промислових обсягах більш ніж 100 років, але і досі вони не втратили актуальності, а за наявними даними, прослідковується тенденція щодо зростання попиту на ці продукти. Матеріали і виробу на основі ФО відзначаються різноманіттям експлуатаційних характеристик, що обумовлено широким асортиментом, а також їх придатністю до хімічних модифікацій цих олігомерів. ФО використовують для виготовлення композиційних матеріалів з підвищеними механічними, теплофізичними, хімічними, адгезійними та іншими експлуатаційними властивостями.

Важливою галуззю застосування ФО залишається лакофарбова промисловість. Відомо, що лакофарбові матеріали (ЛФМ), які у якості плівкоутворювальних інгредієнтів містять фенолформальдегідні смоли (ФФС), мають багатоцільове призначення. Зокрема, ЛФМ на основі олієрозчинних алкілфенольних ФФС однаково успішно використовують для антикорозійного захисту машин і суден, захисних покриттів консервної тари, ємностей для питної води та напоїв тощо.

Раніше авторами повідомлялося про можливість імпортозаміщення смоли SMD 31144 на *пара-трет*-бутилфенолформальдегідну (ПТБФ) синтезовану за маловідходною та екологічно прийнятною технологією, а також використання її у якості інгредієнту плівкоутворювальної системи у захисних засобах, наприклад, відомого засобу софеїзації R-101. Метою подальших досліджень було з'ясування впливу умов отримання та особливостей хімічної будови ФО, синтезованих з використанням ПТБФ, на технологічність виготовлення ЛФМ та характеристики покриттів.

З'ясувалося, що з ФО, отриманих у кислому (ФО-К) та лужному (ФО-Л) середовищі, придатними для застосування у захисних засобах виявилися лише ФО-К. ЛФМ, виготовлені на основі зразків таких ФО, модифікованих епоксидованими і натуральними оліями, утворювали покриття з високою адгезією і стійкістю до мінерального мастила та морської води, а також органічних розчинників.

З метою виявлення відмінностей у хімічній будові ФО-К і ФО-Л проведені ПМР- та ІЧ-спектральні дослідження. На основі отриманих спектрів зроблені висновки, що олігомерні ланцюги ФО-К майже не містять кінцевих гідроксиметиленових ланок та переважна більшість з'єднувальних містків між фенольними циклами є диметиленетерними структурами. ФО-Л у своїй структурі в якості кінцевих ланок мають переважно гідроксиметиленові групи, а фенольні цикли з'єднані між собою здебільшого метиленовими містками.

УДК: 768.5:615.322(665.11+547.7)

## СПОЛУКИ ДЛЯ ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПРОДУКТІВ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

**Зубенко А.Е., Варлан К.Є.**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

*49050, м. Дніпро, пр. Гагаріна 72, корп.16*

*konstvarlan@meta.ua*

Основною сировиною для виробництва полімерних матеріалів є продукти нафтопереробки. Але останнім часом простежуються тенденції щодо змін у сировинній структурі полімерної галузі. Це обумовлено зростанням цін на енергоносії, перед усім викопні вуглеводні, а також зменшенням розвіданих обсягів покладів нафти. З огляду на означені обставини, в недалекому майбутньому слід очікувати виникнення відчутного дефіциту традиційної невідновлюваної сировини у хімічній, і зокрема полімерній галузях. Тому останнім часом серед актуальних науково-практичних задач розглядають пошук шляхів переходу на альтернативні сировинні джерела, перш за все продукти переробки відновлюваної рослинної сировини. Одночасно з вирішенням сировинної проблеми, такий підхід дозволяє реалізувати принципи, що підпадають під стратегію так званої “зеленої хімії”: безпечність і нешкідливість вихідних речовин та продуктів, відновлюваність сировини, здатність до розкладання вихідних речовин у природних умовах тощо.

Серед основних наукових і технологічних напрямів, де активно досліджують і впроваджують принципи “зеленої хімії”, є лакофарбова галузь. З метою пошуку шляхів заміни традиційної синтетичної сировини на продукти переробки відновлюваної сировини рослинного походження проведені комплексні дослідження, спрямовані на синтез і визначення придатності таких продуктів у якості інгредієнтів захисних покриттів.

На основі фурфурилгліцидилового етеру, синтезованого з використанням фурфурилового спирту – похідного продукту гідролізу пентозанів, та жирних

кислот – продуктів гідролізу рослинних олій, отримані фуранетерогідроксидні естри вищих карбонових кислот, які, за попередніми дослідженнями, можна розглядати як реакційноздатні пластифікатори для лакофарбових і композиційних матеріалів.

Синтез і дослідження продуктів регульованого епоксидування рослинних олій показали можливість використання цих продуктів у якості інгредієнтів багатфункціонального призначення захисних плівкоутворювальних систем, подібних до засобів софеїзації. Заміна в рецептурах епоксидіанової смоли на синтезовані продукти дала обнадійливі результати.

Проведені дослідження з отримання плівкоутворювальної системи на основі продукту конденсації малеїнового ангїдриду і діетаноламїду жирних кислот рослинного походження. Останній синтезований за оригінальною технологією на кафедрі ХТВМС ДВНЗ “УДХТУ” під керівництвом проф. Червакова О.В. Досліджені кінетичні закономірності процесу конденсації та вплив умов синтезу на властивості отриманого олігомеру. Показана можливість його застосування як компонента захисних покриттів у комбінації з іншими плівкоутворювальними смолами. Виявлена здатність синтезованого амїдоестерного олігомеру утворювати структуровані плівки у тонкому шарі у наслідок контакту з повітрям.

УДК: 631.357

**ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ ХРОМОМ З ЕЛЕКТРОЛІТІВ,  
ПРИГОТОВАНИХ НА ОСНОВІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО  
ЕВТЕКТИЧНОГО РОЗЧИННИКА**

**Проценко В.С., Боброва Л.С., Голубцов Д.Є.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*,

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*Vprotsenko7@ukr.net*

Розробка нових електрохімічних систем для осадження хромових покриттів з електролітів на основі сполук Cr(III) є однією з найважливіших задач сучасної прикладної електрохімії та інженерії поверхні. Її актуальність пов'язана з необхідністю пошуку альтернативи широко розповсюдженим у промисловості технологіям хромування на основі надзвичайно небезпечних для персоналу та навколишнього середовища сполук шестивалентного хрому, використання яких вже заборонено у країнах Європейського Союзу і постійно обмежується у інших розвинених державах.

Перспективним шляхом розв'язання вказаної задачі може стати розробка та впровадження електролітів хромування на основі так званих низькотемпературних евтектичних розчинників (deep eutectic solvents, DES). DES є евтектичними сумішами певних органічних та (або) неорганічних сполук, з температурами плавлення, суттєво меншими, ніж у індивідуальних вихідних компонентів. Принципово важливим є те, що за рахунок утворення водневих зв'язків у отримуваних рідких сумішах відбувається дисоціація компонентів і вони, таким чином, за комплексом фізичних та хімічних властивостей є повними аналогами низькотемпературних іонних рідин (іноді їх розглядають як нове покоління іонних рідин).

У даній роботі ми розглянули фізико-хімічні властивості DES, що містять у ролі одного з компонентів хром(III) хлорид, та дослідили основні закономірності електроосадження хромових покриттів з цих систем. Електроліти містили



$\text{CrCl}_3$ , холін хлорид ( $\text{ChCl}$ ) та воду у молярних співвідношеннях 1 : 2,5 : x, відповідно, де x = 6, 9, 12, 15 та 18.

Було показано, що введення додаткової води до цих систем сприяє помітному зниженню в'язкості та підвищенню електропровідності. Оптимальним є використання електролітів із вмістом води, що відповідає  $x \approx 15$ . Надлишкова кількість води призводить до помітного зниження виходу за струмом, що є вкрай небажаним явищем. Втім, слід зазначити, що введення води у вказаних вище концентраціях не змінює особливий характер перенесення заряду та маси: досліджені системи залишаються іонними рідинами (із "дірковим" механізмом перенесення) і їх не можна розглядати як висококонцентровані водні розчини.

Хімічним аналізом та за допомогою методу EDX було встановлено, що покриття, які осаджуються з вивчених систем, містять, окрім хрому, певну кількість карбону та кисню. Це узгоджується з результатами численних попередніх досліджень, згідно з якими хромові покриття, отримані з електролітів на основі Cr(III), практично завжди включають певну кількість карбону.

Доведено, що синтезовані покриття мають рентгеноаморфну структуру. Були виміряні значення мікротвердості отримуваних хром-карбонівих осадів, вони знаходяться у межах 550–650 HV, що близько до величин, притаманних для "звичайних" хромових осадів з хромовокислих електролітів.

Методом циклічної вольтамперометрії та вимірюванням електродного імпедансу були досліджені корозійно-електрохімічна поведінка та захисні властивості електрохімічно осаджених покриттів. Була встановлена немонотонна, екстремальна залежність захисної здатності від товщини покриття, нанесеного на основу з низьковуглецевої сталі. При товщині осаду близько 5 мкм покриття, отримані з електроліту на основі DES, забезпечують захисну здатність на рівні 98% при корозії у середовищі водного розчину 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (рН 3).

УДК: 631.357

**ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ  
НІКЕЛЬ-ДІОКСИД ТИТАНУ З ЕЛЕКТРОЛІТУ НА ОСНОВІ  
НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЕВТЕКТИЧНОГО РОЗЧИННИКА**

**Проценко В.С., Богданов Д.А., Кітик А.А., Данилов Ф.Й.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*Vprotsenko7@ukr.net*

Електрохімічні системи на основі низькотемпературних евтектичних розчинників (deep eutectic solvents, DES) є вельми перспективними та привабливими з огляду на їх потенційне використання для електрохімічного синтезу гальванопокриттів різноманітного типу, складу та структури. У даній роботі нами були розглянуті деякі властивості композиційних покриттів нікель-діоксид титану, отриманих з колоїдного електроліту на основі так званого ethaline (евтектична суміш холіну хлориду та етиленгліколю), що містив колоїдні наночасточки діоксиду титану Degussa P 25, Evonik.

На відміну від аналогічних водних електролітів для осадження композитів нікель-діоксид титану, для дослідженої системи характерна надзвичайно низька швидкість седиментації та агрегування частинок дисперсної фази, що можна пояснити високими в'язкістю та густиною. Така особливість є корисною при електрохімічному синтезі композиційних покриттів, оскільки ці колоїдні системи є вельми агрегативно та седиментаційно стійкими, що забезпечує їх тривалу стабільну експлуатацію та рівномірний розподіл колоїдних частинок у дисперсійному середовищі.

Показано, що Ni–TiO<sub>2</sub> композиційні покриття є нанокристалічними із середнім розміром нанокристалітів близько 9–10 нм. Впровадження наночастинок TiO<sub>2</sub> у нікелеву матрицю впливає на розмір зерна і морфологію поверхні, напевне, унаслідок змін у кінетиці та механізмі стадій утворення зародків та нуклеації.

Електроосаджені гальваноосади нікель-діоксид титану характеризуються збільшеними величинами мікротвердості (у порівнянні з мікротвердістю “чистої” металевої матриці Ni). Цей ефект, очевидно, пов’язаний із так званим дисперсійним зміцненням композиційного матеріалу (механізм Орована (Orowan)).

Впровадження частинок  $\text{TiO}_2$  у покриття сприяє підвищенню корозійної стійкості осадів, що було підтверджено вимірюванням електрохімічного імпедансу у розчині 3% NaCl (покриття осаджені на сталеву підкладку). Була розроблена еквівалентна схема і визначені її кількісні параметри, що характеризують електродний імпеданс корозії нікелю і композитів нікель-діоксид титану у зазначеному агресивному середовищі.

На прикладі тестових реакцій фотохімічного розкладання органічних барвників метилового оранжевого та метиленового синього у водних розчинах було доведено, що електрохімічно осаджені композити проявляють помітну фотокаталітичну активність унаслідок наявності на поверхні покриття напівпровідникових частинок  $\text{TiO}_2$ .

Виявлено, що мікротвердість, корозійна стійкість та фотохімічні властивості певним чином корелюють з вмістом дисперсної фази діоксиду титану у електроосадженому композиті: чим більший вміст  $\text{TiO}_2$ , тим суттєвіші зростання мікротвердості корозійної стійкості та швидкості фотохімічного розкладання органічного барвника. При цьому основним чинником, що визначає вміст  $\text{TiO}_2$  у композиті, є концентрація цих наночастиночок у електроліті.

Втім, при зростанні концентрації  $\text{TiO}_2$  у колоїдному електроліті після досягнення певного межового значення всі зазначені властивості композитів починають трохи знижуватись, що, відповідно до результатів SEM аналізу морфології поверхні, може бути пов’язане із утворенням більш дефектної та менш однорідної поверхні.

**ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ  
ПОЛІГРАФІЧНИХ ФАРБ ДЛЯ ОФСЕТНОГО ДРУКУ**

**Свердліковська О.С., Бурмістр М.В.,**

**Пономаренко І.О., Паливода М.М.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”*,

*просп. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*o.sverdlikovska@gmail.com*

Офсетний друк – це найпопулярніший метод виготовлення поліграфічної продукції середнього або великого тиражу, основою технології якого є плоский метод друку. Друкована продукція офсетним способом знаходить застосування у рекламній поліграфії, бізнес-друці, тиражуванні книг і періодичних видань, виготовленні упаковки, етикетки, пластикових карток тощо. Друкарські офсетні фарби мають свій специфічний склад (табл. 1). Якість та особливість кожного з компонентів надзвичайно важливі при виготовленні необхідних фарб для конкретних задрукованих матеріалів та друкарських машин.

Таблиця 1. Склад поліграфічних офсетних фарб

Компоненти фарби	Характеристика	Хімічні сполуки
В'язуча речовина	Забезпечує закріплення фарби на матеріалі; визначає твердість, блиск, еластичність шару фарби.	Розчини твердих смол в оліях та інших органічних розчинниках.
Пігменти	Визначають оптичні характеристики фарби: колір, інтенсивність та криючу здатність.	Органічні та неорганічні пігменти.
Розчинники	Визначають в'язкість і механізм закріплення фарби на відбитку.	Ароматичні вуглеводні, рослинні та мінеральні масла.
Допоміжні речовини	Регулюють глянець або матовість відбитків, прозорість або непрозорість фарб, швидкість їх висихання, міцність, стійкість до стирання, впливу світла, тепла, води, масла, спирту, кислоти, лугу.	Сикативи, пластифікатори, воскові речовини, антиоксиданти, противідмарюючі компоненти.

Сучасна поліграфічна галузь виробництва друкарських фарб в Україні залишається в затінку імпортного виробника, де найбільш відомими на світовому ринку є фірми Sun Chemical (Росія), Apple (Німеччина), Sicra (Фінляндія), Siegwerk (Німеччина), Bran-che (Франція), Akzo Nobel (Швеція), Arets Graphics (Бельгія), VAN SON (Нідерланди) і MEGAMI (Японія). Вітчизняний ринок виробництва друкарських офсетних фарб представлений невеликою кількістю виробників, серед яких Планета-інкс (м. Київ), Евклід (м. Чернігів). Такий відсталий розвиток виробництва поліграфічних фарб пояснюється рядом проблем: залежність від імпорту готової продукції, моральний і фізичний знос технічного обладнання, відсутність стандартів поліграфії, застаріла нормативна база.

Тому актуальним є розвиток виробництва вітчизняних друкарських фарб для офсетного друку та збільшення його попиту на існуючому ринку. На кафедрі переробки пластмас та фото-, нано- і поліграфічних матеріалів ДВНЗ УДХТУ запропоновано новий склад поліграфічних фарб для офсетного рулонного друку (розчин твердих смол в олії-алкідна смола-органічні пігменти-синтетичний віск), офсетного листового друку (тверді смоли, модифіковані каніфоллю в олії-органічні пігменти-сикатив-віск), офсетної УФ-фарби (епоси-акрилатна смола-модифікований олігомер-мономер-органічні пігменти-ініціатор-добавки) та проведено системне дослідження експлуатаційних властивостей розроблених офсетних друкарських фарб, що не поступаються за якістю порівняно з існуючими на вітчизняному ринку фарбами імпортного виробника.

УДК: 620.193.2

## **ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ ТОНКИХ ШАРІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ ЯК ПРИЧИНА ІНТЕНСИФІКАЦІЇ КОРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

**Королянчук Д.Г., Овчаренко В.І., Нефедов В.Г.**

*ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”,*

*пр. Гагаріна, 8, 49005, м. Дніпро*

*kafmat@i.ua*

Процеси переносу речовини й енергії уздовж поверхні твердих тіл, покритих шаром адсорбованої води спостерігається як у біологічних системах (перенос протонів на границі розділу мембрана – вода ) так і в різних технічних системах, наприклад, у напівпровідникових газових датчиках, або при корозії металів і сплавів.

Особливий інтерес, на наш погляд, представляє корозія металів, оскільки в її результаті щорічно губиться близько чверті всього промисловістю металу, що виробляється. При цьому відзначається, що швидкість атмосферної корозії відрізняється аномально великими значеннями, що дотепер не одержало адекватного пояснення. Оскільки, як було виявлено нами раніше, тонкі плівки водних розчинів електролітів мають підвищену електропровідність, ми припустили, що даний процес переносу заряду й речовини може бути причиною аномально високої швидкості атмосферної корозії.

В літературі є результати, в яких наголошується на тому, що на поверхні металу можлива наявність адсорбційних молекул води, об'єднаних з електронним газом металу, які одержали назву поверхневих комплексів з переносом заряду. Але можна припустити, що в даному випадку збільшується не провідність металу, як стверджують автори, а провідність плівки рідини на поверхні. Молекули води в цих комплексах можуть дисоціювати на протон та адсорбційно-зв'язані гідроксид-іони, тобто, забезпечувати появу незкомпенсованих  $H^+$  і  $OH^-$  іонів без електролітичного розкладання води. Це забезпечує прояв крокетного механізму в корозійних системах.

## АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

<b>A</b>		<b>Боброва Л.С.</b>	80
<b>Anishchenko A.A.</b>	63	<b>Богданов Д.А.</b>	82
<b>К</b>		<b>Бойко Ю.В.</b>	10
<b>Kharytonov M.M.</b>	62	<b>Богомаз М.В.</b>	34
<b>Kravchenko S.V.</b>	63	<b>Борисенко О.М.</b>	65
<b>L</b>		<b>Бурмістр М.В.</b>	4, 84
<b>Lovynska V.M.</b>	62	<b>Буря О.І.</b>	20
<b>M</b>		<b>Бутиріна Т.Є.</b>	34
<b>Mazepa A.V.</b>	63	<b>В</b>	
<b>S</b>		<b>Вакуліч А.М.</b>	56
<b>Shtamburg V.G.</b>	63	<b>Варгалюк В.Ф.</b>	71
<b>Shtamburg V.V.</b>	63	<b>Варлан К.Є.</b>	76, 78
<b>Sytnyk S.A.</b>	62	<b>Василечко В.</b>	42
<b>T</b>		<b>Василюк С.В.</b>	73
<b>Tokar A.V.</b>	62	<b>Г</b>	
<b>A</b>		<b>Галстян А.Г.</b>	66
<b>Аксіментьєва О.І.</b>	25	<b>Голубців Д.Є.</b>	80
<b>Андрущенко Б.О</b>	54	<b>Горбачевська К.Ю.</b>	49
<b>Б</b>		<b>Гордовенко М.О.</b>	45
<b>Банник Н.Г.</b>	55	<b>Гриців С.</b>	51
<b>Белікова Т.Б.</b>	65	<b>Д</b>	
<b>Березюк Д.А.</b>	34	<b>Данилов Ф.Й.</b>	82
<b>Береславская Л.С.</b>	60	<b>Дворецький І.А.</b>	18
<b>Беседюк В.Ю.</b>	47	<b>Дейнека К.Ю.</b>	27
<b>Беляновська О.А.</b>	24	<b>Деркач О.Д.</b>	16

<b>З</b>		<b>Мартинюк Г.В.</b>	25
<b>Зибайло С.М.</b>	52	<b>Мисіна О.І.</b>	38
<b>Зубенко А.Е.</b>	76, 78	<b>Місн'янкін Д.О.</b>	54
<b>І</b>		<b>Міщенко В.І.</b>	75
<b>Івашура А.А.</b>	65	<b>Мусяця О.Н.</b>	8, 22
<b>Іщенко М.В.</b>	49	<b>Н</b>	
<b>К</b>		<b>Наконечна А.В.</b>	73
<b>Кабат О.С.</b>	18	<b>Науменко М.О.</b>	58
<b>Калин Т.І.</b>	72	<b>Науменко О.П.</b>	55, 58
<b>Калина В.С.</b>	49	<b>Нефедов В.Г.</b>	86
<b>Кирилюк С.В.</b>	40	<b>Новіков В.П.</b>	51, 73
<b>Кітик А.А.</b>	82	<b>О</b>	
<b>Ковалёв С.В.</b>	60	<b>Овчаренко В.І.</b>	86
<b>Ковальов С.В.</b>	75	<b>Овчаров В.І.</b>	6
<b>Козяр Ю.В.</b>	49	<b>Онисько М.Ю.</b>	36
<b>Кондраток Р.О.</b>	18	<b>П</b>	
<b>Королянчук Д.Г.</b>	86	<b>Паливода М.М.</b>	84
<b>Корчик Н.М.</b>	30, 40, 47	<b>Пашина А.Г.</b>	71
<b>Кулешова Т.С.</b>	68	<b>Перкова А.О.</b>	49
<b>Л</b>		<b>Петріна Р.</b>	51
<b>Литовченко Р.Д.</b>	24	<b>Петрушина Г.О.</b>	43
<b>Лобко А.Р.</b>	52	<b>Плясовська К.А.</b>	71
<b>Логвінков С.М.</b>	65	<b>Пономаренко І.В.</b>	56
<b>Лубенець В.І.</b>	73	<b>Пономаренко І.О.</b>	84
<b>Лупина О.О.</b>	6	<b>Пророк О.А.</b>	30
<b>Лупій Х.</b>	51	<b>Проценко В.С.</b>	80, 82
<b>М</b>		<b>Р</b>	
<b>Маліцька А.</b>	73	<b>Ріттер А.Я.</b>	71
<b>Марійчук Р.Т.</b>	36	<b>Рула І.В.</b>	14, 20



<b>С</b>		<b>У</b>	
Сафонова А.М.	20	Угрімова Д.А.	54
Свердліковська О.С.	4, 84	<b>Ф</b>	
Северенчук І.М.	76	Фастовецька К.В.	68
Сельмурзаєв М.Р.	34	Феденко О.О.	4
Синчук Е.В.	12	Філінська А.О.	45
Ситар В.І.	18	Філінська Т.Г.	45
Скороход К.С.	66	Фролова Л.А.	34
Соколова Л.О.	6	<b>Х</b>	
Стадницька Н.Є.	73	Хом'як С.	51
Сташків О.	42	<b>Ч</b>	
Степневська Я.В.	56	Черваков О.В.	45
Сустретова А.М.	60	Чигвинцева О.П.	10, 12, 14
Суха І.В.	24	<b>Ю</b>	
Сухарев С.М.	36	Юсупова Л.Р.	6
Сухарева О.Ю.	36	<b>Я</b>	
Сухий К.М.	24	Яцков М.В.	25, 30, 38, 40, 47
<b>Т</b>			
Томіло В.І.	24		
Трофименко А.В.	32		
Трофименко В.В.	32		

## З М І С Т

### *Секція 1. Полімерне матеріалознавство.*

<i>Хімія та технологія композиційних наноматеріалів . . . . .</i>	<i>3</i>
<i>Свердліковська О.С., Феденко О.О., Бурмістр М.В.</i>	
<i>Полімерні іонні рідини та іонні рідини іоненового типу . . . . .</i>	<i>4</i>
<i>Юсупова Л.Р., Луцина О.О., Соколова Л.О., Овчаров В.І.</i>	
<i>Модифікований четвертинними амонієвими солями бентоніт як композиційний інгредієнт еластомерних композицій . . . . .</i>	<i>6</i>
<i>Мустяца О.Н.</i>	
<i>Отримання полімерних виробів зниженої горючості . . . . .</i>	<i>8</i>
<i>Чигвинцева О.П., Бойко Ю.В.</i>	
<i>Полимерный композиционный материал на основе пентапласта и волокна лолоа . . . . .</i>	<i>10</i>
<i>Чигвинцева О.П., Синчук Е.В.</i>	
<i>Органопластики на основе пентапласт . . . . .</i>	<i>12</i>
<i>Чигвинцева О.П., Рула І.В.</i>	
<i>Вуглепластик на основі ароматичного поліаміду . . . . .</i>	<i>14</i>
<i>Деркач О.Д.</i>	
<i>Проблеми впровадження окремих груп полімерних композитів у конструкцію сільськогосподарської техніки . . . . .</i>	<i>16</i>
<i>Кабат О.С., Ситар В.І., Кондраток Р.О., Дворецький І.А.</i>	
<i>Матеріали триботехнічного призначення для важконавантажених вузлів тертя. . . . .</i>	<i>18</i>
<i>Буря О.І., Рула І.В., Сафонова А.М.</i>	
<i>Властивості армованих вуглепластиків . . . . .</i>	<i>20</i>
<i>Мустяца О.Н.</i>	
<i>Структура і термомеханічні властивості композитів на основі поліетилену з нанорозмірними карбідами . . . . .</i>	<i>22</i>

<i>Сухий К.М., Беляновська О.А., Томіло В.І., Суша І.В., Литовченко Р.Д.</i>	
Модифікація монтморилоніту полііоненами . . . . .	24
<i>Аксіментьєва О.І., Мартинюк Г.В., Яцков М.В.</i>	
Синтез електропровідних нанодисперсій поліаміноаренів у розчинах полімерних електролітів . . . . .	25
<i>Дейнека К.Ю.</i>	
Вплив режимного гістерезису на біфуркаційні швидкості обертання камери із автоколивним полідисперсним завантаженням . . . . .	27
<b><i>Секція 2. Аналітична хімія навколишнього середовища та продуктів агровиробництва. Інноваційні технології харчової промисловості.</i></b> . . . . .	29
<i>Яцков М.В., Корчик Н.М., Пророк О.А.</i>	
Отримання органічних сполук купруму, цинку та кобальту із висококонцентрованих рідких відходів . . . . .	30
<i>Трофименко А.В., Трофименко В.В.</i>	
Біоенергетичний комплекс з використанням сонячної енергії . . . . .	32
<i>Бутиріна Т.Є., Фролова Л.А., Березюк Д.А., Богомаз М.В., Сельмурзаєв М.Р.</i>	
Характеристика стану ґрунтів природного парку “Святі гори” . . . . .	34
<i>Сухарев С.М., Марійчук Р.Т., Сухарева О.Ю., Онисько М.Ю.</i>	
Експресне спектрофотометричне визначення суми карбонільних сполук у атмосферних опадах . . . . .	36
<i>Мисіна О.І., Яцков М.В.</i>	
Використання модельних суспензій магнетиту при очищенні середовищ від ферумвмісних домішок . . . . .	38
<i>Яцков М.В., Корчик Н.М., Кирилюк С.В.</i>	
Реагентне очищення концентрованих стічних вод гальванічного виробництва . . . . .	40

<i>Сташків Ольга, Василечко Володимир</i>	
Сорбція Pr(III) на Закарпатському клиноптилоліті . . . . .	42
<i>Петрушина Г.О.</i>	
Дослідження оптимального рН середовища при потенціометричному визначенні аскорбінової кислоти . . . . .	43
<i>Філінська Т.Г., Гордовенко М.О., Філінська А.О., Черваков О.В.</i>	
Шоколадна молочна глазур функціонального призначення . . . . .	45
<i>Яцков М.В., Корчик Н.М., Беседюк В.Ю.</i>	
Дослідження обробки молочної сировини йонним обміном у виробництві дитячих молочних продуктів . . . . .	47
<i>Калина В.С., Іщенко М.В., Горбачевська К.Ю., Перкова А.О., Козяр Ю.В.</i>	
Функціональні інгредієнти у харчових продуктах . . . . .	49
<i>Петріна Р., Гриців С., Луній Х., Хом'як С., Новіков В.</i>	
Технологія одержання фенольних сполук та терпеноїдних алкалоїдів з калусної біомаси рослин роду <i>Delphinium</i> . . . . .	51
<i>Лобко А.Р., Зибайло С.М.</i>	
Обґрунтування вихідних вимог до тістоформуєчої машини для виготовлення печива . . . . .	52
<i>Міснянкін Д.О., Андрущенко Б.О., Угрімова Д.А.</i>	
Вплив екструзійної обробки на якість ферментованого житнього солоду . . . . .	54
<i>Банник Н.Г., Науменко О.П.</i>	
Актуальність застосування алюмінієвих пакувальних виробів для харчових продуктів . . . . .	55
<i>Вакуліч А.М., Степневська Я.В., Пономаренко І.В.</i>	
Розробка технології отримання кисломолочного продукту функціонального призначення з подовженим терміном зберігання . . . . .	56

<i>Науменко О.П., Науменко М.О.</i>	
Напрямок на збереження харчових продуктів з значним вмістом зв'язаної вологи . . . . .	58
<i>Сустретова А.М., Береславская Л.С., Ковалёв С.В.</i>	
Проектирование колонного аппарата с использованием пакета MathCAD . . . . .	60
<b><i>Секція 3. Актуальні проблеми синтезу, структури та реакційної здатності органічних та елементоорганічних сполук . . . . .</i></b>	
<b>61</b>	
<i>Tokar A.V., Sytnyk S.A., Lovynska V.M., Kharytonov M.M.</i>	
The quantum-chemical investigation of the relative thermodynamic stability for some structural fragments of lignin macromolecules . . . . .	62
<i>Shtamburg V.G., Shtamburg V.V., Anishchenko A.A., Kravchenko S.V., Mazepa A.V.</i>	
Aryl(indol-3-yl)benzoins . . . . .	63
<i>Борисенко О.М., Логвінков С.М., Белікова Т.Б., Івашура А.А.</i>	
Дослідження взаємодії елементоорганічних сполук з фенолформальдегідною смолою . . . . .	65
<i>Скороход К.С., Галстян А.Г.</i>	
Окиснення 4-брометилбензену озonom у рідкій фазі . . . . .	66
<i>Кулешова Т.С., Фастовецька К.В.</i>	
Діестер з малеїнового ангідриду та сахарів . . . . .	68
<b><i>Секція 4. Електроосадження металічних і полімерних покриттів. Захист від корозійного руйнування. Лакофарбові та захисні покриття . . . . .</i></b>	
<b>70</b>	
<i>Пашина А.Г., Ріттер А.Я., Плясовська К.А., Варгалюк В.Ф.</i>	
Сплав Pb-Sn з добавками сполук титану . . . . .	71

<i>Калин Т.І.</i>	
Дослідження інгібіторних властивостей деяких похідних декагідроакридиніонів-1,8 у кислому середовищі . . . . .	72
<i>Стадницька Н.Є., Наконечна А.В., Маліцька А., Василюк С.В., Новіков В.П., Лубенець В.І.</i>	
Тіосульфатні біоциди для захисту металічних поверхонь . . . . .	73
<i>Мищенко В.І., Ковальов С.В.</i>	
Електрокристалізація нікелю в магнітному полі . . . . .	75
<i>Губенко А.Е., Варлан К.Є., Северенчук І.М.</i>	
Фенольні олігомери для захисних покриттів . . . . .	76
<i>Губенко А.Е., Варлан К.Є.</i>	
Сполуки для плівкоутворювальних систем на основі продуктів з відновлювальної сировини . . . . .	78
<i>Проценко В.С., Боброва Л.С., Голубців Д.Є.</i>	
Електроосадження покриттів хромом з електролітів, приготованих на основі низькотемпературного евтектичного розчинника . . . . .	80
<i>Проценко В.С., Богданов Д.А., Кітик А.А., Данилов Ф.Й.</i>	
Електрохімічний синтез композиційних покриттів нікель-діоксид титану з електроліту на основі низькотемпературного евтектичного розчинника . . . . .	82
<i>Свердліковська О.С., Бурмістр М.В., Пономаренко І.О., Паливода М.М.</i>	
Перспективні напрями розвитку поліграфічних фарб для офсетного друку . . . . .	84
<i>Королянчук Д.Г., Овчаренко В.І., Нефедов В.Г.</i>	
Електропровідність тонких шарів електролітів як причина інтенсифікації корозійних процесів. . . . .	86
<i>Авторський показчик . . . . .</i>	87

У конференції прийняли участь 117 викладачів, науковців, аспірантів і студентів із 16 вищих навчальних закладів та двох ТОВ 12 міст України та зарубіжжя

№ з/п	Назва ВНЗ	Місто
1	Дніпровський державний аграрно-економічний університет	Дніпро
2	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара	
3	ДВНЗ “Український державний хіміко-технологічний університет”	
4	ТОВ “Ваговимірювальні системи-ПРОМ”	
5	ТОВ “Науково-інноваційна компанія ЕЛКО”	
6	Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу	Івано-Франківськ
7	Дніпровський державний технічний університет	Кам’янське
8	Національний транспортний університет	Київ
9	Львівський національний університет імені Івана Франка	Львів
10	Львівський торговельно-економічний університет	
11	Національний університет “Львівська політехніка”	
12	ІОНХ НАН Біларусі	Мінськ, Білорусь
13	Інститут фізичної хімії НАН України	Одеса
14	Рівненський державний гуманітарний університет	Рівне
15	Технічний коледж Національного університету водного господарства та природокористування	Рівне
16	ІХТ СНУ ім. В. Даля	Рубіжне
17	Державний вищий навчальний заклад “Ужгородський національний університет”	Ужгород
18	Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця	Харків
19	Presov University in Presov	Presov, Slovak Republic

Наукове видання

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
II ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“Теоретичні та експериментальні аспекти  
сучасної хімії та матеріалів”  
ТАСХ 2018**

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

Підписано до друку 06.04.2018 р.

Формат 60 × 80/16. Папір офс.

Ум. друк. арк. 5,46. Ум. вид. арк.. 3,33. Тираж 100 прим. Зам. № 365

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

Ідентифікатор видавця у системі ISBN: 7599

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.facebook.com/adverta.Izdatelstvo