



АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХІМІЇ ТА ІНТЕГРОВАНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

***Міжнародної науково-практичної конференції,
присвяченої 80-річчю кафедри хімії
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова***

Харків – 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БІЛОРУСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВАРШАВСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)

ДП УНТЦ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ «ЕНЕРГОСТАЛЬ»

ALGOL CHEMICALS OY, FINLAND

EMO FRITE COMPANY, CELJE, SLOVENIA

GOLDEN TILE CERAMIC GROUP

ПрАТ «ТРЕСТ ЖИТЛОБУД-1»

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХІМІЇ ТА ІНТЕГРОВАНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

**Міжнародної науково-практичної конференції,
присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**

7–8 листопада 2019 року

Харків – 2019

УДК 54+628(06)

A43

Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій : матеріали А43 міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, Харків, 7–8 листоп. 2019 р. / [редкол.: О. О. Мураєва та ін.] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Дніпров. держ. техн. ун-т, Algol Chemicals OY (Finland) [та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 172 с.

ISBN 978-966-695-504-6

У збірнику надруковані матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова «Актуальні питання хімії та інтегрованих технологій», що відбулася 7–8 листопада 2019 року в Харківському національному університеті міського господарства імені О. М. Бекетова. Збірник буде корисним для наукових співробітників, аспірантів та студентів, які цікавляться актуальними питаннями хімії та екології, проблемами розвитку нафтогазової технології та інженерії, інноваційними дослідженнями у сфері матеріалознавства та нанотехнологій, вивченням електрохімічних процесів і технологій, питаннями корозійної стійкості конструкційних матеріалів в агресивних середовищах.

УДК 54+628(06)

ISBN 978-966-695-504-6

© Колектив авторів, 2019

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету:

Бабаєв Володимир Миколайович – ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, доктор наук з державного управління, професор, академік Міжнародної інженерної академії, Заслужений будівельник України, Лауреат державної премії в галузі архітектури.

Заступники голови організаційного комітету:

Шутенко Леонід Миколайович – почесний ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, доктор технічних наук, професор, заслужений працівник народної освіти України, дійсний член академії інженерних наук України, академії будівництва України.

Сухонос Марія Костянтинівна – проректор з наукової роботи ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, доктор технічних наук, професор, академік академії наук вищої освіти України.

Науковий комітет:

Гуріна Галина Іванівна – канд. хім. наук, доцент, завідувач кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

Йонас Фогельберг – директор компанії Algol Chemicals (Фінляндія)

Капцов Іван Іванович – доктор техн. наук, професор, зав. кафедри нафтогазової інженерії і технологій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, академік Української академії нафти і газу. *Керівник секції 3.*

Касперович Андрій Вікторович – зав. кафедри полімерних композиційних матеріалів Білоруського державного технологічного університету (Білорусь)

Колос Надія Миколаївна – доктор хім. наук, професор кафедри органічної хімії Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. *Керівник секції 2.*

Oksana Shalygina, PhD – EMO FRITE Company, Celje (Словенія)

Пан Микола Павлович – канд. техн. наук, професор кафедри економіки ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

Савцова Оксана Вікторівна – доктор техн. наук, професор кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. *Керівник секції 4.*

Середа Борис Петрович – доктор техн. наук, професор, директор науково-дослідного центру матеріалознавства та інноваційної технології, зав. кафедри автомобілів та автомобільного господарства Дніпровського державного технічного університету.

Сідак Володимир Степанович – кандидат техн. наук, професор кафедри нафтогазової інженерії і технологій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

Сталінський Дмитро Віталійович – доктор техн. наук, професор, Генеральний директор ДП «УкрНТЦ «Енергосталь», завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та очищення вод ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. *Керівник секції 1.*

Стольберг Фелікс Володимирович – доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. *Керівник секції 2.*

Тульський Геннадій Георгійович – доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». *Керівник секції 5.*

Члени організаційного комітету:

Ткачов Вячеслав Олександрович – головний модератор організаційного комітету, канд. техн. наук, доцент, декан факультету інженерних мереж та екології міст ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Мураєва Ольга Олексіївна – відповідальний секретар конференції, канд. хім. наук, доцент кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Сорокіна Катерина Борисівна – секретар секції 1 «Актуальні інноваційні напрями розвитку об'єктів цивільної інженерії», канд. техн. наук, доц. кафедри водопостачання, водовідведення та очищення вод ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Дмитренко Тетяна Володимирівна – секретар секції 2 «Актуальні питання хімії та екології», канд. техн. наук, доцент кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Ромашко Олександр Васильович – секретар секції 3 «Питання розвитку нафтогазової технології та інженерії», канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії і технологій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Воронін Геннадій Костянтинович – секретар секції 4 «Хімія. Інноваційні дослідження в сфері матеріалознавства та нанотехнологій», канд. техн. наук, доцент кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Нестеренко Сергій Вікторович – секретар секції 5 «Корозійна стійкість конструкційних матеріалів в агресивних середовищах. Електрохімічні процеси і технології», канд. техн. наук, доцент кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Зайцева Інна Сергіївна – модератор, канд. хім. наук, доцент кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.

Слатова Ольга Миколаївна – модератор, ст. викладач кафедри нафтогазової інженерії і технологій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова.



**Секція 1. Актуальні інноваційні напрями розвитку об'єктів
цивільної інженерії**

Керівник секції – Сталінський Дмитро Віталійович, докт. техн. наук,
професор, Генеральний директор ДП «УкрНТЦ «Енергосталь»,
завідувач кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

Секретар – Сорокіна Катерина Борисівна, канд. техн. наук,
доцент кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

ОСНОВНІ ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ КАФЕДРИ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ І ОЧИЩЕННЯ ВОД

Д. В. Сталінський, докт. техн. наук, професор
завідувач кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова,
Генеральний директор ДП «УкрНТЦ «Енергосталь»

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
vvov@kname.edu.ua

Кафедра водопостачання, водовідведення і очищення вод (ВВіОВ) була створена в 1945 році, має багаторічний плідний досвід освітньої та наукової діяльності. На сьогоднішній день кафедра ВВіОВ веде підготовку здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів за спеціальностями:

- 192 Будівництво та цивільна інженерія;
- 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології.

Серед пріоритетних завдань та напрямів розвитку кафедри ВВіОВ можна виділити наступні:

- вдосконалення освітнього процесу;
- підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників;
- підвищення ефективності наукової діяльності;
- розвиток матеріально-технічної та навчально-методичної бази кафедри.

Досить часто вища освіта не відповідає реаліям сьогоднішнього дня, запитам ринку праці, потребам економіки, а головне – інтересам самих здобувачів вищої освіти.

На сьогоднішній день найважливіше завдання освітнього процесу – відповідність освітніх програм завданням підготовки фахівців, здатних взяти активну участь в реальній виробничій діяльності та науково-технічному прогресі. Постійне відставання освітнього процесу від сучасного виробництва призводить до підготовки вузького фахівця, який не здатний до адаптації в умовах радикальних змін професійної діяльності.

Високу якість освіти традиційно пов'язують із послідовним і систематичним вивченням як профільних прикладних, так і фундаментальних гуманітарних та природничих навчальних дисциплін.

Обов'язковими умовами освітнього процесу повинні бути поліпшення інформаційно-методичного забезпечення, вдосконалення методики проведення навчальних занять за допомогою впровадження в навчальний процес активних та інтерактивних форм навчання, ознайомлення з об'єктами професійної діяльності, проведення занять на базі робочих місць, залучення для проведення занять досвідчених співробітників проектних і дослідницьких організацій.

В умовах постійного затребування фахівців в області життєзабезпечення населених пунктів, зниження негативного впливу на навколишнє середовище, створення ефективних систем функціонування промислових підприємств реалізація вищезазначених завдань дозволить кафедрі ВВіОВ досягти відповідності сучасним вимогам забезпечення якості освітнього процесу.

МОДИФИКАЦИЯ КВАРЦЕВОЙ ЗАГРУЗКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

С. С. Душкин, докт. техн. наук, профессор

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
61002. Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17
office@kname.edu.ua*

В качестве фильтрующей загрузки в системах водоподготовки обычно используют кварцевый песок, керамзит и пр., которые имеют отрицательный заряд. Так как находящиеся в осветляемой воде коллоидные и другие загрязнения также отрицательно заряжены, то между ними и поверхностью зерен фильтрующей загрузки возникают электростатические силы отталкивания, препятствующие прилипанию частиц. Обработка кварцевого песка раствором флокулянта ПАА приводит к образованию на поверхности зерен загрузки полимерной пленки и придает зернам положительный заряд и тем самым создает условия для более полного протекания процессов очистки воды, что подтверждено научными работами Вейцера Ю.И., Колобовой З.А., Сафоновой Г.М. [1,2].

Изучены следующие основные вопросы:

– влияние времени обработки кварцевой загрузки раствором коагулянта сульфата алюминия на продолжительность фильтроцикла и качество очистки воды;

– кратность использования модифицированной загрузки фильтра.

Установлено, что модификация кварцевой загрузки контактных осветлителей раствором флокулянта ПАА позволяет интенсифицировать процессы очистки воды в системах питьевого водоснабжения, уменьшить расход реагентов на 25–30% с получением очищенной воды необходимого качества, сократить количество производственных площадей, необходимых для реагентного хозяйства очистных сооружений, стоимость очистки воды снизится на 20–25%.

Модификация кварцевой загрузки позволяет снизить стоимость реагентов в среднем на 40–50% с получением воды необходимого качества.

Результаты исследований переданы для внедрения в КП «Харьковводоканал».

Литература

1. Пат. 118596 Україна, МПК (2017.01) C02 F1/48. Спосіб очистки природних і стічних вод /Душкін С.С., Благодарна Г.І., Коваленко О.М., Євдошенко В.В., Гресь О.В.; заявник та власник ХНУМГ ім. О.М. Бекетова – № а 2017 02868; заявл. 27.03.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.

2. Вейцер Ю.И. Влияние знака электрического заряда загрузки и взвешенных веществ на процесс фильтрования : Научн. труды АКХ им. К.Д. Памфилова / Ю.И. Вейцер, З.А. Колобова, Г.М. Сафонова. М. : ОНТИ АКХ, 1974. С. 32-42.

НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИХ СПОРУД МІСЬКОГО ВОДОПРОВОДУ

К. Б. Сорокіна, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
katerinasorokina@kname.edu.ua*

Проблема постачання населення доброякісною, повноцінною в фізіологічному відношенні питною водою є актуальною не тільки для України, а й для інших країн.

Якість води, що надходить споживачеві з систем водопостачання, залежить від складу вихідної води і визначається технологічними вимогами відповідних контролюючих організацій.

Складне переплетіння техніко-економічних і соціальних факторів призводить до кількісних і якісних змін природних і техногенних екосистем, які тягнуть за собою деформації факторів життєзабезпечення людини. Практично всі діючі в Україні системи господарсько-питного водопостачання, що базуються на поверхневих джерелах, були побудовані або реконструювалися з урахуванням технологічної схеми, яка дозволяє здійснювати очищення води тільки з джерел не вище другого класу, тобто природних вод з помірним рівнем антропогенного забруднення. В сформованих в даний час умовах ці системи не дозволяють досягти необхідних показників якості води, яка використовується для питних цілей.

Підготовка питної води відповідно до діючих вимог може бути здійснена тільки шляхом застосування більш ефективних реагентів і технологій на основі методів глибокого очищення води. У той же час, з огляду на особливості технології обробки великих мас води на водопровідних станціях, підвищення бар'єрної ролі існуючих очисних споруд може бути досягнуто за рахунок удосконалення традиційних діючих схем і режимів обробки води.

У різноманітному комплексі заходів, спрямованих на підвищення ефективності роботи очисних споруд міського водопроводу, можна виділити такі напрямки:

- проведення пуско-налагоджувальних робіт;
- удосконалення процесів приготування і дозування розчинів реагентів;
- використання нових реагентів;
- поліпшення умов коагуляції домішок води;
- підвищення ефективності процесів відстоювання, освітлення, фільтрування у відповідних спорудах.

В цілому, метою вдосконалення роботи очисних споруд міського водопроводу та впровадження сучасних технологій підготовки питних вод є забезпечення очищення води від природних домішок, забруднюючих речовин антропогенного походження, запобігання утворенню хлорорганічних сполук, гнучкість в управлінні та забезпечення вимог ресурсо- та енергозбереження.

ЗНЕВОДНЕННЯ НАДЛИШКОВОГО АКТИВНОГО МУЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВІНОСУ

Т. О. Шевченко, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
tamara.shevchenko@kname.edu.ua*

О. А. Златковський, канд. техн. наук, інженер-технолог,
А. О. Шевченко, канд. техн. наук, інженер інженерії навколишнього середовища

*PRODEKO-ELK Sp. z o.o., вул. Стрефова, 9, м. Елк, Польща, 19-300
andrii.a.shevchenko@gmail.com
zlatkovsky@ekoton.com*

Під час проведення досліджень було розглянуто можливість застосування золи виносу теплової електростанції в якості мінеральної добавки при зневодненні надлишкового активного мулу на камерно-мембранному фільтр-пресі. Було встановлено, що збільшення дози золи виносу в суспензії закономірно призводить до загального збільшення продуктивності фільтрування і зниження вологості фільтраційного осаду.

Однак, зростання ефективності зневоднення носить нелінійний характер. При додаванні золи виносу в районі 2% від маси вихідного осаду ефективність зневоднення зростає не суттєво – тривалість фільтрування скорочується всього на 15%, при цьому питома продуктивність збільшується на 12%. При зростанні частки золи виносу до 6% від маси вихідного осаду спостерігається більш інтенсивне прискорення процесу: так тривалість фільтрування скорочується зі 100 до 10 хвилин, питома продуктивність збільшується з 87 до 400 літрів з квадратного метра на годину. Подальше збільшення частки золи виносу незначне, особливо в розрізі роботи реального фільтр-преса: збільшення частки до 17% веде до підвищення питомої продуктивності всього до 500 літрів з квадратного метра на годину.

За такої короткої тривалості фільтрації вже необхідно враховувати час заповнення фільтр-преса, миттєву швидкість подачі суспензії на початку фільтрації, пропускну здатність підвідних трубопроводів, можливу перевитрату енергії при роботі високопродуктивного насоса. В рамках даної роботи приймаємо мінімальну тривалість фільтрації на реальному фільтр-пресі на рівні 10 хвилин. Незважаючи на те, що при максимальній дозі золи виносу відносна вологість фільтраційного осаду знижується до 40%, експериментальні дані свідчать про те, що ефект досягається виключно за рахунок додавання маси золи виносу до маси твердої фази вихідної суспензії. Тому додавання золи виносу не приводить до підвищення вологовідділення.

Література

1. Shevchenko T. Use of Fly Ash for Conditioning Excess Activated Sludge During Dewatering on Chamber Membrane Filter Presses / O. Zlatkovskiy, A. Shevchenko, T. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 3/10 (99) 2019. – P. 17-23.

ВИКОРИСТАННЯ ОЗОНУ В ЯКОСТІ ОКИСНЮВАЧА ПРИ ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ, СТІЧНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВОД

Г. І. Благодарна, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
galina.blagodarna@kname.edu.ua*

Основною тенденцією в розвитку хімічної технології на сучасному етапі є інтенсифікація виробничих процесів і зменшення кількостей побічних продуктів, стічних вод і викидів в атмосферу [1]. У хімії і технології отримали широкий розвиток різні окисні процеси, що використовують кисень або мінеральні окиснювачі (солі хромових кислот, перманганат та ін.). Одним з перспективних напрямків отримання промислово-важливих продуктів служить використання в якості окиснювача озону. Він є більш енергійним окиснювачем, ніж згадані вище; крім того, використання озону дозволяє уникнути утворення великої кількості мінеральних відходів, відділення яких від продуктів реакції і утилізації вимагають великих додаткових витрат.

Озон також виявився виключно хорошим засобом для знезараження питної води, очищення промислових стічних вод і викидів в атмосферу від шкідливих домішок (тетраетилсвинцю, фенолів, ціанідів тощо) [1]. У зв'язку з ясно відчутною тенденцією отруєння біосфери відходами промислових виробництв роль озону як санітара навколишнього середовища найближчим часом буде зростати.

Володіючи високим окислювально-відновним потенціалом озон проявляє високу реакційну активність по відношенню до різного роду домішок води, включаючи з'єднання, що біологічно не розкладаються і мікроорганізми. При взаємодії озону з домішками води протікає процес їх окислення. Відносно мікроорганізмів, присутніх в воді озон проявляє бактерицидні властивості, крім того молекули озону, що розклалися, але не вступили в реакцію, збагачують воду розчиненим киснем.

Актуальним напрямом охорони навколишнього середовища стає запобігання забруднення природних вод біологічно стійкими органічними речовинами і важкими металами, які надають значний негативний вплив на біохімічний режим водойм.

Ефективна боротьба з забрудненнями в водоймах і використання озону для синтезу різних з'єднань, очищення води і повітря неможливі без детального дослідження кінетики і механізму реакцій озону [1, 2].

Література

1. Разумовский С. Д. Озон и его реакции с органическими соединениями (кинетика и механизм) / С. Д. Разумовский, Г. Е. Зайков. – Москва : Наука, 1974. - 322 с.
2. Орлов В. А. Технология озонирования вод : учебное пособие / В.А. Орлов. - Москва : Моск. гос. строит, ун-т, 1996. - 118 с.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ УГЛЕЙ НА КАЧЕСТВО ОБРАЗУЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОД В ПРОЦЕССЕ КОКСОВАНИЯ

Л. П. Банников, канд. техн. наук

ГП «УХИН»,
61023 г. Харьков, ул. Веснина, 7
ukhinbannikov@gmail.com.

Исследования по влиянию минеральной части углей на качество образующихся при коксовании технологических вод [1] оказались необходимыми при повышении солесодержания и коррозионной активности двух цехов улавливания работающих на одном предприятии в равных условиях. Для этого выполнили анализ озоленной части коксуемой шихты и осадков технологических жидкостей (фусов) от двух установок. Составы золы проб, определенный рентген флуоресцентным методом, представлен кислотными и основными оксидами, их соотношение (индекс основности) может считаться критерием коррозионной агрессивности технологических вод.

Однако, отдельные элементы минеральных компонентов переходят в золу фусов по-разному. Мерой кислотности оксида является электроотрицательность металла, которую можно сравнить с коэффициентом перехода элемента из коксуемых углей в фусы.

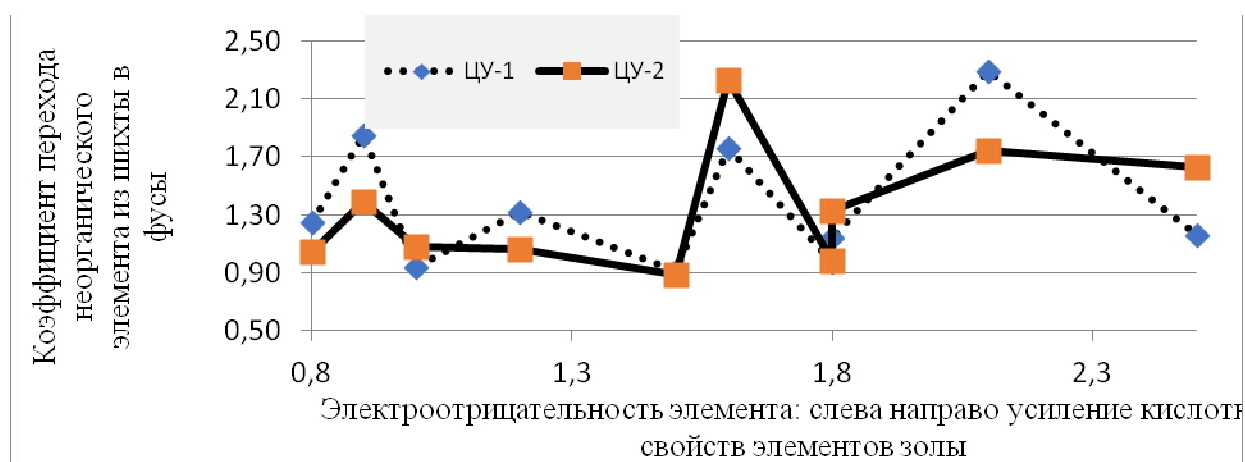


Рис. Тенденция перехода элементов из шихты в фусы в зависимости от кислотно-основных свойств

Можно утверждать о наличии слабой тенденции увеличения перехода минеральных веществ углей в технологические воды и фусы с повышением электроотрицательности, что, впрочем, должно учитываться наряду с индексом основности шихты. Другими словами, коэффициенты перехода наиболее агрессивных веществ углей (фтора, хлора, фосфора) должны быть выше.

Литература

1. Улавливание и переработка химических продуктов коксования Том 3. [Справочник коксохимика. В 6-ти томах.] / Под общ. ред. д-ра техн. наук Е.Т. Ковалева. – Харьков: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2009.– 450 с.

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД В АЕРОТЕНКАХ

Т. С. Айрапетян, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
Tamara.Ayrapetyan@kname.edu.ua*

На даний час у зв'язку з погіршенням якості води відкритих водоймищ підвищення ефективності функціонування каналізаційних очисних споруд є найважливішим чинником вирішення цієї проблеми й покращення стану навколишнього середовища.

Основним методом вилучення органічних забруднень, які містяться у стічних водах є біологічне очищення в аеробних умовах за допомогою мікроорганізмів активного мулу. Основними елементами технологічної схеми споруд аеробного біологічного очищення є аераційні ємності – аеротенки для здійснення біохімічних процесів окислення органічних забруднень. Робота аеротенків чинить вирішальний вплив на технологічні показники очищеної стічної води.

Однак існуючі на більшості каналізаційних очисних станцій традиційні технології очищення в сучасних умовах не завжди забезпечують ефективне й надійне очищення стічних вод від органічних забруднень, нормативи залишкових концентрацій яких в очищеній воді значно посилились.

Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод від органічних забруднень в аеротенках та забезпечення необхідного рівня очищення можливо за рахунок влаштування додаткового завантаження із закріпленим біоценозом на ділянках аеротенків.

Виконані дослідження показали доцільність та ефективність влаштування в об'ємі аеротенків поряд із завислим біоценозом (активним мулом) додаткового завантаження (сітки, насадки тощо). Використання закріпленого біоценозу за рахунок значно більших концентрацій мікроорганізмів дозволяє поглибити якість вилучення органічних забруднень в аеротенках. При цьому були розглянуті та запропоновані різні технологічні схеми аеротенків в яких передбачається влаштування завантаження з закріпленою біомасою по всій довжині аеротенка, або переважно на окремих ділянках, тобто аеротенк складається з двох частин, в одній із яких вилучення органічних забруднень відбувається за рахунок закріпленого біоценозу на встановленому завантаженні, а в другій – за рахунок завислого біоценозу (активного мулу) та працює як звичайний аеротенк.

Виконано теоретичне обґрунтування та розрахунки біологічного очищення стічних вод від органічних забруднень в аеротенках з завислим (вільно плаваючим) біоценозом у вигляді пластівців активного мулу та закріпним біоценозом у вигляді біоплівки, утвореної на поверхні додаткового завантаження.

ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСКОВИХ БІОФІЛЬТРІВ

М. В. Дегтяр, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002
Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
Maria_Degtyar@kname.edu.ua*

При очищенні стічних вод, зокрема специфічних, концентрованих, особливу увагу слід приділити використанню екологічно безпечних, безреагентних методів очищення, зокрема методам біофільтрації. Апаратурним оформленням методу – є біофільтри з різними модифікаціями, зокрема використання занурених біодисків.

Дослідження ефективності зазначеного методу проведемо на стічних водах (далі фільтрат) полігонів твердих побутових відходів.

Очищення фільтрату це складне завдання, як з технологічної, так і з економічної точки зору. Одностадійна схема не дозволяє досягти достатнього ступеня очищення. Зокрема, очищений фільтрат, в залежності від досягнутої ефективності очищення, може використовуватися для зрошення тіла полігона чи скидатися до водойми.

Як правило, на полігоні накопичується «змішаний» фільтрат. Цей фактор обумовлює широкий діапазон якісних показників і потребує певної гнучкості в очисному обладнанні, зокрема використання модульних установок.

Біодискові фільтри являють собою багатосекційну ємність, наповнену завантаженням, що обертається. Як правило, біологічному очищенню, в тому числі і на біодискових фільтрах, передують механічне очищення, зокрема пропонується осадження домішок в первинному відстійнику.

Запропонована схема складається з вузла предочищення (для осадження домішок та їх відокремлення), первинного відстійника, та біологічного очищення за допомогою біодисків, доочищення на механічному фільтрі.

На ефективність очищення впливає: кількість та матеріал біодисків, діаметр біодисків, відстань між дисками, частота обертання вала, час перебування у ванні фільтру.

Для оцінки запропонованого методу фіксували зміну якісних показників у відібраних пробах: вміст завислих речовин, кольоровість, показники ХПК, БПК_{повн}.

Слід зазначити, що ефективність очищення фільтрату за наведеними показниками склала, % :вміст завислих речовин – 85-87 %; кольоровість – 70-73 %; ХПК та БПК – до 95 %.

Завдяки запропонованому методу відбулося біологічне очищення, із зниженням контролюючих показників до нормативних значень.

Таким чином, очищений фільтрат може використовуватися для зрошення тіла полігона, а для скиду до водного об'єкту необхідно враховувати існуючі обмеження на скид та рекомендацій, щодо категорії водокористування.

ОПТИМІЗАЦІЯ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

К. М. Палсєва; В. Г. Котух, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
kat.81p@gmail.com*

Споживання енергії в нашій країні, як і в усьому світі, неухильно зростає і, перш за все, для цілей теплозабезпечення будівель і споруд. Основними серед тепловитрат на комунально-побутові потреби в будівлях (опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, гаряче водопостачання) є витрати на опалення. Це пояснюється умовами експлуатації будівель в холодну пору року, коли тепловтрати через огороджувальні конструкції будівель значно перевищують внутрішні тепловиділення.

За таких умов проблема ефективності стає ключовою, особливо в таких найбільш енергоємних системах, як системи теплопостачання, та потребує найбільшої уваги на таких інженерних об'єктах, де устаткування фізично і морально зношене, а його повна заміна за рахунок власних коштів власників в більшості випадків неможлива через нестачу цих коштів. Виникає потреба в підборі таких методів оцінки енергоефективності розглянутих систем, які дозволили б коректно і з відносно невеликими трудовитратами розробити найбільш ефективні енергозберігаючі заходи та в подальшому виконати комплексну оптимізацію систем теплопостачання.

Одним з таких методів є використання так званої «відносної долі використання теплоти в реальній системі». На відміну від існуючих методів, які під час «побутового» застосування виявляють цілу низку недоліків, цей критерій оцінки ефективності системи теплопостачання будівель дозволяє за наявності мінімуму вимірюваних параметрів і простоті практичного розрахунку дати уяву про теплову енергоефективність систем теплопостачання, як окремої будівлі, так і групи будівель, приєднаних до системи з єдиним температурним і гідравлічним режимом теплової мережі.

Критерій враховує фактичний режим експлуатації системи теплопостачання, простий у розрахунку, вимагає мінімальної кількості простих вимірювань і приладів для оцінки його фактичного значення. Його можна використовувати в практичних цілях для аналізу енергоефективності систем теплопостачання будівель під час енергодосліджень, а також як критерій за цільового енергетичного моніторингу в системах, що сьогодні розвиваються, для відстеження ефекту від впроваджених енергозберігаючих заходів.

Література

1. Сердикин А. А. Методика и критерий оценки энергоэффективности систем тепоснабжения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2017. – Т. 23. – № 1. С. 27– 35.

ПРО ВПЛИВ ФОСФАТВМІСНИХ МИЮЧИХ ЗАСОБІВ НА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ

В. Я. Кобилянський, канд. техн. наук, доцент, Г.І. Благодарна, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
vodocentr@i.ua; galina.blagodarna@kname.edu.ua*

Постійне зростання за останні десятиліття об'ємів використання синтетичних миючих засобів, що містять фосфати, спричинило масштабне погіршення екологічного стану джерел питного водопостачання (ДПВ). Так, в 2009 році в Україні було продано 150 тис. т прального порошку і з тих пір річна динаміка зростання продажів порошків становить 15-20 % [1]. В результаті збільшилося біогенне навантаження на водні екосистеми, що призводить до «цвітіння» водойм. Так за даними [2] за період 1946–2017 рр. середня біомаса фітопланктону в Запорізькому водосховищі збільшилася приблизно в 5 разів, причому групи Diatomaceae та Protococcaceae були поступово витіснені Суанорфусеae, особливо в літньо-осінній період.

Однак, при цьому необхідно відмітити, що вміст фосфатів в воді ДПВ не підвищився. Згідно даних моніторингу Мінприроди України, наприклад, концентрація фосфатів у питному водозаборі м. Харкова на р. Сіверський Донець за період 2008-2018 рр. залишається в межах 0,6-0,8 мг/л (при гігієнічному нормативі на питну воду 3,5 мг/л), дещо знижуючись з 2014 року.

Але одночасно фіксується зростання органічного забруднення води за показниками перманганатної окиснюваності з 5-6 мг/л до 7-8 мг/л та БСК₅ з 2 мгО₂/л до 2,5 мгО₂/л, та зниження концентрації розчиненого кисню з 8,5 мгО₂/л до 7,5 мгО₂/л. Загалом, по Україні за даними моніторингу (24,4 тис. проб води) зафіксовано зростання органічного забруднення води ДПВ за усередненим значенням показника ХСК з 27 мгО₂/л в 2008 р. до 32 мгО₂/л в 2018 р.

Таким чином, «фосфатна» проблема якості питної води на сьогодні не означає забруднення водопровідної води фосфатами, як це іноді некоректно подається населенню в ЗМІ, а полягає в значному забрудненні внаслідок «цвітіння» природної води органічними сполуками, з яких в процесі питної водопідготовки під дією дезінфектантів утворюються небезпечні для людини вторинні продукти знезараження.

Тому необхідно сконцентруватися на вилученні фосфатів із стічних вод, які скидаються в джерела питного водопостачання, та зниженні органічного забруднення питної води.

Література

1. Барна М. Ю. Стан та тенденції розвитку ринку синтетичних мийних засобів / М. Ю. Барна, О. Я. Демкович // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів: НЛТУ України, 2012. – Вип. 22.5. – С.183-187.
2. Федоненко О. В. Характеристика фітопланктону Запорізького водосховища за період існування (огляд) / О. В. Федоненко, Ю. В. Ніколенко Ю. В. // Рибогосподарська наука України наук. журн. - Київ. – 2019. – №2. – С. 21-41.

COMPUTER SIMULATION OF HYDRAULIC FLOW IN A MIXER OF SPECIAL CONSTRUCTION

A. Shevchenko, PhD, Engineer of Environmental Engineering

*PRODEKO-ELK Sp. z o.o., Strefowa str., 9, Elk, Poland, 19-300
andrii.a.shevchenko@gmail.com*

As a result of the research, data were obtained from computer simulation of hydrodynamic flow using the FlowVision software package. This program made it possible to create hydrodynamic flow models when using three types of mixers - the proposed special design of the diaphragm, pipe and washer mixers. Virtual flow models are obtained, pressure distribution, velocity, and flow turbulence plots are shown and modeled. These factors cause active and complete mixing of the reagent solution and the treated water.

The complete information on the processes, taking into account the design and technological parameters of these types of mixers, was obtained. Computer simulation of flow in mixers of different types has allowed to significantly reduce the time to conduct research, as well as to confirm the results of full-scale experiments presented by the author earlier.

As a result of the analysis of the obtained data in the computer simulation of the movement of the wastewater flow with the reagent solution, we can distinguish the following: when using different types of mixers, the best results on intensive mixing of the flow were obtained when using a diaphragm special design and washer mixer. The latter is evidenced by the graphs of the distribution of pressure and velocity in these mixers. When using a special design diaphragm, there was noticeable intense mixing of almost the entire volume of the mixture that was in the pipeline directly near the mixer. When using a pipe mixer, turbulence was negligible and concentrated at the point of introduction of the coagulant. When using the washer mixer, you could notice intense mixing only in the center of the flow.

The obtained hydrodynamic models indicate that the proposed diaphragm of a special design provides more efficient mixing of wastewater with the reagent. Pipe and washer mixer models perform worse. The proposed diaphragm allows the maximum possible and rapid mixing of wastewater with the reagent.

The obtained hydrodynamic models indicate that the proposed diaphragm of a special design provides more efficient mixing of wastewater with a reagent. Models with pipe and washer type mixers show worse results. The proposed diaphragm allows you to fully and quickly mix wastewater with a reagent.

Література

1. Shevchenko A. Computer Simulation of Hydraulic Flow in a Mixing Device with a Diaphragm of Special Design Installed in It / A. Shevchenko, T. Shevchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 3/7 (87) 2017. – P. 33-39.

МОДЕЛЮВАННЯ АНАЕРОБНОГО UASB РЕАКТОРА

І. М. Чуб, доцент, канд. техн. наук

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
irina.chub@kname.edu.ua*

Анаеробне методи використовується у всьому світі як біологічний етап не лише для очищення промислових але і для очищення побутових стічних вод. Обробка стічних вод в анаеробних умовах, в порівнянні з аеробним очищенням, дозволяє знизити капітальні витрати майже в 10 разів, розмістити споруди на значно меншій площі (приблизно в 10-20 разів). При цьому експлуатаційні витрати, в порівнянні з аеробним очищенням, знижуються практично в три рази. Недоліки анаеробного методу, пов'язані з низькою швидкістю росту анаеробних бактерій, їх високою чутливістю до зміни рН, температури і коливань концентрацій забруднень в стічній воді, а також більш низька швидкість анаеробних процесів, в порівнянні з аеробними, успішно долаються незаперечними перевагами сучасних анаеробних систем. Істотною перевагою анаеробного методу є зменшення кількості надлишкового мулу (в 3-10 разів), його стабільність, а також можливість отримання додаткової енергії за рахунок біогазу, що утворюється.

Основний напрямок у розвитку і вдосконаленні анаеробних реакторів, точно такій же, як і в разі аеробних біореакторів, - пошук конструкцій, які забезпечують підтримку в апаратах високої дози активної біомаси. Найбільш успішно це досягнуто в UASB, реакторах, які використовують гранульований активний мул. Саме ці апарати отримали в останні роки найбільшого поширення в світі. Гранульований мул має високу активність, досить високу міцність гранул і хороші седиментаційні властивості [1]. З цієї причини концентрація мулу в активній зоні апарату може досягати 50-80 кг / м³, через що можливе досягнення високих об'ємних навантажень.

Моделей, що описують процеси, що відбуваються в реакторі UASB небагато. Для застосування цих моделей потрібно багато параметрів, які необхідно визначити або припустити. Через їх складність ці моделі важко застосувати [2].

У роботі запропоновано модель, що описує поведінку UASB реактора стосовно деградації субстрату, зростання мікроорганізмів та утворення розвинених гранул, їх розподіл по висоті в реакторі. Моделювання гранулоутворення враховує транспортування маси через плівку навколо гранули враховуючи внутрішню дифузію та питому швидкість деградації.

Література

1. Bhunia P., Ghangrekar M. Influence of Biogas-Induced Mixing on Granulation in UASB Reactors // The Journal of Biological Chemistry 2008. – 41. – P 136-141.
2. Batstone D.J., Keller J., Angelidaki I., Kalyuzhnyi S.V., Pavlostathis S.G., Rozzi A., Siegrist H. and Vavilin V.A. The IWA Anaerobic Digestion Model No.1 (ADM1) // Water Science and Technology 2002. – Vol 45. No 10 – P 65-73.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. Е. Никулин, канд. техн. наук, доцент, А. В. Прокопенко, инженер

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17*

Актуальной задачей для оборотных систем водоснабжения является обеспечение стабильности воды, подаваемой, например, для охлаждения и/или очистки газов. Применяемый реагентный метод ингибирования отложений, например, в трубах Вентури газоочисток конвертеров и других производств недостаточно эффективен в связи с высокой жесткостью и рН оборотной воды. Известен метод умягчения раствором соды сточной воды газоочисток конвертеров, содержащей в основном гидратную щелочность[1]. Подача содового раствора в оборотную воду с гидратной щелочностью при смешивании обеспечивает образование карбоната кальция, удаляемого в виде взвешенных веществ на существующих стандартных очистных сооружениях. Снижение жесткости и рН оборотной воды обеспечивает последующее эффективное применение ингибитора отложений. Недостаток метода - отсутствие в существующих и вновь проектируемых системах оборотного водоснабжения специального устройства, например, гидроциклонного типа, обеспечивающего эффективное смешение всего объема оборотной воды с содовым раствором с достаточным временем для деактивации (потери адгезионных свойств) свежесформированных кристаллов карбоната кальция. Авторами выполнены исследования на лабораторной и опытно-промышленной установках по смешиванию вод с различной щелочностью. В опытно-промышленной установке применены модернизированные прямоточные гидроциклоны. Цель исследований - максимальная эффективность снижения количества отложений в обработанной воде и ее умягчения. Исследования проведены на сточной воде участка мойки деталей тепловозов, колесных пар, содержащей гидрокарбонатную щелочность с подачей суспензии известкового молока. Испытания проводились при концентрациях в смеси щелочности 2,5; 7,0; 20,0 мг-экв/дм³, взвешенных веществ 10-10000 мг/дм³, масел 25-35 мг/дм³, температуре воды 20-45 °С. В результате промышленных испытаний определены эффективные диапазоны тангенциальной скорости движения воды и продолжительности перемешивания в гидроциклонах – 1,59-2,55 м/с и 190-84 секунд, соответственно. Эффективность снижения количества (ингибирования) отложений в обработанной воде составила 86-98%, эффективность умягчения 72-98% - вода практически стабильна. При этом эффективность очистки (осветления) сточных вод от твердых примесей составила 90-97%.

Литература

1. Невструев А.Н., Самойлов С.В. / Водооборотная система газоочисток конвертеров после модернизации газоотводящих трактов конвертерного цеха ОАО «НЛМК» // Энергосбережение и Водоподготовка. – 2012. – № 2 (76). – С. 40 – 43.

СТАБІЛІЗАЦІЙНА ОБРОБКА ВОДИ НА КОКСОХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

О. П. Галкіна, канд. техн. наук

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
helen.smilka31@gmail.com*

Промислові підприємства є основними споживачами води з водних джерел, яка використовується в оборотних системах та технологічних циклах промислових підприємств. Зниження кількості природної води, споживаної на підживлення оборотних систем, здійснюється через повторне використання різних категорій очищених промислових стічних вод.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є створення на промислових підприємствах оборотних систем водопостачання і досконаліших замкнених систем водного господарства. Такий підхід дозволить істотно знизити споживання води на виробничі потреби з джерел водопостачання та зменшити або повністю виключити скидання стічних вод у водойми.

Метою даної роботи є розробка ефективного методу стабілізації води оборотних циклів водопостачання з використанням очищених фенольних стічних вод коксохімічних підприємств.

Результати обстеження існуючого стану водно-каналізаційного господарства на ПрАТ «Харківський коксовий завод» свідчать про необхідність зміни існуючої схеми водокористування підприємства, підвищену корозійну активність оборотної води. Серед існуючих екологічних проблем на заводі виділяють наступні: скидання стічних вод в міську каналізаційну мережу і високу вартість оплати; велике водоспоживання і високу вартість збору за спеціальне водокористування та викиди в атмосферу фенолів від вежі гасіння.

Установлено, що оборотний цикл охолодження заводу вимагає впровадження регулярного підживлення сумішшю артезіанської води і біохімічно очищеної фенольної води на рівні 4: 1 відповідно, що було встановлено дослідним шляхом. Через підвищений вміст завислих речовин у воді рекомендується оброблювати воду коагулянтном Pro-AQUA-18 при дозі 50 мг/дм³ або флокулянтном Besfloc – 2-4 мг/дм³. З метою стабілізаційної обробки вод на заводі передбачається вводити у систему інгібіторну композицію для запобігання корозії, яка включає інгібітор нітрифікації. Підготовку води слід здійснювати в окремій ємності з подальшим фільтруванням на мікрофільтрах і обробленням ультрафіолетовими променями. Далі підготовлену воду дозують в оборотну систему водопостачання заводу.

Таким чином, запропоновані заходи вможливають поліпшення водно-екологічної ситуації й раціональне використання водних ресурсів на підприємстві, що призводить, в свою чергу, до скорочення оплати, внесеної за споживання водних ресурсів і скидання стічних вод заводу.

Література

1. Nesterenko S.V. Reducing the Corrosion Losses of Metals when Using Phenolic Wastewater in Coke Plant Cooling Systems / S.V.Nesterenko, V.A.Tkachev, E.P.Smilka // Coke and Chemistry, 2013, Vol. 56, No. 8, pp. 286–291.

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ВОДОПІДГОТОВКИ

С. С. Душкін, канд. техн. наук, доцент

*Національний університет цивільного захисту України
61023 Харків, вул. Чернишевська, 94
nuczu@dsns.gov.ua*

Фізичні методи водопідготовки передбачають створення оптимальних умов для швидкого і повного поділу гетерогенної системи, якої є природні води, що в практиці водоочистки зводиться до отримання великих пластівців, що легко осідають, із сильно розвиненою поверхнею і до скорочення часу їх формування.

Набули поширення такі фізичні методи водопідготовки:

- накладення електричного поля;
- накладення магнітного поля;
- електрокоагуляція.

При накладенні електричного поля на воду, що освітлюється, прискорюються процеси формування і осадження коагульованої зависі, отриманої при обробці сульфатом алюмінію митних вод, підвищується ступінь очищення води від органічних і неорганічних домішок фільтруванням.

Розроблено метод переривчастого електрокоагулювання, яке представляє технологічний процес очищення води, при якому час від часу припиняється надходження електрогенерованого реагенту (металу) у воду. Процес у цьому випадку відбувається в умовах контакту води з пластівцями гідроксидів, що утворилися раніше при електрокоагулюванні.

Встановлено, що переривчасте електрокоагулювання дозволяє інтенсифікувати процес освітлення води, поліпшити якість освітленої води, знизити витрату електроенергії в середньому на 50%, зменшити робочу площу очисних споруд, при цьому собівартість очищення знижується на 25–30%.

До ресурсозберігаючих технологій можна віднести використання концентрованого розчину коагулянту сульфату алюмінію в процесах очищення води. Останнє дозволяє інтенсифікувати процеси очищення води в контактних освітлювачах, що знаходить вираз у підвищенні якості освітленої води і зниження витрати коагулянту на 20–25%.

Впровадження в практику очищення води за допомогою активованого розчину коагулянту дозволило:

- знизити витрату коагулянту на 20–25%;
- поліпшити якість освітлення води по завислим речовинам і кольоровості на 25–40%;
- зменшити собівартість очищення води і знизити капітальні витрати на будівництво очисних споруд в системах водопостачання на 18–22%.

Слід зазначити, що використання фізичних методів водопідготовки вимагає проведення додаткових досліджень.

Література

1. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – Москва : Наука, 1977. – 356 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ В ГАЗОХОДАХ СЕРОВОДОРОДНОГО ГАЗА

Л. П. Банников¹, канд. техн. наук, **Г. И. Гурина**² канд. хим. наук, доцент,
М. В. Смирнова², студентка

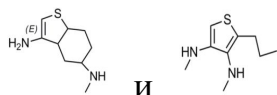
¹ГП «УХИН»,
61023 г. Харьков, ул. Веснина, 7.
ukhinbannikov@gmail.com.

²Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А.М. Бекетова, 61002 Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17

При сжатии различных газов возможно образование твердых отложений, осложняющих эксплуатацию компрессорного оборудования и технологической арматуры, повышающих также энергетические затраты на транспортировку газа [1]. На одном из коксохимических предприятий сжатие сероводородного газа после очистки коксового газа вакуум-карбонатным методом сопровождалось образованием плотных осадков, имеющих резкий запах нафталина, который привнесен из коксового газа совместно с поглотительным маслом бензольного отделения.

Анализ хроматографируемой части, растворенной в толуоле пробы отложений, показал присутствие компонентов поглотительного масла не выше 8 %, из них 5% нафталина. Анализ элементного состава органической части отложений дал возможность составить гипотетическую структуру с химической формулой $C_{100}H_{171}ON_{22}S_{11}$. Можно предположить, что одиннадцать структур $C_9H_{16}N_2S$ ассоциируются в одну макромолекулу, в которой будет интегрирован один атом кислорода. Подбор такого состава элементов по программе ChemOffice показал вероятность существования двух структур с расчетной температурой плавления 171 °С и 161 °С, близкой к температурам

размягчения проб отложений:



Наличие азота и серы в отложениях в превышающих на порядок величины в ароматической смоле и в алифатической нефти свидетельствуют, что внесение поглотительного масла в газоход и возможный унос минеральных масел смазки компрессора не является основным материалом для образования отложений. Именно наличие HCN и H₂S в сероводородном газе позволяет предположить, что на 25% отложения представлены продуктами полимеризации цианистого водорода и на 16% сероводорода.

Литература

1. Улавливание и переработка химических продуктов коксования. Том 3. [Справочник коксохимика. В 6-ти томах.] / Под общ. ред. д-ра техн. наук Е.Т. Ковалева. – Харьков: Издательский Дом «ИНЖЭК», 2009.– 450 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ТРУБ З ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ З КУЛЯСТИМ ГРАФІТОМ

В. М. Бєляєва, магістрант

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова 61002
Україна, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
belyaeva.valentina.7167@gmail.com*

Велике значення у вирішенні проблеми забезпечення надійності трубопроводів питної води має правильний вибір матеріалів труб. Довгі роки основними матеріалами труб для використання в централізованому водопостачанні були сталь і чавун.

Залежно від стану вуглецю в структурі чавуну розрізняють:

- білий чавун, в якому весь вуглець знаходиться у зв'язаному стані у вигляді карбїду залїза;
- сірий чавун, в якому вуглець переважно або повністю знаходиться у вільному стані у формі пластинчастого графіту;
- високоміцний чавун, в якому вуглець в переважно або повністю знаходиться у вільному стані у формі кулястого графіту;
- ковкий чавун, в якому весь вуглець або значна його частина знаходиться у вільному стані у формі пластівчастого графіту.

Таким чином, чавун (крім білого) відрізняється від сталї наявністю в структурі графітових включень, а між собою чавуни розрізняють формою цих включень [1].

У 1921 р. металурги встановили, що при наявності кристалів графіту кулястої форми можна досягти кращих характеристик міцності. У 50-і роки був розроблений промисловий метод обробки магнієм. Цей вид чавуну отримав назву високоміцного чавуну з кулястим графітом (ВЧКГ). У високоміцному чавуні виключається можливість поширення тріщин, так як графіт має форму сфери, і такий чавун має більш високу міцність при розтягуванні й вигині, ніж сірий чавун [1].

Механічні властивості ВЧКГ дозволяють трубопроводу витримувати немінучі навантаження, яким вони піддаються після закладення (рух і розмив ґрунтів, дестабілізація основи), без пошкоджень і роз'єднання. Крім того, ВЧКГ має достатній запас міцності, щоб успішно протистояти вертикальним механічним навантаженням, які створює зворотна засипка ґрунтом чи транспорт, який рухається по поверхні. Таким чином, відсутня проблема розривів труб, овалізації, вигинів, розтріскувань внутрішнього покриття або розстикування з'єднань.

Література

1. Гальперин Е.М. Надежность систем водоснабжения и водоотведения. Учебное пособие. – Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. Самара, 2005. – 268 с.

ВИДАЛЕННЯ СІРКОВОДНЮ З ВОДИ, ЯКА ПРИЗНАЧЕНА ДЛЯ ПИТНИХ ЦІЛЕЙ

В. В. Безпалій, магістрант, Т. О. Шевченко, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
tamara.shevchenko@kname.edu.ua*

Очистка води від сірководню потрібна бо, по-перше, одна з основних причин – це запах. Така вода зовсім непридатна для вживання, її не те, що пити, в ній навіть купатися неприємно. У великих концентраціях цей газ здатний роз'їдати навіть дуже міцний метал. У воді сірководневий газ з'являється через те, що промислові підприємства недбало ставляться до навколишнього середовища, тим самим забруднюють її, викидаючи свої шкідливі відходи в воду і атмосферу.

Проблему ж забруднення води сірководнем в будинках і котеджах можна розділити на дві групи: очищення води зі свердловини від сірководню, це означає видалення сірководню, який надходить в будинок з цієї самої свердловини; очищення гарячої води від сірководню, при цьому відбувається видалення сірководню, який утворюється у водонагрівальній техніці.

Перша група включає в себе правильно спроектовану систему водоочистки в будинку. На жаль, на сьогоднішній день існує невелика кількість фільтрів, які можуть якісно проводити очистку води від сірководню. Але іноді буває і таке, що вода прямо зі свердловини після водоочищення ніякого запаху сірководню просто не має, а пахне тільки гаряча вода. Все це відбувається тому, що в водонагрівальному обладнанні оселилися сульфатредукуючі бактерії. Ці бактерії з'являються через накопичення солі, яка з'являється на ТЕНах, при цьому вони створюють субстрат для сульфобактерій. Рішенням цієї проблеми очищення гарячої води від сірководню та інших неприємних запахів є ретельна промивка бойлера з подальшою установкою спеціального сорбційного фільтра.

Таким чином, для ефективного очищення води від сірководню необхідно знайти джерело проблеми і усунути його.

Отже, якщо виникла така проблема, а саме те, що вода з крана має запах сірководню, потрібно, перш за все, категорично відмовитися від її використання і встановити системи очищення. Звичайні очисні фільтри для води не здатні затримувати цей газ, він просто буде залишатися і накопичуватися навіть після очищення.

Очищення води від сірководню відбувається методом окислення шкідливих домішок, різними хімічними засобами. А найкращим окислювачем в цій справі є кисень. Зараз сучасні системи водоочищення та водопідготовки застосовують принцип вивітрювання. В результаті чого сірководень не тільки вивітрюється, але ще і окислюється.

Література

1. Очистка воды от сероводорода. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.bwt.ru/useful-info/ochistka-vody-ot-serovodoroda/>.

ПОКРАЩЕННЯ ПРОЦЕСУ КОАГУЛЯЦІЇ ДОМІШОК ПРИРОДНИХ ВОД

К. Б. Сорокіна, канд. техн. наук, доцент, О. О. Бєляєва, магістрант

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
katerinasorokina@kname.edu.ua*

Як відомо, коагулянти використовують для видалення з води грубодисперсних і колоїдних мінеральних домішок, а також значної частини органічних і мікробіологічних забруднень.

До безреагентних методів інтенсифікації коагуляції відносять методи, які не потребують використання додаткових реагентів:

- ефективного перемішування води, обробленої коагулянтами;
- здійснення найбільш раціональних способів додавання коагулянтів до води;
- рециркуляція коагульованої суспензії через зону введення нових порцій коагулянту;
- поєднання коагуляції з обробкою води в магнітному та електричному полях, а також ультразвуком.

В якості технічного рішення покращення процесу коагуляції, що не потребує значних змін технологічної схеми, складного обладнання та значних експлуатаційних витрат, може бути розглянуто поєднання концентрованого коагулювання і перемішування води аеруванням.

Концентроване коагулювання полягає в дозуванні всієї необхідної кількості коагулянту лише в частину оброблюваної води. Після ретельного змішування з розчином коагулянту потік обробленої води об'єднують (зазвичай на початку камер утворення пластівців) з потоком некоагульованої води.

Метод концентрованого коагулювання має такі переваги:

- розподіл усього коагулянту тільки в частині води створює умови для прискореного утворення пластівців;
- після змішування з необробленою водою пластівці, що сформовані в умовах підвищеної концентрації коагулянту, добре видаляють водні домішки.

Покращення коагуляції домішок води під час аерації обумовлено одночасним протіканням принаймні чотирьох процесів:

- специфічне механічне перемішування води бульбашками повітря;
- утворення зародків твердої фази продуктів гідролізу на поверхні газових бульбашок;
- виділення з води надлишкових кількостей вуглекислого газу;
- окиснення киснем, що виділяється з повітря, органічних домішок.

Передбачається, що застосування концентрованого коагулювання у поєднанні з перемішуванням допоміжного потоку води аеруванням дозволить на 25–30 % знизити дозу коагулянту порівняно з традиційним методом коагуляційної обробки всього обсягу води.

ОСОБЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МАШИНОБУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

М. В. Дегтяр, канд. техн. наук, доцент, О. О. Музалевський, магістрант

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
Maria_Degtyar@kname.edu.ua*

Для галузі машинобудування характерні високі значення обсягів водоспоживання та ступеня забрудненості виробничих стічних вод токсичними речовинами. Таким чином, очищення стічних вод на підприємствах машинобудування є досить складним завданням, пов'язаним з нестійким та багатокомпонентним складом.

Основними джерелами забруднення є процеси гальвановиробництва та металообробки, які є обов'язковими етапами технологічного циклу машинобудівних підприємств.

Основними забруднювачами стічних вод підприємств машинобудування є:

- металодомішки гальванічних цехів;
- нафтомаслодомішки механічних цехів і органічні забруднення господарсько-побутових стічних вод;

Механічні способи (відстоювання та фільтрація) дозволяють вилучити близько 30 % забруднень. Для більш глибокого очищення слід застосовувати фізико-хімічні способи, зокрема коагуляцію та флокуляцію.

Одним з найважливіших факторів, що впливає на перебіг процесів є показник рівня рН, він регулюється за допомогою лужних (вапно, крейда) чи кислотних (вугільна, соляна, сірчана кислоти) реагентів.

Для очищення стічних вод пропонується використання методів заснованих на принципах коагуляції, які дозволяють значно зменшити витрату реагентів і прискорити процес утворення пластівців. Таких результатів планується досягти шляхом роздільної коагуляції, комплексного використання різних реагентів і методом контактної коагуляції, при якому реагент подається в розчин безпосередньо перед фільтром, та утворення пластівців відбувається в шарах завантаження.

Таким чином, запропонована технологічна схема буде мати наступне апаратне оформлення:

- накопичувальна ємність (усереднювач) для вирівнювання за показником рН та обсягом;
- флокулятор, для перебігу процесу коагуляції, флокуляції;
- відстійник для осадження флокул (більш ефективним є використання відстійника з додатковими зонами (поличками) відстоювання);
- доочищення на багат шарових фільтрах.

Запропонована схема дозволить довести якість вихідної стічної води до допустимої до скиду в міську систему водовідведення.

ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

А.О. Ванін, магістрант, В.О. Ткачов, канд. техн. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
tkachov.vyacheslav@gmail.com*

Вода – не тільки першопричина життя, а й джерело більшості захворювань. Якісна питна вода – це вода, що не містить домішок, шкідливих для здоров'я людини.

В умовах обмежених запасів прісної води Україна практично втратила поверхневі води, які відповідали б вимогам стандартів, що поширюються на джерела питного водопостачання.

Виходячи з цього, проблема забезпечення населення України доброякісною питною водою в достатній кількості в даний час все ще залишається невирішеною. Але при цьому практично будь-яку неякісну воду можна довести до відповідності найжорсткішим нормативам, питання тільки в тому скільки це буде коштувати і хто за це платитиме.

Основна маса, а точніше 2/3 українців споживають воду з річок, озер і водосховищ, а 1/3 отримують воду з підземних джерел. Використовувана на українських комунальних підприємствах схема очищення води є традиційною і складається з наступних основних стадій: дозування реагентів (коагулянт, флокулянт, окислювач); перемішування; відстоювання; фільтрування; знезараження; подача споживачам.

На всіх підприємствах для знезараження води використовують хлорування, винятком є дніпровська станція на якій частково використовується озонування.

Також може відрізнитися вид використовуваних коагулянтів – алюмінійвмісні, залізовмісні або інші.

Варто зазначити що обладнання, яке використовується для очищення води, в більшості випадків знаходиться в стані граничної зношеності та вимагає невідкладної реконструкції.

Основні проблеми на водопровідних станціях, які потребують усунення, це: необхідність зниження вмісту у воді розчинених органічних речовин, від яких утворюються хлорорганічні сполуки; необхідність видалення різних забруднень антропогенного походження; підвищення ефективності знезараження води по відношенню до різних груп мікроорганізмів; обробка промивних вод фільтрів і утворюваних осадів.

Для усунення цих проблем, на наш погляд, необхідно: на водозаборах проводити біологічне очищення води за допомогою біоінженерних споруд; на очисних спорудах проводити озонсорбційну очистку води, для цього необхідно підібрати дозу озону для окислення органічних речовин і дозу активованого вугілля для адсорбційного видалення цих речовин; для підвищення ефективності знезараження води необхідно до газоподібного хлору додати діоксид хлору.

Вибір коагулянту, флокулянту і устаткування також відіграє значну роль.



Секція 2. Актуальні питання хімії та екології

Керівник секції – *Стольберг Фелікс Володимирович*, докт. техн. наук,
професор, завідувач кафедри інженерної екології міст ХНУМГ
ім. О.М. Бекетова

Секретар – *Дмитренко Тетяна Володимирівна*, канд. техн. наук, доцент
кафедри інженерної екології міст ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН У ВІЙСЬКОВІЙ СФЕРІ

О.В. Галак, к.т.н, М.Д. Сахненко, д.т.н., професор, С.М. Меньшов, аспірант

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул.Куртичова, 2
nbc.kharkiv@gmail.com*

Забруднення хімічними речовинами на даний час вважається однією з основних проблем екології. В Україні значна кількість різних промислових об'єктів, які щорічно викидають в атмосферу понад 9,6 млн. тон шкідливих речовин. Основну масу викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел вносять підприємства енергетики та металургії.

На сьогоднішній день фільтри-поглиначі на об'єктах бронетехніки, зокрема на українському основному бойовому танку Т-64 та його модифікаціях, стаціонарних установках, які створені ще за часів Радянського Союзу, не дозволяють певною мірою захистити особовий склад від небезпечних хімічних речовин (далі – НХР).

Серед безреагентних методів очищення повітря оптимальним вбачається фотокаталітичне очищення газів, за яким в ролі фотокаталізатора використовуються оксидні композити на сплавах титану, що здатні ефективно знешкоджувати (розкладати) токсини різної природи за високих показників працездатності в широкому інтервалі температур і руйнувати навіть речовини, які проникають через фільтри на основі активованого вугілля [1]. В такий спосіб можуть бути окиснені до CO_2 і H_2O органічні сполуки різного складу, що надає можливість глибокого окиснення (дезінтеграції) органічних токсикантів в м'яких умовах, а простота самих пристроїв зумовлює перспективи використання фотокаталізу на практиці. Саме цьому для нейтралізації НХР в подальшому можна розглядати встановлення у фільтри-поглиначі фільтровентиляційних установок бронетехніки та стаціонарних об'єктів титанових мережок з оксидними системами.

Нагальною потребою є також визначення вимог до типу джерела ультрафіолету, що буде забезпечувати безперебійне випромінювання в умовах вібрації, різних прискорень і ударів, оптимізувати розміщення джерела ультрафіолетового випромінювання для зменшення розмірів і кількості “мертвих зон”, до яких не потрапляє випромінювання, та визначити потужність опромінення, яка забезпечить енергоефективну дезінтеграцію токсикантів залежно від їх складу та вмісту в повітряних сумішах [2].

Література

1. Галак О.В., Сахненко М.Д., Каракуркчі Г.В., Матикін О.В., Белоусов І.О., Косарев О.В. Методи очищення газових викидів від небезпечних хімічних речовин для підвищення ефективності фільтрувальних систем // Вісник НТУ “ХПІ”. 2018. № 18 (1294). – С. 89-93.
2. Галак О.В., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Меньшов С.М., Касьян С.В. Перспективи використання ультрафіолетових світлодіодів для нейтралізації небезпечних хімічних речовин // Збірник наукових праць ХНУПС. 2019. № 1(59). С. 111-117.

ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ УКРАЇНИ ТРИГАЛОГЕНМЕТАНАМИ

А.В. Соколовська, магістр, Ю.Ю. Петруша, канд. біол. наук

*Запорізький національний університет,
69600, Запоріжжя, вул. Жуковського 66, Yulia.ZNU@ukr.net*

Більшість населення України, як питну, споживає воду річки Дніпро, якість якої щорічно погіршується, хоча і раніше її не використовували без попереднього очищення й хлорування. Метод хлорування і досі залишається основним надійним і багатофункціональним способом стерилізації питної води, що пояснюється його доступністю та пролонгованою дією. Але хлорування природної води пов'язане з утворенням вторинних забруднювальних речовин, зокрема галогенорганічних сполук. Основними побічними продуктами хлорування є тригалогенметани (ТГМ) – CHCl_3 , CHBrCl_2 , CHBr_2Cl та CHBr_3 [1]. Нещодавні дослідження показали, що хлорорганічні сполуки мають канцерогенну, тератогенну активність, загальнотоксичну дію й здатні накопичуватися в живих організмах. В Україні встановлено наступні допустимі концентрації ТГМ у питній воді: CHCl_3 – 60 мкг/дм³, CHBr_2Cl – 10 мкг/дм³, сума ТГМ – 100 мкг/дм³. При хлоруванні питної води з 2020 р. також передбачено контроль таких хлорорганічних сполук, як $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ (ГДК – 3 мкг/дм³), CCl_4 (ГДК – 2 мкг/дм³), C_2Cl_4 та C_2HCl_3 (сума ГДК – 10 мкг/дм³).

Дослідження впливу питної води на здоров'я людини та необхідність приведення чинних нормативів до відповідних рекомендацій ВООЗ зумовили прийняття наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400 державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.4-171-10), які регламентують хроматографічний метод визначення хлорорганічних сполук за ДСТУ 10301-2004 та МВ № 0052-98.

Одним з ефективних методів зниження утворення ТГМ в процесі хлорування є видалення органічних компонентів з води на початковій стадії водоочищення. Однак найбільша кількість хлорорганічних сполук утворюється у воді при первинному хлоруванні, ще до видалення з води забруднень. Тому традиційні методи вирішення цього питання полягають в заміні хлорування на озонування або в застосуванні сорбційної обробки води [1].

Таким чином, наукові дослідження з цієї проблеми і постійний моніторинг стану питної води – це пріоритетне завдання науковців нашої держави, оскільки погіршення якості води – це погіршення здоров'я і скорочення тривалості життя українців.

Література

1. Амин Абдулфаттах Ахмад Амин, Андрианов А. П. Образование и пути снижения содержания тригалогенметанов в водопроводной воде Багдада / Амин Абдулфаттах Ахмад Амин, А. П. Андрианов // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 91 (07). – С. 1-20.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВІЙСЬКОВОЇ ЕКОЛОГІЇ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

О.В. Матикін, ст. викл., **В.Б. Матикін**, доц., **М.Д. Сахненко**, доктор техн. наук, проф.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2.
nbc.kharkiv@gmail.com*

Сучасні темпи науково-технічного прогресу характеризуються не лише позитивними, а й негативними процесами. Різке збільшення за останні роки обсягів оборонно-промислового виробництва, розвиток транспорту, енергетики, сільського господарства та ведення бойових дій на території Донецької та Луганської областей, де мається велика кількість хімічно-небезпечних об'єктів та підприємств, збільшує пагубний вплив на довкілля. Цілком очевидною стала необхідність активної боротьби із забрудненням довкілля у різних сферах діяльності, у тому числі й у військовій, а саме:

- переробка (знешкодження) екологічно шкідливих, токсичних і небезпечних речовин і матеріалів, поховання відходів військових виробництв;
- оптимізація або модернізація кількості військових підприємств, баз і інших екологічно шкідливих та потенційно небезпечних об'єктів військового призначення;
- розробка економічних і політичних механізмів запобігання екологічного збитку, що наносяться підприємствами ОПК, забезпечення соціальних гарантій персоналу і населенню, що проживає на прилеглий території;
- розробка екологічних програм, спрямованих на запобігання і скорочення негативного впливу військових об'єктів на навколишнє природне середовище, а також на запобігання, обмеження і ліквідацію наслідків аварій і аварійних ситуацій на військових об'єктах;
- залучення і використання науково-технічного потенціалу України і провідних країн, надання фінансової допомоги для вирішення військово-екологічних проблем на території України та інші.

Для вирішення проблем, пов'язаних з військовою екологією, необхідно дотримуватись головних принципів, серед яких екологізація мислення особового складу, аби унеможливити екологічну благодущність та безвідповідальність, захист довкілля в районах безпосередньої дислокації підрозділів ЗС України шляхом відновлення (модернізації) стабільності навколишнього природного середовища у випадку навмисного впливу на екологічну безпеку країни, як у мирний, так і у воєнний час. Саме на розбудову новітніх технологій реалізації останнього принципу і спрямовано дослідження авторів доповіді.

Література

1. Екологічна безпека військ / [М.С. Підлісна, І.Г. Мазор, Б.А. Катренчук та ін.]; за ред. В.І. Гусева. – К.: ГУВО МО України, 1998. – 130 с.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ

Н.О. Телюра, ст. викладач

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
nata.teliura@ukr.net*

Поняття агломерації дуже швидко інтегрувалось у публічну площину і зараз активно обговорюється як на законодавчому рівні так і в експертному середовищі. Тому, поняття сталий розвиток міських агломерацій стає нагальним питанням сьогодення. Сталий розвиток агломерацій – це багатогранне поняття, яке означає гармонійний розвиток економічної та соціальної сфери у нерозривному взаємозв'язку із збереженням якості навколишнього середовища. Треба відмітити, що на сьогодні розвиток агломерацій України характеризується значними відмінами в рівнях їх соціально-економічного розвитку, неузгодженістю ряду законодавчих та нормативно-правових актів з містобудівним законодавством, недостатньо чітко визначеною загальнодержавною стратегією.

З метою досягнення бажаного рівня розвитку агломерацій, потрібно, спираючись на власний досвід, враховувати кращі приклади сучасності. Тому, для формування узгодженої позиції щодо принципів ефективного розвитку агломерації пропонується скористатися кращим міжнародним досвідом, який викладено в основних міжнародних документах. Які визнають агломерацію центральним чинником соціального й економічного розвитку людства [1].

В Україні на виділення та формування меж агломерацій впливає багато чинників, на основі проведеного ранжування було виділено критерії екологічного, економічного та соціального спрямування для визначення вагових коефіцієнтів на основі алгоритму методу аналізу ієрархій (МАІ) [2].

Для реалізації державної політики, щодо забезпечення сталого розвитку агломерацій, необхідно визначити, які з екологічних показників мають найбільший вплив на виділення та подальший сталий розвиток агломерацій. Запропоновані екологічні, економічні та соціальні показники, повинні бути враховані при впровадженні заходів щодо забезпечення сталого розвитку агломерацій, саме в програмах та планах соціально-економічного розвитку, інших інвестиційних програмах на державному, регіональному і місцевому рівні, відповідній містобудівній і проектній документації тощо [3].

Література

1. Бойко-Бойчук О. В. Світові тенденції розвитку міст : міжнародний досвід / О. Бойко-Бойчук : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/dutp/2007-2/txts/07bovmmd.htm>.
2. Saaty T. L. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process / T. L. Saaty // Management Science. – 1986. – Vol. 32, №7. – Pp. 841 – 855.
3. Телюра Н. О. Правила сталого розвитку агломерацій. навч. пос. *Місцевий розвиток за участі громади*. Т 4. К.: ВАІТЕ. 2016. С. 284 – 291.

КОНЦЕПЦІЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОГО НАВЧАННЯ ЕКОЛОГІЇ: ДОСВІД АВСТРІЙСЬКИХ ВНЗ

С.І. Руднєва, канд. хім. наук, доцент, А.В. Дженюк, доцент

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
61002 Харків, вул. Курпичова 2. gene220453@gmail.com*

Проблема розробки та впровадження технологій захисту навколишнього середовища є проблемою загальнонаціонального характеру та загально-світового масштабу.

Європейський досвід навчання екології у ВНЗ ґрунтується здебільшого на технічному або природничому підходах, проте останнім часом ведеться активна дискусія щодо реформування цієї концепції, що обумовило актуальність нашої доповіді.

Головною ідеєю концепції міждисциплінарного міжуніверситетського навчання екології [1], що розроблена спільними зусиллями провідних ВНЗ Австрії, є фундаментальна підготовка фахівців у сфері екології, в основі якої лежатиме міждисциплінарний підхід. Цю концепцію під назвою Environmental Sciences було успішно реалізовано на базі магістерської програми Віденського університету [2], яка об'єднує геологів, географів, хіміків, фізиків, математиків, економістів та юристів. Програма розрахована на чотири семестри, містить 120 ECTS Credits, мова навчання – англійська. Після циклу лекцій, присвячених загальним принципам екології, та відповідного семінару студенти зосереджуються на основних питаннях екохімії, геохімії, екобіології, питаннях забрудненості навколишнього середовища та екосистемах. Спеціальні курси із законодавства, політології та економіки допомагають зрозуміти специфіку прийняття рішень з урахуванням здобутків досліджень з проблем екології. Фінальним етапом є поглиблення знань з конкретною спеціалізацією, кожен студент має власну фахову комбінацію в рамках навчання екології, з урахуванням його попереднього навчання для отримання диплому бакалавра. Завершується навчання написанням магістерської наукової роботи та її публічним захистом.

Як свідчить досвід Віденського університету, міждисциплінарний підхід уможливорює надання ґрунтовної фахової підготовки майбутньому спеціалісту в різних аспектах наук, інтегруючи актуальні результати сучасних наукових розвідок з геохімії, біохімії, екології, гідрології, біології, оцінки ризиків для навколишнього середовища тощо. Студенти отримують, таким чином, інструменти для пошуку нових шляхів вирішення нагальних екологічних проблем сьогодення.

Література

1. *Environmental Studies an Wiener Universitäten – eine Machbarkeitsstudie. Endbericht // Режим доступу: [//www.wien.gv.at/pdf/unibericht](http://www.wien.gv.at/pdf/unibericht).*
2. *Environmental Sciences (Master) an der Universität Wien// Режим доступу: [//https://studien-service-lehrwesen.univie.ac.at/studieren/masterstudien/environmental-sciences-master/](https://studien-service-lehrwesen.univie.ac.at/studieren/masterstudien/environmental-sciences-master/)*

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ШЛЯХАХ УКРАЇНИ

Ю.С. Загородня, магістр, Ю.Ю. Петруша, канд. біол. наук

*Запорізький національний університет, 69600, Запоріжжя, вул. Жуковського 66,
Yulia.ZNU@ukr.net*

Для багатьох країн в зимовий період є дуже актуальним використання на автомобільних дорогах населених пунктів протижеледних матеріалів, що сприяє зниженню травматизму та скороченню дорожньо-транспортних пригод. Для досягнення високих результатів доцільно використовувати найбільш результативний, економічний й екологічний спосіб обробки доріг.

Як відомо, існує декілька способів боротьби з зимовою слизькістю: хімічний (використання солей натрію, калію, кальцію), фізико-хімічний, (використання піщано-соляних сумішей, іноді з додаванням відходів дроблення) та тепловий. У нашій країні найпоширенішим способом боротьби є посипка суміші піску та технічної солі. Однак піщано-солева суміш завдає значної шкоди екології та здоров'ю людини. Європейські країни у боротьбі зі слизькістю покриття автомобільних доріг використовують $MgCl_2$ (бішофіт), що сприяє мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище [1].

Аналіз літературних джерел підтверджує, що протижеледні засоби мають біологічну активність залежно від концентрації відносно біоти ґрунту, гідробіонтів та рослин. Найбільш чутливим методом експрес-оцінки впливу протижеледних реагентів на довкілля є фітотестування. Встановлено, що найбільш інтенсивне накопичення хімічних компонентів, що входять до складу протижеледних препаратів, відбувається безпосередньо на узбіччі проїжджої частини. Результати наукових досліджень з оцінки впливу протижеледних засобів на об'єкти навколишнього середовища показують, що всі методичні рекомендації з їх використання потребують доопрацювання. Кожен засіб – це складна полікомпонентна речовина, висновок про безпеку якої не можна робити за її основним компонентом, так як інші хімічні сполуки, що входять до рецептурного складу здатні завдати шкоди навколишньому середовищу [2].

Необґрунтоване використання протижеледних матеріалів та їх норми розподілу може призвести до значного забруднення пришляхових територій і акваторій, впливає на сформовані екологічні та біологічні системи. Тому, питання дослідження складу протижеледних засобів та постійний моніторинг їх впливу на довкілля є надзвичайно актуальними для нашої країни.

Література

1. Шимчук О. П. Вплив протижеледних матеріалів для зимового утримання доріг на навколишнє середовище та безпеку дорожнього руху / О. П. Шимчук // Містобудування та територіальне планування. – 2014. – Вип. 54. – С. 486–490.
2. Методические подходы к обоснованию гигиенических требований к применению противогололедных материалов / И. А. Крятов, Н. И. Тонкопий, М. А. Водянова [та ін.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 52–54.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАТ

А.А. Нестер, канд. техн. наук, доцент

*Хмельницкий национальный университет, ул.Институтская 11, г.Хмельницкий, 29016,
nesteranatol111@gmail.com*

Свою долю в ухудшение экологического состояния окружающей среды вносят предприятия, которые используют процессы изготовления печатных плат для обеспечения работы современной электронной техники. К таким предприятиям относятся производства: бытовой; автомобильной; космодромной техники; техники космических аппаратов, радио и телевидения.

Характеризуя сточные воды производств печатных плат, необходимо отметить факторы влияния металлов, присутствующих в этих водах на здоровье человека.

Медь широко используется в производстве печатных плат, являясь активным проводником. Главный источник поступления меди в естественную среду в таком производстве – сточные воды операций травления меди для обеспечения рисунка, промывные воды, шламы.

Современные предприятия, которые в лучшее для производства время, вырабатывали приблизительно $4 \cdot 10^3 \text{ м}^2$ плат, накопили на своей территории по 1000–2000 тонн и более отходов за год в виде шламов, которые сохраняются в емкостях, полиэтиленовых мешках и попадают под действие атмосферных осадков. В процессе действия на них атмосферных осадков соли вымываются и переходят в грунт, поверхностные, грунтовые воды, загрязняя окружающую среду, повышая уровень экологической опасности, угрожают здоровью людей.

Величина, определенная расчетом показывает, что через 1 год после отсыпки солей верхний полуметровый слой зоны аэрации перейдет в категорию слабо и средnezасоленных. В последующие годы содержание солей будет увеличиваться во времени и по глубине и может достигать после 1 года хранения глубин 1,5 – 2 м. При таком содержании солей полное отсутствие любых живых организмов и растений гарантировано на долгие годы и после ликвидации склада на территории предприятия.

Во избежание накопления шламов на территории предприятий предлагается использовать технологию регенерации отработанных растворов травления, при которой выделенный металл используется как вторичное сырье для производства меди, а регенерированный раствор повторно используется для травления печатных плат.

Проблема повышения экологической безопасности территорий, которые подвергаются техногенной нагрузке в процессе производства плат, требует комплексного подхода для ее решения, которое заключается как в превентивном, так и в комплексе предупредительных ликвидационных мер, одним из которых может и должен стать способ регенерации травильных растворов с выделением меди для повторного использования.

Литература

1. Нестер Анатолий Антонович. Очистка стічних вод виробництва друкованих плат. Монографія. / А.А. Нестер. – Видавництво Хмельницького національного університету, 2016. –219 с.

ІНДЕКС ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ В СИСТЕМІ ПОКАЗНИКІВ РОЗВИТКУ КРАЇНИ

Лисенко М.В., аспірант

Науково-дослідна установа «УКРНДІЕП», 61001 Харків, вул. Бакуліна, 6
lysenko595@ukr.net

Індекс людського розвитку (абревіатурний можна позначити як ІЧР) - це показник, який характеризує розвиток людини в країнах світу, він щорічно розраховується експертами Програми розвитку ООН спільно з незалежними експертами, що використовують у своїй роботі статистичні дані національних інститутів і міжнародних організацій.

У 1990 році Програмою Розвитку ООН була опублікована перша доповідь з оцінкою соціального і економічного прогресу країн світу, в якому було дано поняття людського розвитку. ІЛР – це показник рівня розвитку людини в країні, тому його дуже часто використовують як синонім таких понять, як рівень життя і якість життя.

Індекс людського розвитку вимірюється по трьох основних напрямках:

1. Здоров'я і довголіття вимірюються тривалістю життя з моменту народження.
2. Доступ до освіти вимірюється рівнем грамотності дорослого населення.
3. Гідний рівень життя вимірюється внутрішнім валовим продуктом на душу населення (ВВП).

Ці три виміри виділяють у вигляді числових значень від 0 до 1, середнє геометричне якими є показник ІЧР. По цих трьох напрямках держави розподіляються на чотири групи.

1. Країни з дуже високим рівнем людського розвитку.
2. Країни з високим рівнем людського розвитку.
3. Країни з середнім рівнем людського розвитку.
4. Країни з низьким рівнем людського розвитку.

Звіти з даними про розвиток людини, як правило, запізнюються на 1-2 роки, оскільки вимагають міжнародного зіставлення після публікації статистичними службами. Охоплення країн дослідженням визначається доступністю і достовірністю даних, тому там, де надійні дані відсутні або існує невизначеність в їх точності, держави виключаються з розрахунків.

Слід зазначити, що ІЧР продовжує рости, що говорить про поступовий звуження розриву між країнами з високим і низьким рівнем ІЧР.

Література

1. Akhlakova, I. R. 2012, Labor as a factor of economic growth, *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development], no. 4, p. 285—287.
2. Bubis, I. V., Gilyazetdinova, K. R., Dyukina, T. O. 2014, On the relationship between GDP per capita, the index of happiness, the index of human development and the index of environmental efficiency, *Prilozhenie matematiki v ekonomich- eskikh i tekhnicheskikh issledovaniyakh* [The application of mathematics in econom- ic and technical studies], no. 4, p. 57—61.

ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ДЖЕРЕЛЬНИХ ВОД НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКІВ)

В.В. Яковлев, д-р геолог. наук, професор, Т.В. Дмитренко, канд. техн. наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
yakovlev030157@gmail.com, t_dmytrenko@ukr.net

Відомо, що вода поверхневих водних об'єктів найбільшою мірою схильна до забруднення. У порівнянні з поверхневими водами підземна вода відрізняється більш високим ступенем захищеності і тому є більш надійним джерелом питного водопостачання.

На території великих міст України, у тому числі міста Харкова, розташована значна кількість джерел, водою яких населення користується протягом багатьох десятиріч і навіть сторіч.

На цей час через прогресуючий негативний вплив міського середовища на якість неглибоко залягаючих підземних вод, лише окремі джерела міста за умови певного кондиціювання води можуть бути рекомендовані для використання населенням для питних цілей [1]. Зони живлення джерел, що розташовані у межах міста, є практично цілком урбанізованими територіями, де в умовах недостатньої природної захищеності на протязі століть здійснюється забруднення підземної гідросфери.

На забудованих територіях техногенне живлення за рахунок втрат із водних комунікацій може в рази перевищувати живлення з атмосферних опадів. Зі збільшенням живлення ґрунтових вод збільшуються і дебіти джерел. Якість води в міських джерелах при цьому погіршується [2]. За результатами багаторічних досліджень виявлено техногенні зміни джерельних вод Харкова по відношенню до фоновому стану джерельних вод на приміських територіях. Це виражається у зростанні мінералізації води, її загальної жорсткості, вмісту нітратів, сульфатів, хлоридів, деяких важких металів та ін.

Таким чином, актуальними є питання щодо моніторингу якісних і кількісних показників джерел і розробки програми використання джерельних вод у господарстві м. Харків. Сумарний дебіт найбільш відомих 24 джерел міста складає близько 7,0 тис. м³/добу [1], і цей ресурс може бути використаний для різних господарських цілей – поливу насаджень, миття вулиць, фонтанів, для заливу льодових катків тощо. При поглибленому вивченні якості води джерел буде вирішено і питання щодо можливості їх використання для питних цілей.

Література

1. Дмитренко Т.В., Яковлев В.В., Костенко Н.В. Экологические аспекты использования родниковых вод урбанизированных территорий для питьевого водоснабжения (на примере г. Харькова) // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2003. – Вип. 21. – С. 209-224.
2. Яковлев В.В. Джерельні води Харківської області як джерело питного водопостачання // Вісник Харківського нац. університету. № 1098. Сер. Геологія – географія – екологія. Вип. 40 – Харків: 2014. – С. 63-72.

ВПЛИВ ІОНІВ АЛЮМІНІЮ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

К.О. Філон, студентка, Т.А. Долгова, канд. біол. наук, доцент

*Харківський національний аграрний університет імені В.В.Докучаєва
62483, Харківська область, Харківський район, п/в «Докучаєвське - 2»
karinafilon708@gmail.com*

Токсичність алюмінію є головною причиною недобору врожаю зернових культур, вирощуваних на кислих ґрунтах, які становлять близько 20 % усіх оброблюваних земель в Україні [1]. Понад 50 % орних земель світу є кислими - $\text{pH} < 5$ [2]. До 60 % кислих ґрунтів припадає на країни, що розвиваються - Південної Америки, Центральної Африки - де сільське господарство є основним постачальником продуктів харчування для населення.

Прояв найбільш токсичної дії алюмінію – інгібування росту коренів, яке можна виявити через 30 хв навіть за дії мікромольних концентрацій металу. Алюміній впливає на ріст і розвиток клітин дистальної частини перехідної зони апекса кореня (верхівка кореня, зона росту), кореневі волоски [2]. Верхівка кореня акумулює алюміній і відіграє визначальну роль у процесах подальшого надходження алюмінію. Фітотоксичний вплив алюмінію посилюється за спільної дії іонів алюмінію і заліза, алюмінію і мангану, а також за нестачі важливих елементів живлення у ґрунті - фосфору, кальцію, магнію, молібдену. Токсичність кислих ґрунтів тісно пов'язана з нестачею калію. Підживлення калійними добривами зменшувало токсичні прояви алюмінію у рослин кукурудзи, цукрової тростини, квасолі звичайної.

Тривала дія Al^{3+} на клітину може спричинити зміни у структурі ядра, негативно позначитись на складі ДНК, процесах реплікації та структурі хроматину. Виявлено, що алюміній краще зв'язується з молекулами ДНК, а не з гістонами або негістоновими білками. Зв'язування Al^{3+} з ДНК на 70 % менше, якщо ДНК асоційована з гістонами. Алюміній порушує механізми, відповідальні за організацію структури елементів цитоскелета, полімеризацію тубуліну та будову кінетохору, в результаті чого порушується мітоз.

Відомі такі механізми детоксикації Al^{3+} : затримання іонів металу в кореневому слизі та накопичення алюмінію в клітинних стінках, кореневе виділення Al-хелатуючих компонентів і внутрішньоклітинне зв'язування. Механізми фітотоксичної дії алюмінію різні за своєю біохімічною природою.

Література

1. Ковалевський А.Л. В кн.: Біогеохімія рослин. –Чернігів: Українське вид-во, 2011. —160 с.
2. Життя рослин : т. 3. Рослини / под ред. Професорів В. Д. Шикардова и А. В. Михеева, 1989. – С. 156.

ЦІАНІНОВІ БАРВНИКИ В АНАЛІЗІ ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Я.О. Свіщова, канд. хім. наук, доцент

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва
62483, Харківська область, Харківський район, п/в "Докучаєвське - 2"
svishheva.jana@ukr.net*

Основними питаннями кількісного аналізу є: 1. Зниження межі визначення. 2. Розширення діапазону концентрацій речовини, що визначається. На цей час існують інструментальні методи аналізу, що відносно відповідають цим вимогам. Наприклад, хроматографія, що широко застосовується в фармацевтичній та харчовій галузі переважно для аналізу органічних речовин. Але використання хроматографічних методів дослідження вимагає використання спеціального коштовного обладнання, яке комплектується під певні завдання досліджень і не може бути універсальним для застосування в екологічних і науково-дослідних лабораторіях. На відміну від хроматографічних методів, спектрофотометричні методи дослідження є більш доступними в зв'язку з наявністю майже в кожній лабораторії спектрофотометрів та фотоколориметрів, що дозволяють проводити кількісний аналіз широкого кола речовин в різноманітних об'єктах з допустимою похибкою.

З метою розвинення спектрофотометричних методів дослідження, зокрема у водному середовищі, а також розробки методики аналізу для об'єктів довкілля з перспективою створення високочутливих експрес методів досліджено можливість використання ціанінових барвників. Представники цього класу барвників змінюють власні спектральні характеристики в присутності інших органічних молекул, що дає змогу використовувати їх в якості зонду для дослідження процесів агрегації та встановлення кількісного вмісту речовини в суміші. Вивчено спектральні зміни, що відбуваються при взаємодії ціанінового барвника пінаціанол хлориду (надалі ПНЦ) з органічними іонами. В якості протиіонів використано аніони гумусових кислот (ГК) ґрунтів різного генезису. Встановлено зміни в спектрі поглинання катіонної форми ПНЦ при додаванні збільшуваних концентрацій ГК: спостерігається зниження інтенсивності поглинання, гіпсохромний та батохромний зсув максимуму поглинання. Інтенсивність та характер спектральних змін залежить від типу ґрунту. Встановлені закономірності покладено в методику кількісного аналізу ґрунтових витяжок спектральним методом.

Література:

1. Svishchova Ya.A. Heterogeneous associates of cationic cyanine dye with organic multiply charged anions / Ya.A. Svishchova, S. A. Shapovalov // French-Ukrainian Journal of Chemistry – 2018, Vol.6, No. 1, Page: 21-30/
2. Svishchova Ya.A. Analysis of the Possibility of Using Azodyes to Estimation of the Cadmium and Lead Content in Agricultural Soils / Ya.A. Svishchova, S. A. Shapovalov // International Journal of Ecological Science and Environmental Engineering. - 2018, Vol.5 , No. 1, Page: 28-33

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ АНТРОПОГЕННОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛАНДШАФТУ

Г. Д. Лялюк-Вітер, канд. біол. наук, доцент

*Івано - Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано – Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. +38(0342)72-71-58; e-mail: bzhd@nung.edu.ua*

ДТЕК Бурштинська ТЕС є основним джерелом техногенних небезпек в Івано-Франківській області і для виробництва електричної енергії використовує три види палива: тверде, рідке і газове. При їх спалюванні утворюються димові газ та пил, що спричиняють негативний вплив на атмосферне повітря.

Таким чином, ДТЕК Бурштинська ТЕС, як вугільна електростанція, впливає безпосередньо на атмосферне повітря, а значить і на інші компоненти навколишнього природного середовища регіону. Тому було проведено оцінку ступеня антропогенного перетворення ландшафту м. Бурштин та прилеглих територій.

Для оцінки ступеня антропогенного перетворення ландшафту використовуємо методику Мельника - Лібентропа. Дана методика полягає в картуванні території та визначенні процентного співвідношення між типами ландшафту на обраній ділянці. Кожен тип ландшафту характеризується відповідним коефіцієнтом [1]. Показник ступеню антропогенного перетворення ландшафту для обраної ділянки обчислюється за формулою :

$$M_{ay} = B_m + B_{wm} + B_{gm} + B_{gwm} + B_{igwm}$$

Ступінь антропогенного перетворення ландшафту характеризується значенням:

$$M_{ay} = 4,84 \cdot 1 + 2,13 \cdot 2 + 27 \cdot 3 + 1,6 \cdot 4 + 56,4 \cdot 5 + 8,2 \cdot 0 = 378,5 p.w$$

Згідно з [1] показник **378,5 p.w** свідчить про ступінь антропогенного перетворення 40%, а вартість модифікації одного відсотка поверхні становить 4 бали.

Отже, ДТЕК Бурштинська ТЕС впливає на всі компоненти навколишнього природного середовища регіону, що приводить до антропогенного перетворення ландшафту на 40%.

Література

1. Dobriansky A., Method of the estimation of the landscape anthropogenous transformations degree (on the example Mostycki and Jaworowski regions in Ukraine) Europejskie Kolegium Polskich i Ukraińskich Uniwersytetów, ul.Marii Curie-Skłodowskiej 5, 20-029 Lublin.

СОРБЦІЙНЕ ВИЛУЧЕННЯ ЙОНІВ КАДМІЮ З РОЗЧИНУ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІРЧИЧНОГО ПОРОШКУ

Бабчук Л.Р.

*Івано-Франківський національний медичний університет
76018 Івано-Франківськ, вул. Галицька, 2
telure@ukr.net*

Сьогодні, як ніколи, важливо боротися із забруднювачами біосфери. Несприятлива екологічна ситуація в минулому столітті є причиною значного токсико-хімічного навантаження на біосферу, що призводить до появи нових форм патологій людини [1].

Серед різних токсикантів важливе місце продовжують займати важкі метали, досить небезпечним серед них є кадмій, який належить до стійких хімічних забруднювачів. Сполуки Кадмію володіють канцерогенними властивостями, про що було відзначено Міжнародним агентством по вивченню раку ще в 1993 році. Наприкінці минулого століття були прийняті законодавчі акти, спрямовані на скорочення використання кадмію і, відповідно, зменшення його поширення в довколишньому середовищі. Проте, кадмій майже неможливо вилучити з природного середовища, він все більше накопичується в довкіллі і тому потрапляє різними шляхами в харчові ланцюги людей і тварин. Потрапляючи у розчини, йони кадмію взаємодіють з іншими компонентами, утворюють гідратовані йони, оксигідрати, йонні пари, комплексні неорганічні і органічні сполуки.

Серед широкого асортименту адсорбентів - матеріалів органічного та неорганічного походження привертає особливу увагу гірчиця - рослина гіперакумулятор. Гірчиця, як олійнозернова культура, активно впроваджується для очищення ґрунтів, а продукти її переробки, особливо, гірчичний порошок, як побічний продукт у виробництві гірчичної олії може використовуватися в якості сорбенту для поглинання йонів кадмію з водних розчинів. Проведене дослідження свідчить про високу сорбційну здатність клітковини гірчиці. Гірчичний порошок містить 29,5% харчових волокон, серед них целюлоза та лігнін. Харчові волокна гірчиці, в силу своїх природних особливостей будови, мають пористу та сітчасту структуру і велику питому поверхню. Вони гідрофобні, але за рахунок великої кількості гідроксильних та карбоксильних груп здатні до йонообмінного набрякання. Це дає їм можливість поглинати йони важкого металу кадмію з розчину.

Гірчичний порошок, як дешевий рослинний гіперакумулятор та природний адсорбент, по суті, являє собою побічний продукт виробництва гірчичної олії, має високу екологічність та низьку ціну і здатний адсорбувати сполуки важкого канцерогенного металу кадмію.

Література

1. Babchuk L.R., Food's Ceramic Pot Source of Cadmium's Intoxication the Body Human// Physics and chemistry of solidstate. – V.18, #3(2017). - P. 354-357

ЗВ'ЯЗОК ХІМІЇ З ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

Н. Л. Хименко, канд. хім. наук, доцент

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
natali_khimenko@ukr.net

У ХХІ столітті високі темпи розвитку економіки, промисловості, сільського господарства, інтенсифікація виробничих процесів, висувають високі вимоги до надійної експлуатації технологічного обладнання, сільськогосподарських земель та ін.

Процес забруднення земель, навколишнього середовища останнім часом набув глобальних масштабів. Забруднення середовища такими характерними для природних кругообігів речовинами, як нітрати, солі амонію, фосфати, досягло на великих ділянках земної поверхні концентрацій, при яких природні механізми виявляються недостатніми для плавного включення цих речовин в кругообіг. В результаті, наприклад, у багатьох великих водоймах земної кулі відбулася різка зміна в екосистемах, що призвело до великого збіднення видами живих організмів, зменшилася кількість видів рослин.

Хімізація промислового і сільського господарства не означає руйнування всього живого, а, навпаки, пропонує шляхи вирішення проблем сучасності. Перш за все це створення технологій, за якими більшість природних ресурсів, які втягуються до господарського обігу, повинна буде перетворюватися в корисну продукцію. Ту частину, яку на сучасному рівні розвитку науки і техніки не можна використовувати, необхідно знешкодити. Вже сьогодні промислові об'єкти мають очисні споруди для стічних вод, газо- і пилоуловлювальні пристрої, впроваджуються замкнуті системи водопостачання, маловідходні технологічні системи.

Велику увагу хіміки-технологи приділяють виробництву таких нових хімічних засобів захисту рослин, які повністю розкладаються протягом декількох тижнів, а то і годин після їх внесення на поля. Синтетичні миючі засоби, вироблені в нашій країні, в стічних водах руйнуються біологічним шляхом до нешкідливих продуктів.

Нові технології за своїми параметрами повинні наближатися до природних процесів, відрізнятися від промислових своєю безвідхідністю або маловідходних. У безвідходному виробництві технологічний цикл «сировина - виробництво - використання готового продукту - вторинна сировина» вписується в навколишнє середовище, не порушуючи економічного розвитку.

В організм людини шкідливі речовини потрапляють через повітря, воду і їжу. Загроза екологічної катастрофи вимагає рішучого перегляду відносин сучасної «хімічної» цивілізації і природи в бік оптимізації цих відносин. Завдання полягає в тому, щоб через нові технології гармонізувати відносини «суспільство - природа» таким чином, щоб компенсаторних можливостей навколишнього середовища було досить для нейтралізації антропогенних впливів на неї.

ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ, ЯК ОДНА З ГОЛОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ СЬОГОДЕННЯ

А.І. Самохвалова, канд. техн. наук, доц., Н.Г. Онищенко, асистент
Харківський національний університет будівництва та архітектури
61002, м. Харків, вул. Сумська, 40, Україна.
samohvalova_anya@mail.ua; onishchenkonata33@gmail.com

Останнім часом особливу занепокоєність викликають проблеми водокористування через значне погіршення якості природних вод.

На якість водних ресурсів впливають не тільки природні, а й, в основному, антропогенні фактори, оскільки внаслідок інтенсивного використання водних об'єктів змінюються якість і кількість води, складові водного балансу, гідрологічний режим. Дані явища відбувається, в першу чергу, через те, що більшість річок і озер є одночасно джерелами водопостачання й приймачами промислових, господарсько-побутових, і сільськогосподарських скидів. Всі ці скиди призводять до фізичного, хімічного, біологічного та теплового забруднення гідросфери. Так, фізичне забруднення проявляється в змінах фізичних властивостей водних об'єктів: пригніченні процесів фотосинтезу водних рослин, появі неприємних запахів, присмаків і т. д; хімічне забруднення – у зміні хімічного складу води, зокрема, накопичення в ній токсичних речовин [1, 2]; біологічне забруднення полягає у надходженні зі стічними водами до водних об'єктів різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (бактерій, грибки, віруси, черви), невластивих водній екосистемі, яка забруднюється [1]. Крім того вживання води поганої якості погіршує стан здоров'я населення. Тому задача ефективної очистки забруднених стічних вод є дуже актуальною в наш час.

Для запобігання забруднення водних об'єктів, стічні води, які спускаються в них, повинні піддаватися попередній очистці на спеціальних очисних спорудах, а особлива увага повинна приділятися питанню правильного визначення необхідного ступеня очистки стічних вод і складу очисних споруд. Необхідно використовувати найкращі доступні технології, технології промислового та сільськогосподарського виробництва, що забезпечують найменші на сучасний момент концентрації певних забруднюючих речовин у стічних водах, а також можуть бути отримані та впроваджені водокористувачем при економічно доцільних затратах. Крім того, ефективним заходом є впровадження більш вимогливих норм на очищення промислових та побутових стічних вод, а також розширення та більш вимогливе регулювання сплати за відведення стічних вод. Необхідно постійно розробляти, вдосконалювати та впроваджувати ефективні, ресурсозберігаючі, дешеві технології у сільському господарстві, промисловості та комунальному господарстві.

Література

1. Самохвалова А. И. Повышение эффективности работы и компактности циркуляционных окислительных каналов: дис. канд. техн. наук: 05.23.04 / Самохвалова Анна Игоревна. – Х., 2015. – 201 с.
2. Самохвалова А. И. Общие сведения о системе очистки сточных вод / А. И. Самохвалова // Науковий вісник будівництва. – Х. : ХДГУБА, ХОТВ, АБУ. – 2009. – Вип. 51. – С.147 – 150.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ЯК БУДІВЕЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ

Т.М. Серга, студент, М.В. Альошин, студент,
О.Е. Ілляш, канд. техн. наук, доц., О.І. Повзун, канд. техн. наук, доц.

*Національний університет «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка»
36000 Полтава, Першотравневий проспект, 24
Навчально-науковий індустріальний інститут
Донецького національного технічного університету
85300 Донецька область, Покровськ, пл. Шибанкова, 2
povzun.aleksey@gmail.com*

Металургійна промисловість України характеризується підвищеною матеріало- і енергоємністю вироблюваної продукції і, як наслідок, високим техногенним навантаженням на навколишнє середовище. Щороку українські підприємства чорної металургії викидають у атмосферу понад 4 млн. т шкідливих речовин і утворюють близько 25 млн. т твердих відходів. В регіонах з металургійним виробництвом екологічний стан залишається одним із найнебезпечніших. Шлакові відвали пилять, забруднюють повітря і ґрунт.

Особливо важку екобезпеку зафіксовано у м. Маріуполі, на території якого знаходяться два крупні металургійні комбінати: ММК ім. Ілліча та МК «Азовсталь». На окремому підприємстві утворюється до 80 видів відходів, серед яких особливе місце належить технологічним відходам. Загальний об'єм накопичення металургійних шлаків досягає 190 млн. т, який постійно зростає.

В роботі викладено спосіб відновлення відходу ПрАТ «ММК ім. Ілліча» – доменного гранульованого шлаку, а саме: виготовлення ефективних виробів з ніздрюватого бетону неавтоклавного тверднення зі структуруючою хімічною добавкою ЛСТ на основі лігносульфонатів (гранульований шлак одержують з розпеченого рідкого шлаку, який розтинають струменем води).

Використання промислових відходів вирішує комплекс питань зі зниження техногенного навантаження на території, що розташовані поблизу металургійних підприємств (зменшується забруднення повітряного і водного басейнів; суттєво скорочуються площі, зайняті полігонами зберігання відходу; покращується екологічна ситуація довкілля в цілому).

Економічна доцільність застосування граншлаку досягається за рахунок заміни ним до 100% природного кварцового піску; зниження витрат цементу до 10% за рахунок використання в'язучих властивостей граншлаку; скорочення енерговитрат на помел сировинних компонентів та теплову обробку виробів на 50-70%; зниження витрат на утримання відвалів виробництва.

За вмістом природних радіонуклідів сумарна питома активність досліджених проб доменного гранульованого шлаку не перевищує 370 Бк/кг, що відповідає 1 класу використання ($A_{\text{эф.}} \leq 370$ Бк/кг, всі види будівництва без обмежень) згідно з вимогами п. 8.5.1. «Норм радіаційної безпеки України» (НРБУ-97).

CHANGES IN THE MASS BALANCE OF GLACIERS DUE TO GLOBAL WARMING

Y.A. Pervysheva student, N. A. Skora assistant

*National aerospace University. M. E. Zhukovsky «Kharkiv aviation Institute»
Kharkiv, Chkalova, 17
khai@knai.edu*

In recent years, observations of glaciers in all glacial regions have indicated their retreat connected with the increase of global temperature. It can cause sea level rise, change rivers flow and the balance of fresh water in the ocean as well as increase the frequency of natural disasters. Observations indicate the increasing impact of climate change on the cryosphere. It has already led to disastrous consequences: unprecedented reduction in the sea ice extent in the Arctic basin; the reduction of the ice period duration in freshwater bodies; the reduction of the permafrost area; the reduction of most glaciers mass. The results of the volumetric analysis of modern changes in the cryosphere are given in the Arctic Council Assessment report. A glacier's mass balance is a recognized measure of how a glacier is gaining or losing its mass. Two areas are usually distinguished on glaciers: the upper part of the feeding area (accumulation) and the lower part of the flow area (ablation), that is, areas with a positive and negative annual balance populace. The two regions are separated by a boundary where ice accumulation equals ice loss. Glacier mass balance is an important tool for understanding the response of glaciers to long-term climate change.

Given the difficulties dealing with the statistics definition of large amounts of precipitation on the glacier, it is impossible to obtain a complete picture of the spatial distribution of the ablation and accumulation zone throughout the area under consideration. To calculate the melting over the entire glacier, the ablation gradient is calculated, that is, the ratio between the amount of melted and accumulated mass, expressed in meters of water equivalent per area. The thermal energy in the air mass is proportional to its density, so the temperature tends to decrease with height. Temperature influence is very important for the glacier, so the ablation zone decreases relatively linearly with increasing height. While studying the mass balance in the accumulation season a conclusion of how much accumulation occurred on the glacier can be drawn and therefore the accumulated mass in the winter season can be calculated.

Climate plays a fundamental role in many processes occurring on the earth's surface. Radical analysis of glacier changes is an indicator of the state of the environment, including climate change. Annual indicators of mass balance greatly, but do not tend to increase.

Literature

1. Mauri S. Pelto. Hydrologic Processes: Glacier Mass Balance of North Cascade// Washington Glaciers 1984–2004. 2008
2. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic: SWIPA 2011, Executive Summary. Oslo // AMAP, 2011. C. 397
3. Cuffey, K., W.Paterson. Oxford: Elsevier Science: //The Physics of Glaciers. 2012. 4th ed.

СВІТОВИЙ ДОСВІД У ЗНИЖЕННІ ЕМІСІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ

О. С. Ломакіна, старший викладач

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова 17*

Питання контролю емісії парникових газів є актуальним вже протягом майже трьох десятиліть. Діюча Паризька угода передбачає стримання зростання глобальної середньої температури нижче 2°C понад доіндустріальні рівні за рахунок зниження викидів парникових газів, зокрема CO₂.

Основне джерело емісії CO₂ – процеси видобування та спалювання викопних видів палива при виробництві теплової та електричної енергії, зокрема кам'яного вугілля, та викиди від транспорту.

Головним напрямком зниження викидів CO₂ є декарбонізація економік країн-учасниць угоди. Більшість країн Євросоюзу прагнуть повністю припинити викиди парникових газів до 2050 р і перейти до вуглецево-нейтральної економіки.

Досягнення встановленої мети можливо за рахунок:

– електрифікації використання енергії, при цьому електрична енергія має вироблятися головним чином з відновлюваних джерел енергії. Наприклад, у Норвегії на сьогодні доля електроенергії у кінцевому використанні енергії складає 52%, при середньоєвропейському рівні 22%. При цьому 96-97% електроенергії виробляється ГЕС [1];

– скорочення видобування та використання викопного палива. Наприклад, Франція має намір до 2030 р. скоротити використання викопного палива на 40% та до 2022 р. закрити всі вугільні шахти [2];

– скорочення кількості транспорту, що працює на ДВЗ та збільшення частки електричного транспорту. Наприклад, Велика Британія має на меті заборонити продаж нових бензинових та дизельних автомобілей до 2035 р. [3];

– впровадження енергоефективних технологій, що дозволять знизити витрати енергії при опалюванні або охолодженні приміщень, тощо.

Слід зазначити, що наразі основні зусилля країн спрямовані на зменшення емісії CO₂. Однак впроваджувана та планована їх діяльність повинна супроводжуватись вилученням CO₂ з атмосфери, зокрема за рахунок збільшення площі лісових насаджень або розробки нових технологій вилучення вуглекислого газу з атмосфери.

Література

1. Норвегія: полная электрификация вместо потребления ископаемого топлива [Електронний ресурс]. – Режим доступа: https://elektrovesti.net/66331_norvegiya-polnaya-elektrifikatsiya-vmesto-potrebleniya-iskopaемого-topliva
2. Франція стане вуглецево-нейтральною, [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://eco.lviv.life/energy/219-frantsiya-stane-vugletsevo-nejtralnoyu.html>
3. Перший пішов: країна з Великої сімки вирішила стати вуглецево-нейтральною [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://eco.lviv.life/energy/214-pershij-pishov-krajina-z-velikoji-simki-virishila-stati-vugletsevo-nejtralnoyu.html>

СИНЕРГЕТИЧНА СУМІШ З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

А.С. Гончаренко, студент, О. Е. Чигиринець, д.т.н., професор

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37
nastiagoncharenko55@gmail.com*

Антиоксиданти вважають надзвичайно важливою групою харчових добавок завдяки їх унікальним властивостям підвищувати термін придатності харчових продуктів без зниження смакових характеристик та харчової цінності [1,2].

Метою дослідження є розробка ефективної синергетичної суміші задля досягнення максимального антиоксидантного ефекту. Складовими суміші було обрано водорозчинні амінокислоти - аскорбінову кислоту та гістидин. Аскорбінова кислота сприяє прискоренню утворення забарвлення і забезпечує стабільність кольору рибних та м'ясних харчових продуктів [1]. Гістидин важливий для здійснення білкового обміну і бере участь в утворенні червоних і білих клітин крові, що містяться в гемоглобіні [2].

Антиоксидантну здатність амінокислот визначали фосфомолібденовим способом. Встановлено, що інтенсивність оптичної густини розчинів з підвищенням концентрації амінокислот збільшується. Максимальні інтенсивності встановлені за концентрації аскорбінової кислоти та гістидину по $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Дослідженнями встановлено, що в сумішах аскорбінової кислоти та гістидину спостерігається синергетичний ефект. Максимальна інтенсивність оптичної густини знайдена за співвідношення $C_{\text{Аск}}:C_{\text{Гіс}}=1:2$ (1:2 ммоль/л). При цьому інтенсивність оптичної густини розчину синергетичної суміші – в 4 рази більше арифметичної суми інтенсивностей оптичної густини досліджених розчинів амінокислот.

Отримані результати свідчать про те, що використання синергетичної суміші з меншими концентраціями вихідних реагентів забезпечує більший антиоксидантний ефект.

Література

1. J. Milde, E. F. Elstner, and J. Graßmann Synergistic inhibition of low-density lipoprotein oxidation by rutin, γ -terpinene, and ascorbic acid // *Phytomedicine*. 2004. – 11. – P.105–113.
2. Qixin Leng, Martin C. Woodle, Yijia Liu, A. James Mixson, Silver adducts of four-branched histidine rich peptides exhibit synergistic antifungal activity// *Biochemical and Biophysical Research Communications*.2016. – 477. – 957–962.

ТОЧЕЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТА ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

А. А. Буланова, студентка 4 курса, М. В. Катков, канд. техн. наук, доц.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
61002 Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17
bulanovanastasiya@gmail.com*

Предложен процесс ускоренного, низкочувствительного определения загрязнения грунтовых компонентов хлорорганическими пестицидами (ХОП) точечным источником загрязнения (например, складом бывшего хранения приблизительно 10т. ХОП). Он характерен малым количеством отбора и анализа проб грунтовых компонентов. Основную часть процесса обеспечило применение регрессионной модели изменения концентрации загрязнения ХОП, как функции расстояния и глубины от точечного источника загрязнения [1].

Представленная методика процесса [2], по сравнению с общепринятой (ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб), сокращает в несколько десятков раз необходимое количество проб загрязненных грунтовых компонентов, время и материальные затраты на их отбор и анализ, при определении объемной конфигурации (границ сверхнормативного загрязнения) грунтовых компонентов загрязненных ХОП до их ПДК.

Эта методика позволит осуществить, в короткий срок, с низкими затратами, экологическую экспертизу объемного загрязнения ХОП грунтов на более 5000 территорий бывших складов хранения ХОП в Украине и осуществить необходимую ремедиацию загрязненных земель.

Литература

1. Катков М. В., Тимощенко Ю. И., Юрченко А. И. Аппроксимация уровня загрязнения почв вокруг бывших складов непригодных к использованию пестицидов в Харьковской ласті/Научно-производственный журнал «Экология и промышленность». – 2016. – № 4.– с.38 – 45)

2. Катков М. В., Юрченко А. И., Буланова А. А. Визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунтових компонентів точковим джерелом хлорорганічних пестицидів. Комунальне господарство міст. Науково - технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура випуск 1(147) 2019.ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. с.101–105.

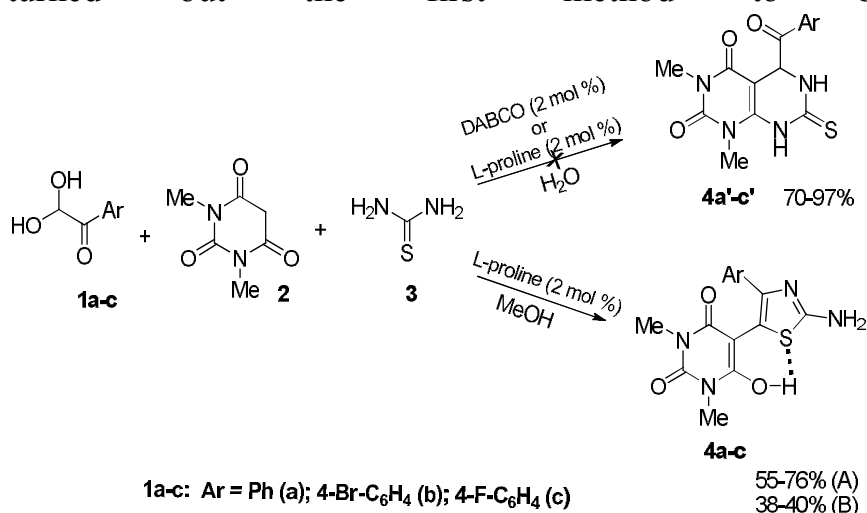
BIGINELLI-LIKE SYNTHESIS OF 2-AMINOTHIAZOLE DERIVATIVES

K. Marchenko, student, **N. Kolos**, Doctor of Sciences, Full Professor,
L. Zamigailo, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

*V. N. Karazin Kharkiv National University
61022 Kharkiv, Svoboda sq. 4
katrin_marchenko@yahoo.com*

Arylglyoxals are often convenient and available precursors in the synthesis of many heterocyclic compounds. Many cyclocondensations involving arylglyoxals have recently been performed as one-pot multicomponent reactions.

We have previously investigated a number of Biginelli-like multicomponent reactions involving arylglyoxal hydrates, a number of CH-acids with urea and thiourea. In particular, the boiling of arylglyoxals **1a-c**, dimethylbarbituric acid **2** and thiourea **3** leads to the formation of 5-(2-amino-4-arylthiazol-5-yl)-6-hydroxy-1,3-dimethylpyrimidine-2,4-dions **4a-c** [2]. The interaction was carried out in two ways: step by step adding of the reagents (method A) or one-pot synthesis (method B). It turned out the first method to be more productive.



That is why we became interested in the results of Rimaz M. and the others' article who had reported that Biginelli-like reaction in water in the presence of DABCO or L-proline catalyst between these reagents leads to pyrido[4,5-d]pyrimidine derivatives **4a'-c'**[1]. Therefore, we condensed the initial components in both methanol and water in the presence of L-proline. The compounds obtained under different conditions according to ¹H and ¹³C NMR spectra, TLC, etc., were in agreement with the characteristics of the previously synthesized substances **4a-c**. Thus, it can be argued that the products of this multicomponent condensation of arylglyoxal hydrates, thiourea and 1,3-dimethylbarbituric acid are the derivatives of 2-aminothiazole.

1. Rimaz, M., Khalafy, J., Mousavi, H. Res. Chem. Intermed. 2016. – 42.
- 2.. Kolos N. N., Zamigailo L. L., Musatov V. I. Chem. Heterocycl. Compd. 2009. – 45.

СИНТЕЗ І ФОТОКАТАЛІТИЧНА АКТИВНІСТЬ ГЕТЕРООКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ

Н.Б. Маркова, ст. наук. співр., М.Д. Сахненко, д-р техн. наук, проф.,
І.І. Степанова, канд. техн. наук, доц., **О.В. Матикін**, аспірант,
М.В. Ведь, д-р техн. наук, проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул.Курличова, 2. nmarkova58@ukr.net

Одним з відбитків сучасного стану довкілля стало значне зростання кількості алергозалежних громадян України, про що свідчить статистика МОЗ. Проте значно важливішою видається проблема зростання техногенного навантаження на довкілля, яскравим проявом якої є не тільки значні обсяги твердих відходів, а й суттєве забруднення повітряного і водного басейнів токсикантами різної природи. За таких умов в ряд нагальних постає проблема забезпечення функціонування об'єктів життєдіяльності та мобільних засобів військового і цивільного призначення, особливо в зонах проведення ООС, шляхом знешкодження техногенних забруднень, зумовлених витоком токсичних речовин із зруйнованих об'єктів інфраструктури, зниження токсичних викидів транспортних двигунів та ін. Для розв'язання цих завдань вельми ефективним вбачається гетерогенний фотокаталіз на напівпровідникових структурах (НПС). Одним з найбільш розповсюджених НПС для є діоксид титану, проте відомо, що складні двохкомпонентні оксидні системи виявляють значно вищу активність і селективність [1]. Нами було досліджено фотокаталітичну активність гетерооксидних композитів (ГОК) на основі оксиду титану (IV), легованого оксидами міді та цинку, в модельній реакції розкладання азобарвника МО.

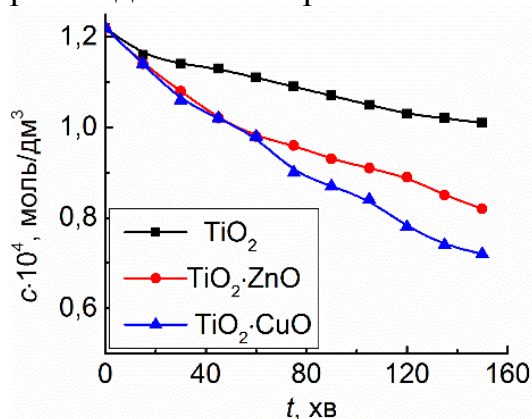


Рисунок – Змінення концентрації МО на різних каталізаторах

ГОК синтезували плазмово-електролітним оксидуванням з водних розчинів [2]. Встановлено (рис.), що ГОК з оксидами цинку і міді виявляють вищу каталітичну активність порівняно із TiO₂. Головною причиною зростання ефективності ГОК по відношенню до TiO₂, є ефекту синергізму, умови для реалізації якого закладені в технології ПЕО. Це дозволяє створювати вельми ефективні плівкові фотокаталітичні нейтралізатори.

Література

- [1] Конверсионные и композиционные покрытия на сплавах титана : монография / Н.Д. Сахненко, М.В. Ведь, М.В. Майба. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2015. – 176 с.
- [2] N.D. Sakhnenko, M.V. Ved, A.V. Karakurkchi. Nanoscale Oxide PEO Coatings Forming from Diphosphate Electrolytes. Chapter 38: in the book *Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications*: O. Fesenko, L. Yatsenko (eds.). – Springer AG, 2017. V. 195:507-531.

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ГИДРАТАЦИЮ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Е.С. Титова, студ., **О.А. Мураева**, канд. хим. наук, доц.

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
61002, Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17
muraeva.olga@ukr.net*

В работе [1] было предложено полуэмпирическое уравнение для описания чисел сольватации электролитов в водных и неводных растворителях. Было установлено, что это уравнение адекватно описывает положительную и отрицательную сольватацию в разбавленных растворах; подтверждает наличие критического радиуса катиона и аниона, при которых происходит переход от положительной сольватации к отрицательной; позволяет прогнозировать зависимость чисел сольватации от заряда и размера ионов, диэлектрической постоянной растворителя.

Представляло интерес провести анализ уравнения предложенного в работе [1] на возможность его использования для прогнозирования сольватации электролитов при увеличении (уменьшении) температуре. Установлено, что:

- влияние температуры на гидратацию электролитов зависит от степени структурированности жидкостей, в которых растворены электролиты;
- для сильно структурированных жидкостей (вода) с ростом температуры числа гидратации электролитов Z увеличиваются;
- числа сольватации электролитов Z в слабо структурированных (органических) жидкостях уменьшаются с ростом температуры;
- для ряда электролитов в водных растворах подтверждено наличие перехода отрицательной гидратации в положительную при изменении температуры;
- подтверждено существования предельного значения температуры для ряда электролитов в водных растворах, так что при $T > T_{гр.}$ отрицательная негативная гидратация невозможна;
- установлено существование связи между $T_{гр.}$ и размерами катионов и анионов. В рядах однотипных соединений с общим катионом или анионом $T_{гр.}$ растет с увеличением размера противоположно заряженного иона.

Полученные результаты полностью согласуются с положениями теории сольватации А.Я. Самойлова и Г.А. Крестова.

Литература

1. Мураева О. А. Полуэмпирическое уравнение для описания чисел сольватации электролитов / О.А. Мураева, Т.Д. Панаева// *Фундаментальные исследования*. – 2018. – №4. – с.21-27.

СОРБЦІЯ КАТІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН БЕНТОНІТОМ

Г.М. Джига, канд. хим. наук, доц., О.О. Стрельцова, д-р. хим. наук, проф.

*Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
кафедра фізичної та колоїдної хімії
65026 Одеса, вул. Дворянська, 2
annadjuga@gmail.com*

Адсорбція поверхнево-активних речовин на природних сорбентах має практичне і теоретичне значення (ПАР). Це обумовлено тим, що сьогодні в Україні питання про забруднення водних басейнів токсичними для здоров'я людей речовинами, до реєстру яких входять і ПАР, на жаль, залишається відкритим. Внаслідок унікальних фізико-хімічних, структурно-адсорбційних та іонообмінних властивостей природні сорбенти є перспективними для очистки стічних вод від органічних забруднювачів.

В даній роботі досліджені закономірності сорбції катіонної ПАР – АНП (суміш моноалкіламонію хлоридів), природним бентонітом Асканського родовища з наступним хімічним складом, мас. %: SiO_2 – 51,0; Al_2O_3 – 16,86; Fe_2O_3 – 3,29; MgO – 2,64; CaO – 2,07; Na_2O – 0,65; K_2O – 0,50; TiO_2 – 0,25. Дослідження сорбції проводили в статичних умовах при температурах: 293, 313, 333 К. Концентрації водних розчинів АНП: $(4,3\text{--}35)\cdot 10^{-5}$ моль/л. Витрата природного бентоніту – $0,4$ г/дм³.

Встановлено, що ізотерми адсорбції однотипні і мають форму, близьку до форми ізотерм L2-типу за класифікацією Джайлса і до I-II типу за класифікацією IUPAC. На початковій ділянці ізотерми величина адсорбції прямолінійно збільшується зі збільшенням концентрації ПАР. Для опису адсорбції катіонної ПАР на бентоніті і з'ясування її механізму були використані рівняння ізотерм адсорбції Ленгмюра, Фрейндліха та Дубініна-Радушкевича. Рівняння Ленгмюра описує експериментальні ізотерми адсорбції АНП в області $(0\text{--}15)\cdot 10^{-5}$ моль/л. Значення константи рівноваги K_L з підвищенням температури розчину зменшуються, що свідчить про екзотермічний характер процесу й переважно фізичну адсорбцію в даній області. Рівняння Фрейндліха виконується при середніх ступенях заповнення поверхні. Позитивний вплив температури на процес переходу молекул ПАР із розчину в фазу сорбенту і на збільшення сорбційної здатності по відношенню до молекул ПАР підтверджується тим фактом, що з підвищенням температури розчину значення констант K_F підвищуються з $4,1\cdot 10^{-2}$ до $11,6\cdot 10^{-2}$. За допомогою рівняння ізотерми Дубініна-Радушкевича можна припустити, що механізм сорбції протікає за іонообмінним механізмом, а також енергія зв'язку між сорбентом та сорбатом по мірі заповнення поверхні зростає.

Таким чином, аналіз одержаних даних по адсорбції ПАР бентонітом дозволяє його рекомендувати для використання в якості ефективного сорбенту і флоатційного носія катіонних ПАР.

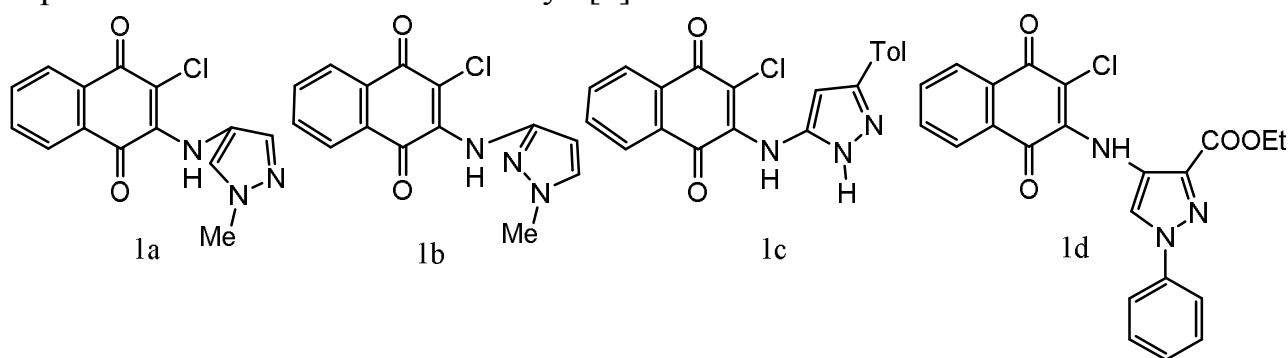
ПЕРВИННИЙ СКРИНІНГ ПРОТИМІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ АМІНОПІРАЗОЛЬНИХ ПОХІДНИХ НАФТОХІНОНУ

¹Н.В. Поліш, аспірант, ¹ Н.Г. Марінцова, канд. хім. наук, доц.,
¹Л.Р. Журахівська, канд. хім. наук, доц., ² С.Л. Богза, д. хім. наук, проф.,
²М.В. Вовк, д. хім. наук, проф., ¹В.П. Новіков д. хім. наук, проф.

¹Національний університет "Львівська політехніка", вул. С.Бандери, 12, м. Львів, 79013
polishn@ukr.net

²Інститут органічної хімії НАН України, вулиця Мурманська, 5, Київ, 02000, Україна

Актуальним питанням органічної та фармацевтичної хімії є синтез нових низькомолекулярних синтонів для подальшого створення ефективних протимікробних лікарських препаратів. Як відомо сполуки, що містять фрагменти хінону, проявляють протимікробну, фунгіцидну, протиракову активності [1]. Саме тому, нами було проведено первинний біологічний скринінг синтезованих нами сполук [2]:



Всі амінопіразольні похідні нафтохінону (1a–d)* були протестовані проти бактерій штамів: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 та грибів штамів: *Candida krusei*, *Candida glabrata*, *Candida albicans* ATCC 10231, *Candida albicans* SC5314 (Гданський технологічний університет, факультет хімії, кафедра фармацевтичної технології та біохімії).

Серед синтезованих сполук виявлено сполуки-лідери 1a і 1b з високою чутливістю щодо штамів: *C.krusei*, *C.albicans* ATCC 10231, а також *C.albinas* SC5314.

Результати первинних експериментальних мікробіологічних досліджень свідчать про вибіркочну бактеріо- і фунгістатичну активності N-вмісних гетероциклічних похідних нафтохінону.

Література

- Ibis, C., Tuyun, A. F., Bahar, H., Ayla, S. S., Stasevych, M. V., Musyanovych, R. Y., & Novikov, V. Nucleophilic substitution reactions of 1, 4-naphthoquinone and biologic properties of novel S-, N-, and N, S-substituted 1, 4-naphthoquinone derivatives. *Medicinal Chemistry Research*. 2014. – 23(4), 2140-2149.
- Поліш Н., Марінцова Н., Журахівська Л., Новіков В., Вовк М. Синтез та прогнозування біологічної активності нових гетероциклічних N-похідних нафтохінону // Хімія, технологія речовин та їх застосування // Національний університет «Львівська політехніка». 2019.– Vol.2, №1.с.69–75.

NEW ORGANOMINERAL FERTILIZER BASED ON PHOSPHORITE WASTE AND MICROFLORA OF ACTIVATED SLUDGE

N.A. Doniyarov¹, PhD in technical science, associate professor, I.A. Tagaev¹, PhD in agricultural sciences, associate professor, M.N. Muratova¹, associate professor, L.S. Andriyko², PhD in chemistry

¹*Navoi State Mining Institute, 170 Galaba ave., Navoi, 210100, Uzbekistan*

²*Chuiko Institute of Surface Chemistry, NAS of Ukraine, 17 General Naumov Str., Kyiv 03164, andriykolyuda@gmail.com*

The problem of creating new types of complex organomineral fertilizer with improved agro-ecological value and efficiency is currently relevant. These complex fertilizers containing both of micro and macronutrients can significantly increase the agricultural productivity and product quality and reduce the dose of fertilizer, balance the ratio of nutrients. There is an acute problem of finding new rational ways of low-grade phosphorites of the Central Kyzylkum region into high-quality phosphate-containing fertilizers. At the Kyzylkum Phosphorite Plant (CPP) of Navoi Mining and Metallurgical Combine (NMMC), during the enrichment process of highly carbonated phosphorites, waste is out of balance ores with a content of 13-15 % P₂O₅ and slurry phosphate with a content of 8-12 % P₂O₅. The total volume of accumulated waste phosphorites already reaches 13 million tons.

The aim of this work is the usage of microflora of activated sludge (AS) from biochemical treatment plants for municipal waste as an alternative for the recycling of non-conforming phosphorite ores.

For the cultivation of aerobic microorganisms of activated sludge involved in the processing ore and slime of phosphorites were created reactors, resembling in their design aero-tanks. 500 grams of phosphorite ore or slime per 2 liters of the liquid phase or solid precipitate of AS was loaded into these reactors (the ratio of solid to liquid S:L = 1 : 4). Variants for the interaction of activated sludge with phosphorites were kept for 14 days. The most interesting fact for in the samples with the liquid phase is the high activity of microorganisms in comparison with the control variants, that associated with the impact of a biogenic factor only. As the result, there was the transformation of mineral compounds of the ore and slime from the insoluble to the soluble form.

X-ray fluorescence spectral analysis of samples showed the presence of 25 elements in the solid phase, including those related to rare and scattered metals. For all samples, phosphorus is converted to a water-soluble form. Solid condensed sediments obtained after primary and secondary settlers with addition of low-grade phosphorites and slimes will have P₂O₅ up to 18-22 %, nitrates and nitrites – 12–14 % and K₂O 4–5 %, digestible by plants CaO and MgO, and a concomitant set of all trace elements. Along with the enrichment of phosphorites with microorganisms of AS and their secretions, they will be enriched with additional organic compounds and trace elements that stimulate the growth and development of plants. Thus, it is possible to obtain a new organic-mineral nitrogen-phosphorus poly-microelemental fertilizer.

EFFECT OF COMPOSITE SYSTEMS BASED ON HYDROPHOBIC SILICA ON THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CAULIFLOWER

A.P. Holovan, PhD, researcher associate, T.V. Krupskaya, PhD, senior researcher,
V.V. Turov Doctor of Sciences (Chemistry), professor

*Chuiko Institute of Surface Chemistry NAS of Ukraine, Kiev, 03064, 17, General Naumova Str,
alyusik2001@ukr.net*

The ability of hydrophobic silica AM-1 to easily stick on the seed surface [1], allows it to be used in composite systems for pre-treatment seed processing, as a carrier of trace elements, growth regulators, mineral and organic fertilizers, as well as nanofungicides.

The aim of this work was to compare the morphological characteristics of cauliflower sprouts of the variety "Snowball", the seeds of which, were pre-treated using composite materials based on hydrophobic silica AM-1 with the content of mineral (AM-1/min) or organic (AM-1/org) component.

Table 1. Morphological characteristics of cauliflower sprouts varieties "Snowball"

Sample	Energy of germination, %	Germination, %	Stem length, cm	Root length, cm	Diameter of leaf plate, cm
Control	50,0%	75,0%	3,5	3,0	1,0
AM-1/org	60,7%	67,9%	3,9	4,0	1,0
AM-1/min	28,6%	53,6%	3,5	3,7	1,2
AM-1	42,9%	82,1%	4,5	4,0	1,0

The highest germination energy is observed for seeds treated with the AM-1/org composite material, and germination is observed for seeds treated with the initial AM-1 (Table 1). It can also be noted the length of the root of the sprouts is almost 1/3 longer in all the studied samples, except for the control, which may be due to the influence of hydrophobic silica on the activation of the nutrients penetration through the cover of seed. The presence of the mineral component in the composite has a positive effect on the length of the stem and the size of the leaf plates of the shoots, which in turn will contribute to the formation of large inflorescences.

Thus, the optimal composition of the composite for pre-sowing treatment of cabbage seeds should contain organic and mineral components, besides AM-1, to increase the germination energy of seeds and stimulate the morphological characteristics of the sprouts.

References

1. Крупская Т.В., Головань А.П., Лупашку Т. и др. Нанокompозитная система на основе танина и метилкремнезема для активирования развития семян // Доповіді НАН України. 2017. – 10. – С. 83-90.

БІНОМІАЛЬНА МОДЕЛЬ РЕАКЦІЇ ПЕРЕЕСТЕРИФІКАЦІЇ

Г.І. Гурина, канд. хім. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17*

gigurina@ukr.net

Є.І. Дружинін, канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002, Україна

druzhinin_e_i@ukr.net

Процеси виробництва алкідних смол характеризуються наявністю відпрацьованих технологій, доступним обладнанням, однак це виробництво пов'язано зі значною тривалістю стадій технологічних процесів, високою енергоємністю, необхідністю використання органічних розчинників з можливими викидами в атмосферу токсичних легколетких органічних сполук. У зв'язку з цим визначення напрямків інтенсифікації технологічних процесів виробництва алкідних смол є актуальним завданням.

Однією з можливостей управління синтезом алкідних смол є інтенсифікація процесу переестерифікації рослинної олії поліолом шляхом оптимізації мольного співвідношення поліол/олія в рецептурах лаків з метою збільшення концентрації двох- та трьох функціональних продуктів реакції, що сприяють ефективному перебіганню наступної реакції поліконденсації.

В якості математичної моделі, що описує співвідношення між дев'ятьма продуктами алкоголізу за участі олії і пентаеритриту для різного молярного співвідношення поліол/олія, була обрана біноміальна модель з використанням біному Ньютона восьмого ступеня.

Одержані залежності складу продуктів алкоголізу олії пентаеритритом в стані рівноваги від вихідного відношення пентаеритрит/олія для пентаеритриту, тригліцериду, моногліцериду, дигліцериду, трипентаеритриду, тетрапентаеритриду, дипентаеритриду, монопентаеритриду, гліцерину, сумарної частки дво- і трифункційних естерів.

На прикладі аналізу рецептури лаку ПФ-053 показано, що оптимальними співвідношеннями поліол/олія є величини 1,55–1,80, які відповідають області максимуму інтегральної кривої виходу дво- і трифункційних продуктів реакції переестерифікації в залежності від співвідношення поліол/олія.

Встановлено, що біноміальна модель для опису реакції переестерифікації може бути використана для оптимізації процесу трансестерифікації при виробництві біодизелю на основі рослинних олій. Дійсно, теоретичний аналіз співвідношення компонентів спирт/олія з використанням біному п'ятого ступеня показав, що оптимальним мольним співвідношенням є інтервал 3–7,6, а експериментальні дані для реакції трансестерифікації ріпакової олії бутанолом при каталізі реакції калій бутилатом відповідають мольному співвідношенню 7,5.

THE EFFECT OF ORGANIC ADDITIVES ON THE SUPERSATURATION OF SOLUTIONS AND THE GROWTH OF SINGLE CRYSTALS OF KDP AND DKDP

O.A. Muraeva, PhD in Chemical sciences, T.D. Panayetova, PhD in Chemical sciences

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

Ukraine, Kharkov, muraeva.olga@ukr.net

The complexity of speed growth of nonlinear and electro-optic water-soluble KDP (KH_2PO_4) and DKDP (KD_2PO_4) single crystals is that the width of the metastable zone, which determines the stability of supersaturated solutions at a certain growth temperature, is insufficient. An attempt to increase the growth rate due to an increase in supersaturation of the solution, as a rule, leads to spontaneous mass crystallization.

The purpose of this work is to clarify the role and effect of organic additives introduced into the solution on the stability of supersaturated KDP/DKDP solutions. The value $\Delta T = T_m - T$ was taken as a quantitative characteristic of supersaturation, where T_m is the mass crystallization temperature of KDP/DKDP with the additive; T – temperature of mass crystallization KDP/DKDP without additive.

The principle of the choice of additives was based on the ideas obtained in [1] on the hydrophobic mechanism of hydration of nonelectrolytes, which manifests itself in the fact that the hydration of nonelectrolyte increases with the increase in the volume of its nonpolar groups and with an increase in temperature and concentration, hydration of nonelectrolytes is weakened.

As additives carbamide, acetamide (relatively small, poorly hydrated additives), as well as strongly hydrated additives with long aliphatic chains (sodium caprylate and dodecanate, stearic acid) were chosen as additives. Additives were added after dissolving the salt. It was found that very small additives (mole fraction of N less 10^{-5}) of carbamide and acetamide significantly reduce the temperature of mass crystallization of KDP, that is, increase the stability of the solution.

Additions of caprylate and dodecanate of sodium, stearic acid, on the contrary, lead to an increase in the temperature of mass crystallization, i.e., to a decrease in the stability of the solution. Of the additives studied, carbamide (concentration $N = 5 \cdot 10^{-5}$) has the greatest stabilizing effect. It was found that the order of introduction of additives (before or after dissolving the salt) has a significant effect on the stability of supersaturated solutions, up to a change in the nature of the effect on the opposite.

The nature of the effect of the same additives on the supersaturation of solutions during the growth of DKDP crystals proved to be the opposite of their effect when growing KDP, for example, the addition of carbamide and acetamide reduce the stability of DKDP solutions.

References

1. E.S. Titova, O.A. Muraeva. On the hydrophobic mechanism of hydration of nonelectrolytes. Book of Abstracts Conference of Young Scientists at EastWest Chemistry Conference. Lviv, Ukraine October 10-11. 2018 P. 49.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБНОЙ СРЕДЫ НА ГИДРАТАЦИЮ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Т.В. Крупская, канд. хим. наук, Н.В. Елагина, аспирант, В.В. Туров, д-р хим. наук

*Институт хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України
03164 Київ, вул. Ген. Наумова, 17.
nklymenko@ukr.net*

Альгиновая кислота (АК) относится к гидрофильным полимерам и способна связывать значительное количество воды. Она нерастворима в воде и в большинстве органических растворителей. Одна часть АК адсорбирует 300 массовых частей воды, что обуславливает её применение как загустителя в пищевой промышленности.

Целью настоящей работы было изучение связывание воды альгиновой кислотой и влияние на него гидрофобной среды.

В таблице 1 приведены термодинамические параметры слоев незамерзающей воды в изученных системах. Близкие значения величин свободной энергии Гиббса (ΔG^S) для адсорбированного раствора HCl и воды могут быть связаны с тем, что основным механизмом понижения температуры замедления служит сольватация (растворение), а не взаимодействие с частицами твердой АК. Большое количество как слабо- так и сильносвязанной воды (C_{uw}^w и C_{uw}^s , соответственно), а также величины межфазной энергии (γ_s) в АК, содержащем 500 мг/г H₂O свидетельствует о его высокой склонности к гидратации.

Таблица 1. Характеристики слоев воды, адсорбированной АК в разных средах.

Среда	$-\Delta G^S$, кДж/моль	C_{uw}^s , мг/г	C_{uw}^w , мг/г	γ_s , Дж/г
Воздух	2,4	110	390	11,8
CDCl ₃	2,4	175	325	15,2
CDCl ₃ +HCl (1)	2,4	150	75	13,9
CDCl ₃ +HCl (2)	2,4	85	190	9,4

Методом низкотемпературной ¹H ЯМР-спектроскопии изучено влияние среды на параметры воды, связанной с поверхностью порошка альгиновой кислоты. Показано, что при адсорбции на поверхности 500 мг/г H₂O большая ее часть является сильносвязанной. При замене воздушной среды средой хлороформа, межфазная энергия воды возрастает от 11,8 до 15,2 кДж/моль. Сделан вывод о том, что молекулы хлороформа не могут диффундировать по поверхности частиц АК и влияют только на строение кластеров воды, локализованной во внешнем адсорбционном слое. В присутствии HCl на поверхности АК формируется система кластеров воды, значительная часть которой не растворяет соляную кислоту.

СИНТЕЗ ПОЛІЕТИЛЕНГЛІКОЛЬЕТИЛФОСФАТУ З ОКСИХЛОРИДУ ФОСФОРА

А. В. Стасюк, аспірант, **М. М. Букартик**, студент, **В. Я. Самарик**, д. х. н., професор
Національний університет «Львівська політехніка»
79013 Львів, вул. С. Бандери 12, Україна
anja.stasjuk@gmail.com

Поліетиленглікольетилфосфат можна з успіхом використовувати для отримання нових полімерних матеріалів, що містять в основному ланцюзі Фосфор. Такі матеріали представляють значний інтерес для медичного та біомедичного призначення, оскільки вони біодеградабельні та сумісні з кров'ю, показали знижену адсорбцію білка та призвели до сильної взаємодії з дентином, емаллю та кістками [1].

Поліетиленглікольетилфосфат **4** отримувався взаємодією тритилового естеру поліетиленгліколю **2** з етилдихлорфосфатом **1** (рис. 1).

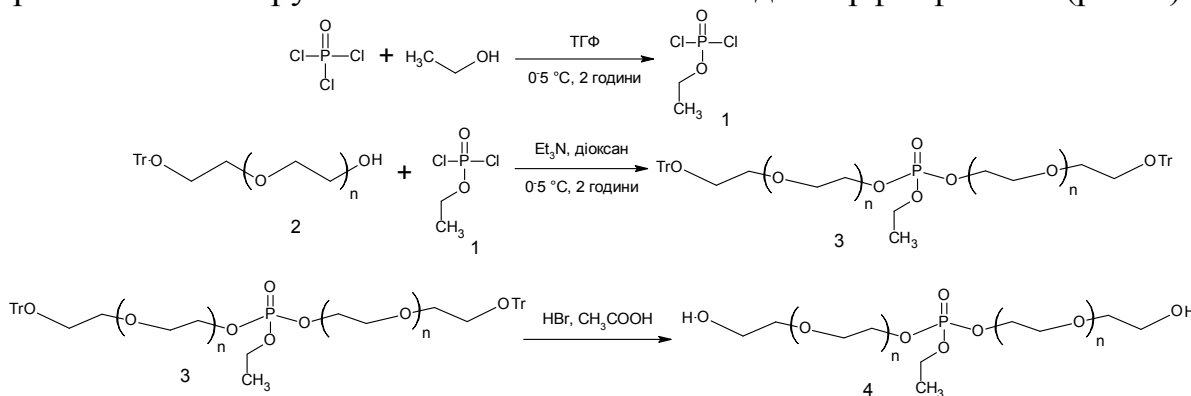


Рис. 1 Схема синтезу поліетиленглікольетилфосфату

Першою стадією було одержання етилдихлорфосфату, де один з хлорів POCl_3 заміщається етиловим спиртом. Структура отриманого етилдихлорфосфату підтверджувалась методами ^1H , ^{31}P ЯМР спектроскопії. На наступній стадії решта хлорів етилдихлорфосфату **1** заміщаються при взаємодії з гідроксильними групами тритилового естеру поліетиленгліколю **2**. Реакцію проводили при мольному співвідношенні етилдихлорфосфату **1** і тритилового естеру поліетиленгліколю **2** 1:2 в присутності триетиламіну у 1,4-діоксані при низькій. Вихід тритилового естеру поліетиленглікольетилфосфату **3** становить 95%. Отриманий проміжний тритиловий естер поліетиленглікольетилфосфату **3** характеризувався ІЧ-спектроскопією, ^{31}P ЯМР спектроскопією та елементним аналізом. Останньою стадією синтезу було зняття захисту. Кількість безводного NBr додавали в стехіометричному співвідношенні до тритилового естеру поліетиленглікольетилфосфату **3**. Вихід поліетиленглікольетилфосфату **4** 88,5%. Структуру кінцевого продукту, поліетиленглікольетилфосфату **4**, підтверджували ІЧ-спектроскопією та елементним аналізом.

Література

1. Monge S., Camiccioni B., Graillet A. and Robin J.-J. Phosphorus-containing polymers: a great opportunity for the biomedical field // *Biomacromolecules*. 2011. – 12. – P. 1973–1982.

THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF FERRATE SOLUTIONS FOR ABSORPTION OF CARBON(II) OXIDE

D.A. Golovko¹, PhD, Associate Professor, I.V. Goncharova², PhD, Associate Professor

¹*Ukrainian State University of Chemical Technology, 49005 Dnipro, Gagarina ave., 8*

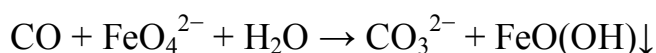
²*Kyiv National University of Trade and Economics, 02156 Kyiv, Kioto str., 19*

olimp17tnv@ukr.net

The fundamental possibility of the absorption of carbon(II) oxide by aqueous ferrates(VI) solutions was predicted earlier in [1]. However, the optimal conditions and patterns of this process were not established then. This work is devoted to the development of the production technology of alkaline solutions of sodium ferrate(VI) (Na₂FeO₄), which are proposed to be used to extract CO from the gaseous phase.

It was experimentally established that the chemisorption of carbon(II) oxide in the ferrate solutions proceeds with a noticeable rate only in the presence of certain substances, in particular Mn(VI), Cr(VI), Sn(IV), Cu(II), Ag(I), Co(III) and other compounds. It is important to note that the best effect is achieved with the combined action of both homogeneous (MnO₄²⁻, CrO₄²⁻, [Cu(OH)₄]²⁻, [Sn(OH)₆]²⁻) and heterogeneous (SnO₂, Ag₂O, CoO(OH), HgO) catalysts.

Schematically, the absorption of CO can be represented in the form of the following chemical reaction:



The alkaline solutions containing 0.01–0.1 M Na₂FeO₄ have been proposed to be obtained chemically in the temperature range 280–285 K by oxidizing sodium hypochlorite with a salt composition, such as (Fe(II) or Fe(III) compounds with the addition of Sn(IV), Mn(II), Cr(III), Ag(I), Cu(II) etc.) in the presence of the excess of sodium hydroxide (13–14 M OH⁻). An excess of sodium hydroxide is necessary to suppress the hydrolysis of Fe(VI) salts, as well as to increase the degree of the chemisorption of CO, which as shown increases with increasing concentration of OH⁻ ions. It was found that the optimal content of homogeneous catalysts in the solution should be ~ 0.01 M, and heterogeneous should not exceed 5% of Fe(VI). Otherwise, accelerated decomposition of FeO₄²⁻ will occur. However, this process does not reduce the efficiency of the main reaction.

It should be noted that due to described reaction in the absorption solution a monotonic decrease in the concentration of FeO₄²⁻ and an increase in the content of CO₃²⁻ anions occurs. This inevitably leads to the formation of precipitation of iron oxyhydroxide and sodium carbonate. Therefore, periodic adjustment of the solution is required to compensate for the loss of Fe(VI) and remove precipitates.

References

1. Golovko D.A., Goncharova I.V., Golovko I.D., Belyanovskaya E.A., Danilov F.I. Absorption of NO and CO by the alkaline solutions of sodium ferrate // ACS National Meeting Book of Abstracts. 2006. – 232. – P. 716.

ВЗАЄМОДІЯ ПАПАВЕРИН ГІДРОХЛОРИДУ ЗЕОЗИНОМ ТА ПТМАЕА В СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНОМУ АНАЛІЗІ

Г.С. Трембич, студент, Л.П. Жук, канд. хім. наук, доцент,
А.Ю. Чернявська, інж. I категорії

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
4901049010, м. Дніпро, просп. Гагаріна, 72
ishchenko@cf.dnu.dp.ua*

Сьогодні на ринок фармпрепаратів потрапляють партії фальсифікованих, прострочених, некондиційних препаратів, далеких від вимог безпеки життя людини. Застосування спектрофотометрії розширяє можливості чутливого та швидкого визначення фармпрепаратів. Одним з найвідоміших і застосовуваних препаратів-спазмолітиків є папаверину гідрохлорид. Відомі екстракційно-фотометричні визначення, які ґрунтуються на утворенні йонних асоціатів алкалоїду з азобарвниками, мають низку недоліків.

Для одержання забарвленої системи з безбарвним папаверином (ПАП) використано трифенілметановий барвник ксантенового ряду еозин (ЕОЗ) та поліелектроліт (ПЕ) політриметиламонійетилакрилат (ПТМАЕА) – $(C_4H_7NO)_n(C_7H_{14}NO)_m$ з середньочисельною молярною масою $8 \cdot 10^6$ г/моль як модифікатор хіміко-аналітичних властивостей барвника. Спектри поглинання розчинів еозину при введенні ПАП, ПТМАЕА та ПТМАЕА-ПАП свідчать про утворення при рН 5,0 подвійних і потрійних систем.

В оптимальних умовах (рН 5,0 в середовищі ацетатного буферного розчину, концентрації еозину $4 \cdot 10^{-6}$ моль/л та ПТМАЕА $1 \cdot 10^{-9}$ моль/л, при $\lambda = 522$ нм та товщині світлопоглинаючого шару 1 см) насичення папаверином сприяє лінійному зростанню оптичної густини в інтервалі концентрацій ПАП від 0,075 до $1,7 \cdot 10$ мг/л. Обчислено рівняння градууювального графіка $A=1,302 \cdot C-0,0127$ характеризується коефіцієнтом кореляції $R^2=0,982$.

Отримані результати можуть бути використані для розробки спектрофотометричної методики визначення кількісного вмісту папаверину гідрохлориду в лікарських засобах.

До переваг застосування в спектрофотометричному аналізі запропонованої взаємодії можна віднести її екологічність, експресність і гарну чутливість, що може бути використано для експресного контролю фальсифікації лікарських засобів папаверину гідрохлориду.

Література

1. Количественное определение производных бензилизохинолина / Г.К.Зиятдинова, А.И.Самигуллин., С.Г.Абдуллина, Г.К. Будников // Хим.-фарм. журнал. – 2008. – Т.42. – №2. – С. 47-50.
2. Экстракционно-фотометрическое определение димедрола и папаверина в лекарственных формах / Х.А.Мирзаева., М.С. Ахмедова, А.Ш.Рамазанов,С.А. Ахмедов // Журн. аналит. химии. – 2004. – Т.4. – № 3. – С.245-249.

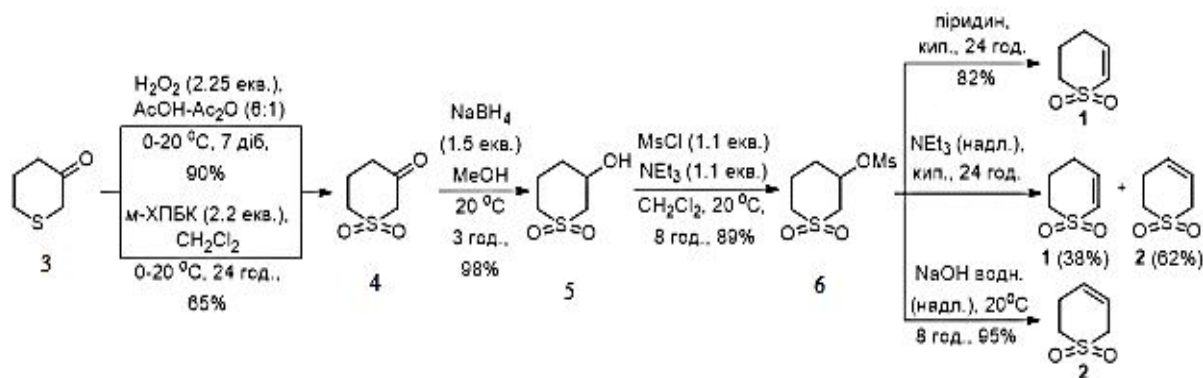
НОВИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ 3,4- І 3,6-ДИГІДРО-2H-ТІОПІРАН-1,1-ДІОКСИДІВ

М.С. Іванова, магістр 2-го року навчання спеціальності хімія

Дніпропетровський національний університет ім. Олесья Гончара
49010 Дніпро, пр. Гагаріна, 72

ivanova@cf.dnu.dp.ua

Винахід стосується синтетичної органічної хімії, а саме нового способу синтезу 3,4- і 3,6-дигідро-2H-тіопіран-1,1-діоксидів (1) і (2), які можуть знайти використання як білдинг-блоки в синтезі фармацевтичних препаратів. На сьогодні серед сполук, що включають дигідро-2H-тіопіран-1,1-діоксидний фрагмент, є такі відомі лікарські засоби, як антиглаукомний препарат Дорзоламід та діуретик Метікран.



Поставлена задача вирішується чотирьохстадійним способом синтезу 3,4- і 3,6-дигідро-2H-тіопіран-1,1-діоксидів виходячи з дигідро-2H-тіопіран-3(4H)-ону. Згідно способу спочатку (3) проводять окиснення гідроген пероксидом, потім (4) відновлюють кетогрупу борогідридом натрію з наступним мезилуванням (5) і відщепленням метансульфоїкислоти (6) в основних умовах.

У порівнянні з прототипом способів, що заявляється є простішим, включає більш дешеві та доступні реагенти і приводить до цільових сульфонів з загальними виходами 60% та 78% відповідно. Запропонований спосіб розширяє можливості синтетичних підходів до аналогічних функціоналізованих циклічних сульфонів.

Структури всіх сполук підтверджено за допомогою ПМР – спектроскопії (методи ^1H , ^{13}C , COSY).

Література

1. Fehnel E.A., Thiapyran Derivatives. III. The Preparation, Properties and Reactions of Δ^2 -Dihydrothiapyran 1,1-Dioxide // J. Am. Chem. Soc. 1952. – 74. – P. 1569–1574.

ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ ЯК ПРОГРЕСИВНИЙ МЕТОД ДЕГРАДАЦІЇ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК

З.О. Знак¹, д.т.н., професор, **Ю.В. Сухацький¹**, к.т.н., с.н.с.,
Р.В. Мних¹, к.т.н., провідний інженер, **П. Танекар²**, аспірант

¹Національний університет «Львівська політехніка»
79013 Львів, вул. Степана Бандери, 12
znak_zo@ukr.net

²Institute of Chemical Technology
Nathalal Parekh Marg, Matunga, Mumbai-400019, India

Гідродинамічна кавітація (ГК) – ефективний метод енергетичного впливу на компоненти рідиннофазних середовищ. Колапс кавітаційних бульбашок зумовлює генерування *in situ* у рідині високоактивних реакційноздатних частинок – радикалів (насамперед, гідроксильних), внесок яких в ефективність процесів очищення рідиннофазних середовищ від ароматичних сполук (потенційних канцерогенів) домінуючий. Істотними перевагами застосування ГК є здійснення очищення стічних вод хімічних та нафтохімічних підприємств, що містять ароматичні сполуки, у проточному режимі, можливість регулювання інтенсивності кавітаційного оброблення і, відповідно, ефективності очищення шляхом зміни технологічних параметрів процесу і конструктивних особливостей генераторів кавітації [1]. ГК як самостійний процес, так і в комбінації з іншими методами (реагентним обробленням – застосування кисню, озону, гідрогену пероксиду, реактиву Фентона, натрію гіпохлориту та інших окисників; фотолізом; фотокаталізом; адсорбцією тощо) належить до передових процесів окиснення.

Виконано комплекс досліджень з кавітаційного очищення імітатів стічних вод, що містили бензен. Концентрація бензену в імітаті визначалась його розчинністю у воді за певної температури. Кінетичні дослідження здійснювали з використанням спектрофотометра ULAB 102UV за довжини хвилі 254,6 нм. Встановлено, що і за ізотермічних, і за адіабатичних умов здійснення процесу величина ступеня очищення (від 88 до 99%) залежала від тиску на вході у кавітатор і незначно від кількості повітря, яке вводили у реакційну систему для збільшення інтенсивності кавітаційних явищ. Отже, ГК, як самостійний метод, так і в комбінації з іншими методами можна використовувати для деградації ароматичних сполук.

Дослідження виконано за підтримки Міністерства освіти і науки України у межах спільного українсько-індійського науково-дослідного проекту “Гідродинамічна кавітація як основа інтенсивної і дешевої технології очищення промислових стічних вод, які містять токсичні органічні сполуки і тверді частинки” (М/88-2019 від 26.06.2019 р.).

Література

1. Znak Z., Sukhatskiy Yu. The Brandon method in modelling the cavitation processing of aqueous media // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. – 8 (81). – P. 37-42.

СИНТЕЗ МОНОМЕРУ НА ОСНОВІ ВИСОКООЛЕЇНОВОЇ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

В.Ф. Кір'ячук¹, канд. хім. наук, м.н.с., **Б.С. Домніч¹**, студент, **З.І. Демчук²**, аспірант,
А.М. Когут¹, док.хім.наук, проф., **О.Г. Будішевська¹** док. хім. наук., проф.,
А.С. Воронов², канд. хім. наук, проф. **С.А. Воронов¹** док. хім. наук., проф.

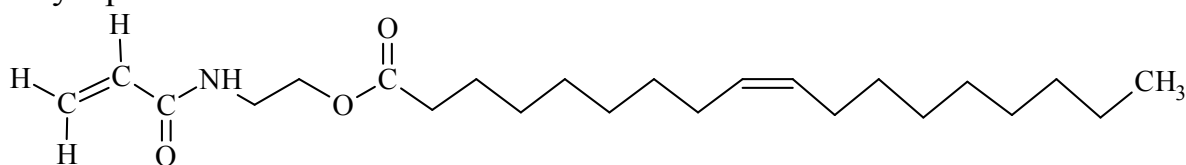
¹Національний університет «Львівська політехніка», 79000 Львів, вул. Степана Бандери, 12

²North Dakota State University, Dept. 2760, P.O. Box 6050, Fargo, ND 58108-6050, USA

vasuluna411@ukr.net

Розробка та дослідження нових сполук та матеріалів на основі природних та відновлюваних ресурсів в даний час є однією з найбільш актуальних тем у хімії. Часткова заміна синтетичної сировини на відновлювальну дозволяє отримати платформу для створення спеціальних полімерів/композитів з широким спектром властивостей, у тому числі біосумісністю. Рослинні олії, що складаються з тригліцеридів жирних кислот, є хорошим джерелом для різних галузей хімічної технології, зокрема, для створення нових реакційноздатних мономерів, які можуть брати участь у вільнорадикальній полімеризації. Раніше нами було синтезовано ряд мономерів на основі рослинних олій, як альтернатива відомим мономерам нафтохімічного походження [1]. Актуальною та перспективною сировиною для України є високоолеїнова соняшникова олія, яка має безліч корисних властивостей і може конкурувати з оливковою олією.

Через реакцію перестерифікації тригліцеридів високоолеїнової соняшникової олії N-гідроксиетилакриламідом нами було синтезовано новий вінільний мономер – 2-N-акрилоїламіноетилолеат. Для характеристики його ступеня ненасиченості було визначено йодне число мономеру (105г/100г). Також було визначено показник заломлення (1,472), водорозчинність та густину мономеру (0,941 кг/м³). Хімічну структуру синтезованого мономеру підтверджено методами ІЧ- та ПМР-спектроскопії. Наявність акрилоїламідного фрагменту у будові мономеру забезпечує участь даного мономеру у ланцюговій радикальній полімеризації, при цьому утворюючи гомополімери з середньочисельною молекулярною масою 19100.



Таким чином, завдяки особливостям будови мономер на основі високоолеїнової соняшникової олії здатен до полімеризації та є перспективним для використання у промисловості, в якості альтернативного матеріалу для створення біодизеля, адгезивів, покриттів та лаків, пластифікаторів тощо. Разом з тим, передбачається, що включення в структуру будь-якої макромолекули ланок мономеру на основі високоолеїнової соняшникової олії забезпечуватиме здатність до компостування та біодеградації.

Література

1. Free Radical Polymerization Behavior of the Vinyl Monomers from Plant Oil Triglycerides / Z. Demchuk, O. Shevchuk, I. Tarnavchyk [et. al] // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2016. – Vol. 4. – P. 6974 - 6980.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИВІЛЬНЕННЯ ГАЛОВОЇ КИСЛОТИ З КОМПЗИТНОЇ СИСТЕМИ

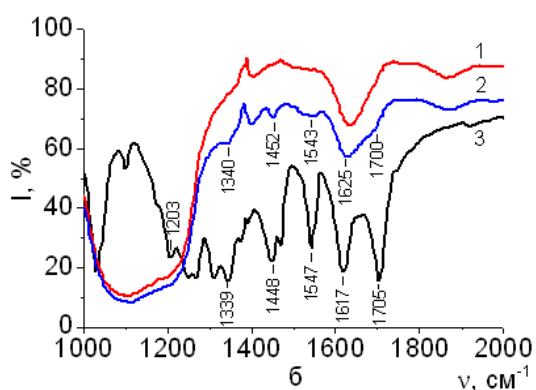
Н.Ю. Клименко, канд. хім. наук, наук. співр., **Т.В. Крупська**, канд. хім. наук, ст. наук. співр., **В.В. Туров**, д-р. хім. наук, чл.-кор. НАН України

*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України
03164 Київ, вул. Ген. Наумова, 17
nklymenko@ukr.net*

Високодисперсний кремнезем є ефективним ентеросорбентом, який застосовується для лікування багатьох захворювань як екзогенної так і ендогенної природи. Для створення новітніх препаратів еферентної терапії з широким спектром фармакологічної дії використовують модифікування кремнезему шляхом адсорбційного закріплення (чи імпрегнування) біологічно активних речовин. Галова кислота відноситься до фенолкарбонових кислот та являє собою складову частину гідролізованих дубильних речовин. Завдяки високій біологічній активності кислота входить до складу багатьох видів лікарських рослин та їх препаратів і відома як сильний природний антиоксидант.

Композитні системи одержували шляхом імпрегнування кремнезему з різною насипною густиною спиртовим розчином галової кислоти з різною концентрацією (0,001; 0,004; 0,007; 0,01 моль/л). Оскільки в процесі висушування відбувається ущільнення кремнезему в кілька разів за рахунок зміни зазорів між його частинками і зменшення обсягу внутрішніх пустот в агрегатах. Тому метою роботи було одержання композитних систем на основі дисперсного кремнезему з різною насипною густиною (45, 175, 300 г/л) і галової кислоти та дослідження швидкості вивільнення карбоксикислоти з поверхні композитів.

ІЧ-спектри кремнезему, галової кислоти та композиту, що містить галову кислоту, іммобілізовану на поверхні дисперсного кремнезему наведено на рис.



В результаті проведеної роботи встановлено, що одержана композитна система має дві фази вивільнення активної речовини: швидку та повільну, яка проявляється у вигляді широкої ділянки на кривих десорбції. Найменше значення десорбції галової кислоти (70%) має композит з насипною густиною 175 г/л при найбільшій концентрації кислоти на поверхні (0,01 моль/л). Створена композитна

система дозволяє контролювати вивільнення галової кислоти та може бути використана як лікарська форма, що дозволить отримувати в організмі рівномірну концентрацію речовини та підтримувати досягнутий її рівень протягом тривалого часу.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ pH СЕРЕДОВИЩА НА СТІЙКІСТЬ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК Co(III) З ДІЕТАНОЛАМІНОМ

Повальчук С.В., студент, Кузеванова І.С., аспірант, Зульфiгаров А.О., канд. хiм. наук

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» імені
Ігоря Сікорського, 03057, Київ, пр. Перемоги 37, корп.4
sars2007@ukr.net

Використання каталітичних матеріалів на основі оксидів 3d-металів повсякчас використовується в хіміко-технологічних промислових процесах. Однак застосування каталітичних властивостей вказаних сполук в більш тонких системах (процес розряду іонізації водню на вуглецевих нанотрубках в паливних елементах [1], електрохімічні синтези композитних наноматеріалів, процеси інтеркаляції-деінтеркаляції літію в літій-йонних хімічних джерелах струму тощо) стикається з проблемою нанесення та отримання каталітичних центрів на поверхні робочих зразків. Рішення полягає в поетапному синтезі в розчинах проміжних сполук металів, з їх подальшою адсорбцією на поверхні наноматеріалів та піролізом в інертній атмосфері з метою термічної деструкції і отримання нанорозмірних оксидів каталітично активних центрів.

В якості прекурсорів отримання каталітичних матеріалів запропоновано використовувати гетерометалічні комплексні сполуки кобальту(III)-нікелю(II) з аміноспиртами, зокрема з діетаноламіном. Синтез $\{Ni[Co(DetmH\ det\ m)]_2\}(NO_3)_2$ виконується в два етапи, спочатку з отриманням внутрішньо комплексної сполуки $Co(DetmH\ det\ m)$, а потім при додаванні солі нікелю(II) вже отримання триядерного комплексу $2Co - Ni$. В попередніх дослідженнях встановлено будову та розраховано константи стійкості гетерометалічного комплексу [2]. Однак при розробці технології отримання каталітичних матеріалів важливо контролювати ряд фізико-хімічних параметрів, одним з найважливіших з яких є pH реакційного середовища. Були виконанні дослідження впливу зміни pH на стійкість $Co(DetmH\ det\ m)$, що синтезувалася в середовищі диметилформаміду. Вихідний розчин комплексної сполуки мав pH 11. Встановлено на основі спектрофотометричного аналізу та потенціометричного титрування, що внутрішньоконкомплексна сполука не руйнується в межах pH між від 5,6 до 12,7 однак у вказаному діапазоні відбувається деструкція молекул розчинника внаслідок його гідролізу до диметиламіну та формальдегіду. Отримані результати вказують на однозначну необхідність контролю pH реакційного середовища при розробці технології отримання каталітичних матеріалів на основі змішаних оксидів кобальту(III)-нікелю(II).

Література

1. V.D. Prisiazhnyi, N.I. Globa, Zulfigarov A.O., V.A. Potaskalov, A.A. Andriiko, Yu.I. Sementsov Discharge-ionization of hydrogen on carbon nanotube electrode // Int. J. Hydr. Energy. 2013. -38. – P.5983-5988.
2. Zulfigarov A.O., A.V. Pidgornui, I.S. Kuzevanova, A.A. Andriiko Formation and stability of heterometal complexes Co(III)-Ni(II) with aminoalcohols in methanol solutions and their use as precursors for preparation of electrocatalysts // New Materials, Compounds and Applications. 2019.–3 (1). – P. 29-37.

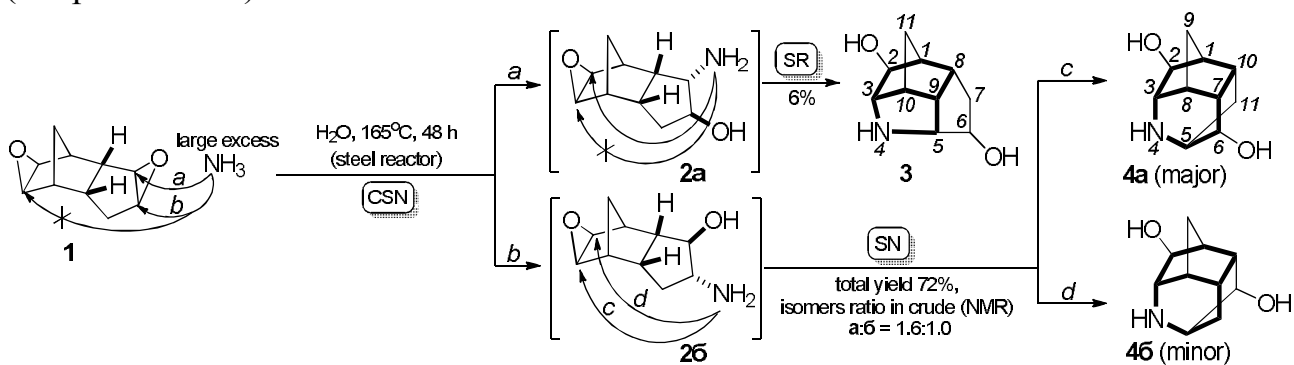
ДОСЛІДЖЕННЯ АМІНОЛІЗУ ДІЕПОКСИДУ ДИЦИКЛОПЕНТАДІЄНУ

О.С. Слон, магістр

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
49010, м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72
slon@cf.dnu.dp.ua

З метою залучення нових об'єктів ряду *екзо*-епоксинорборнану до синтезу нових каркасних аміноспиртів проведено вивчення реакції амінолізу діепоксиду дициклопентадієну (ДЕ ДЦПД) **1** та реакційної здатності продуктів. ДЕ ДЦПД, завдяки двом *екзо*-орієнтованим епоксидним фрагментам з принципово різною реакційною здатністю, виявився ідеальним (а також вкрай дешевим) стартовим матеріалом для синтезу представників нової ека гідро-2,4-метанопенталено[1,6-*bc*]піролової **3** та октагідро-1*H*-2,5-епіміно-4,7-метаноінденової **4а,б** азаполіциклічних систем.

Експерименти з варіювання умов взаємодії ДЕ ДЦПД **1** з амоніаком показали, що оптимальним розчинником є вода, а температура реакції повинна бути в межах 160-165°C (сталевий закритий реактор). Таким чином, ми розглядаємо процес амінолізу ДЕ ДЦПД як двостадійний, де перша (повільна) стадія є хемо-, регіо- і, у випадку амоніаку, не стерео- селективну атаку аміну по епоксициклопентановому фрагменту. Інтермедіатами цієї стадії є відповідні епоксиаміноспирти **2а,б**, виділити які не вдалося у жодному з випадків проведення реакції. Характерною особливістю будови проміжних сполук **2а,б** є розміщення аміногрупи в *ендо*-області каркасного фрагмента, що робить можливим другу (більш швидку) стадію – нерегіоселективну атаку аміногрупи по рівновіддаленим атомам Карбону епоксинорборнанового фрагменту (напрямки *c* і *d*).



Встановлені хемо-, стерео- та регіохімічні особливості амінолізу ДЕ ДЦПД мають вирішальне значення при плануванні подальших синтезів на його основі. Ці особливості різко відрізняють поведінку ДЕ ДЦПД **1** від інших діепоксидів, що також включають епоксинорборнановий фрагмент.

Література

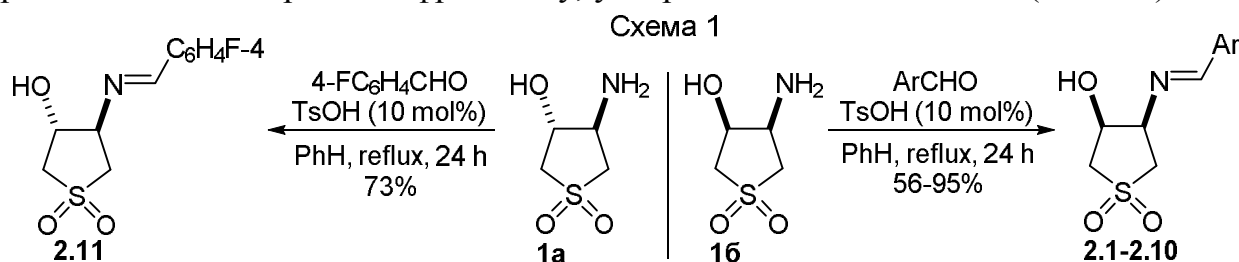
1. Bergmeier S. C. The Synthesis of Vicinal Amino Alcohols / S. C. Bergmeier // Tetrahedron. – 2000. – Vol. 56, № 17. – P. 2561–2576.

МЕТОДИ СИНТЕЗУ ОКСАЗОЛІДИНІВ РЯДУ СУЛЬФОЛАНУ

А.І. Петрійчук, магістр

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
49010, м. Дніпро, пр-т Гагаріна, 72
petriyчук@cf.dnu.dp.ua

Продовжуючи дослідження методів синтезу сульфоланів, анельованих 1,3-оксазолідиновим фрагментом ми провели реакції ізомерних аміноспиртів **1a,б** з ароматичними альдегідами з різним електронним характером та положенням замісників. Встановлено, що в результаті цієї взаємодії, незалежно від просторової орієнтації аміноспиртового фрагменту, утворюються іміни **2.1-2.11** (схема 1).



З метою встановлення набору таутомерних форм, в яких існують синтезовані іміни, було досліджено спектри ЯМР ¹H, ¹⁹F, COSY та NOE в різних розчинниках для 4-фторфенільного похідного **2.2**. У розчині дейтерохлороформу існує рівновага таутомерних форм *E*-іміну **2.2a** з його двома циклічними *S*-2 епімерами **2.2б,в**, вміст яких можна оцінити як 67%, 20% і 13% відповідно (рис. 1). При цьому, згідно даних ЯМР ¹H, та ж сполука **2.2** в розчині дейтеродиметилсульфоксиду майже виключно (близько 95%) представлена формою **2.2a** з ключовим сигналом азометинового протону N=CН при 8.35 м.ч. Існування таутомерної рівноваги саме у розчинах дейтерохлороформу пояснюють відсутністю специфічної сольватації реакційного центру розчинником, яка має місце у випадку дейтеродиметилсульфоксиду. Водневий зв'язок, що існує між ДМСО і гідроксигрупою іміну, заважає її ефективній внутрішньомолекулярній атаці по C=N фрагменту.

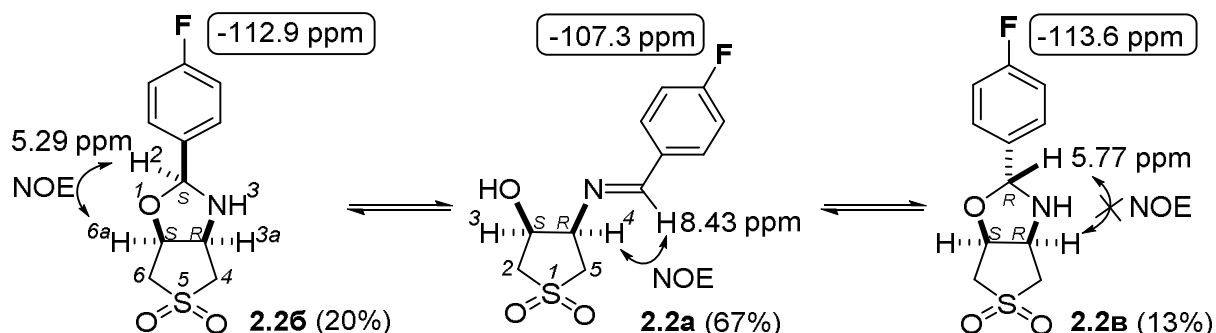


Рис. 1. Вміст таутомерних форм **a-в** іміну **2.2** у розчині дейтерохлороформу та ключові NOE кореляції за даними ЯМР (25°C).

ОСОБЛИВОСТІ dπ-pπ-ЗВ'ЯЗУВАННЯ АТОМІВ ТА ЙОНІВ КУПРУМУ З МАЛЕЇНОВОЮ ТА ФУМАРОВОЮ КИСЛОТАМИ

Е.С. Осокін, аспірант, **В.Ф. Варгалюк**, докт. хім. наук, проф.,
В.А. Полонський, канд. хім. наук, доц.

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
49000 Дніпро, пр. Гагаріна, 72
osokin@cf.dnu.dp.ua*

У попередніх дослідженнях [1] встановлено, що іони Cu(I) з ненасиченими карбоновими кислотами за рахунок dπ-pπ-зв'язування, здатні до утворення стійких комплексних сполук, які мають ряд цінних властивостей.

В даній роботі був проведений теоретичний аналіз вірогідних π-координованих аквакомплексів Cu(I), Cu(0) з малеїною та фумаровою кислотами у водному розчині. Мета якого встановити, які особливості будови даних комплексних сполук впливають на ефективність dπ-pπ-зв'язування лігандів з Cu⁰ або Cu⁺ у складі аквакомплексів.

Топологія електронної густини аналізувалась за допомогою програмного пакету AIM2000. Оптимізація комплексів та лігандів проводилась за допомогою програми Gaussian 09. Для атомів купруму був використаний базисний набір Wachters+f, для атомів C, O, H – базисний набір 6-311G(d, p). Всі розрахунки проводились на рівні DFT за допомогою функціоналу B3LYP. Сольватаційні ефекти були враховані за допомогою моделі поляризаційного континууму. Існування міжатомної взаємодії було зафіксовано за наявністю критичної точки типу (3, -1).

За різницями ΔE_{ZPE} було встановлено, що комплекси з найбільшою кількістю молекул води у внутрішній координаційній сфері є найстабільнішими. Таким чином, було встановлено, що найстабільнішими комплексними сполуками для Cu⁺ або Cu⁰ з малеїною кислотою для молекулярних та дисоційованих форм є [Cu⁺(H₂O)₃-πH₂M](H₂O)₂, [Cu⁺(H₂O)-πHM](H₂O)₄, [Cu⁺(H₂O)₃-πM](H₂O)₂, [Cu⁰(H₂O)₂-πH₂M](H₂O)₃, [Cu⁰(H₂O)-πHM](H₂O)₄, [Cu⁰(H₂O)-πM](H₂O)₄. Аналогічно з фумаровою кислотою, це [Cu⁺(H₂O)₃-πH₂F](H₂O)₂, [Cu⁺(H₂O)₃-πHF](H₂O)₂, [Cu⁺(H₂O)₃-πF](H₂O)₂, [Cu⁰(H₂O)₂-πH₂F](H₂O)₃, [Cu⁰(H₂O)-πHF](H₂O)₄, [Cu⁰(H₂O)-πF](H₂O)₄. В процесі моделювання було визначено, що для більшості π-комплексів Cu(I) з лігандами дисоційованими за першим ступенем характерне утворення одночасно π- та σ-зв'язку. Для комплексів купруму з фумаровою кислотою Cu⁺(H₂O)₂-πH₂F, Cu⁰(H₂O)₂-πH₂F та Cu⁺(H₂O)₂-πF²⁻ на відміну від малеїнової кислоти, було зафіксовано утворення двох критичних точок (3, -1), що говорить про наявність одночасно двох π-зв'язків з купрумом. Спроби оптимізації π-координованих білігандних комплексів Cu(I) з досліджуваними лігандами, призводять до руйнування одного з π-зв'язків та утворенням σ-зв'язку.

Література

1. Электроосаждение меди в присутствии π-связывающих органических соединений/ В.Ф. Варгалюк, В.А. Полонский, О.С. Стець, А.І. Щукін. – 2015. – С. 234–235.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАСИЧЕНИХ РОЗЧИНІВ МЕТИЛ 6-МЕТИЛ-4-(4-МЕТИЛФЕНІЛ)-2-ОКСО-1,2,3,4- ТЕТРАГІДРОПІРИМІДИН-5- КАРБОКСИЛАТУ В ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКАХ

¹О.Р. Клачко, аспірант, ¹І.Б. Собечко, к.х.н., докторант ²В.С. Матійчук, д.х.н., доцент
¹В.В. Сергеев, д.х.н., професор, ³Н.І. Тищенко наук. співробітник

¹Національний університет «Львівська політехніка»,
пл. Св. Юра, 3/4, 79013 Львів, Україна,
phys.chem.lp@gmail.com

²Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна

³Відділ фізико-хімії і технології наноструктурної кераміки та нанокомпозитів
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАНУ
вул. Кржижановського, 3, 03142 Київ, Україна

Подано новий експериментальний матеріал з визначення розчинності та термодинамічних параметрів процесу розчинення дигідропіримідину, який проявляє широкий спектр біологічної активності, у ряді органічних розчинників.

За температурною залежністю розчинності метил 6-метил-4-(4-метилфеніл)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилата у ряді розчинників розраховано величини ентальпії та ентропії розчинення. З урахуванням величини ентальпії плавлення, визначеної за даними диференційно-термічного аналізу та перерахованої до 298 К, пораховано ентальпії й ентропії змішування при 298 К. З'ясовано вплив розчинника на розчинність і величини ентальпії й ентропії змішування за 298 К.

Матеріал буде корисним для фармацевтичної та харчової галузей промисловості для яких важливим є оптимізація процесів синтезу та очищення індивідуальних біологічно активних речовин високого ступеня чистоти.

Таблиця 1

Термодинамічні параметри розчинності метил 6-метил-4-(4-метилфеніл)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилата в органічних розчинниках за 298К

Розчинники	$\Delta_{sol}H^{\circ}$	$\Delta_{mix}H^{\circ}$	$\Delta_{sol}S^{\circ}$	$\Delta_{mix}S^{\circ}$
	кДж/моль		Дж/моль·К	
Ацетонітрил	30,20±0,52	-0,2±2,0	38,7±1,7	-17,0±2,8
Етилацетат	27,6±1,0	-2,8±2,1	36,0±3,3	-19,7±4,0
2-Пропанол	36,33±0,52	5,9±2,0	63,5±1,7	7,8±2,8
2-Пропанон	22,60±0,45	-7,8±1,9	23,9±1,2	-31,8±2,5

Таблиця 2

Ентальпії плавлення зразків метил 6-метил-4-(4-метилфеніл)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилата

m_0 , г	Δm_{vap} , г	S , К·с	q_{vap} , Дж	$\Delta_{fus}H_{Tfus}$	$\Delta_{fus}H_{298}$	$\Delta_{fus}S_{Tfus}$	$\Delta_{fus}S_{298}$
				кДж/моль		кДж/моль	
$T_{fus} = 487,1 \pm 1,0 \text{ К}; K = 0,04329 \text{ Дж/К} \cdot \text{с}$							
0,0178	0,0003	69,0	0,0852	42,5	30,3	87,3	55,5
0,0532	0,0013	210,5	0,3814	42,7	30,4	87,7	55,8
Середнє значення:				42,6 ± 1,8	30,4 ± 1,9	87,5 ± 2,1	55,7 ± 2,2

ПОШУК ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСОУТВОРЮВАЧА НА ОСНОВІ ОРГАНІЧНИХ ЛІГАНДІВ ДЛЯ ЕКСТРАКЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

І.С. Зайцева¹, канд. хім. наук, доцент, С.О. Комихов^{2,3}, канд. хім. наук, доцент

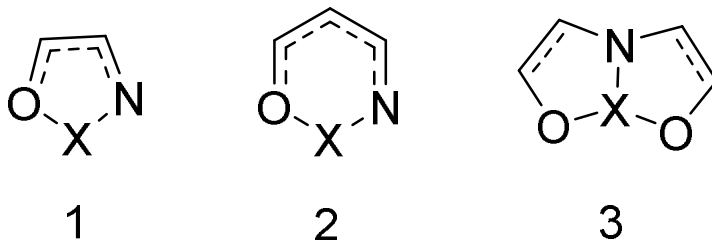
¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17

²НТК «Інститут монокристалів» НАН України,
61072 Харків, пр. Науки, 60

³Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна
61022 Харків, пл. Свободи, 4
Inna.Zayceva@kname.edu.ua

Для екстракції важких металів зі стічних вод перспективною є розробка нових типів сорбентів – матеріалів на основі синтетичних (полістирен) або природних (хітозан) полімерів з привитими ковалентно лігандами різноманітної природи [1], серед яких поліфункціональні аліфатичні (імінодіоцтова кислота [2]), ароматичні (гідроксихінолін) [3]) та гетероароматичні [4], макроциклічні та інші фрагменти. Протягом певного часу накоплено досить велику кількість емпіричного матеріалу стосовно екстракційних характеристик розроблених матеріалів. Тим не менше, слід звернути увагу на стихійний характер розробки матеріалу, необхідність систематизації даних і розробки ефективного підходу, який дозволить створити матеріал з певними екстракційними характеристиками (ступінь екстракції та селективність екстракції).

Запропоновано метод, який передбачає квантовохімічні розрахунки енергій комплексоутворення. Методом ROHF у базисі 3-21G(d,p) розраховано енергії комплексоутворення обраних катіонів (Cu^{2+} , Cd^{2+}) з серією модельних лігандів – аналогів імінодіоцтової кислоти – як різниця між повними енергіями комплексів з сумою енергій катіону і ліганду.



Встановлено, що ліганди типу **3** (з трьома координаційними центрами) є більш ефективними комплексоутворювачами (різниця в енергіях комплексоутворення складає 35-55 ккал/моль порівняно з лігандами типів **1** і **2**), більш висока селективність, імовірно, може бути забезпечена лігандами типів **1** і **2** (з двома центрами координації): енергія комплексоутворення є більш чутливою до змін залежно від структурних факторів, зумовлених природою ліганду.

Література

1. Oshita K., Motomizu S. *Bunseki Kagaku* 2008, **57**, (5), 291.
2. Lee S.-T., Mi F.-L., Shen Y.-J., Shyu S.-S. *Polymer*, 2000, **42**, 1879.
3. Baba Y., Hirakawa H., Kawano Y. *Chem. Lett.* **1994**, 117.
4. Peng C., Wang Y., Tang Y. *J. Appl. Polym. Sci.*, 1998, **70**, 501.

ВПЛИВ ГІДРАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА СЕЛЕКТИВНІСТЬ ЙОННОГО ОБМІНУ

Т.Д. Панайотова, канд. хім. наук, доцент, І.С. Зайцева, канд. хім. наук, доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
Inna.Zayceva@kname.edu.ua*

Проведення ряду промислових технологічних процесів вимагає використання повністю знесолоної води. Заключна стадія підготовки води, пов'язана зі зміною її іонного складу аж до повного видалення розчинених домішок, реалізується за допомогою йонообмінної технології. При обробці багатокомпонентного розчину, яким є природна вода, велике значення має переважна адсорбція іонами одних йонів у порівнянні з іншими. Причиною, що викликає селективність йонного обміну, є відмінність енергій тяжіння йонів твердою фазою, обумовлена величинами радіусів адсорбованих йонів та їх зарядів. Це випливає із закону Кулона, якщо прийняти, що йон, який адсорбується, безпосередньо взаємодіє з протилежно зарядженими потенціалутворюючими йонами, фіксованими на матриці. Зі зменшенням радіусу повинна зростати енергія тяжіння, але при цьому необхідно враховувати, що йони, які взаємодіють з іонами, знаходяться в розчині в гідратованому стані, тобто оточені міцно пов'язаною з ними оболонкою з дипольних молекул води. Відомо, що в межах групи (головної підгрупи) періодичної системи елементів радіуси йонів зростають зі збільшенням заряду ядра атома. Зі зміною радіуса йонів змінюється і ступінь їх гідратації: зменшується зі зростанням радіуса.

Важливість хімії води при вивченні багатьох хімічних і біологічних процесів викликало безліч експериментальних, а також розрахункових досліджень. Квантово-хімічні розрахунки допомагають глибше зрозуміти явища, що відбуваються при адсорбції, і визначити стан, в якому перебувають йони [1,2].

Здійснено квантовохімічне моделювання йонів $Me^+(H_2O)_n$, $Me^+ = Na^+, K^+$, $n=0...8$, методом RHF у базисі 6-31G(d,p). Наслідком збільшення ван-дер-ваальсового радіусу катіону при переході від Na^+ до K^+ є підвищення енергії гідратів (~27 ккал/моль для $n = 6$). Це має означати зменшення числа молекул води та зменшення гідратації зі збільшенням радіуса катіона, що корелює з рядом селективності (переважної адсорбції на іонітах) найбільш важливих в практиці водопідготовки йонів:



Література

1. Alex A. Granovsky, Firefly version 7.1.G, <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>.
2. Цесарчук Н.С., Зайцева І.С. Теоретичне вивчення циклічних водних кластерів $(H_2O)_n$ ($n = 1-6$), а також кластерів каркасної будови//Materialy VIII mezinarodni vedecko-prakticka konference.- Praha. - 2012. - Dil 20. - P. 46-51.

3-АМІНО-5-МЕТИЛПІРАЗОЛ У БАГАТОКОМПОНЕНТНІЙ ВЗАЄМОДІЇ З АЛЬДЕГІДАМИ ТА АЦЕТИЛАЦЕТОНОМ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

І.Г. Ткаченко^{1,2,3}, С.О. Комихов^{1,2} канд. хім. наук, доцент

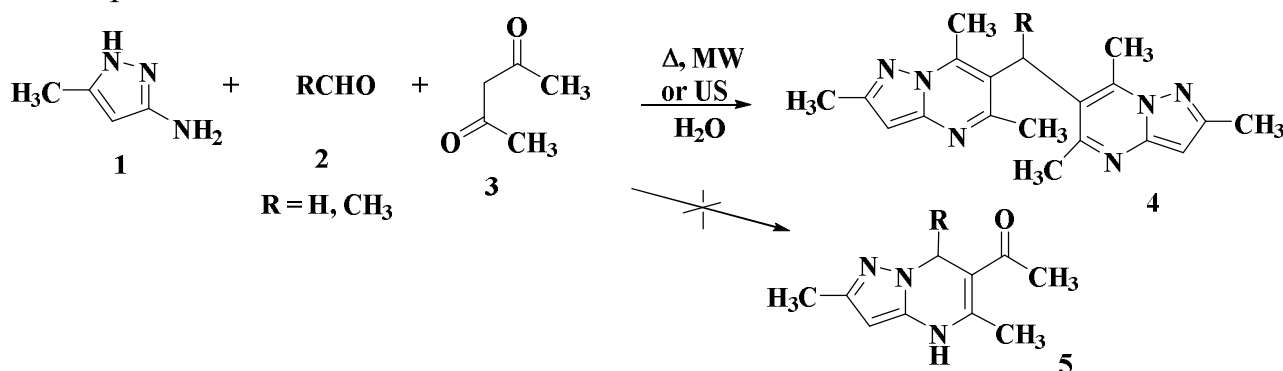
¹НТК «Інститут монокристалів» НАН України,
61072 Харків, пр. Науки, 60

²Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна
61022 Харків, пл. Свободи, 4

³Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
61036, м. Харків, вул. Ковтуна, 32
sserg.ko@gmail.com

Останнього часу набувають поширення методи зеленої хімії і науці і виробництві, зокрема, у синтезі різноманітних гетероциклічних сполук гетероциклізаціями у середовищі "зелених" розчинників. Ряд останніх робіт свідчить про надзвичайну ефективність використання води у якості такого розчинника в синтезі частково гідрованих похідних азоло[1,5-*a*]піримідинів [1,2]. Оскільки вода є певною мірою унікальною сполукою, наслідком її такого застосування може бути утворення сполук, які неможливо отримати іншим чином.

Вивчено реакцію взаємодії 3-аміно-5-метилпіразолу (**1**) з альдегідами **2** і ацетилацетоном (**3**) у водному середовищі; встановлено, що застосування як традиційних, так і нетрадиційних методів активації (традиційний нагрів, мікрохвильова або ультразвукова активація) призводить до утворення лише одного типу продуктів – сполук **4**, будова яких відповідає п'ятикомпонентній взаємодії вихідних речовин **1-3**; утворення найбільш очікуваного продукту **5** не спостерігалось.



Будову сполук **4** доведено спектральними методами (ЯМР ^1H і ^{13}C , мас-спектрометрії).

Література

1. Komykhov S. A., Tkachenko I. G., Musatov I. G., Diachkov M. V., Chebanov V. A., Desenko S. M. *Arkivoc* 2016, **4**, 277.
2. Tkachenko I. G., Komykhov S. A., Gladkov E. S., Musatov V. I., Chebanov V. A., Desenko S. M. *Chem. Heterocycl. Compd.* **2019**, **22**.
3. Tkachenko I., Komykhov S., Musatov V., Chebanov V., Desenko S. *French-Ukr. J. Chem.* 2019, **7**, 90.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ ГОРОДА

Э. Е. Головская, магистр, В. Е. Бекетов, к.т.н., доцент

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова
61002 Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17
wlbek17@gmail.com*

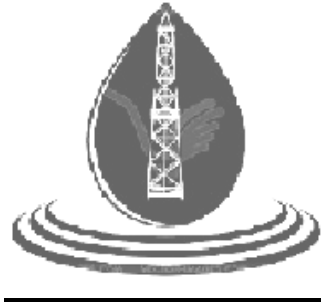
Рассмотрен экологический аспект использования альтернативных видов топлив – мазута и угля – для коммунального предприятия города на примере Салтовской котельной. В настоящее время котельная использует в качестве топлива природный газ и обеспечивает отопление и горячее водоснабжение близлежащих районов города Харькова.

Замена природного газа на мазут или уголь в значительной степени усугубляет экологическую обстановку прилегающей к котельной территории. Выполненные расчеты показывают, что:

- масса выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельной увеличивается в 7,3 раза (мазут) и в 18,6 раз (уголь);
- приземные концентрации двуокиси серы, двуокиси азота, пыли, веществ групп суммации «двуокись серы - двуокись азота» и «двуокись серы - пятиокись ванадия» превышают допустимые санитарные нормы.

При этом замена природного газа на мазут или уголь приводит к увеличению экологического налога с предприятия за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ в 6,9 и в 20,6 раз соответственно.

Для сокращения выбросов загрязняющих веществ от котельной предложена комбинированная технология SNOX, разработанная датской компанией «Хальдор Топсе АО». Данная технология позволяет снизить выбросы двуокиси серы и оксидов азота на 95-99%. Кроме этого получить в качестве конечного продукта высококонцентрированную серную кислоту (92-97%). Процессы, заложенные в основу технологии, предполагают использование катализаторов и аммиака и не требуют расхода воды и других химических реагентов.



Секція 3. Питання розвитку нафтогазової технології та інженерії

**Керівник секції – Капцов Іван Іванович, докт. техн. наук, професор,
завідувач кафедри нафтогазової інженерії і технологій
ХНУМГ ім. О.М. Бекетова**

**Секретар – Ромашко Олександр Васильович, канд. техн. наук, доцент
кафедри нафтогазової інженерії і технологій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова**

ВПЛИВ СЕЗОННИХ ЧИННИКІВ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОПРОВОДІВ

М.Д. Середюк, д-р техн. наук, професор

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
serediukm@gmail.com*

Обсяги споживання природного газу населеними пунктами в Україні характеризуються суттєвою нерівномірністю. Найбільшу амплітуду має сезонна нерівномірність споживання газу. Очевидно і пропускна здатність магістральних газопроводів, як джерела газопостачання населених пунктів, залежить від сезонних чинників [1].

Мета дослідження – підвищення ефективності використання транспортних можливостей недовантажених магістральних газопроводів з тривалим терміном експлуатації шляхом урахування сезонних чинників та вимог енергоефективності.

Розроблено метод врахування впливу сезонних чинників на пропускну здатність та енергоефективність експлуатації газопроводу, компресні станції (далі КС) яких оснащені відцентровими нагнітачами з газотурбінним приводом. Метод враховує вплив низки чинників на теплогідрравлічний режим роботи лінійної частини та компресорної станції, а саме: температури повітря, температури ґрунту на глибині укладання газопроводу, теплопровідності ґрунту, швидкості вітру, товщини сніжного покриву, коефіцієнта гідрравлічної ефективності лінійної частини тощо. Метод реалізовано в обчислювальному алгоритмі та комп'ютерній програмі. Для оцінювання енергоефективності експлуатації газопроводу введено енергетичний показник – питомі витрати енергії на транспортування одиниці об'єму газу на одиницю довжини

$$\bar{E} = \frac{Q_{\text{вн}_{\text{КС}}} \cdot Q_{\text{РН}}}{LQ}, \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{км}),$$

де $Q_{\text{вн}_{\text{КС}}}$ - витрати газу на власні потреби КС, $Q_{\text{РН}}$ - нижча теплота згорання газу, L - довжина газопроводу, Q - пропускна здатність газопроводу.

Виконано апробацію запропонованого методу шляхом врахування сезонних чинників при розрахунку режимних параметрів ділянки газопроводу, що проходить у Львівській області. Одержано, що урахуванням сезонних чинників при технологічних розрахунках магістральних газопроводів, КС яких оснащені нагнітачами з газотурбінним приводом, дає змогу до 5 % уточнити транспортні можливості та енергетичні витрати на транспортування газу.

Література

Середюк М. Д., Ганжа М. Є. Вибір енергоефективних режимів експлуатації магістральних газопроводів за їх неповного завантаження // Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2017. – №1 (42) – С. 67–72.

РЕЗЕРВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ (ГКР)

О.П. Варавіна, аспірант, І.М. Фик, д-р. техн. наук, професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Курпичова, 2, evaravina73@gmail.com*

Передумовою підвищення ефективності розробки ГКР на пізній стадії експлуатації є наявність випавшого в пласті конденсату по родовищах, які розроблялись в режимі виснаження. В теорії та практики розробки відомо, що чим більший вміст конденсату ($C_{5+\text{вищі}}$), в пластовому газі тим крутіша крива потенційного вмісту конденсату і тим більше конденсату випадає в пласті при його виснаженні. Якщо розглянути всі газоконденсатні родовища (ГКР) в Україні, що розроблялись на виснаження, то об'єм випавшого в пластах конденсату складе приблизно половину від початкових запасів, тобто скільки видобуто конденсату із родовищ що розробляються, стільки і залишилось в пластах у вигляді рідкої фази. Визначимось із напрямками які можна приміняти для забезпечення видобутку випавшого в пласті конденсату. Перше – це підняти тиск в покладі і перевести рідкий конденсат в газову фазу, але це неможливо, тому що треба закачати той газ який ми забрали. Друге – розігріти пласт і перевести рідкий конденсат в газоподібний стан, це також неможливо, тому що затрати енергії будуть великі – неефективно. Третє – знизити пластовий тиск нижче тиску максимальної конденсації забезпечивши зворотне випаровування рідкого конденсату, збільшення його питомого вмісту в пластовому газі із послідуочим видобуванням - можливо.

Розглянемо третій варіант видобування випавшого конденсату в ГКР. В якості об'єкта досліджень вибрано горизонти П – 1, К-1-2-3 Розпашнівського ГКР. Пластовий тиск максимальної конденсації P_{max} конденсації для покладів П–1, К-1-2-3 складає 7,5 МПа. При подальшому зниженні пластового тиску спостерігається збільшення потенційного вмісту конденсату в пластовому газі за рахунок його переходу в газову фазу. Так при пониженню $P_{\text{пл1}}$ до 2 МПа вміст конденсату збільшиться з 10 г/м^3 до 32 г/м^3 , що відповідає його вмісту при тиску $P_{\text{пл2}}$ правої кривої 27 МПа, а при пониженні $P_{\text{пл}}$ до 1 МПа вміст конденсату в пластовому газі збільшиться до 38 г/м^3 , що відповідає тиску на правій кривій 33 МПа. Слід зауважити, що випавшого в рідку фазу конденсату при пониженні $P_{\text{пл}}$ до P_{max} цілком вистачить для відновлення його вмісту при пониженому пластовому тиску, оскільки об'єми видобутого газу при зниженні пластового тиску P_{max} значно перевищують об'єми газу при подальшому пониженні $P_{\text{пл}}$ від P_{max} . Таку систему розробки можна налагодити на Розпашнівському ГКР використавши дожимну компресорну (ДКС) станцію в якості нагнітальної. ДКС на Розпашнівському ГКР КУС 1450-УР/2-1 забезпечує подачу газу в магістральний газопровід, які розробляють частину відсепарованного газу повернути в пласт П–1, К-1-2-3, фонд свердловини також дозволяє частину їх перевести в нагнітальні.

ВИБІР КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАГУЩУВАЧА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РЕЦИКЛІНГОВИХ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ

А.Б. Григоров, канд. тех. наук, доцент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
61002 Харків, вул. Курпичова, 2
grigorovandrey@ukr.net

Загущувач у складі пластичних мастил зумовлює температурні діапазони їх застосування, водостійкість, ефективну динамічну в'язкість, сумісність з іншими пластичними мастилами. З метою отримання більш дешевих пластичних мастил з підвищеним значенням верхньої температурної межі робочих температур, у порівнянні з солідолом, були запропоновані рециклінгові пластичні мастила, в яких загущувачем були відпрацьовані полімерні вироби з поліетилену низького тиску (ПНТ). При використанні відпрацьованих змащувальних олів, як дисперсійного середовища, концентрація ПНТ не перевищує 10% мас. Подальше збільшення концентрацій ПНТ сприяє підвищенню температури крапання мастила, що є позитивним моментом, але також при цьому порушується однорідність структури (див. рисунок), ускладнюється процес його гомогенізації, погіршується здатність до нанесення та, як наслідок, адгезійні властивості [1].

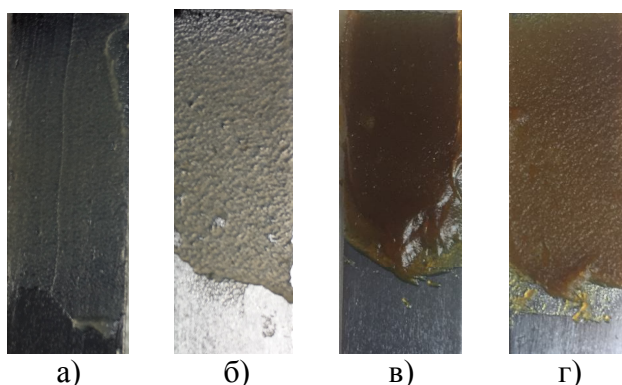


Рис. Знімок поверхні пластичного мастила: а) олива HLP-46+6,0 % ПНТ б) олива HLP-46+10% ПНТ; в) олива SAE 80W-90+4% ПНТ, г) олива SAE 80W-90+10% ПНТ

Лабораторні дослідження показали, що в залежності від величини в'язкості дисперсійного середовища оптимальна концентрація полімерного загущувача, який представлений відпрацьованими виробами з ПНТ, частіше усього знаходиться у межах 4,0-7,0% мас., що відповідає максимальному значенню адгезійних властивостей пластичного мастила, від яких залежить надійна експлуатація вузла механізму, де застосовується рециклінгове мастило.

Література

1. Grigorov A, Zelenskii O. The use of processed polyethylene products in the manufacture of plastic lubricants // *Petroleum & Coal journal*. 2019. – Volume 61. – Issue 1. – P. 21-24.

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ КОРОЗІЇ НА ПІДЗЕМНІ ГАЗОПРОВОДИ ТА МАТЕМАТИЧНИЙ ПРОГНОЗ ВИТОКІВ ГАЗУ ВІД КОРОЗІЇ

В. С. Сідак, канд. техн. наук, проф., О. М. Слатова, ст. викл., Бронівський Ю.Ф.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
vssedak48@gmail.com; olga_slatova@ukr.net

Актуальність проблеми: Найчастіше аварії виникають при експлуатації понад нормативного терміну газопроводів та засобів електрохімічного захисту (ЕХЗ) через несвоєчасне виявлення та усунення витоків газу на мережі [1].

Наукова новизна: Моніторинг витоків газу за 10 років та прогноз руйнувань газопроводів з вини корозії, модернізації мереж і засобів ЕХЗ.

Мета: Моніторинг впливу корозії на підземні розподільні газопроводи та математичний прогноз витоків газу від корозії.

Виклад основного матеріалу: Для побудови динаміки витоків газу від корозії на розподільчих мережах ми будемо використовувати статистичний метод дослідження. Для подальшої обробки отриманих даних використовуємо програмне забезпечення математичних даних MS Excel. За допомогою табличного процесора будемо гістограму витоків газу від корозії на розподільчих мережах з подальшим прогнозом на 5 років вперед (рис.1)

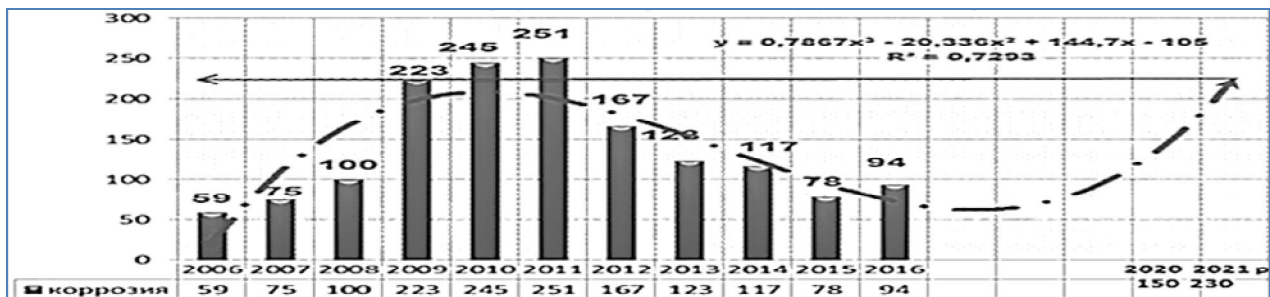


Рис. 1 Динаміка витоків газу та прогноз до 2021 р по причині корозії.

При довгостроковому дослідженні динаміки витоків газу на розподільчих газопроводах з 2006 по 2016 рік маємо загальну тенденцію зростання витоків газу в газових мережах. Згідно математичного прогнозу зростання числа витоків по причині корозії видно, що в найближчі п'ять років, при незмінних факторах намічається зростання витоків газу по причині корозії на розподільних мережах у 2021 році приблизно до 235 шт.

Висновок: За підсумками проведеного аналізу видно, що низький рівень захисту, старіння ізоляції і металу газопроводів призводить до критичного зростання корозійних руйнувань сталевих труб газових мереж. Для зменшення кількості витоків та аварій на розподільних газопроводах необхідно впроваджувати сучасні засоби ЕХЗ та системи контролю й управління на базі АСУТП, а також модернізацію систем газорозподілу згідно новітніх технологій.

Література

1. Сідак В. С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання: навч. посібник / В. С. Сідак. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 227 с.

АНАЛІЗ ПРИЧИН НЕГЕРМЕТИЧНОСТІ КОЛОННИХ ОБОВ'ЯЗОК У НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Куш А.І., аспірант, Римчук Д.В., канд. техн. наук, доцент

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
61002, Харків, вул.Курникова, 2, anastasia.kushch@ukr.net*

Герметичність колонних обв'язок, як складової частини гирлового обладнання при бурінні та експлуатації свердловин є запорукою фонтанної та газової безпеки. При негерметичності колонних обв'язок відбувається перетікання пластового флюїду при загерметизованому гирлі в міжколонні простори. В міжколонних просторах тиск зростає до величин значно більших за величину тиску опресування попередньої колони. І як наслідок руйнуються всі технічні колони, кондуктор і флюїд із свердловини виходить поза межами гирла – через грифони. Це може привести до втрати свердловини, а інколи до втрати цілого родовища.

Герметичність міжколонних просторів забезпечують гумові ущільнення, котрі постійно знаходяться в стисненому статично деформованому стані під дією свердловинного середовища та знакоперемінних температур. Ці фактори сприяють інтенсивному старінню гуми. Старіння гуми - це процес її окислення при довготривалому зберіганні та експлуатації, що проводить до зміни фізико-механічних властивостей. Основною причиною старіння є окислення каучуку, тобто приєднання кисню до місця подвійних зв'язків у каучуці, внаслідок чого його молекули розриваються на частки і скорочуються. Гума втрачає еластичність, стає крихкою, на її поверхні утворюються сітки тріщин, а далі вона розпадається на дрібні крихти.

Всі колонні обв'язки, що експлуатуються на суходолі, за особливостями герметизації міжколонних просторів, можна умовно поділити на п'ять груп: 1 група – колонні обв'язки типу ОКК і їх аналоги; 2 група – колонні обв'язки типу ООК і їх аналоги; 3 група – колонні обв'язки типу КГ і їх аналоги; 4 група – колонні обв'язки типу ОКМ і їх аналоги; 5 група – колонні обв'язки Cameron типу S з ущільненнями «Р» і трубоутримувачами SB.

Висновки:

1. Основною причиною негерметичності колонних обв'язок є втрата герметизаційної здатності ущільнень із-за старіння та руйнування гуми.
2. Нормативні документи, що регламентують правила монтажу та експлуатації колонних обв'язок слід доповнити допустимими строками служби гумових ущільнень.
3. Необхідно розробити колонні обв'язки для довготривалої експлуатації (50 років і більше) з конструкції яких виключити комплектуючі із гуми.
4. Провести заміну колонних обв'язок на всіх діючих підземних сховищах газу.

Література

1. Римчук Д.В. Спосіб монтажу колонної головки під час капітального ремонту свердловини /Д.В. Римчук, П.Д. Нащочич,С.В. Цибулько// Нафт. і газова пром-сть. – 2012. - №1. – С. 38-40.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ПРИТОКУ ДВОФАЗНОГО ФЛЮЇДУ ДО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

М. Б. Аль-Султан, аспірант, М. І. Фик, д-р. техн. наук, професор

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Куртичова, 2
mfyk@ukr.net

Приток флюїду до нафтогазової свердловини оцінюється зазвичай двома різними рівняннями в залежності від фазового стану флюїду [1-2]:

– для притоку рідини використовують математичний запис

$$P_2 - P_1 = AQ^2 + BQ ; \quad (1)$$

– для притоку газоподібного флюїду використовують інший запис

$$P_2^2 - P_1^2 = AQ^2 + BQ , \quad (2)$$

де P_1 та P_2 – тиски в пласті та на вибої; Q – дебіт свердловини;

A, B – коефіцієнти фільтрації видобувного флюїду через продуктивний пласт.

Якщо свердловиною видобувається одночасно три різних нафтопродукти у двох різних фазових станах, то на практиці моделі (1)-(2) працюють ненадійно (як кожна окремо, так і їх комбінація). Додавання до (1)-(2) вільного члену C (вільний член квадратичної апроксимації) до (2) за [2] в записі

$$P_2^2 - P_1^2 = AQ^2 + BQ + C \quad (3)$$

також не завжди дозволяють адекватно моделювати процес фільтрації багатofазного флюїду через проникний пласт (для газоконденсатних свердловин, з двома продуктами в різних фазних станах). Авторами запропоновано та перевірено по фактичних даних вимірювання інший вигляд математичного запису вдосконаленої моделі:

$$P_2^D - P_1^D = AQ^2 + BQ + C. \quad (4)$$

Для рідиноподібної суміші $D \sim 1$, а для газоподібної – $D \sim 2$. При визначенні коефіцієнтів математичної моделі (4) A, B, C, D (по даних промислових досліджень P_1, P_2, Q), на першому кроці, D приймалось рівним співвідношенню фазних компонент по об'єму, що значно пришвидшило ітераційні розрахунки.

Вдосконалення моделі робить прогнозування притоку флюїду адекватнішим (сприяє збільшенню коефіцієнта детермінації R^2) за описом реального процесу видобування, та точнішим на 5-7% за дебітом досліджуваної нафтогазоконденсатної свердловини.

Література

1. Бойко В.С., Бойко Р.В. Видобування і транспортування гідратуотворювальних природних і нафтових газів. – Івано-Франківськ: Вид.-во «Нова Зоря», 2010. – 747 с.
2. Фык М. И., Хрипко Е.И. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учеб. Для студ. Высш. Учеб. Заведений, обучающихся по специализации «Экогеохимия нефти и газа»/ М.И. Фык, Е. И. Хрипко; худож.-оформитель В.Н. Карасик. – Харьков: «Фолио», 2015. – 399 с.

ECOLOGICAL TECHNOLOGY OF CREATING WATERPROOF SCREENS

I.V. Perkun, Ph.D. (Tech.), V.G. Pogrebnyak, Prof., Dr. Sci. (Tech.), I.V. Adamchak, student

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15 Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019
VGPogrebnyak@gmail.com*

The task of creating waterproof screens can be solved by using “aperiodicities” observed in laminar unsettled longitudinal flow of polymer solutions of hydro-dynamic and mechano-chemical behaviour [1].

However polymer solution application for creating waterproof screens in industrial experiments doesn't yield positive results, especially for porous media having laminated heterogeneity and fissures. That's why the technical task of designing technology on creating waterproof screens when feeding polymer solutions into soil-seam (even ignoring the ecological demands) is still to be realized. First of all it is pertinent to the issue of hydrodynamic regimes of feeding polymers into a soil-seam and structural changes in polymer solutions under hydrodynamic field effect.

Within the last years about 80 per cent of foreign experts came to the conception that the only direct (not taking into account immediate studies of a filtration flow) method of “attacking” the problem of nonlinear character in polymer solution filtration lies in the study of unsettled longitudinal flow, i.e. flow with stretching. As it is shown in work [2], filtration flow is nothing else than superposition of flows with shift and stretching, i.e. flows being realized in the input section of a capillary and a slot. That's why short capillaries, slots and hydro-resistors with confuser-diffuser zones can be used as a model of porous medium. Under such flows effects of elastic deformations become so big that disregard of them leads to unpredictable results.

There has been carried out a complex study of polymer solution reaction under hydrodynamic effect. Integrated approach turned out to be a necessary condition for successful solving of the delivered tasks of scientific and technical character (from fundamental studies to concrete technological process). This allowed to formulate a new structural concept with a “common denominator” such as strong deformation effect on the part of a hydrodynamic field on macromolecules that immediately generates the so called rubber-like high elasticity. The technology of creating waterproof screens is based on utilization of rubber-like properties of a polymer solution that arise under definite conditions while going through porous media.

There have been obtained eco-technological criteria and practical recommendations as to practical implementation of technology of creating waterproof screens.

References

1. Pogrebnyak V. G., Perkun I. V., Pogrebnyak A. V. Displacement of Oil from Porous Bed by the Oscillating Flow of Polymer Solution // American J. of Science, Engineering and Technology. 2016.– 1(2). – P. 53–57.
2. Pogrebnyak A.V., Perkun I.V., Pogrebnyak V.G. Degradation of Polymer Solutions in a Hydrodynamic Field with a Longitudinal Velocity Gradient // J. of Eng. Phys. and Thermophys. 2017. – 90(5). – P. 1219–1224.

ГІДРОПІСКОСТРУМИННА ПЕРФОРАЦІЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ВТОРИННОГО РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ГОРИЗОНТІВ

В.В. Пономаренко, аспірант, Д.В. Римчук, канд. техн. наук, доцент

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61143, м. Харків, б-р Грицевця, буд. 11, кв. 102. vita.yunnyk@gmail.com*

Заключною стадією будівництва свердловин є вторинне розкриття продуктивних горизонтів. Основним завданням вторинного розкриття є створення досконалого гідродинамічного зв'язку між свердловиною і продуктивним пластом, тобто без негативного впливу на колекторські властивості привибійної зони пласта, без значних деформацій обсадних колон і цементної оболонки.

В роботі розглянуто та проаналізовано методи вторинного розкриття продуктивних горизонтів нафтових та газових свердловин, а також обґрунтовано вибір гідропіскоструминної перфорації як ефективного метода.

У даний час на вітчизняних та закордонних родовищах для вторинного розкриття продуктивних горизонтів здебільшого використовується кумулятивна перфорація. Вона як і кульова та торпедна перфорація має ряд суттєвих недоліків, а саме: в зоні перфорації відбувається ущільнення породи та зміна її фізичних властивостей; пошкоджується як обсадна колона так і цементний камінь, що істотно збільшує ймовірність виникнення заколонних перетоків, та обводнення продукції; глибина утворених каналів є незначною; створюються несприятливі умови для подальшої експлуатації свердловини.

Тому існує проблема проведення якісного вторинного розкриття продуктивних горизонтів, котре може забезпечити лише ГПП.

Гідропіскоструминна перфорація (ГПП) основана на використанні кінетичної енергії високошвидкісних абразивних струменів рідини з піском, які утворюють канали значно більших розмірів, ніж при кумулятивному чи кульовому методі. ГПП характеризується найбільшою технологічною ефективністю і найвищою досконалістю свердловини за характером розкриття пласта порівняно з іншими видами перфорації. Переваги ГПП такі: можливість регулювати довжину і кут нахилу перфораційного отвору; цементне кільце не руйнується і зберігає свою міцність; краї утворених отворів в колоні рівні та гладкі; прилади, які використовуються при ГПП прості та надійні в роботі; їх можна використовувати в свердловинах практично любого діаметра; після ГПП можна проводити будь-які методи інтенсифікації не піднімаючи інструменту на поверхню; довжина перфораційних каналів значно більша ніж при інших видах перфорації і може досягати до 500-700 мм при площі фільтрації каналів більшій у 20-30 разів; при ГПП не ущільнюється порода в кінці перфораційного каналу.

Література

1. Освоєння, інтенсифікація та ремонт свердловин : [навч. посіб.] / П.О. Катеринчук, Д.В. Римчук, С.В. Цибулько, О.Л. Шудрик – Х. : Пром-Арт, 2018. – 608 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ВИТОКІВ ГАЗУ НА ПІДЗЕМНИХ ГАЗОПРОВОДАХ

В. С. Сідак¹, канд. техн. наук, проф., **О. М. Слатова¹**, ст. викл.,

В.М. Супонев, канд.техн. наук, доц., зам.директора НВП «Газтехніка»

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17. vssedak48@gmail.com; olga_slatova@ukr.net
v-suponev@mail.ru

Актуальність проблеми: Аналіз досліджень експлуатації та розвитку систем газопостачання м. Харкова свідчить про те, що для підземних газопроводів характерно фізичне та природне старіння ізоляції сталевих труб, а понад 50 % аварій відбувається по причині корозії металу газових мереж [1].

Наукова новизна: Дослідження впливу корозії на підземні газові мережі та встановлення закономірності процесів витікання газу.

Мета даної роботи полягає в аналізі та визначенні основних причин пошкоджень і витоків на газопроводах та впливу корозії на газові мережі.

Виклад основного матеріалу: Дослідження показують, що великі аварії відбувалися через розгерметизацію газопроводів за чотирма основними причинами: наскрізних корозійних пошкоджень металу труби; від можливих механічних пошкоджень; від розривів неякісних зварювальних стиків; від якості запірної газової арматури [1]. На гістограмі розподілення витоків газу за типами на розподільних газопроводах (рис. 1) більше половини витоків газу, а саме 60 % від усієї кількості у 2018 році, складають витокі з причин корозії. Термін експлуатації головним чином залежить від корозійної стійкості основного металу та зварного з'єднання труб, а також характеру руйнування поверхні металу в місцях з порушенням ізоляційним покриттям.

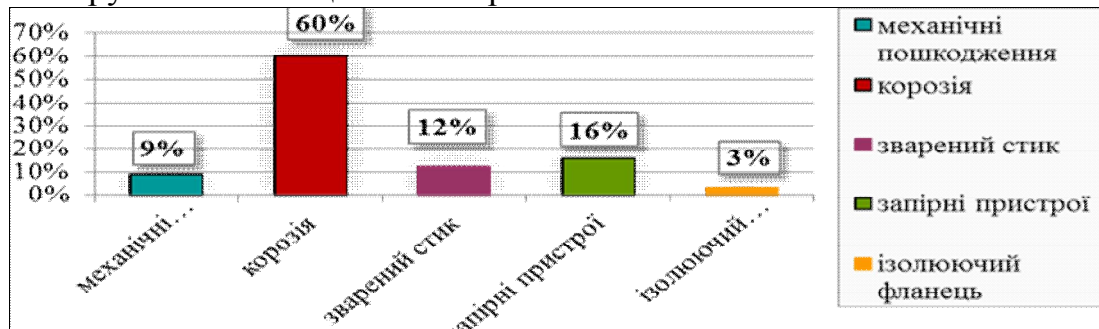


Рис. 1 Відсоткове відношення витоків газу основних типів у 2018 році

Висновок: За підсумками проведеного аналізу видно, що на розподільних системах основна причина утворення витоків – це корозійне пошкодження газопроводу. Для підвищення технічної та функціональної надійності системи газопостачання міста Харкова необхідно впроваджувати сучасні технології захисту газових мереж від корозії в цілях продовження ресурсу газопроводів та провести додаткові дослідження по витокам газу в мережі та їх прогнозу.

Література

1. Сучасні та інноваційні технології в безпеці газопостачання: монографія / за заг. ред. В. С. Сідака; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 433 с.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Д. О. Шендрик, студент 2-го курсу ФТФ

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна «ХНУ»
61022, Україна, Харківська область, м. Харків, майдан Свободи 4. N7Terra@gmail.com*

Останнім часом людство стає перед проблемою заміни атомної та вуглеводневої енергетики на альтернативну. Значні забруднення зовнішнього середовища нафтопродуктами, екологічні катастрофи у Мексиканській затоці та на Фукусімі, негативний вплив на природу від видобування сланцевого газу та інші випадки вимагають шукати альтернативні джерела енергії, які були б більш екологічними, безпечними та дешевими.

Цікавим рішенням було б впровадження технологій перетворення геотермальної енергії [1], телуричних струмів та гальванічних потенціалів у електричну. До переваг цих технологій можна віднести:

- екологічність, бо при таких перетвореннях викиди в атмосферу відсутні;
- невичерпний ресурс енергії, бо теплові та електричні потенціали Землі при правильному їх відбиранні – це невичерпний ресурс;
- можливість застосування технологій в будь-якому місці планети;
- можливість залучення для впровадження та розвитку таких технологій існуючих комунікацій газо- та нафтовидобувних галузей, їх виробничих та людських ресурсів з ліквідованих та виснажених газових та нафтових родовищ.

На даний час в Україні 7–8 тис. ліквідованих свердловин, з яких лише частина може бути реліквідована. Кількість ліквідованих та законсервованих свердловин буде постійно зростати [2]. Моніторинг та обслуговування таких свердловин будуть приносити лише збитки газовидобувним компаніям. Тому актуальність питання альтернативного використання фонду таких свердловин, їхньої інфраструктури та інших ресурсів газовидобувних підприємств буде зростати. Так навіть на територіях ліквідованих об'єктів, земля яких належить газовидобувним підприємствам можна створювати сонячні електростанції.

На даний час вже отримано патент на перетворення геотермальної енергії в електричну, який спирається на технологію використання низько киплячих теплових агентів у занурених в свердловини геотермальних [3]. Ведуться роботи з розробки технологій отримання електричного струму за допомогою свердловин шляхом використання телуричних струмів та систем геологічних електродів.

Література

1. Шендрик Д.О. Альтернативна концепція петротермальної геосес в областях різного геотермального потенціалу на основі модернізації турбіногенераторних агрегатів.– Харків. Мін. освіти і науки України. Науково-дослідницька робота МАН, 2017. – 47 с.
2. Ю.Л. Фесенко, С.В. Кривуля, О.М. Шендрик, Д.О. Шендрик Генезис техногенних геологічних аномалій та формування газовидобувних промислових парків і шляхи їх альтернативного використання. Питання розвитку газової промисловості України, Вип. XLV 2017.
3. Патент № UA 114339 U України (51) МПК F24J 3/08 (2006.01) Спосіб перетворення геотермальної енергії в електричну/ Шендрик О.М., Шендрик Д.О.; № u 2016 08198; заявл. 25.07.16. опубл. 10.03.20173. Бюл. № 5.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТАРІННЯ БІТУМУ МАРКИ БНД 60/90 ПАТ «УКРТАТНАФТА»

М.І. Донченко, аспірант, О.Б. Гринишин, д-р техн. наук, професор

*Національний університет «Львівська політехніка»
79013 Львів, вул. Степана Бандери, 12
m.i.donchenko@gmail.com*

Старіння бітуму – це процес, що відбувається із в'язким під впливом чинників навколишнього середовища, таких як атмосферний кисень, вода, висока температура, а також внаслідок дії на в'язке механічних навантажень. В результаті такого впливу відбуваються зміни фізико-механічних показників, що в свою чергу призводить до утворення на дорожньому полотні тріщин, вибоїн та ям.

З метою запобігання швидкого руйнування дорожнього полотна та для подальшого підвищення його стійкості до зовнішніх чинників проводились дослідження процесу старіння зразків бітуму, а саме – марки БНД 60/90 ПАТ «Укртатнафта». Штучне зістарювання зразків проводилось за стандартним методом прогрівання бітуму (згідно ГОСТ 18180) за температури 163°C протягом 5-ти та 10-ти годин в тонкій плівці, що дозволило імітувати зміну властивостей бітуму при службі в покритті протягом одного року. Порівняння показників до та після процесу старіння вказує на те, що під час процесу старіння бітумів значно зростає температура розм'якшення, знижуються такі показники, як дуктильність та глибина проникнення голки (пенетрація); зростає температура крихкості та підвищується індекс пенетрації. Також, згідно із результатами групового аналізу, внаслідок процесу старіння відбувається перехід смол у асфальтени, при чому вміст олив змінюється незначно.

Результати інфрачервоної спектроскопії зразків вихідного та зістарених протягом 5-ти та 10-ти годин бітумів дозволяють виявити у в'язкому нормальні парафінові, моноядерні ароматичні та поліядерні ароматичні групи вуглеводнів, спостерігаються також смуги валентних коливань C- N та смуга коливань N-H, що вказують на наявність азотовмісних сполук у бітумі. Порівняльна характеристика ІЧ-спектрів дозволяє зробити висновки про те, що в результаті окиснення зразків бітуму в них відбуваються кількісні зміни компонентів, що співпадає з результатами групового аналізу.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють краще зрозуміти перетворення, які відбуваються з бітумом під час старіння та проаналізувати показники з метою подальшого впливу на ті з них, результати яких стрімко погіршуються в умовах експлуатації дорожнього полотна.

Література

1. Веренько В. А. Новые материалы в дорожном строительстве: Учеб. пособие // – Мн.: УП «Технопринт». 2004. – с. 170.

ВДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРИТОКУ ТЕПЛА ДО ВИБОЮ НАФТОВОЇ СВЕРДЛОВИНИ

М. Х. Аббуд, аспірант, М. І. Фик, д-р. техн. наук, професор

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2. mfyk@ukr.net

Притік петротермального тепла до свердловини проходить переважно від підшови відносно-тонких пластів радіально-спрямованим та радіально-відцентровим способом з конвекційним принципом теплопередачі у флюїдопроникній зоні продуктивного горизонту [1]. Видобуте паралельно нафтогазовим флюїдам тепло потрібне в технологічних процесах сепарації [2]. Отже, моделювання евакуації тепла з потоком нафти або іншим теплоносієм має велику актуальність для діючого нафтовидобувного і геотермального виробництва. У роботі [1] приведено сучасну модель притоку тепла через пласт з конвекційним членом, де рівняння теплопровідності є

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \nabla^2 T + \frac{Q}{C_r \rho_r} - \frac{C_f \rho_f}{C_r \rho_r} V \nabla T. \quad (1)$$

де T - температура; t - час; a - температуропровідність; Q - об'ємне питома тепловиділення; C_r , ρ_r , C_f , ρ_f - теплоємність та густина породи та флюїду; V - швидкість фільтрації флюїду, але здійснено спрощення (1) до (2) при розгляді

усталених режимів одновимірного радіального руху ($\frac{\partial T}{\partial t} = 0$) та конвекції водо-нафтової суміші (теплоносія) в пласті:

$$Q = \lambda \frac{d^2 T}{dR^2} - V C_f \rho_f \frac{dT}{dR}. \quad (2)$$

де R - радіус дронування при свердловинному видобуванні флюїдів; λ - радіальна теплопровідність флюїдонасиченої породи пласта.

Запропонована модель (2) також нехтує товщиною проникного пласта, що надало можливість винесення Q окремо в ліву частину рівняння. Оцінка відбору тепла змінює знак при Q в (2) на протилежний.

Виконані спрощення не виводять модель із зони адекватних значень, оскільки перехідні теплогідралічні процеси тривають не більше доби (в зоні дронування нафтової свердловини), а проектні режими витримуються в циркуляційних системах геотермальних контурів роками.

Порівняльний аналіз оціненого притоку тепла за формулою (1) з [1] та запропонованою (2) показує розбіжність обчислення Q меншу за 1.2-2.4%, що також доводить правомірність використання запропонованої спрощеної математичної моделі притоку тепла до вибою нафтової свердловини за умови його відбору в усталених режимах з відносно-тонких продуктивних пластів..

Література

1. Морозов Ю. П. Добыча геотермальных ресурсов и аккумулярование теплоты в подземных горизонтах. – Київ: «Наукова думка», 2017. – 200 с.
2. Бойко В.С. Технологія видобування нафти: Підручник. – Івано-Франківськ: Видавництво «Нова зоря», 2012. – 827 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РЕЗЕРВУАРІВ З ПЛАВАЮЧИМИ ПОКРІВЛЯМИ ЗА НАЯВНОСТІ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ НА НИХ

В. П. Лісафін, доц., канд. техн. наук, Н. В. Люта, доц., канд. техн. наук

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15
gnps@nung.edu.ua*

У вітчизняній та закордонній практиці магістрального трубопровідного транспорту нафти спостерігається тенденція застосування резервуарів великих об'ємів з плаваючою покрівлею. В Україні для технологічних потреб використовуються резервуари з плаваючою покрівлею об'ємом від 20000 м³ до 75000 м³. Розглядаються плани модернізації резервуарних парків діючих нафтоперекачувальних станцій та створення, відповідно до Угоди про асоціацію Україна – ЄС, мінімальних запасів нафти і нафтопродуктів, при цьому у якості основних технологічних передбачається застосування саме резервуарів з плаваючою покрівлею.

При експлуатації резервуарів з плаваючою покрівлею виникає ряд складностей, пов'язаних з накопиченням атмосферних опадів на поверхні покрівлі. Останні у вигляді рідких (дощових) або твердих (снігу та льоду) навантажень призводять до додаткового занурення покрівлі у нафту, а у складних випадках - до перекосу або навіть її заклинювання. Теоретичні основи плавучості покрівлі базуються на відомих законах, основним з яких є закон Архімеда.

Оброблення результатів промислових замірів в резервуарі об'ємом 75000 м³, показало, що кількість накопиченої води, незалежно від її розподілу на поверхні покрівлі, може досягати 120 м³, при цьому різниця в об'ємах облікованої нафти за наявності води та її відсутності на покрівлі становить приблизно 139 м³ (різниця рівнів по штатних приладах визначення рівня складає 34 мм). Звичайно, об'єм нафти в резервуарі залишився таким самим, але за рахунок додаткового навантаження на покрівлю у вигляді води виникає суттєва похибка при визначенні рівня нафти.

Таким чином зміна рівня нафти в резервуарі через додаткове навантаження у вигляді атмосферних опадів, призведе до певних похибок під час визначення маси нафти у резервуарі.

Це визначає теоретичне і практичне значення дослідження впливу атмосферних опадів на облікові операції в резервуарах з плаваючою покрівлею.

Література

1. Лісафін В. П. Оцінювання впливу атмосферних опадів на облік нафти в резервуарах з плаваючою покрівлею. *Міжнародний науковий журнал (International Scientific Journal)*. 2016, вип. 6, том 1. С. 49–51.

TO THE ISSUE OF IMPROVING THE SAFETY OF EXPLOITATION OF OIL TRANSPORTATION SYSTEMS

M. Shkolnyi, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), **V. Bartmanskyi**, student,
O. Bortniak, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), **N. Vasyliv**, assistant professor,
I. Voznyi, assistant professor

*Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas
76019, Ivano-Frankivsk, Karpatska str., 15
public@nung.edu.ua*

Ukraine has a great oil transportation system, an extensive network of pipelines which covers almost the entire territory of the country and is able to provide as a transit transfer, and delivery of hydrocarbons to domestic consumers. Today, as a result of various factors, the system is not working at full load. In addition, much of the oil pipelines that were put into exploitation in the sixties and eighties of the twentieth century have already worked out a depreciation period. In this regards, increasingly there is a need for repair works, transferring of the pipelines in safe retention mode, in the absence of cargo streams of the respective directions, or utilization of decommissioned pipeline systems, which remains in the soil, are bring potential environmental hazard. The technology of these exploitation provides for the release main transport systems from process oil and the further cleaning of the internal cavity of the pipeline from paraffin deposits and oil vapor, which under certain conditions, can cause the formation of explosive mixtures [1]. One of the conditions for the prevention of explosions and, accordingly, for the organization of safe work is the dilution of the gas-air mixture with inert gases or water vapor until its ability to engage and cause an explosion is completely eliminated.

So, conducting experimental and theoretical research of energy parameters and criteria assessment of factors that may influence the processes of gas-air mixtures formation and their ability to explode under exploitation conditions of oil transportation systems, is not only appropriate but urgently needed to develop safe technologies, improvement of the corresponding legal documentation and proper organization and carrying out of gas hazardous and emergency works on the objects of main pipeline transportation of oil or products of its processing. After all, human safety during the exploitation of objects of oil and gas companies largely depends on proper implementation of regulatory requirements, compliance with job descriptions and possible ways to implementation in the production processes of scientific achievements, which is a guarantee of timely warning and consequently avoidance of emergency situations.

References

1. NPAOP 0.00-1.21-07. Safety rules for exploitation of main oil pipelines: valid from 2007-05-23 – K.: State committee of Ukraine on industrial safety, labor protection and mining supervision, 2007.– 97 p.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ ВИСНАЖЕНИХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

О. М. Шендрик, аспірант

*Український науково-дослідний інститут природних газів «УкрНДІгаз»
61010, Україна, Харківська область, м. Харків, Гімназійна Набережна, 20
oilgasua@gmail.com*

Впровадження діджиталізації та енергоресурсозбережених технологій на виснажених родовищах України є питанням технічного та фінансового виживання газовидобувних підприємств, адже з природнім зниженням видобутку експлуатаційній витрати на таких родовищах постійно зростають.

Розробка газоконденсатних родовищ від початкових до пізніх стадій супроводжується виснаженням пласту, зростанням процесів фазових переходів як в пласті так і під час руху газу в НКТ і шлейфах, обводненню свердловин та пластових зон дренавання флюїду. Це пов'язано насамперед із зменшенням газонасиченості пласту та критичним зниженням термобаричних параметрів пластового флюїду. Неостанню роль в цих проблемах відіграє зношеність основного газовидобувного обладнання, поломки, невідповідність, ремонт та заміна якого супроводжується фатальними ускладненнями в роботі свердловин.

Більшість технічних рішень, які було сформовано під час початкових етапів розробки родовищ спираються на протилежні умови пласту – максимальний (початковий) тиск, максимальна газонасиченість, нове обладнання, тому часто стають не ефективними при експлуатації і відновленні продуктивності свердловин. Промивки, продувки, освоєння, кислотні обробки, закачування ПАР часто проводяться без врахування цих особливостей газоконденсатних родовищ, тому виявляються не достатньо ефективними, не відповідають вимогам енерго- ресурсозбереження [1].

Впровадження без викидних технологій, застосування цифрового обладнання, інтелектуальних автоматизованих систем контролю та керування робочими параметрами газовидобувного обладнання, використання КППГ та інших легких газів для робіт з освоєння чи промивки свердловин – напрямки підвищення енергоресурсоефективності газовидобувних технологій для виснажених родовищ України [2].

Література

1. Shendrik, O., Fyk, M., Biletskyi, V., Kryvulia, S., Donskyi, D., Alajmeen, A., Pokhylko, A. Terms and conditions Privacy policy Copyright © 2019 Elsevier B.V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B.V. Energy-saving intensification of gas-condensate field production in the east of Ukraine using foaming reagents (2019) Mining of Mineral Deposits, 13 (2), pp. 82-90.
2. Шендрик О.М. Енергозберігаючі технології в розробці газових родовищ. –Харків, 2019 Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та аспірантів «Геологія нафти і газу», ХНУ ім. В.Н. Каразіна, НТУ «Харківський політехнічний інститут», УкрНДІгаз, 2019р.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ МАГІСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НАФТИ З ПІДКАЧУВАННЯМ

Й.В. Якимів, канд. техн. наук, О.М. Бортняк, канд. техн. наук, Марчук І.В., студент

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: public@nung.edu.ua*

Нафтотранспортна система України відіграє важливу роль не тільки у розвитку економіки держави, забезпечуючи додаткові грошові надходження до бюджету країни, але й у її політичній діяльності, створюючи передумови для вирішення проблем її незалежності та енергетичної безпеки. Транспортування нафти магістральними трубопроводами є одним з найбільш економічно доцільних способів гарантованого та безперебійного постачання кінцевого споживача вуглеводневою сировиною чи продуктами її переробки, особливо за умов вже існуючої інфраструктури трубопровідної мережі, яка не потребує значних капітальних затрат, як у разі спорудження нових систем. Однак, експлуатація таких потужних та енергомістких виробничих об'єктів завжди пов'язана з суттєвими затратами і можливими ризиками виникнення аварійних ситуацій, які за певних обставин, можуть завдати негативних наслідків як людині, так і оточуючому її навколишньому середовищу. Тому, зрозумілою є постійна увага до надійності, безпеки та ефективності експлуатації магістральних трубопроводів, як на стадії проектування, так і в процесі їх подальшої експлуатації. Ефективність роботи транспортних магістралей суттєво залежить від технічного стану виробничих об'єктів і обладнання зокрема, раціональності їх використання, а також впровадження удосконалених енергоефективних, науково обґрунтованих технологій, які б дали змогу мінімізувати витрати на транспортування та підвищити надійність експлуатації нафтотранспортних систем загалом.

Трубопроводи дальнього транспорту нафти чи нафтопродуктів, відносять до складних інженерних споруд, до складу яких, окрім основної магістралі, входять також лупінги та численні відводи і відгалуження. За наявності поблизу траси магістральних нафтопроводів потужних родовищ нафти, періодично може здійснюватись її підкачування у магістральний трубопровід. Такі ж ситуації можливі на магістральних нафтопродуктопроводах, коли підкачуються нафтопродукти, що виробляються на нафтопереробних заводах [1]. Періодичні підкачування можуть порушувати нормальний режим перекачування, що супроводжується змінами величини тиску і можливим перевищенням її над допустимою величиною, виходячи із умови забезпечення міцності трубопроводу чи надмірного зниження від мінімально допустимої величини з умови безкавітаційної роботи насосів. Отже, реалізація надійної, безпечної та енергоефективної експлуатації таких систем і сьогодні залишається актуальним питанням, і потребує проведення подальших досліджень в даному напрямі.

Література

1 Якимів Й. В. Проектування та експлуатація нафтопроводів: [навч. посібник для вузів] / Й. В. Якимів, О. М. Бортняк. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – 171 с.

DISPOSAL OF INDUSTRIAL WASTEWATER AS ONE OF METHODS OF HYDROSPHERE PROTECTION IN THE OIL PRODUCTION INTENSIFICATION AREAS

Ya. Semchuk, Dr.Sci.(Eng.), Prof., N. Vasylyv, assistant professor

*Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas
76019, Ivano-Frankivsk, Karpatska str., 15
natali160785@ukr.net*

Oil production in the oilfield areas is accompanied by formation of a large number of wastewater, which carries a potential environmental hazard, especially to surface and groundwater [1].

The main units of industrial equipment, which are the main sources of pollution of industrial areas and water bodies with oil and wastewater are:

- wellhead and near-wellbore areas, where oil spills is possible when violation of tightness of wellhead equipment, as well as during the development of wells, underground and major repairs;
- measuring tanks and ladders of group and individual prefabricated units, where oil leakage and spillage are possible during transfusion over top of measuring tanks, cleaning of measuring tanks and ladders from contamination and wax;
- prefabricated units and industrial storage tanks, where oil spills can occur at the discharge of wastewater from tanks, at oil spills over the top of tanks

Studies have shown that an effective method of control with polluted water is disposal of wastewater of it in deep-lying water-bearing horizon using secondary oil production methods.

This method of utilization of industrial wastewater provides an opportunity not only to ensure the reliability of their disposal, but also allows to increase the coefficient of oil recovery and to save on clean water used in waterflooding of exhausted oil production layers.

The method of wastewater disposal in deep-lying water-bearing horizon is aimed at protection of natural resources from pollution. Therefore, the choice of a place for disposal should be taking into account the prospects for the development of the area's economy, since the water-bearing horizon into which wastewater is pumped, will be out of economic use for a long time.

During disposal of industrial waste, it is necessary to provide sanitary protection zones around the area of removal, which determines the amount of the limitation of the use of natural resources, as well as to organize monitoring of the mode of wells operation, the spread of industrial waste in the horizons, changing the hydrodynamic conditions of neighboring horizons. It is established that the main indicator of normal operation of the absorbing well is the stability of its intake capacity of well.

References

1. <https://www.journals.elsevier.com/science-of-the-total-environment>

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ

Ю. В. Пахомов, асистент, І. І. Капцов, д.т.н., професор

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
abc050073@gmail.com*

У даний час в нафтогазовій галузі та в системах газопостачання відбуваються суттєві зміни, які пов'язані з впровадженням нових технологій автоматизації та енергозбереження. На рівні підприємств з переробки і транспортування природного газу використовуються автоматизовані системи управління технологічними процесами, які, в основному, управляють інформаційними потоками. У міських системах газопостачання використовуються автоматизовані системи оперативно-диспетчерського управління зі спеціальними локальними системами управління і регулювання, які розташовані на віддаленій території, наприклад, на газорозподільних станціях, газорегуляторних пунктах, пунктах обліку газоспоживання тощо. Такі локальні системи, як правило, реалізуються на інтегральних схемах, виготовлених на замовлення, на ПЛІС або мікроконтролерах.

На рис. 1 представлена автоматна система управління на основі композиції керуючого і операційного автоматів. Керуючі сигнали в таких системах формуються в алфавіті $\{0, 1\}$ виходячи з порівняння вимірюваних або обчислюваних параметрів з межами їх допустимих значень. Операційний автомат (об'єкт керування) перетворює аналогові електромеханічні сигнали датчиків в двійковий алфавіт, а керуючий автомат реалізує власне алгоритм логічного управління.

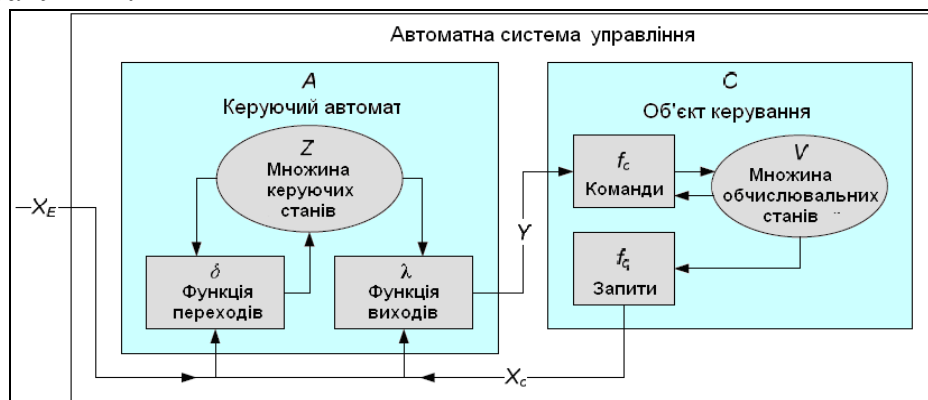


Рис. 1. Структурна схема системи логічного управління

Таким чином, використання в системах газопостачання автоматичних систем логічного управління забезпечує їх стабільне функціонування.

Література

1. Шалыто А.А. SWITCH-технологии. Алгоритмизация и программирование задач логического управления / А.А. Шалыто. – СПб. : Наука, 1998. – 628 с.

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ ТРУБНОЇ АРМАТУРИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Н. І. Капцова, к.т.н., доцент, К. М. Палєєва, асистент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
kat.81p@gmail.com*

Через високі вимоги до якості та експлуатаційної надійності конструктивних елементів транспортних енергетичних систем змінюється підхід до проектування, технології виготовлення, обслуговування та ремонту арматури труб. Тому під час оцінки надійності транспортних енергетичних систем необхідні такі методи розрахунку та джерела інформації про зміни в характеристиках її елементів, які дозволяли б передбачити поведінку трубною у різних умовах експлуатації.

У даний час застосування математичного апарату та вже відомих методів і результатів експериментальних досліджень для оцінки якості та ефективності функціонування транспортних енергетичних систем має особливе значення. Це пов'язано з тим, що такі системи та їх конструктивні елементи, включаючи фітинги для труб, не можуть бути відокремлені від впливу навколишнього середовища та процесів, що відбуваються в них самих у разі залишкових впливів, що прискорюють знос та зменшують їх початкові характеристики.

Підвищення ефективності дослідження структурних елементів транспортних енергетичних систем, у тому числі фітингів труб, досягається шляхом:

- впровадження у практику експлуатації транспортних енергетичних систем понять «допустимий» та «остаточний знос»;
- розробка методу оцінки технічного стану та забезпечення необхідної надійності транспортної енергетичної системи, вихідною інформацією якої є паспортні дані про виріб та експериментальні результати зносостійкості частини запірної частини трубною арматури;
- формулювання нової характеристики надійності трубною арматури – справжній фактичний знос, який визначається значеннями конкретних дефектів на момент вимірювання його параметрів і призначений для обчислення надійності та фактично знижених характеристик трубною арматури.

Наявність отриманих знижених фактичних характеристик трубопроводів дає можливість оцінити технічний стан транспортної енергетичної системи за поточним вектором вимірювань її параметрів.

Література

1. І. І. Капцов. Технологія ремонту газового обладнання і трубопровідних систем / Капцов І. І., Котух В. Г., Пахомов В. Г. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 231 с.
2. Капцов І. І., Котух В. Г., Палєєва К. М., Мартиненко Є. О. До питання ефективності використання трубною арматури транспортних трубопровідних систем за техніко-економічним критерієм // Комунальне господарство міст, – Харків, 2018, – № 142. – С. 32 – 39.

ПРОМИСЛОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГРП ПРИ ВИДОБУВАННІ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

Р.Б. Ткаченко, к.т.н, доц., О.І. Наливайко, к.т.н., доц., О.В. Ромашко, к.т.н., доц.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, egts@kname.edu.ua*

Традиційно вважають, що проведення гідророзриву пласта (ГРП) - це створення тріщин у пористому середовищі. Але, якщо розглядати це явище точніше, це, в першу чергу, руйнування породи (причому мало контрольоване) звідки виникають промислові та екологічні проблеми. Як прогнозують експерти, до 2020 року видобуток сланцевого газу може скласти 50 % видобутку природного газу в США, і ця тенденція буде поширюватися і на інші країни.

Ми пропонуємо в процесі проведення гідророзриву пласта, замість пропанту, **розглянути гіпотезу** застосовування водонепроникного матеріалу, який спроможний пропускати через себе вуглеводні. Таким матеріалом може бути гідрофобний високодисперсний матеріал «Ramsinks-2М», який успішно пройшов галузеві лабораторні іспити в лабораторії БУ «Укрбургаз» (м. Полтава), та у секторі літо-фізичних досліджень відділу досліджень гірських порід запасу «УкрНДІгаз» (м. Харків) і дослідно-промислові випробування на родовищах ВАТ «Укрнафта» [1].

Нами були проаналізовані та систематизовані фактичні матеріали по бурінню підприємства БУ «Укрбургаз». Аналіз був спрямований на промислові та екологічні проблеми щодо проведення ГРП. Було встановлено: основою для видобутку сланцевого газу з порід є комплексна обробка матеріалів буріння буровими розчинами щодо запобігання газопроявлень у процесі буріння та застосовування водонепроникного матеріалу при ГРП [2].

В існуючих технологіях по видобуванню сланцевого газу, на наш погляд, є суттєва прогалина. Існує вона в процесі проведення буріння і цементування свердловин та особливо при проведенні гідророзриву пласта. На наш погляд: по-перше, при бурінні свердловин в процесі проведення цементажу продуктивного інтервалу пласту, необхідно застосовувати гідрофобний цемент; по-друге, в процесі проведення гідророзриву пласта необхідно застосовувати водонепроникний матеріал «Ramsinks-2М», який модифікує пропант та робить його спроможним пропускати через себе вуглеводні.

Можливість видобування сланцевого газу зі своїх родовищ (що залягають переважно в пісковиках), може докорінно змінити економічну ситуацію в Україні.

Висновок. Нашою метою є реалізація пілотного проекту з удосконаленням технології процесу проведення гідророзриву пласта, що призводить до збільшення дебіту свердловин і одночасно знімає існуючі проблеми щодо екологічного фактору при видобуванні сланцевого газу.

Література

1. Наливайко О.І. . Патент РФ №2188215 від 19.11.02 р. Наливайко А.И. и др. «Способ получения гидрофобного дисперсного материала».
2. Технічний звіт від 11 жовтня 2010 року, про результати проведених лабораторно-виробничих випробувань дії гідрофобної водовідштовхуючої добавки «Ramsinks-2М» і її модифікацій щодо тампонуєчих цементів БУ «Укрбургаз».

ЗАХОДИ З ПОПЕРЕДЖЕННЯ І УСУНЕННЯ АСПВ У ПОКЛАДАХ НАФТИ ГОРИЗОНТУ В-20 РИМАРІВСЬКОГО РОДОВИЩА

О.В. Ромашко, к.т.н, доц., О.І. Наливайко, к.т.н., доц., Н.І. Капцова, к.т.н., доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
egts@kname.edu.ua*

Пластова нафта горизонту В-20 Римарівського родовища відноситься до високопарафіністих. З метою запобігання асфальтеносмолопарафіністих відкладів (АСПВ) в ліфтових трубах пропонується застосовувати наступні методи: а) термічний метод видалення парафінових відкладень парою з використанням пересувних установок; б) термічний метод депарафінізації свердловин гарячою нафтою з використанням агрегату типу АДПМ; в) ліквідація АСПВ з використанням колтубінгової технології; г) ліквідація парафінових утворень в НКТ з використанням електронагрівальних приладів.

Полтавським комплексним науково-дослідним відділом УкрНДІгазу розроблено прилад-нагрівач свердловинний електричний (НСЕ-3-3,75) для ліквідації АСПВ. Враховуючи що вказані методи та обладнання не вирішують проблему ліквідації АСПВ, ми пропонуємо використати магнітний антипарафіновий пристрій (МАП). На рис. 1 показано принципову схему МАП. Постійний циліндричний ланцюг магнітів 1 закріплений в трубопроводі 2, має реверсивну аксіальну намагніченість, створену таким чином, що зовнішні полюси мають однакову полярність, а протилежна полярність утворена в середній частині його довжини. Робочим каналом для рідини являється зазор кільцевого перетину між зовнішньою поверхнею труби 2 та зовнішнім герметичним корпусом 3. Для того щоб рідини поступила до цього каналу й вийшла з нього після завершення обробки в стінках труби 2, поблизу торців магніту зроблені отвори 4.

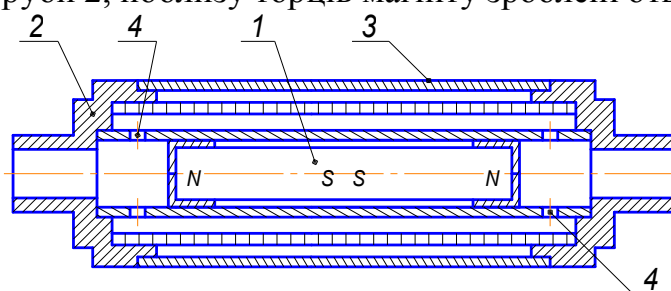


Рисунок. 1. Пристрій для намагнічування рідини:

1 – реверсивно намагнічений постійний магніт; 2 – трубопровід; 3 – зовнішній корпус; 4 – отвори для введення і виведення рідини

Висновок. У даній роботі, як метод попередження і усунення АСПВ у покладах нафти Римарівського родовища, запропоновано застосування МАП.

Література

1. Пат. РФ2182888. Кл.С02Р1/48/С02Р 103/02 Устройство для обработки жидкости магнитным полем / А.Ю. Кивокурцев, С. А. Демахин, А. И. Наливайко и др. 8 с. илл.
2. Наливайко О.І. Магнітна обробка нафти як метод боротьби з відкладеннями парафіну при її транспортуванні трубопроводами. / Наливайко О.І., Наливайко Л.Г., Мангура А.М. // – Збірник наукових праць. Галузеве машинобудування, будівництво. № 1 (36)., т. 2. – Полтава: ПолтНТУ, 2013. С. 92–107.

РОЗРОБКА ТАМПОНАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ПОНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ

В. М. Орловський, к.т.н., доцент

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
svaroh13@ukr.net*

У процесі цементування свердловин в умовах низьких і аномально низьких пластових тисків, схильних до поглинання промивальних рідин і тампонажних розчинів, та геостатичних температур 15 – 250 °С, а також при необхідності підняття тампонажного розчину на велику висоту в один прийом потрібні тампонажні матеріали з пониженою густиною цементного розчину.

На даний час промисловістю України в заводських умовах виготовляється лише один вид полегшеного тампонажного цементу ПЦТШ-Пол5-100 з нижньою границею густини 1450 кг/м³, який призначений для температур вищих 40 °С. Проте сьогодні на більшості нафтогазових родовищ України існують умови, які потребують застосування полегшених і легких тампонажних розчинів. Тому проводяться дослідження направлені на розширення асортименту тампонажних матеріалів пониженої густини для застосування в різноманітних гірничо-геологічних умовах глибоких нафтогазових свердловин.

У процесі виконання задач, поставлених виробничими геологічними об'єднаннями України перед науковцями галузі, колективом дослідників на базі Полтавського відділення УкрДГРІ було розроблено ряд тампонажних матеріалів з пониженою густиною цементного розчину. Однією з таких розробок є полегшені і легкі тампонажні розчини, з добавками 10 – 15 масових часток % полегшувальної домішки гідрофобізованого адсорбенту КОГ, що викликає газонасичення тампонажного розчину [1, 2].

Густина тампонажного розчину 1200 – 1650 кг/м³ при В/С – 0,55 – 1,0. Термічний інтервал застосування 20 – 150 °С.

Переваги – низька густина тампонажного розчину, низька (як для полегшених матеріалів) газопроникність.

Недоліки – інтенсивне піноутворення у процесі приготування тампонажного розчину; під дією гідростатичного тиску 10 МПа густина розчину підвищується на 15 – 20%.

Нові розробки в галузі тампонажних цементів дали змогу забезпечити галузь полегшеними і легкими тампонажними матеріалами для застосування в різноманітних гірничо-геологічних умовах нафтових і газових свердловин України.

Література

1. Орловський В. М. Нові полегшені і легкі тампонажні матеріали / В. М. Орловський, С. Г. Михайленко, О. В. Лужаниця // Науковий вісник: зб. наук. праць / Івано-Франк. нац. тех. унів. нафти і газу. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – № 3. – С. 10 – 14.
2. Орловський В. М. Сучасні тампонажні матеріали / В. М. Орловський, А. М. Похилко, В. В. Крицький // Геотехнології : зб. наук. праць / Харків нац. тех. унів. ХПІ. – Харків : НТУ ХПІ, 2018. – Число 1. – С. 44 – 52.

ANALYSIS OF DYNAMICAL HEAT CONDUCTIVITY OF THE RESERVOIR AND FLUID EVACUATION ZONE ON THE GAS CONDENSATE WELL FLOW RATE

K. F. Anzian, MSc, M. I. Fyk, PHD

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Куртичова, 2
mfyk@ukr.net*

The equation of the inflow of the gas condensate mixture from the production formation to the wellbore is recorded using the filtration coefficients A, B and constant C, which generally determine the volume of natural gas extraction for a certain period [1], after input by according to our offer $K_{ng} := (1 \text{--} 2)$, in SI unit

$$\left(\frac{P_{pl}}{10^6}\right)^{K_{ng}} - \left(\frac{P_{bh}}{10^6}\right)^{K_{ng}} = A \cdot \left(\frac{M_q \cdot 24 \cdot 3600}{\rho \cdot 1000}\right) + B \cdot \left(\frac{M_q \cdot 24 \cdot 3600}{\rho \cdot 1000}\right)^2 + C, \quad (1)$$

Where:
$$A = \frac{z \cdot \mu \cdot P_{at} \cdot T_{rav}}{\pi \cdot k \cdot h \cdot T_{at}} \cdot \left(\ln\left(\frac{R_k}{R_c}\right) + S_1\right);$$

$$B = \frac{z \cdot \beta \cdot P_{at}^2 \cdot T_{rav}}{2\pi^2 \cdot \sqrt{k} \cdot k^2 \cdot T_{at}^2 \cdot z_{st} \cdot R} \cdot \left(\ln\left(\frac{1}{R_c} - \frac{1}{R_k}\right) + S_2\right)$$

Comparison of the results of the heat flux values, using thermal conductivity [2], shows that the failure to take into account the influence of reservoir average pressures $P_{rav} = f(P_{pl}, P_{bh})$ and average temperatures $T_{rav} = f(T_{pl}, T_{bh})$ on the thermal conductivity of sedimentary rocks leads to an overestimation or undervaluation of the heat flow $Q = f(\Delta T_{he})$ by

$$T_{pl} - T_{bh} = D_j(P_{rav}, T_{rav}, \Delta P) \cdot (P_{pl} - P_{bh}) + \Delta T_{he}(P_{rav}, T_{rav}, \Delta T). \quad (2)$$

Light oil well extraction required less heat exchange surface, and guaranty a more intense heat transfer during production. An increase in the percentage of hydrocarbon condensates (in a gas-liquid mixture - well production) requires an even closer examination of the dynamical heat conductivity of the reservoir rock on the gas condensate flow rate.

References

1. Istomin V.A Non-isothermal filtration of gas in the bottomhole formation zone / V.A. Istomin // Scientific and Technical Collection of GAS SCIENCES. No 4 (15). 2013. p.132-141.
2. Kurbanov A.A The joint effect of reservoir temperatures and pressures on the thermal conductivity of fluid-saturated reservoirs // Mat. of reports V International. "New Ideas in Earth Sciences". Moscow, 2005. P.176.

ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНУ. СПОСОБИ ТА ВАРІАНТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ.

О. М. Шендрик, аспірант

*Український науково-дослідний інститут природних газів «УкрНДІгаз»
61010, Україна, Харківська область, м. Харків, Гімназійна Набережна, 20
oilgasua@gmail.com*

Д. О. Шендрик, студентка 2-го курсу ФТФ

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна «ХНУ»
61022, Україна, Харківська область, м. Харків, майдан Свободи 4
N7Terra@gmail.com*

Серед самих привабливих джерел енергії – геотермальна.

До її переваг можна віднести екологічність, безпечність, невичерпність, незалежність геотермальних установок від погоди, постачання енергоносіїв.

Основним недоліком є обмеженість доступу до цієї енергії, адже це енергія Землі і зазвичай промислові запаси такої енергії розташовані на значній глибині.

Класичні способи перетворення геотермальної енергії в електричну передбачають підіймання на поверхню землі нагрітої водяної пари з такою енергією, щоб пара могла обертати енергетичні турбіни. При цьому енергії повинно бути достатньо для досягнення техніко-економічної ефективності.

Це суттєво обмежує можливості впровадження геотермальних технологій, оскільки джерело теплової енергії повинно бути досить близько від поверхні землі, бути досить потужним, щоб випаровувати воду.

Таких місць на землі мало, зазвичай це місця розташування гейзерів.

Між тим використання заглибних установок, які працюють на низькокиплячих теплових агентах розкриває значні перспективи у розробці геотермальних електрогенераторів різного призначення, потужності та способу дії.

Відомо, що в середньому геотермічний градієнт земної кори складає 3 °С на 100 метрів заглиблення у надра такі значення не всюди. Під час поглиблення у надра можна перетнути підземні води, шари земної породи із суттєвими теплофізичними відмінностями [1]. Такі ділянки земної кори можуть служити ефективним тепловідводом або навпаки тепловим акумулятором. Крім того різні теплові характеристики породи можуть формувати цілі теплові екрани під якими може накопичуватися аномально висока температура та теплові потоки.

На основі поглибленого вивчення теплових властивостей порід в кожному місці землі можна розробити оптимальну глибину розташування енергогенераторів із заданою потужністю, створити модель із зовнішнім конденсатором (на поверхні землі) чи внутрішнім [2] (у енергетичній свердловині), з нагнітачем, радіатором чи теплообмінником, на моно чи комбінованих теплоносіях.

Література

1. Моисеенко У.И., Смыслов А.А. Температура земных недр. Л., Недра, 1986, 180 с.
2. Патент № UA 114339 U України (51) МПК F24J 3/08 (2006.01) Спосіб перетворення геотермальної енергії в електричну/ Шендрик О.М., Шендрик Д.О.; № u 2016 08198; заявл. 25.07.16. опубл. 10.03.2017 З. Бюл. № 5.



**Секція 4. Хімія. Інноваційні дослідження у сфері
матеріалознавства та нанотехнологій**

**Керівник секції – Савова Оксана Вікторівна, докт. техн. наук, професор
кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
Секретар – Воронов Геннадій Константинович, канд. техн. наук,
доцент кафедри хімії ХНУМГ ім. О.М. Бекетова**

ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ В ГАЛУЗІ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЕВИХ І СИЛКАТНИХ НАНОМАТЕРІАЛІВ

О.В. Саввова, докт. техн. наук, професор, Ю.О. Смирнова, канд. техн. наук

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
savvova_oksana@ukr.net, ulya-sobol@ukr.net*

На сьогоднішній день можливості різнобічного застосування наноматеріалів в будівельних матеріалах, медицині, хімії та інших галузях промисловості дозволяють вирішити складні завдання науки та техніки. При створенні нових поколінь функціональних конструкційних наноматеріалів важливу роль відіграють процеси самоорганізації як на стадії формування зародків, так і при їх подальшій еволюції. Ефективне управління властивостями зазначених матеріалів може бути досягнуто в термодинамічно нерівноважних умовах тільки при отриманні високоупорядкованих самоорганізованих дисипативних структур, що відрізняються заданою формою і характерними просторово-часовими параметрами. Інноваційні керамічні та склокерамічні наноматеріали, які характеризуються низкою унікальних властивостей: електричних, механічних, хімічних, медико-біологічних, знайшли своє широке застосування саме завдяки високоупорядкованій самоорганізації структури.

В Україні перспективними розробками в цій галузі займаються установи НАН та ВНЗ України, серед яких слід виділити Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича (вуглецеві нанотрубки та нановолокна тугоплавких сполук; композитна броня на основі кераміки; наноструктури вуглецю, карбїду кремнію, карбїду і нітриду бору; біокерамічні композити; синтетичний кордієрит та вироби на його основі; нанокристалічний надтвердий матеріал на основі нітриду бору; нанокompозити для керамічних та гібридних підшипників), Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля (високоміцні ударостійкі керамічні матеріали; високощільні надпровідні матеріали на основі дибориду магнію; зносостійкі керамічні та композитні матеріали на основі нанопорошків діоксиду цирконію), Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України (тонкі плівки дибориду магнію та технологія їхнього виробництва; біосумісні функціональні наноматеріали на основі апатиту кальцію), Інститут монокристалів (оптична кераміка $(Y_{1-x}Eu_x)_2O_3$; новий лазерний матеріал $Zn_{1-x}Mg_xSe:Fe^{2+}$), Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» (багатошарові наноструктури), Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України (литі гібридні нанокompозити з підвищеними триботехнічними характеристиками), Національний технічний університет України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", Національний університет «Львівська політехніка», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова та інші.

ВОДОСТІЙКІСТЬ СКЛОФРИТ ДЛЯ АНТИКОРОЗІЙНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ

В.І. Голеус, докт. тех. наук, професор

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
49000 Дніпро, пр. Гагаріна, 8
holvi22@gmail.com

Основним призначенням склоемалевих покриттів на виробках зі сталі та чавуну є захист їх від корозії. Стійкість емалевих покриттів до дії різних хімічних реагентів знаходиться в прямій залежності від хімічної стійкості вихідних склофрит.

Відповідно до ГОСТ 10134.0-82 –10134.3-82 хімічну стійкість емалевих фрит оцінюють стійкістю їх до дії кип'ячої дистильованої води. Кількісно водостійкість (W) визначають за кількістю 0,01н розчину HCl ($\text{см}^3/\text{г}$), який витрачено на нейтралізацію лугу, що перейшов з поверхні скла у водний розчин. Значення водостійкості склофрит в залежності від їх хімічного складу можуть змінюватись в межах декількох порядків.

Основою хімічної формули більшості промислових емалей є склофрити в оксидній системі $Me_2O - B_2O_3 - SiO_2$ (де $Me_2O - Li_2O, Na_2O$ та K_2O), сумарний вміст вказаних компонентів знаходиться в межах 65-85 мас. %. Для розробки нових захисних емалей необхідна інформація про взаємозв'язок між водостійкістю склофрит та їх хімічним складом [1].

Мета даної роботи - встановити експериментально-статистичними методами залежність водостійкості борно-силікатних склофрит від їх оксидного складу.

Для опису залежності значень $\lg W$ ($\text{см}^3/\text{г}$) для багатокомпонентних борно-силікатних склофрит від їх хімічного складу обрано наступне рівняння регресії (адитивна формула):

$$\lg W = \sum_{i=1}^n w_i x_s,$$

де $\lg W$ – розрахункове значення десяткового логарифма водостійкості ($\text{см}^3/\text{г}$);

w_i - адитивні коефіцієнти;

x_i – вміст оксидних компонентів, мол. %.

Враховуючи, що дослідна залежність може бути складною, то в роботі для розрахунку $\lg W$ розроблялось також рівняння регресії, яке враховує як лінійні ефекти так і ефекти взаємодії між базовими компонентами емалевих склофрит.

Значення коефіцієнтів регресії (табл. 1) оцінювали методом найменших квадратів з використанням вибірки формул борно-силікатного скла з експериментально визначеними значеннями його водостійкості. Обсяг експериментальної вибірки включав 370 формул.

Таблиця 1 - Адитивні коефіцієнти (w_i) та їх середньо квадратичні відхилення (S_w) для розрахунку значень $\lg W$ скла в залежності від його хімічного складу

№ з/п	Компоненти скла	w_{i_2} (см ³ /Г)	S_w	Граничний вміст компонентів, мол. %
1	SiO_2	-0.0200	± 0.0017	32 - 75
2	B_2O_3	0.0140	± 0.0031	0 - 25
3	P_2O_5	-0.1727	± 0.0241	0 - 4
4	Al_2O_3	-0.0796	± 0.0122	0 - 9
5	TiO_2	-0.0495	± 0.0039	0 - 19
6	ZrO_2	-0.1281	± 0.0181	0 - 10
7	MgO	-0.0257	± 0.0098	0 - 8
8	CaO	-0.0151	± 0.0059	0 - 15
9	MeO^*	-0.0090	± 0.0205	0 - 12
10	$Me_xO_y^{**}$	-0.0790	± 0.0107	0 - 13
11	ZnO	-0.0702	± 0.0268	0 - 4
12	CuO	-0.1657	± 0.0546	0 - 2,5
13	Li_2O	0.0472	± 0.0067	0 - 20
14	Na_2O	0.0621	± 0.0039	6 - 37
15	K_2O	0.0678	± 0.0064	0 - 20
16	F^{***}	-0.0073	± 0.0026	0 - 43

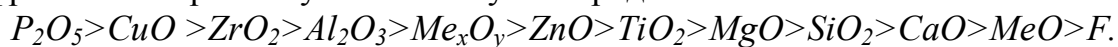
Примітка: ^{*}) $MeO - SrO + BaO$

^{**}) $Me_xO_y - MnO + FeO + Fe_2O_3 + CoO$

^{***}) кількість грам-атомів фтору на 100 молей скла.

Порівняння залишкової дисперсії $S_{зал}^2$ з вибірковою дисперсією S_{lgW}^2 дали підставу вважати, що запропоновані математичні моделі є адекватними до експериментальних даних.

Необхідно зазначити, що коефіцієнти регресії в адитивному рівнянні оцінюють ступінь впливу окремих компонентів склофрит на їх водостійкість. З даних наведених в табл.1 видно, що найбільш вірогідні компоненти борно-силікатних емалей за ступенем впливу їх на підвищення водостійкості склофрит можна розташувати в наступний ряд:



Компонентами, які зменшують водостійкість борно-силікатних склофрит, є: $B_2O_3 < Li_2O < Na_2O < K_2O$.

Середні відхилення розрахункових значень від експериментальних даних (ΔlgW) показують, що найбільш точний розрахунковий результат можна отримати за допомогою не лінійного рівняння регресії ($\Delta lgW = \pm 0,155$). Вказана точність є достатньою для розробки нових емалевих фрит та покриттів на їх основі [2].

Література

1. Голєус В.І. Залежність водостійкості боросилікатних склофрит від їх складу // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХП». Харків, 2016. - №22 (1194). – С. 55-57.
2. Голєус В.И. Свойства боросиликатных стеклофритт как основы для получения стеклоэмалевых покрытий // Вопросы химии и химической технологи. - Днипро, 2017. - №3. - С. 47-52.

НАНОКОМПОЗИТНІ ГІДРОГЕЛЕВІ ПЛІВКИ НА ОСНОВІ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ

**В.В. Антоноук, асп., В.В. Красінський, канд. техн. наук, доц.,
О.В. Суберляк, д-р хім. наук, професор, О.М. Гриценко, д-р техн. наук, доц.**

*Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Львів, вул. С. Бандери, 12,
vkrainsky82@gmail.com*

Полівініловий спирт (ПВС) застосовується в промислових, комерційних, медичних та продовольчих секторах для виробництва багатьох кінцевих продуктів, таких як лаки, смоли, хірургічні нитки та упаковки харчових матеріалів, які часто знаходяться в контакт з їжею. Тому покращення механічної та хімічної стійкості ПВС є актуальною проблемою, яку можна успішно вирішити, поєднавши ПВС з шаруватими силікатами.

Попередніми дослідженнями розроблено спосіб одержання нанокompозитних плівок на основі ПВС з використанням ММТ, який інтеркальований полівінілпіролідом (ПВП). Інтеркальований за допомогою ПВП монтморилоніт (монтморилоніт-полівінілпіролідонова суміш (МПС)) легко розподіляється в об'ємі водного розчину ПВС, не утворюючи агломератів. Показано, що оптимальною з точки зору міцності та водостійкості плівок є композиція складу ПВС:МПС=12:1.

Метою даної роботи було дослідити за допомогою рентгеноструктурного аналізу та диференційної сканувальної калориметрії (ДСК) структуру та теплофізичні характеристики розроблених нанокompозитів залежно від складу композиції і умов одержання плівок.

Встановлено, що модифікування полівінілового спирту інтеркальованим монтморилонітом знижує ступінь кристалічності одержаних нанокompозитів, але підвищує їх термостійкість. Зразки композитів з немодифікованим ММТ мають найвищий ступінь кристалічності. Показано, що під дією ультразвуку інтеркальований монтморилоніт повністю розподіляється в розчині полівінілового спирту з утворенням монокристалічної структури, про що свідчить відсутність подвійних піків плавлення на кривих ДСК одержаних нанокompозитів. Зразки композитів, що містять інтеркальований ММТ, характеризуються вищою на 21 °С термостійкістю і меншою втратою маси порівняно із вихідним ПВС (температура термоокисної деструкції ПВС – 237 °С), а також у порівнянні з композитами, що містять неінтеркальований ММТ. Термооброблення одержаних нанокompозитів за температури 110 °С практично не впливає на їх термостійкість.

Встановлено, що плівки на основі полівінілового спирту з модифікованим монтморилонітом, структуровані за температури 110 °С в присутності 5 %мас. акрилової кислоти та 0,5 %мас. ініціатора, мають однорідну зшиту структуру, яка утворена внаслідок хімічного та фізичного зшивання.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом Ф84/56870.

ПРОТИКОРОЗІЙНІ ГІБРИДНІ НАНОКОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Г.І. Гурина, канд. хім. наук, доц., Д. М. Зозуля, студ., Д. В. Овчиннікова, студ.

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
gigurina@ukr.net*

Актуальним питанням хімії та технології протикорозійних матеріалів у відповідності до європейського регламенту REACH є виключення токсичних хромат- та свинець вмісних компонентів. Мета роботи полягає в отриманні нових протикорозійних пігментів на основі фосфат модифікованих монтморилонітів і проведенні досліджень їх властивостей у складі лакофарбових матеріалів.

Синтезовані протикорозійні фосфатовмісні пігменти як на основі модифікованого ортофосфорною кислотою монтморилоніту, так і шляхом коінтеркаляції неорганічної матриці монтморилоніту молекулами ортофосфорної кислоти та малахітового зеленого і родаміну С при концентраціях $2 \cdot 10^{-2}$ моль/л та $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л для кожного з адсорбційних лаків.

Встановлений механізм процесу вибілювання бентонітових глин з використанням ортофосфорної кислоти.

Розроблена схема технологічного процесу модифікації бентоніту ортофосфорною кислотою.

Одержані нові протикорозійні пігменти на основі фосфатмодифікованого монтморилоніту за розробленою технологією.

Досліджені особливості структури одержаних протикорозійних пігментів на основі фосфатмодифікованих бентонітів методами рентгенофазного аналізу, ІЧ-спектроскопії, спектроскопії у видимій області спектру, лазерної дифракції та встановлений факт ексfolіації та деламінації при синтезі нанокompозитів.

Визначені фізико-технічні властивості пігментів: оліє ємкість першого роду - 44г/100г та 66г/100г, уквивність - 280г/м² та 680 г/м², рН=7-9 відповідно для пігментів зеленого та фіолетового кольору.

Проаналізований вплив нових протикорозійних пігментів на властивості гібридних нанокompозиційних метеріалів. Механізм протикорозійної дії пігментів обумовлений бар'єрним ефектом та утворенням комплексних інгібіторів корозії на анодних ділянках за участі іонів заліза, фосфат-іонів а також функціональних ОН- та СООН-груп органічних олігомерів.

Сформульовані рекомендації щодо застосування нових пігментів у таких протикорозійних лакофарбових матеріалах як грунт ГФ-021, грунт ГФ-0119 та грунт-емаль УРФ-1101.

Література

1. Брок Т., Гротеклаус М., Мишке П. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям. - М.: Пейнт-Медиа, 2004, 548с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СКЛОКЕРАМІКИ ЗА КЕРАМІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

С.О. Рябінін¹, аспірант, О.В. Саввова², докт. техн. наук, професор

¹НТУ «Харківський політехнічний інститут», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2;
riabinin_svyatoslav@hotmail.com

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17.
savvova_oksana@ukr.net

Нагальною проблемою у світі є пошук та розробка нових матеріалів, які будуть мати високі термічні, міцнісні характеристики. На даний час все більшим попитом користуються склокристалічні матеріали, які в силу своїх особливостей мають оптимальне співвідношення між склом та керамікою. Це дозволяє при меншій щільності, та більшій міцності у порівнянні з склом, використовувати їх в авіа- та ракетобудуванні (обтікачі антенних апаратів), в машинобудуванні (термостійкі деталі), для виготовлення теплообмінників, обігрівачів, панелей нагрівальних пристроїв, конструкційних елементів високотемпературних агрегатів, лабораторного та кухонного посуду. Але розробка та провадження високоміцних склокерамічних матеріалів (СКМ) пов'язана з певними труднощами вирішення якої і із застосуванням аспектів енерго- та ресурсозбереження є актуальною задачею.

Мета роботи: розробка високоміцних СКМ об'ємної форми за керамічною технологією.

Як основа при розробці склокерамічних матеріалів нами були обрані дослідні стекла, які було раніше синтезовано на основі системи $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ в області кристалізації β -сподумену.

Аналіз існуючих методів формування СКМ дозволив встановити, що пресування та термопластичне формування – не дозволяє виготовляти великі деталі об'ємної форми. Тому для формування виробів застосовують спосіб шлікерного лиття у гіпсові форми.

Виходячи з необхідності отримання товстостінних виробів, зокрема й складної конфігурації, за керамічною технологією було здійснено варку модельних стекел та двостадійний мокрий помел фрити у планетарному млині Retsch PM-400. З метою попередження злипання дрібних часток, забезпечення плинності шлікерів, а також прискорення процесу помелу до млину було введено добавку дефлокулянту Dolapix FF6 у кількості 0,5 % за вагою.

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КАМЕНЕОБРОБКИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ

Г.К. Воронов, канд. техн. наук, доцент, **О.І. Фесенко**, канд. техн. наук, асистент

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
voronov1976@ukr.net*

В Україні щорічно видобувається більше десяти мільйонів тон твердих корисних копалин, близько 60% з яких після попередньої переробки потрапляють у відвали і хвостосховища. При цьому значну частку видобутку в гірничодобувній галузі забезпечує каменедобувна галузь. Ступінь утилізації відходів каменедобувної промисловості дуже низька і становить всього близько 10% від загального обсягу відходів. Залучення відходів каменевидобування та обробки каменю в виробництво є дуже актуальним завданням у розрізі реалізації стратегії ресурсозбереження. Специфіка технологічних процесів отримання будівельних кам'яних виробів, пов'язана з тим, що видобуток і обробка природного каменю носить багатоступінчастий характер, де послідовно виконуються кілька операцій (різання блоків, відкол, розпилювання, шліфування та полірування), тому більше половини видобутої гірничої маси в каменевидобування перетворюються у відходи.

У даній роботі наводяться результати дослідження відходів каменеобробки з метою обґрунтування реалізації технологічного процесу виготовлення архітектурно-будівельних виробів з відходів. Найбільш придатним для цього видом відходів обробки природного каменю є шлам. Він являє собою дрібнодисперсні відходи каменеобробки розмірами менше 0,2 мм і вологістю до 60 %, що утворюються в результаті здійснення процесів при обробці каменю. В ході дослідної роботи були проведені дослідження щодо встановлення хімічного, мінералогічного та фазового складу відходів каменеобробки. було встановлено, що дані відходи відносяться до габро-діабазових гірських порід, що було підтверджено їх хімічним та мінералогічним складом. Проведено визначення вологості вихідної пульпи та гранулометричного складу сухого шламу. За результатами встановлення інтервалу плавкості і вогнетривкості зразків спеченого шламу встановлено можливість отримання архітектурно-будівельних виробів на основі сухого шламу по керамічній технології (напівсухе пресування і спікання), для чого проведено підбір технологічних параметрів і вихідних складів мас.

Література

1. Тагильцев В.Д. Каменное литье и его использование в энергетике / [В.Д. Тагильцев, В.М. Карпов, В.А. Чечулин и др.]. – Свердловск: Изд-во, 1991. – 127 с.
2. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы и изделия. – М: Высш. шк., 2002. – 367 с.

NANOSTRUCTURED CONVERSION COATINGS ON ALUMINUM ALLOYS FOR ECOLOGIC CATALYSIS

A.V. Karakurkchi, PhD, N.D. Sakhnenko, Dr.Sc., Prof. , M.V. Ved' Dr.Sc., Prof.,

E.B. Bogdanova, PhD

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

61002, Kharkiv, Kyrpychova str.,2

anyutikukr@gmail.com

In many applications alloys of aluminum with silicon are used as the basis for the functional coatings formation [1], in particular catalytic, for combustion chambers of transport engines. However, the processing of silumins is difficult, that is why studying the processes of targeted modification of surface though the formation of nanostructured mixed oxide coatings is an important practical task.

Oxide coatings were formed on rectangular samples of silumins by plasma-electrolytic oxidizing (PEO) in the galvanostatic mode [2]. The chemical composition of the oxide coatings, the surface morphology, topography, corrosion and catalytic properties were studied.

The influence of pyrophosphate cobalt-containing electrolyte composition and operating parameters of PEO on the process of formation of oxide coatings on silumin was studied. It was established that the use of given type solutions contributes the homogenization of surface and creates preconditions for the dopant incorporation to the growing oxide coating. It is advisable to perform formation of PEO-coatings developed globular-mosaic surface, maximum cobalt content, with minimizing impurities in the range of current densities of 3–5 A/dm². The regularities of influence of the electrolyte content and parameters of plasma-electrolytic oxidizing of silumin in pyrophosphate cobalt-containing electrolyte were studied. It was established that a change of the working current density and the time of PEO enable us to control the process of cobalt incorporation in matrix of basic metal oxide. It was found that PEO must be performed in the incident power mode. Cobalt incorporation in the surface oxide layers leads to a change in surface morphology and topography. Obtained oxide systems have a high degree of surface development and consist of nanostructured spherical conglomerates. Oxide coatings on silumin incorporated by cobalt possess the increased corrosion resistance and catalytic activity in comparison with pure aluminum oxide. These systems can find application in ecological catalysis.

References

1. Karakurkchi A., Sakhnenko N., Ved' M. et al. Application of oxide-metallic catalysts on valve metals for ecological catalysis //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017.- 5/10 (89).- P. 12 – 18.
2. Yar-Mukhamedova G.Sh., Ved M.V., Karakurkchi A.V., Sakhnenko N.D. Mixed alumina and cobalt containing plasma electrolytic oxide coatings // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017.- 213.- Article 012020.

ШЛЯХИ ОТРИМАННЯ ЩІЛЬНОСПЕЧЕНОЇ РАДІОПРОЗОРОЇ КЕРАМІКИ

Чефранов Є. В., аспірант, Лісачук Г. В., докт. техн. наук, професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Курпичова, 22
eugene@chefranov.name*

Безвідмовність роботи антенного обладнання радіокерованих систем літальних апаратів у великій мірі залежить від надійності обтічників, які забезпечують їх захист під час роботи від високих температур, температурних коливань, абразивної дії пиловатих потоків та іонізуючого випромінювання. В свою чергу бездоганність обтічників залежить від стабільності фазового складу матеріалу у вказаних умовах. Керамічні матеріали мають безумовні переваги в цьому сенсі, однак енергоємність технології їх виготовлення вимагає пошуку шляхів для зниження температури синтезу радіопрозорої кераміки (РПК) заданого фазового складу.

Метою роботи є дослідження можливості зниження температури синтезу РПК цельзіаново-славсонітового складу. Раніше встановлено, що рівень спікання такої кераміки залежить від співвідношення цельзіану (Ц) та славсоніту (С) у складі мас [1]: ущільнення матеріалу з підвищенням температури на 100 °С зменшується при зміні співвідношення Ц:С від 1:3 до 3:1. При цьому рівень водопоглинання зразків, випалених при 1450 °С є зависоким (18-26 %), що негативно впливає на діелектричні характеристики, які визначають радіопрозорість матеріалів.

Базуючись на попередніх дослідженнях [2] в якості інтенсифікатора спікання використовували Li_2O , який вводили до складу мас карбонатом літію. Для отримання РПК з високим рівнем спікання до складу мас з різним співвідношення цельзіанової та славсонітової складових вводили 2 мас. % Li_2O (понад 100 %) на суху речовину. Випал зразків, отриманих методом напівсухого пресування здійснювали при температурі 1450 °С. Встановлено, що водопоглинання зразків РПК знаходиться в межах 0,07-0,25 %, а діелектричні характеристики задовольняють вимогам до радіо прозорих матеріалів ($\epsilon = 7,8 \div 8,7$; $\text{tg} \delta = (0,77 \div 0,96) \cdot 10^{-2}$). Це свідчить, що добавка оксиду літію характеризується потужною флюсуною дією. Тенденція щодо впливу співвідношення Ц:С на характеристики спікання РПК зберігається: із збільшенням цього співвідношення спостерігається зниження водопоглинання. При цьому для зразка, який відрізняється підвищеним вмісту цельзіану (Ц:С = 3:1) діелектричні втрати є найнижчими ($0,77 \cdot 10^{-2}$), що пояснюється тим, що цельзіан у порівнянні з славсонітом має більш низькі показники $\text{tg} \delta$.

Література

1. Влияние способа получения радиопрозрачной керамики на основе системы $\text{SrO}-\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ на ее свойства / Е.В. Чефранов, Е.Ю. Федоренко, Р.В. Кривобок и др. // Збірник наукових праць ПАТ «УкрНДІ Вогнетривів, імені А.С. Бережного». – 2017. – № 117. – С. 167–175.
2. Influence of complex activators of sintering on creating radiotransparent ceramics in $\text{SrO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ / G. Lisachuk, R. Kryvobok, A. Zakharov etc. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2017. - № 6(85). –P.10-15.

ВПЛИВ УМОВ СИНТЕЗУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ

Ю.С. Гордєєв, аспірант, В.І. Голеус, докт. тех. наук, професор

*Український державний хіміко-технологічний університет
49005 Дніпро, пр. Гагаріна, 8
yuriihordieiev@gmail.com*

В електротехніці та мікроелектроніці при виготовленні герметичних металокерамічних спаїв широко застосовуються в якості припоїв легкоплавкі стекла з підвищеним вмістом оксиду свинцю[1]. Свинцевовмісне скло через низьку в'язкість при температурі плавлення є дуже агресивним, тому його варку проводять в платинових, кварцових або корундових тиглях з щільно спечених черепком.

При синтезі хімічно агресивного розплаву скла в керамічних тиглях в розплав скла з тигля переходить значна кількість добавок, таких як Al_2O_3 , SiO_2 та інші. Збільшення температури синтезу призводить до ще активнішої взаємодії розплаву скла з матеріалом тигля, що негативно позначається на властивостях синтезованих стекел. Крім того присутність зазначених домішок у склі може створити умови для неконтрольованого процесу кристалізації скла.

Метою досліджень було дослідити вплив температурно-часових умов варки скла в тиглях з різних хімічних стійких матеріалів на основні фізико-хімічні властивості легкоплавких стекел отриманих в оксидній системі $PbO-ZnO-B_2O_3-SiO_2$ [2].

Експериментальні дослідження показали суттєву відмінність у властивостях скла синтезованого в платиновому, корундовому та кварцовому тиглях. Скло синтезоване при різних температурно-часових умовах у платиновому тиглі характеризувалося стабільними фізико-хімічними характеристиками та низькою температурою розм'якшення ($380^\circ C$) без слідів кристалізації під час повторної термообробки. Синтез скла того ж хімічного складу в корундовому й кварцовому тиглях призводить до збільшення температури розм'якшення ($460^\circ C$) в наслідок його кристалізації при термічній обробці та зниження ТКЛР та щільності скла.

Тому розробку, вивчення і синтез легкоплавких стекел з високим вмістом оксиду свинцю слід проводити в платиновому тиглі, який характеризується високою корозійної стійкістю до агресивної дії шихти та скломаси.

Література

1. Павлушкин Н. М. Легкоплавкие стекла / Н. М. Павлушкин, А. К. Журавлев. – М.: Энергия, 1970. – 145 с.
2. Голеус В. І. Властивості легкоплавких стекел в системі $PbO-ZnO-B_2O_3-SiO_2$ / В. І. Голеус, Ю. С. Гордєєв, О. В. Носенко. // Вопросы химии и химической технологии. – 2018. – №4. – С. 92–96.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОЦЕСУ КРИСТАЛІЗАЦІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОРИСТИХ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

С.І. Петух, аспірант, **Я.І. Кольцова**, канд. техн. наук, доцент

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»
49005 Дніпро, пр.Гагаріна, 8
petsvetiv@gmail.com, kolyariv@ukr.net*

Піноскло, отримане за рахунок спучування скляної маси, застосовують при будівництві в якості теплоізоляційних блоків завдяки наявності рівномірно розподілених в об'ємі замкнутих пор. Основними стадіями його виробництва є підготовка шихти, формування зразків з подальшим випалом та різким охолодженням. Вважається, що процес кристалізації піноскляної маси під час виготовлення піноскла – явище небажане, оскільки кристали, що утворюються у стінках пор значно знижують загальну пластичність спіненої маси, а під час прориву стінок сприяють утворенню сполучених пор, що знижує міцність та підвищує водопоглинання готового матеріалу. Тому у світовій практиці кристалізації скла намагаються уникнути шляхом зниження температури його спінення або введенням антикристалізаційних добавок.

За результатами попередніх досліджень, проведених на кафедрі ХТКС, встановлено, що отримання пористих склокристалічних матеріалів (ПСКМ) з певним вмістом кристалічних фаз сприяє підвищенню їх механічної міцності в порівнянні зі звичайним піносклом.

В роботі для отримання ПСКМ використовували бій віконного скла, а в якості газоутворюючих добавок – суглинок Сурсько-Покровського родовища, гранульований мартенівський шлак, доменний шлак, золу-унесення Придніпровської ТЕС (в кількості 5-15%). Також в дослідні маси вводили добавку мікроволастоніту виробництва ЗАО «Геоком» понад 100 мас.%. Мікроволастоніт завдяки голчастій структурі вбудовується в міжпорові перегородки та сприяє підвищенню міцності ПСКМ.

Для дослідження процесів, що відбуваються в шихті при нагріванні був проведений комплексний термогравіметричний аналіз, який показав, що додавання мікроволастоніту не впливає на процес спучування скломаси.

Для всіх дослідних зразків визначали: коефіцієнт спучування (K_V), об'ємну вагу, межу міцності на стиск та коефіцієнт конструктивної якості – ККЯ (відношення межі міцності на стиск до об'ємної ваги).

Для визначення впливу введення добавки мікроволастоніту на фазовий склад ПСКМ був проведений їх рентгенофазовий аналіз (РФА). За даними РФА встановлено, що додавання мікроволастоніту сприяє зменшенню кількості інших фаз не залежно від їх природи та кристалізації воластоніту, який підвищує міцність за рахунок армування міжпорових перегородок ПСКМ. В результаті проведених досліджень отримано зразки з K_V 1,8-2,7 при об'ємній вазі 370-630 кг/м³ з ККЯ 6-11.

МЕТАЛОНАПОВНЕНІ ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ

А.М. Кучеренко, аспірант, **І.В. Гуменюк**, студент, **В.С. Моравський**, канд. техн. наук, доцент, **М.Я. Кузнецова**, канд. техн. наук, доцент

*Національний університет «Львівська політехніка»
79013 Львів, вул. Степана Бандери, 12
anastasiyakucherenko05@gmail.com*

Металонаповнені полімерні композити, як клас матеріалів, який в даний час інтенсивно досліджується знаходить усе ширше використання в найрізноманітніших галузях. Це насамперед пов'язано з поєднанням властивостей двох різних класів матеріалів. Метал в даних композитах відповідає за надання унікальних не характерних для полімерів властивостей (тепло- і електропровідність, магнітні і екрануючі властивості і т.д.). Полімер надає композиту високу технологічність і здатність перероблятися високопродуктивними методами.

Металонаповнені полімерні композити можна використовувати в якості основи для створення високоефективних теплоакумулюючих систем, які за рахунок теплоти фазового переходу полімеру (поліетилен, поліпропілен, поліамід, поліетилентерефталат і т.д) можуть накопичувати значну кількість теплоти. Створення високоефективних систем акумулювання тепла особливо загострилося після широкого впровадження альтернативних джерел одержання тепла (сонячні системи опалення), а також впровадження пільгових “нічних тарифів” на електроенергію. Використання металонаповнених полімерних композитів в більш традиційних галузях також може вирішити ряд проблем. Так, застосування таких композитів для виготовлення шестерень або пар кочення дозволить збільшити швидкість з якою можуть працювати дані вузли. Цього можна досягти за рахунок кращої теплопровідності матеріалу, що дозволить більш ефективно відводити тепло. У випадку розроблення екрануючих (захисних) композитів на перше місце виходить рівномірний розподіл металу у полімерній матриці, а також можливість введення металевого наповнювача у вигляді двохмірних протяжних структур.

Наведені приклади є лише незначною частиною можливих галузей використання металонаповнених полімерних композитів, однак і вони дозволяють стверджувати, що дослідження в напрямку розроблення нових технологій одержання таких композитів [1, 2] і дослідження їх властивостей є перспективним науково-практичним напрямком.

Література

1. Moravskiy V., Dziaman I., Suberliak S., Kuznetsova M., Tsimbalista T., Dulebova L. Research into kinetic patterns of chemical metallization of powder-like polyvinylchloride // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. - № 4/12 (88). – P. 50-57.
2. Моравський В.С., Кучеренко А.М., Якушик І.С., Дулебова Л., Гарбач Т. Технологія металізації гранульованої полімерної сировини // Вісник НУ “Львівська політехніка”: Хімія, технологія речовин та їх застосування”. 2018. – № 886. – С. 205-212.

ОСОБЛИВОСТІ РЕОЛОГІЇ АНГОБНИХ ШЛІКЕРІВ НА ОСНОВІ ЛУЖНИХ КАОЛІНІВ

О.С. Хоменко¹, канд. тех. наук, доцент, Б.М. Даценко², канд. тех. наук, ст. наук. співр.,
А.В. Коваленко¹, студентка

¹ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет
49005 Дніпро, пр. Гагаріна, 8, e-mail elenahtks@ukr.net

²ПрАТ «СБК», 02002, Київ, вул. Микільсько-Слобідська, 2Б, E-mail: b.datsenko@sbk.com.ua

Ангобні покриття дозволяють суттєво урізноманітнити декоративні якості будівельної кераміки та підвищити її експлуатаційні властивості [1].

В якості основних компонентів у виробництві ангобів застосовують тугоплавку глинисту сировину, кварцовий пісок, склобій, польовий шпат, доломіт та інші силікатні матеріали. Перспективними для виготовлення ангобів є лужні каоліни [2]. На території України такі каоліни широко поширені, але суттєво відрізняються своїми реологічними властивостями.

Метою роботи явилось дослідити вплив лужних каолінів різних родовищ на реолого-технологічні показники ангобних шлікерів. Були приготовлені ангобні композиції однакового складу з вмістом каоліну лужного 60 мас.%, Дослідні шлікери відрізнялись природою лужного каоліну – до складу №1 вводили каолін Катеринівського, №2 – Майдан-Вільського, №3 – Йосипівського, №4 – Немильнянського родовищ. Шлікери вологістю 40% розмелювали у кульовому млині до залишку на ситі №0063 менше 0,5% і вивчали їх здатність до розрідження рідким склом та реотаном (рис.).

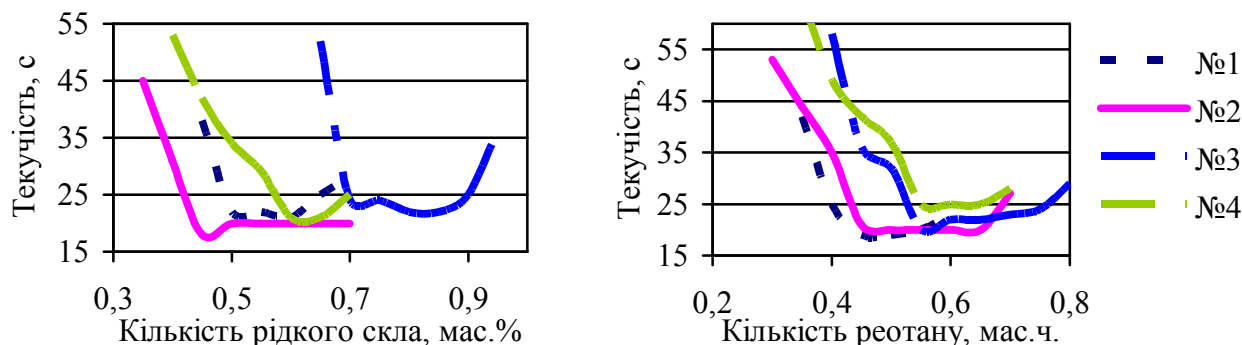


Рисунок – Показники текучості дослідних шлікерів при розрідженні

З наведеного рисунку видно, що, незалежно від типу електроліту, здатність до розрідження ангобних шлікерів зберігається. Найменший вміст електролітів для забезпечення текучого стану суспензії спостерігався у ангобів на основі майдан-вільського та катеринівського каолінів.

Література

1. Khomenko O., Alekseev E. (2018) Development of a sol-gel technique for obtaining sintering activators for engobe coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances, 6/6 (96), 48-51. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.150606>.

2. Пат. 89587 UA C04B 41/87 Ангоб / Коледа В.В., Алексеев С.В., Зайчук О.В., Михайлюта О.С., Андрианова С.Ю. (UA); заявка №a200810548; заявл. 20.08.2008; опубл. 10.02.2010, Бюл. №3.

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF SILVER-FILLED HYDROGEL NANOCOMPOSITES OBTAINED BY POLYMERIZATION WITH METAL DEPOSITION

A.V. Pokhmurska, postgraduate student, O.M. Grytsenko, D. Sc., Associate Professor,
B.V. Berezhnyy, student

*Lviv Polytechnic National University
79013 Lviv, S. Bandery str., 12
a.gaiduk92@gmail.com*

In this work, the features of obtaining silver-filled nanocomposites based on copolymers of 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA) with polyvinylpyrrolidone (PVP) (Ag(0)/pHEMA-gr-PVP) and their hydrogels are investigated. The authors of the article for the first time proposed a method of metal-filled composite polymer hydrogels obtaining through the combining the processes of polymer matrix synthesis and the reduction of Ag⁺ ions. Considering the medical application of Ag(0)-filled hydrogels the silver precipitation have been carried out from argentum nitrate in the aqueous-ethanol solution. It is determined by the thermometric research that the temperature conditions needed for chemical reduction of silver ions are achieved due to the heat, which releases during exothermic reaction of polymerization of compositions based on HEMA and PVP. The use of combined initiating system of iron (II) sulfate/benzoyl peroxide makes it possible to carry out the process of composites obtaining at room temperature, in the open air in 10-40 minutes with maximum exothermy temperature 70-121°C.

The method is especially interesting as from the practical so from and the scientific point of view, because the particles of metal are formed simultaneously with the formation of polymer matrix. This approach makes it possible to achieve the better, uniform distribution of the filler and to obtain the material with the isotropic properties. It is confirmed due to infra-red spectroscopy with Fourier transformation, thermogravimetric and differential thermal analysis the formation of grafted net copolymer based on HEMA and PVP. It is determined through scanning electronic microscopy that materials obtained are characterized by the homogeneity of the structure and are filled with Ag(0) nanoparticles with size within 100 nm. X-ray analysis of the composites obtained confirmed the existence of metallic silver particles.

The antibacterial and antifungal properties of the obtained Ag(0)/pHEMA-gr-PVP composites were proved on the example of the test cultures of bacteria *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus viridans* and diploid fungus *Candida albicans*. The unique characteristics of the materials obtained - sorption capacity, strength, elasticity and form stability in the aqueous medium, compatibility with different biological systems, provide the prospect of their use in medicine as medical products for various purposes.

The publication contains the results of studies conducted by President's of Ukraine grant for competitive projects $\Phi 84/56870$.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИРОДИ МОДИФІКУЮЧОЇ ДОБАВКИ КАОЛІНУ НА ВЛАСТИВОСТІ КВАРЦОВОЇ КЕРАМІКИ

О.С. Хоменко, канд. тех. наук, доцент, **О.М. Македонська**, магістр

ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет

49005 Дніпро, пр. Гагаріна, 8, e-mail elenahTKs@ukr.net

Кварцова кераміка є унікальним за своїми властивостями матеріалом [1], але під час її виробництва – із-за низької суспендуючої здатності при відливці виробів має місце розшарування шлікеру, що може зволікати виникнення внутрішніх напруг і руйнування виробу.

Проведені дослідження [2] показали ефективність введення каоліну як диспергируючої добавки до кварцової кераміки. При цьому істотно зменшується схильність шлікеру до осідання і підвищується рівномірність набору стінки напівфабрикату на поверхні гіпсової форми. Введення добавки обумовлює також збільшення межі міцності кварцового матеріалу на стискання у випаленому стані.

Властивості каолінів залежать від родовища, способу переробки та методу збагачення. Тому метою досліджень було встановити найбільш відповідний каолін з точки зору його комплексного впливу на реологічні властивості кварцового шлікеру та спікання матеріалу.

Досліджено каоліни просянівський первинний мокрого збагачення КФН-2 (1к), просянівський первинний сухого збагачення П-3 (2к), побузький, вторинний без збагачення (3к), пологівський вторинний без збагачення ПЛК-0 (4к), які відрізнялись хімічним складом та поведінкою при термічній обробці. Каоліни вводили до складу шлікерів із кварцового скла у кількості 10 мас. %.

Встановлено, що дослідні шлікери мали різну водопотребу: проба №1к мала добру текучість (22 с) при вмісті води 35,5%, що пов'язане із наявністю у каоліні мокрого збагачення залишків флокуляційних добавок. Найменший вміст води (31,5%) у шлікері №2к - оскільки каолін сухого збагачення не містить флокулянтів. Проби шлікерів з незбагаченими каолінами (№3к та 4к) потребували більш тривалого помелу, а потрібної текучості було досягнуто при вологості 33,8 та 34,5%.

Після випалу кварцової кераміки при 1200°C зразки складу №2к мали найнижче водопоглинання (10,8%) і найвищу межу міцності при стисканні (62 МПа). Також за даними показниками наближувались зразки складу №3к (відповідно 11,1% та 60 МПа), що ймовірно можна пояснити великим вмістом тонкодисперсних глинистих часток у побузькому каоліні.

Таким чином, за комплексом фізико-механічних властивостей та вартістю сировини, найбільш оптимальною добавкою до кварцової кераміки виявився каолін №3к.

Література

1. Пивинский Ю.Е., Суздальцев Е.И. Кварцевая керамика и огнеупоры. Том 2. Материалы, их свойства и области применения. - Москва, 2008. 671с.

1. Khomenko E.S., Karasik E.V., Goleus V.I. Impact of kaolin addition on properties of quartz ceramics // Functional Materials, 2017. No 24(4), P. 593-598. DOI: <https://doi.org/10.15407/fm24.04.593>

LOW VOC ALKYD PAINTS

Jonas Fogelberg

Algol Chemicals AB, AC - Coatings & Polymers

e-mail: jonas.fogelberg@algolchemicals.se

Antonina Kot, Ruslan Rohozhyn

antonina.kot@algol.ua; ruslan.rohozyn@algol.ua

Algol Chemicals Oy, Karapellontie 6 P.O.Box 13

FI-02611 Espoo, Finland

Tel: +358 9 50991; e-mail: info.chemicals.fi@algol.fi

G.I.Gurina, канд. PhD, Associate Professor

Kharkiv National University of Urban Economics named after O.M.Beketov,

Marshal Bazhanov str., 17, Kharkiv, 61002, Ukraine

e-mail: gigurina@ukr.net

Modern requirements for paints and varnishes are related to their scope and controlled by the requirements of the EU Directive 42/2004 and the Technical Regulation on the limitation of volatile organic compounds (VOC) emission due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes for repair painting of vehicles. The purpose of this restriction is to reduce air pollution caused by the influence of VOCs on tropospheric ozone formation.

Creation of pigmented painting material that meets European standards on the content of VOCs on the basis of resins Crestakyd 10-0504 and Crestakyd 10-1019 using organobentonites, is an urgent task.

The VOC content was calculated by the formula:

$$\text{VOC} = 10 \cdot \rho_e \cdot (100 - N)$$

where ρ_e – the density of the enamel,

N – the content of non-volatile substances, %

The density was determined by the formula:

$$\rho_e = \frac{\sum m_i}{\sum m_i / \rho_i}$$

where m_i . ρ_i - weight and density of each component of the enamel formulation

Theoretical calculations of enamel formulations using rasins Crestakyd 10-0504 and Crestakyd 10-1019 in the ratio 1:4 were carried out.

Physico-chemical properties of enamels and coatings based on them with a high content of non-volatile substances: conditional viscosity at (20±0,5) °C over OT – 246 - 150 s; mass fraction of non-volatile substances - 65%; degree of dispersion – 25 micron; drying time to degree 3 at (20±2) °C - 12 hours; the strength of the film on impact - 50 cm, the elasticity of the film during bending -1 mm; adhesion of the film - 1 point; hardness – 0,41 units; film resistance to static action of water at (20±5) °C- 24 hours; resistance to the detergent solution at (20±5) °C- 24hours; VOC content -395,6 g/l.

Recommendations on the introduction of enamels obtained with the use of organobentonites in the production of finishing paints for interior and exterior works for wooden and metal surfaces were formulated.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ ЦЕЛЬЗІАНУ ТА СЛАВСОНІТУ

М.С. Майстат магістр, Л.С. Лимаренко магістр, А.С. Рябініна бакалавр

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2
aichemict777@gmail.com*

Від радіопрозорих матеріалів вимагають щоб вони зберігали задані електрофізичні властивості в широкому температурному і частотному діапазоні, характеризувалися високою жаростійкістю, витривалістю та ерозійною стійкістю до різких температурних коливань, цим параметрам відповідає матеріал на основі барієвого та стронцієвого аноритів.

Кераміка на основі цельзіану ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) та славсоніту ($\text{SrAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) є перспективною для створення радіопрозорих матеріалів внаслідок їх практично постійних значень діелектричної проникності ($\epsilon \leq 6 - 8$), та високої механічної міцності ($E = 110 - 115$ ГПа) низькому ТКЛР $\leq 3,8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ та тангенса кута діелектричних втрат ($\text{tg}\delta \leq (1 - 50) \cdot 10^{-4}$) при високих частотах до 35 ГГц та високій температурі (1650 і 1760 °С) [1, 2].

Об'єкт досліджень були процеси формування, фазовий склад і властивості радіопрозорої кераміки цельзіан-славсонітового складу. Предметом досліджень є взаємозв'язок складу мас, температури синтезу, властивостей, структури і фазового складу радіопрозорої кераміки. Мета роботи полягала в розробці оксидних і сировинних композицій для отримання радіопрозорих керамічних матеріалів цельзіан-славсонітового складу з заданими електрофізичними характеристиками.

Проведені експериментальні дослідження зразків показали що вони мають такі властивості як: уявна щільність ($\rho = 2321 - 2379 \text{кг/м}^3$), відкрита поруватість ($P = (2,63 - 10,16)\%$), водопоглинання ($W = 1,12 - 4,38\%$) та діелектрична проникність ($\epsilon = 4,26 - 9,76$), що відповідають вимогам замовника.

Аналіз отриманих даних показав, що матеріали придатні для використання як радіопрозорі та можуть бути рекомендовані для виготовлення обтічників літальних апаратів.

Література

1. Щеголева Н.Е. Перспективный стеклокерамический композиционный материал/ Н.Е. Щеголева, Д.В. Гращенков, М.Л. Ваганова, С.С. Солнцев // Техника и технология силикатов. – 2014. – Т.21 – №1 – С. 6 – 11
2. Orlova L. A. Recent advances in radio transparent glass-ceramic materials based on high-temperature aluminosilicate systems/ Orlova L. A., Chainikova A. S., Alekseeva L. A., Voropaeva M. V. // Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 2015. – Volume 60 – Issue 13 – pp. 1692–1707.

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Я.О. Галушка, аспірант, Л.П. Щукіна канд. техн. наук., професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Куртичова, 2
Yaroslavgalushka@gmail.com*

Національна стратегія управління відходами в Україні, а також стратегія розвитку ЄС, передбачають перехід до економіки замкнутого циклу «сировина-продукція-відходи-вторинна сировина» з максимальним рівнем переробки та утилізації відходів [1]. В цьому контексті виробництво керамічних будівельних матеріалів знаходиться в особливому стані при вирішенні питань утилізації відходів, зокрема відходів міського господарства, оскільки є ресурсоємною галуззю, а підприємства такого профілю широко розповсюджені в Україні.

При очищенні міських стічних вод вони повертаються в кругообіг, а виділені в процесі такого очищення осади постійно накопичуються, і проблема їх розміщення та утилізації з кожним роком стає все гострішою. Особливо це стосується органічних осадів станцій біологічної очистки міських і виробничих стічних вод та неорганічних осадів, які зневоднюються, а потім відвозяться і складаються в спеціально відведених місцях [2].

Метою даного дослідження була оцінка пороутворюючої здатності суміші осаду та надлишкового активного мулу, утворюваних в процесі очистки стічних вод, при їх використанні в технології конструкційно-теплоізоляційної кераміки з пористою структурою.

Для дослідження в якості глинистої сировини було використано середньопластичний пілуватий суглинок, в який додавався тонкоподрібнений зневоднений осад (сито № 05) в кількості 10 мас. % та 20 мас. %. Досліджувані зразки отримували методом пластичного формування і випалювали за температури 970 °С з витримкою 1 год. Після вивчення фізико-механічних властивостей керамічних зразків встановлено, що відходи міського господарства у вигляді активного мулу можуть бути використані при виготовленні пористої та міцної конструкційно-теплоізоляційної кераміки. Отримані керамічні матеріали з вмістом 10 % добавки, які мали пористість 32 % та межу міцності при стиску 16,5 МПа (марка виробів за механічною міцністю М150).

Література

1. Міщенко В.С. Інституціональний розвиток сфери поводження з відходами в Україні: на шляху європейської інтеграції / В.С. Міщенко, Ю.М. Маковецька, Т.Л. Омеляненко. – К.: ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку», 2013. – 191 с.
2. Сорокіна Е. Б. Методические указания по проведению практических занятий, выполнению расчетно-графической работы и самостоятельной работе по учебной дисциплине «Процессы и оборудование для обработки осадков» «Водоснабжение и водоотведение») / Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. М. Бекетова ; сост. Е. Б. Сорокіна. – Харьков : ХНУГХ им. А. М. Бекетова, 2016. – 72 с.

ДО ПИТАННЯ ПРО ФОРМУВАННЯ СЕГНЕТОКЕРАМІКИ НА ОСНОВІ ТИТАНАТІВ БАРІЮ ТА СТРОНЦІЮ

О.В. Христич¹, канд. техн. наук, **А.М. Корогодська**², докт. техн. наук, доцент,
В.О. Приходько¹, курсант

¹*Національний університет цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94
el-green@ukr.net*

²*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 м. Харків, вул. Кирпичева, 2
alla-korogodskaya@ukr.net*

Для стійкого синтезу сегнетокерамічних матеріалів з нелінійними характеристиками становить інтерес вивчення питання варіювання властивостей матеріалів за рахунок гетеро- та ізовалентних заміщень в катіонних підгратках твердих розчинів титанатів барію та стронцію.

Відомо, що титанати Ca, Sr, Cd, Ba, Pb мають структуру типу перовскіту (CaTiO_3) та кристалізуються у кубічній системі [1]. У цій кристалічній системі іон Ti^{4+} може бути замінений чотирьохвалентними іонами Zr^{4+} , Hf^{4+} , Th^{4+} та ін., а двовалентний Ca^{2+} на Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} . Можливо не ізовалентне заміщення, що охоплює різні за типом катіонні підгратки. Майже всі зазначені титанати володіють особливістю утворювати між собою тверді розчини заміщення з необмеженою розчинністю. Така властивість використовується для коригування властивостей керамічних матеріалів, що виготовляються на основі цих титанатів. Різні поєднання подвійних та потрійних твердих розчинів титанатів можуть зрушувати точку Кюрі в бік високих і низьких температур та забезпечити стабільність властивостей в широкому діапазоні температур.

У розроблених матеріалах застосовували добавки, якими варіювали катіонні заміщення барію, стронцію та титану [2]. Крім вихідних сировинних матеріалів (BaCO_3 – вуглекислий барій, SrCO_3 – вуглекислий стронцій, TiO_2 – двоокис титану), в якості добавок застосовували: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, Bi_2O_3 , Nb_2O_5 , SnO_2 , MnCO_3 , PbO_2 , ZrO_2 .

В ході досліджень обрано ефективний спосіб управління властивостями сегнетокераміки в напрямку підвищення електромагнітних характеристик за рахунок коригування параметрів будови досліджуваних твердих розчинів та симетрії окремих кристалічних підграток, допуючими добавками.

Література

1. Александров К.С. Перовскитоподобные кристаллы / К.С. Александров, Б.В. Безносиков. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. – 216 с.
2. Шабанова Г.Н. Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монография. / Шабанова Г.Н., Логвинков С.М., Корогодская А.Н., и др. - Харьков: ФПЛ Бровин А.В., 2018. - 292с.

НОВИЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ БІОСУМІСНИЙ СКЛОКРИСТАЛІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

О.В. Бабіч, канд. техн. наук, п.н.с., **О.П. Одинцова**, кан.техн. наук, с.н.с.

*Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (НДУ «УКРНДІЕП»)
61166 Харків, вул. Бакуліна, 6
lenysjababich@ukr.net*

Одним з найбільш інтенсивно розвинених напрямків сучасного медичного матеріалознавства є створення імплантатів для заміни пошкоджених ділянок кісткової тканини. На сьогоднішній день існує велика кількість публікацій щодо властивостей біоматеріалів, але, загалом, вони носять рекламний характер і підготовлені співробітниками фірм-виробників. Статті з результатами морфологічного порівняння кісткових матеріалів стали з'являтися у вітчизняній літературі тільки в останні роки, завдяки співробітництву матеріалознавців, мікробіологів та медиків [1].

На сьогоднішній день розробка і впровадження синтетичних матеріалів для відновлення кісткової тканини на світовому ринку характеризується високим підйомом. За даними Bone Graft Substitutes- Global Pipeline Analysis Competitive Landscape and Market Forecast швидкість росту доходів від синтетичних матеріалів на світовому ринку з 2003 по 2010 рр. збільшилася на 7,57%, в той час як, за прогнозами з 2010 р. швидкість росту збільшується на 10% з кожним роком. Це пов'язано з впровадженням нових вискоєфективних технологічних підходів в травматології, які дозволяють вирішувати проблеми незрошчуських переломів, ускладнень після важких травм, нестабільного процесу остеосинтезу тощо [2].

На жаль, на сьогоднішній день всі спроби синтезувати штучний матеріал, придатний для клінічного використання та, який володів би задовільною фізіологічною приживлюваністю, біосумісністю та стабільністю протягом тривалого часу, мають відносний успіх.

В рамках співпраці матеріалознавців кафедри хімії та інтегрованих технологій Національного технічного університету міського господарства ім. О.В. Бекетова, наукових співробітників науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» НДУ «УКРНДІЕП», а також співробітників «Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. І.М. Ситенка» Академії медичних наук України був розроблений біосумісний не токсичний склокристалічний матеріал, який за властивостями відповідає кращим вітчизняним аналогам і перевершує існуючі матеріали цього призначення. У перспективі, після клінічної апробації синтезування, біосумісний склокристалічний матеріал може бути рекомендований для широкого використання у світовій практиці.

Література

1. И.А. Кирилова, М.А. Садовой, В.Т. Подорожная Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства // Хирургия позвоночника 2012, № 3, С. 72-83
2. Реакционно- связаный биорезорбируемый композиционный материал Ю.С. Лукина, Н.В Свентская, П.В. Голикова, С.П. Сивков, Б.И. Белецкий, В.В. Зайцев. – Стекло и керамика. – 2013. – № 5 – С. 34-39.

ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ВІДХОДІВ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

О.І. Фесенко, к.т.н., Г.К. Воронов, к.т.н., доцент, О.В. Савцова д.т.н., професор

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
fesenco_alex@ukr.net*

На сьогоднішній день, у зв'язку з підвищенням соціальних та екологічних норм і реалізації напрямків ефективного природокористування, особливо гостро постає проблема ефективного використання техногенних відходів промислових підприємств. При чому найбільш ефективним є використання таких типів відходів в межах підприємства, що їх продукує, що дозволить уникнути витрат на зберігання та транспортування відходів.

Одними з етапів виробництва полірованої плитки є її механічна обробка, що може включати шліфування, фрезерування та полірування. Після проходження даних етапів лінійні розміри плитки, в залежності від габаритів та типу плитки, зменшується на 10-15 %, що призводить до формування значної кількості відходів. Оскільки на даних операціях застосовується вода, для охолодження ріжучих та абразивних елементів, то відходи представляють собою шлам з вологістю до 60 %, який за своїм хіміко-мінералогічним складом наближений до складу плитки. За статистичними даними при поліруванні 1 м² плитки формується 2÷3 кг шламу. Однак, повторне використання шламу, в технології виробництва плитки, суттєво обмежується вмістом в його складі карбиду кремнію (до 14 мас. %), який є головною складовою абразивних матеріалів, які використовуються при механічній обробці. Додавання шламу до складу керамічних мас призводить до суттєвого збільшення пористості керамічних матеріалів, за рахунок розкладання SiC при температурах 1100 ÷ 1150 °С, та, як результат зменшення їх експлуатаційних властивостей, що суттєво обмежує область використання даних відходів. Тому актуальним є розробка технології виготовлення керамічних будівельних чи конструкційних матеріалів на основі вищевказаного шламу.

Мета роботи – дослідження впливу складу та температури випалу зразків керамічних матеріалів з використанням техногенних відходів на їх механічні властивості. Згідно з метою роботи були визначені експериментальні склади мас керамічних матеріалів із значним застосуванням шламу мехобробки, в мас. %: 74 ÷ 84 шламу, 0 ÷ 10 піску, 10 ÷ 20 польового шпату, 0 ÷ 5 глини, 0 ÷ 1 рідкого скла та 5 ÷ 10 води. Зразки матеріалів були виготовлені методом пресування за двоступінчастим режимом з максимальним тиском 15 МПа. Далі готові зразки проходили сушку при температурі 150 °С впродовж 2 годин та випал при температурах 1100 ÷ 1250 °С впродовж 30 хвилин. Встановлено, що одержані зразки характеризуються різким зменшенням щільності зразків при температурах вище 1200 °С з 2,1÷2,2 до 1,3÷1,8 г/см³. Міцність на стиск розроблених матеріалів знаходилась в межах 12 ÷ 28 МПа, що дозволяє вважати їх перспективними при виготовленні архітектурно-будівельних матеріалів.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ УДАРОСТІЙКИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ БРОНЬОВАНОЇ ТЕХНІКИ

**В.Ю. Тимофєєв¹, начальник НДЛ факультету озброєння та військової техніки,
Саввова О.В.² докт.техн. наук, професор**

¹*НТУ «Харківський політехнічний інститут», 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2;*

²*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
61002, Харків, вул. Маршала Бажанова, 17
tvadim773@gmail.com*

За останні роки засоби індивідуальні та локального бронезахисту пройшли чималий шлях еволюції, проте в результаті найбільшого поширення набули основні їх конструкції – на основі металу, арамідних тканин, кераміки і комбінованих матеріалів. У напрямку підвищення обороноздатності країни в найближчій перспективі при оцінці балістичної стійкості засобів захисту у Міністерстві оборони України передбачається перехід на стандарти НАТО, зокрема на STANAG 4569 та STANAG 2920, які дозволять забезпечити надійний захист спеціальної техніки та озброєння. Ефективність впровадження вказаних стандартів визначається конкурентоспроможних балістичних матеріалів з високим рівнем ударо- та бронестійкості.

Ефективний захист від високоенергетичних засобів ураження з високою проникаючою здатністю – бронейних гвинтівкових куль з термозміцненими серцевинами – неможливий без використання твердих елементів захисної структури, таких як керамічні матеріали. Бронеелементи на основі кераміки успішно виробляються та впроваджуються в практику такими закордонними фірмами як MCubed Technologies, Systems Advanced Ceramics, Saint-Gobain, IBD Deisenroth Engineering, ТОВ «Алокс». Однак наявні на сьогоднішній день численні види керамічних матеріалів виготовляють переважно з штучної, а не природної сировини. Це пояснюється відсутністю природних матеріалів, що характеризуються необхідними властивостями, і складністю виробничих процесів. Використання вартісної кераміки (карбід бору, карбід кремнію) обґрунтовано, коли головним критерієм вибору матеріалу є можливість зниження ваги в розрахунку на одиницю поверхні. Оксид алюмінію можна використовувати, коли лімітуючим фактором є вартість матеріалу, а не його вага. Альтернативою керамічним матеріалам є склокристалічні матеріали, які характеризуються високими експлуатаційними властивостями, зниженою вартістю та технологічністю

Серед вітчизняних робіт, що присвячені проблемам синтезу високоміцних керамічних матеріалів для засобів бронезахисту вагомими є праці науковців НТУУ «КПІ», ПІМ НАН України, «Керамтех ЛТД», УДУЗТ, ІНМ ім. В. М. Бакуля НАНУ, НТУ «ХПІ» та ХНУМГ ім. О.М. Бекетова та інші.

В перспективі для підвищення рівня захисту спеціальної техніки є розробка вітчизняних високоміцних матеріалів для бронезахисту з 3 рівнем за STANAG 4569.

ФОРМУВАННЯ НАНОПОРУВАТОГО ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ

Г.С. Шевченко, магістр, Л.В. Ляшок, канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002 Харків,
вул. Кирпичова 2

Природні оксидні плівки на металах грають найважливішу роль при експлуатації того чи іншого металу або його сплавів. Особливо значимі плівки на алюмінії, вони термічно стійкі і хімічно інертні по відношенню до більшості матеріалів. З часом людина навчилася варіювати властивості плівок, потовщувати їх. Зараз анодний оксид алюмінію (АОА) застосовують для виготовлення конденсаторів, ізоляторів, в сонячних батареях, в якості каталізаторів та фільтрів в хімічній промисловості та ін..

У даній роботі проводилися дослідження процесів формування наноструктурованих АОА в двох різних електролітах при різних концентраціях, а саме, у водних розчинах оксалатної та сульфатної кислот. Плівки поруватого АОА з високо упорядкованою структурою формували за методикою двохстадійного окиснення. Основну роль при електрохімічному окисненні алюмінію в даному випадку грає природа цих кислот. Анодували зразки алюмінію чистотою 99,99%, які піддавали попередній обробці. Експерименти проводились при температурі 15 °С. Дослідження кінетики росту поруватого АОА проводились у гальваностатичному режимі з варіюванням напруги та сили струму, результати приведені на рисунку 1 та 2.

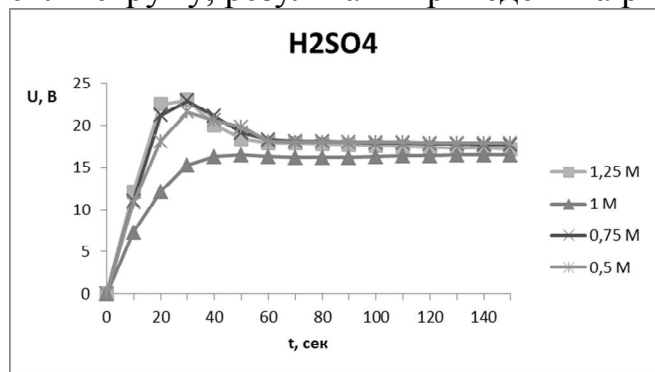


Рисунок 1

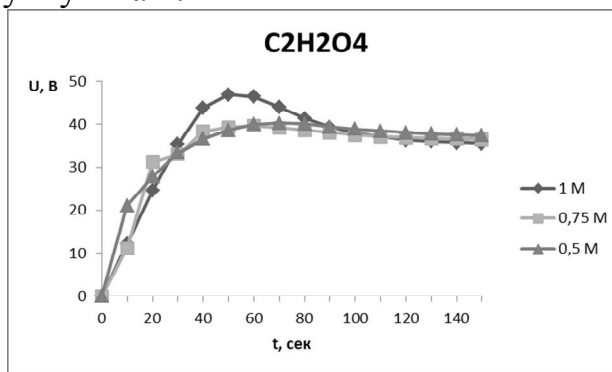


Рисунок 2

Характер отриманих залежностей свідчить, що більша напруга досягається при використанні оксалатної кислоти. Була розрахована поруватість отриманих зразків, діаметр пор та комірок.

У сульфатній кислоті зразки мають більшу поруватість поверхні, але значно менших діаметр пор. У оксалатній кислоті поверхня більш розвинута, що покращує функціональні властивості.

Література

1. Б. И. Байрачный, Л. А. Ляшок, И. А. Токарева, Перспективные материалы, вып. 2: 66 (2014).
2. I. V. Roslyakov, E. O. Gordeeva, and K. S. Napolskii, Electrochimica Acta, 241, No. 1: 362 (2017).

СИНТЕЗ ІЄРАРХІЧНИХ ЦЕОЛІТНИХ СТРУКТУР НА ОСНОВІ УКРАЇНСЬКИХ СИРОВИННИХ РЕСУРСІВ

Л.К. Патриляк, д.х.н., Ю.Г. Волошина, к.х.н., О.П. Пертко,
А.В. Яковенко, к.х.н.

*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П.Кухаря НАН України, вул.
Мурманська,1, 02660б м. Київ. lkpg@ukr.net*

Завдяки своїм унікальним адсорбційним, іонообмінним та каталітичним властивостям сфери використання цеолітів розширюються з кожним днем – від сільського господарства, екології, будівництва, харчової промисловості до атомної, нафтопереробної та інших галузей. Близько 40 % усіх твердих каталізаторів хімічної промисловості одержують на основі цеолітів з підвищеною термічною та хімічною стабільністю. Однак цеоліти – це мікропористі об'єкти, які часто називають молекулярними ситами за їх здатність відфільтровувати молекули, розмір яких менший за розміри їх пор. Серед найбільш широко промислово використовуваних типів цеолітів слід виділити фожазит (0,7–0,8 нм, 1,2–1,3 нм), морденіт (0,3–0,6 нм, 0,6–0,7 нм) та пентасил (0,5–0,6 нм). Але часто виникає потреба у проведенні процесів за участю і крупніших молекул порядку 1–2 нм, що викликає необхідність у синтезі цеолітних об'єктів з ієрархічною пористою системою, яка поєднує мікропористість зі значною мезопористістю. такі об'єкти на сьогодні одержують шляхом синтезу на основі дорогих реагентів.

Метою роботи було одержання на основі українських природних ресурсів (каолініту та природних цеолітових порід) ієрархічних цеолітних структур, які матимуть окрім притаманної цеолітам мікропористості розвинену систему мезопор. Пориста структура таких цеолітів буде доступною для молекул більших за 1 нм, а тому вони можуть бути використані в ролі сорбентів та каталізаторів у процесах їх перетворення. Крім того, при цьому буде покращено процес масопереносу реагентів до активних центрів.

На основі каоліну було синтезовано цеоліт типу Y в попередньо одержаних каолінових мікрогранулах (40–100 мкм). Для цього каолініт шляхом термічної обробки переводили у метакаолін та алюмокремнієву шпінель, на основі яких з додаванням луку *in situ* синтезували цеоліт. В результаті перетворення частини сировини у цеоліт він покриває поверхню мікрогранул тонким шаром. Поверхня мікропор в одержаних об'єктах складає від 30 до 50 % від загальної питомої поверхні за BET. У випадку морденіт-клинотилітових порід Закарпаття систему мезопористості покращували за рахунок кислотної модифікації низкою мінеральних кислот різної концентрації, що дозволило також варіювати ступінь dealюмінівання, а отже і кислотні властивості породи.

Пропонований підхід до синтезу дозволяє використати наявну в Україні дешеву природну сировинну базу – каолін Просянівського родовища Дніпропетровської області та морденіт-клинотилітові породи Закарпатської області.

ПОЛІФАЗНА РАДІОПРОЗОРА КЕРАМІКА: СКЛАД ТА ВЛАСТИВОСТІ

М.С. Приткіна, аспірант, **О.Ю. Федоренко**, докт. техн. наук, професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Курпичова, 22
prytkina8@gmail.com*

Радіопрозорі керамічні матеріали (РПКМ) характеризуються унікальним поєднанням електрофізичних і фізико-механічних властивостей. Їх перевагою є стабільність діелектричних характеристик при підвищенні температури. Сучасна радіопрозора кераміка переважно є монофазною, що робить її залежною від вад основних фаз. Поліфазні керамічні матеріали здатні забезпечити елементам захисту антенного обладнання жаростійкість, термічну та абразивну стійкість, що є необхідним при їх використанні в жорстких умовах експлуатації літальних апаратів.

Як основу для синтезу РПКМ славсоніто-віллемітового складу розглядали систему $ZnO-SrO-Al_2O_3-SiO_2$. Склади модельних мас забезпечували синтез сполук Zn_2SiO_4 (W) та $SrAl_2Si_2O_8$ (S) у різному співвідношенні. Встановлено, що при зміні співвідношення фаз W:S від 1:3 до 3:1, відбувається зниження густини зразків кераміки та збільшення їх водопоглинання, що свідчить про зростання поруватості, внаслідок чого знижується механічна міцність. Дослідження фазового складу зразків, отриманих з модельних мас при температурі 1200 °C показало, що в межах розглянутих концентрацій оксидів, що обумовлюють утворення сполук W та S, оксид стронцію повністю витрачається на формування славсонітової фази. У складі кераміки, отриманої при збереженні співвідношення W:S = 1:3, ідентифіковані супутня фаза ганіту $ZnAl_2O_4$. Натомість зміна співвідношення до W:S = 3:1 спричиняє наявність цинкіту ZnO у складі продуктів випалу. Встановлено, що за відсутності супутніх фаз цинкіту та ганіту спостерігається поліпшення діелектричних характеристик кераміки: зниження діелектричної проникності на ~70 % та зменшення діелектричних втрат на ~60 %. Цей факт пояснюється тим, що фази цинкіту і ганіту характеризуються підвищеною діелектричною проникністю (ϵ відповідно 8,5 та 7,0) у порівнянні з віллемітом та славсонітом ($tg\delta$ відповідно 5,5 та 6,4). Тому для попередження утворення фаз, які погіршують діелектричні характеристики РПК, при проектуванні складів необхідно збереження фазоутворюючих оксидів, яке відповідає умові W:S = 1:1 з урахуванням стехіометрії фаз Zn_2SiO_4 і $SrAl_2Si_2O_8$.

Проведені дослідження підтвердили можливість отримання РПК віллеміт-славсонітового складу, яка за рівнем електрофізичних характеристик ($\epsilon = 5,9$, $tg\delta = 0,004$) задовольняє вимоги до радіо прозорих матеріалів ($\epsilon < 10$; $tg\delta = 10^{-2} \div 10^{-4}$). Дослідження мікроструктури оптимальних зразків показали, що славсоніт утворює призматичні кристали з шаруватою структурою із переважним розміром 30 мкм. Кристали віллеміту мають короткопризматичну форму, а їх розміри не перевищують 5 мкм. В матеріалі наявні ізометричні пори розміром 10-15 мкм, що свідчить про необхідність інтенсифікації спікання РПКМ.

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ КОЛЬОРОУТВОРЕННЯ КЛІНКЕРНИХ КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ

Л.В. Присяжна, аспірант, О.Ю. Федоренко, докт. техн. наук, професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2
fedorenko_e@ukr.net*

Не визиває сумніву той факт, що між кольором та фазовим складом керамічного клінкеру існує тісний зв'язок, який у великій мірі залежить від тривалості і температури випалу, а також складу пічної атмосфери. Більшість досліджень, спрямованих на отримання об'ємно забарвленої клінкерної кераміки, не розглядають фізико-хімічні закономірності процесу кольороутворення в достатній мірі.

Метою роботи є визначення взаємозв'язку між складом сировинних композицій, хімічним та фазовим складом клінкерної кераміки з кольором виробів, отриманих в умовах окислювального та відновлювального випалу.

Як глинисту сировину використовували полімінеральну неспікливу глину Лужківського родовища та каолініто-гідрослюдисту глину Артемівського родовища. Для інтенсифікації процесів спікання та фазоутворення застосовували відхід збагачення пегматитів, відхід виробництва феротитану та відсіву, що утворюються при видобування лужноземельних сіенітів. Для отримання клінкерних виробів коричневого кольору використовували манганову руду ПАТ «Орджонікідзевський ГЗК».

В результаті досліджень визначено вплив складу сировинних композицій на процеси кольоро- та фазоутворення керамічного клінкеру залежно від характеру пічної атмосфери. Встановлено, що забарвлення клінкерної кераміки в коричневий колір в умовах окислювального випалу обумовлено наявністю фаз гематиту $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ та Mn_2O_3 . При випалі у відновлювальному середовищі вироби набувають кольору від темно-коричневого до чорного за рахунок утворення магнетиту Fe_3O_4 та гаусманіту Mn_3O_4 . Теракотовий колір виробів обумовлений наявністю фаз гематиту та геденбергіту $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$. Умовою отримання клінкерної кераміки жовтого кольору є обмеження у складі вмісту Fe_2O_3 до 3 мас. % та наявність рутилової фази TiO_2 . З використанням колориметру CR-410 за системою $L^*a^*b^*$ визначено характеристики колірності клінкерної кераміки та встановлено їх залежності від сумарного вмісту оксидів металів змінної валентності $\Sigma(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MnO} + \text{Mn}_3\text{O}_4)$. Визначено межі варіювання співвідношень оксидів $\text{TiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO})$, $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO})$, $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_2\text{O}_3)/(\text{FeO} + \text{Mn}_3\text{O}_4)$, що забезпечують утворення фаз, відповідальних за формування бажаного кольору виробів за умов окислювального і відновлювального випалу.

Показана доцільність заміни високовартісних керамічних пігментів техногенними матеріалами: відходами видобування лужноземельних сіенітів, збагачення пегматитів та виробництва феротитанових сплавів. Це відкриває перспективи для зниження собівартості клінкерних керамічних виробів.

НОВИЙ СКЛОКРИСТАЛІЧНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ

Н.В. Жданюк, канд. тех. наук, **М.М. Племянніков**, канд. тех. наук

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», 03056, Київ, Проспект Перемоги, 37,
zhdanyukn.kpi@gmail.com*

При переробці залізистих кварцитів відходи рудозбагачення складаються у відвалах під відкритим небом. На даний час їх накопилось близько 1,5–3,0 млрд. м³. Тільки на Кривбасі хвостосховища такого типу займають площу близько 7–10 тис. га, що призводить до погіршення екологічної ситуації в регіоні. У зв'язку з цим, створення нових технологій утилізації відходів рудозбагачення є актуальним науково-практичним завданням.

Так звані «хвости», хоча і є відходами, але мають високу ресурсну цінність. У їх складі присутні SiO₂, FeO, Fe₂O₃, CaO, MgO, Al₂O₃, Na₂O та ін. Саме тому, була вивчена можливість використання «хвостів» як основного компоненту сировинної суміші для отримання шляхом скловаріння облицювального матеріалу з високим декоративним ефектом. Специфічною особливістю відходів рудозбагачення ГЗК Криворізьського басейну є наймовірно висока кількість оксидів заліза (12–15 мас. %), що не характерно для скловиробництв [1].

Проведені дослідження підтвердили, що технологічні властивості силікатних розплавів на основі відходів рудозбагачення можуть бути досягнуті при підшихтовці їх матеріалами, що містять сполуки Ca та Mg. Для введення у склад шихти можуть бути використані недефіцитні гірські породи (вапняк, доломіт, глина та інші).

Проведено комплексне дослідження склоутворення у системах (FeO+Fe₂O₃)-MgO-CaO-SiO₂. Вивчено вплив хімічного складу на властивості скла, їх варильні та формувальні характеристики, визначено температури відпалу і розм'якшення. Досліджені експлуатаційні характеристики: мікротвердість і хімічна стійкість. Встановлена область отримання стекол у даній оксидній системі. Визначена кристалізаційна здатність складів у системах (FeO+Fe₂O₃)-MgO-CaO-SiO₂. Диференційно-термічний аналіз показав високу здатність отриманих матеріалів до кристалізації. Для всіх складів визначений оптимальні режими термообробки з метою отримання склокристалічних матеріалів. Вивчено вплив хімічного складу на властивості ситалів.

Встановлені оптимальні склади шихти для отримання облицювальних матеріалів з високими технологічними характеристиками та декоративним ефектом.

Література

1. Губіна В.Г., Кадошніков В.М., Заборовський В.С., Кузенко С.В., Горлицький Б.О., Бондаренко Г.М. Вивчення можливості використання відходів збагачення залізистих кварцитів в народному господарстві // 36 наук. пр. ІГНС НАН України «Геохімія та екологія». — Вип.14. — К. — 2007. — С. 156–165.

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ СПЕЦІАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЦЕМЕНТІВ

С.І. Міщенко, курсантка, В.В. Дейнека, канд. тех. наук, доц. кафедри спеціальної хімії
та хімічної технології

*Національний університет цивільного захисту України
61023 м. Харків, вул. Чернишевська, 94
wolf198021@gmail.com*

В Україні атомна енергетика є стратегічно важливим елементом енергозабезпечення, тому успішне функціонування атомної енергетичної галузі – одна з необхідних умов забезпечення національної безпеки країни. Ядерні відходи не мають цінності для подальших виробничих процесів. Це певна сукупність різних небезпечних для людини і для навколишнього середовища хімічних елементів. У зв'язку із небезпечністю радіоактивних елементів їх утилізація є обов'язковою, більш того, здійснюється відповідно до певних правил. Для підвищення безпеки експлуатації геологічних наддовгострокових захоронень радіоактивних відходів запропонована обробка стінок сховищ герметизуючим радіоаційнозахисним матеріалом. Для цього на основі сполук чотирикомпонентної системи $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ було розроблено технологію корозійностійких спеціальних цементів поліфункціонального призначення, які можуть використовуватись для отримання високоміцних радіоаційнозахисних та корозійностійких тампонажних бетонів. За допомогою термодинамічного методу аналізу було встановлено фазові рівноваги та здійснено тетраедрацію системи при передбачуваній температурі синтезу – 1200 °С, з метою мінімізування кількості необхідних термодинамічних розрахунків. Було встановлено особливості процесів гідратації кальцій-барієвого феросилікатного цементу: основними продуктами гідратації є силікати барію та ферити кальцію і барію, а також гідроксиди барію та заліза, як у колоїдному, так і кристалічному стані; які забезпечують високі міцнісні характеристики затверділому цементному каменю. Отримані матеріали мають наступні властивості: високоміцні (міцність на стиск – до 58,9 МПа), захисні (розрахунковий коефіцієнт масового поглинання – до 247 см²/г) та корозійностійкі (коефіцієнт сульфатостійкості – 1,31) цементі. Захисні бетони з різними заповнювачами, отримані на основі розробленого цементу, характеризуються високою міцністю (межа міцності на стиск – 58,4 МПа), невеликим ступенем розміцнення в інтервалі температур 20 – 1200 °С (до 15 – 19 %), можуть застосовуватись при температурах служби до 1200 °С.

Література

1. Lidskog R. The management of radioactive waste. A description of ten countries / Rolf Lidskog, Ann-Catrin Andersson // Swedish Nuclear Fuel and Waste Management. Stockholm, 2000. – 112 p.
2. Berlepsch T. Salt as a host rock for the geological repository for nuclear waste. / T. Berlepsch, B. Haverkamp // Elements, 2016. – № 12. – pp. 257-262.

DIRECT-ON MOLYBDENUM CONTAINING VITREOUS ENAMEL COATINGS FOR HOUSEHOLD APPLIANCES

Oksana Shalygina, PhD, Bojan Spolenak

EMO FRITE Company, Celje, Slovenia
shalyginao@gmail.com

Competition among manufacturers of various household appliances and an increase in demand for this type of product in many countries of the world led to an improvement in their production technologies and an increase in quality, as well as an expansion in the color characteristics of protective and decorative vitreous enamel coatings. Colouring of the vitreous enamel coatings is due to the presence in its composition of coloring agents, in which the spectral curve is characterized by the appearance of a selective or continuous absorption band in the visible region of the spectrum. The coloring agent are differ in the type of dye, the conditions of the process and the mechanism of color of such coatings. In order to expand the color range of direct-on vitreous enamel coatings, various prospecting studies are being carried out, one of the directions of which is the synthesis of compositions containing molybdenum compounds that contribute to damping dark-colored enamel coatings due to the formation of microcrystalline phases of molybdates.

The aim of this work is to develop the composition of molybdenum-containing vitreous enamels to obtain on the parts of household appliances using POESTA powder electrostatic technology, direct-on, pigment-free protective and decorative coatings in gray colors. The choice of molybdenum compounds as coloring agents is due to the possibility of the formation of smaller crystalline phases of molybdates (less 1 μm) of alkaline earth metals, in particular CaMoO_4 and BaMoO_4 , in comparison with the opacifier TiO_2 traditionally used in glass enamels, which form crystalline phases of rutile or anatase with crystal sizes ranging from 1 to 8 μm .

As a basis for direct-on molybdenum containing enamels of gray color, was chosen the previously developed base glass frit (ESB) to obtain black coatings with a component content, mol. %: SiO_2 50–52; B_2O_3 12-15; Na_2O 10-12; K_2O 2-4; CaO 0-2; BaO 2-4; ($\text{MnO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CuO} + \text{CoO}$) 9-10; CaF_2 2-4.0.

Modification of ESB frit to suppress the black coating with the microcrystalline phase of calcium and barium molybdates was carried out by the phased introduction of MoO_3 from 1.5 to 5 mol. %, which determined the preparation of experimental direct-on coatings in gray colors corresponding to RAL 7026, 7031 and 7033. The melting temperature of the experimental frits was 1260-1280 °C. Coating was fired at a temperature of 820–840 °C for 4 min.

The influence of the concentration of the opacifier agent MoO_3 on the color and performance characteristics of the coatings was established. The optimal concentration of MoO_3 to obtain chemically resistant gray coatings is 1,5-2,5 mol. %. An increase in the concentration of MoO_3 leads to a sharp decrease in the chemical resistance of the coatings, which is unacceptable for this type of product.



Секція 5. Корозійна стійкість конструкційних матеріалів в агресивних середовищах. Електрохімічні процеси і технології

Керівник секції – *Тульський Геннадій Георгійович*, докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної електрохімії НТУ «ХП»

Секретар – *Нестеренко Сергій Вікторович*, канд. техн. наук, доцент кафедри хімії Харківського національного університету ім. О.М. Бекетова

ANN SIMULATION OF NANOCOMPOSITES Fe(Co)-W CORROSION RESISTANCE

**M.V. Ved¹, Dr. Sc., Prof.¹, N.D. Sakhnenko, Dr.Sc., Prof.¹, T.A. Nenastina, PhD¹,
M.N. Volobuyev, PhD¹, G.H.Yar-Muhamedova, Dr. Sc, Prof. ²**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

61002, Kharkiv, Kyrpychova str.,2

nenastina@ukr.net

2. Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, al-Farabi av., 71, Kazakhstan

The problem of the formation of functional coatings, combining such important consumer properties as corrosion resistance, hardness, wear resistance and catalytic activity, is key in the creation of new materials for modern devices and technologies. The great practical interest in Co–W and Fe–W alloys is explained by the prospect of their use as thermo and wear resistant, magnetic-hard materials, possessing high microhardness and being an alternative to hard chrome coatings [1].

The common trends in the corrosion behavior of Co(Fe)-W electrolytic alloys in an aggressive media is a decrease in the corrosion rate with an increase in the refractory metal content. The corrosion resistance of tungsten alloys significantly exceeds the resistance not only of steel substrates, but also of individual metals [2]. To predict the corrosion resistance of the above alloys, thermodynamic functions of metals and their oxides, the energy and parameters of the crystal lattice, the specific electrical resistance of metals and oxides, etc., were used as input parameters for artificial neural networks (ANN) analysis. The output variable is the corrosion rate of the alloys in various environments. From the analysis of a large number of ANNs of various architecture, it was found that the minimal error in predicting the Co-W corrosion rate in aggressive solutions is achieved by a generalized regression ANN with two hidden layers. Simulation of the corrosion processes using ANN show the most important parameters determining the corrosion resistance of alloys to be electrical conductivity of metals and their oxides; metal-oxygen binding energy; standard enthalpies of formation and entropy of oxides WO_3 , Co_3O_4 , Fe_3O_4 . The microhardness of coatings Co(Fe)-W of ω (W)=40–50 mas% rises up to 500–600, which allows to recommend such materials as an alternative to hard chromium coatings. This work was supported by al-Farabi Kazakh National University, Institute of Experimental & Theoretical Physics by AP05130069 project «Development of nanotechnology for the synthesis of functional galvanic coatings for electric devices».

References

1. Ved M., Sakhnenko N., Bairachnaya T., Tkachenko N. Structure and properties of electrolytic cobalt-tungsten alloy coating // *Functional materials*, 2008.- 15, № 4. - P.613–617.
2. Yermolenko I.Yu., Ved' M.V., Sakhnenko N.D., Sachanova Yu.I. Composition, Morphology

MULTICOMPONENT SYNTHESIS OF PYRROLINE DERIVATIVES - POTENTIAL CORROSION INHIBITORS

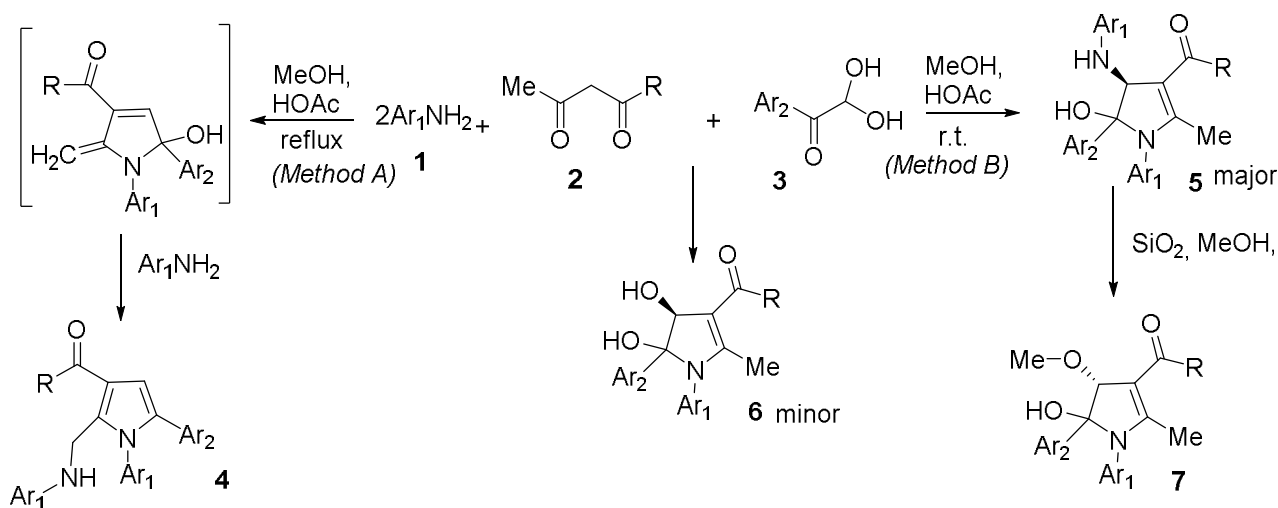
S.A. Karpan, master sci., N. N. Kolos, dr. sci., prof.

V.N. Karazin Kharkiv National University

61004 Kharkiv, Svobody, 4

kolos_n@ukr.net

Multicomponent condensations of hydrates of arylglyoxals, acetylacetone (acetoacetic ether) and aromatic amines in the ratio 1: 1: 2 were studied. It has been shown that in the case of *o*-halogenated anilines, the formation of pyrrole type **4** is observed when the starting components in MeOH are heated in the presence of HOAc (*method A*), whereas the *m*- and *p*-substituted anilines with stirring of reagents at room temperature (*method B*) form a mixture of 4,5-dihydropyrroles **5** and **6** (~10%). The increase in the reaction time in this case leads to the transformation of 4,5-dihydropyrrolols **6** to products **7** - the result of the nucleophilic substitution of the arylamine group by the methoxy moiety.



Stage-by-stage schemes for the synthesis of pyrroles **4-6** are analyzed. It has been found that the formation of dihydropyrroles **5** involves the formation of an intermediate enamine, whereas trisubstituted pyrroles **4** are synthesized via the α -hydroxy ketone step, a product of the interaction of arylglyoxal hydrates with β -dicarbonyl compounds. It has been shown that *o*-substituted anilines do not form products **5** or **6** during the reaction of *method B*.

The structure of products **4,5,7** is additionally confirmed by X-ray crystallographic analysis. Preliminary data have been obtained on the potential use of type **5** compounds as corrosion inhibitors.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ БЕРИЛЛИЕВОЙ БРОНЗЫ

В.И. Ларин¹, д.х.н., проф., Л.М. Егорова², к.х.н., доц.

1– НИИ химии при Харьковском национальном университете им. В. Н. Каразина

2–Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

61002, Харьков, ул.Ярослава Мудрого,25

lilyaegorova@ukr.net

Медные сплавы (латуни, бериллиевые бронзы) являются технически важными сплавами в машиностроительной, электронной, авиационной и других отраслях промышленности. В связи с этим исследование процессов химического растворения сплавов меди в растворах различного состава имеют очень большое значение в технологиях производства изделий точной механики, оптики, радиоэлектроники и других смежных областях, где необходимо создание тонких и сверхтонких поверхностных структур, технология прецизионного травления, нанесения рисунка, совмещение слоев и др.

Проведено эксперимент по растворению сплава БрБ2 в растворах различного состава при высокой скорости вращения ВДЭ (вращающийся дисковый электрод, $\omega=74 \text{ об}\cdot\text{с}^{-1}$), что позволяет имитировать гидродинамические условия струйного травления и снять диффузионные ограничения по отведению продуктов растворения медной составляющей в объем раствора. Выбор состава травильных растворов был обусловлен их практическим использованием в процессах травления бериллиевой бронзы.

Полученные результаты показывают, что растворение бериллиевой бронзы в растворах FeCl_3 значительно выше, чем в других электролитах, что связано с высокой окислительной способностью ионов Fe^{3+} . Поэтому за основной раствор был выбран раствор FeCl_3 . В качестве добавок были выбраны KNO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, и хлоридные добавки вводили в раствор в виде HCl и NH_4Cl .

Определена селективность растворения компонентов сплава БрБ2 и модификация поверхности сплава при химическом травлении в хлоридных растворах, что представлено в табл.1. Рассчитанные значения коэффициентов селективности бериллия и меди имеют наиболее близкие значения в растворе состава: 0,5 М FeCl_3 .

Таблица 1–Результаты определения содержания ионов меди (II) и бериллия в травильных растворах (время травления бериллиевой бронзы 20 мин.; 25 °С)

содерж ионов, г/л	Составы растворов, моль/л		
	0,5 FeCl_3 + 1,5 KNO_3 + 0,5 HCl	0,5 FeCl_3 + 1,5 KNO_3	0,5 FeCl_3
коэффициенты селективности компонентов сплава			
Z_{Be}	0,6	0,5	0,95
Z_{Cu}	1,7	2,04	1,06

Методом электронно-зондового анализа были исследованы поверхность электродов из сплава БрБ2 после травления, плотных пассивирующих слоев на поверхности электрода не наблюдается.

В качестве травильного раствора, обеспечивающего высокоскоростное, равномерное травление сплава БрБ2 предложен состав – 0,5 М FeCl_3 .

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЛОКАЛЬНЫХ ВИДОВ КОРРОЗИИ АУСТЕНИТНО-ФЕРИТНЫХ СТАЛЕЙ

С.В. Нестеренко, канд. техн. наук, доцент

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
61002 Харьков, вул. Маршала Бажанова, 17, nester.hnamg@gmail.com*

Целью данной работы является разработка методики оценки интенсивности питтингообразования. Суть методики заключается в применении циклической вольтамперометрии для оценки склонности нержавеющей стали к питтинговой коррозии в стандартной среде ASTM G-48. Типовая циклическая вольтамперограмма исследуемых сталей в 6% растворе хлорида железа при 50 °С приведена на рис.1. Сталь X25H7AM4 не подвергается питтинговой коррозии так, как разность между потенциалом репассивации питтинга ($\Phi_{рп.по}$) и потенциалом свободной коррозии ($\Phi_{св.к.}$) значительно больше 0,05В. Значения потенциалов (табл.1.) были вычислены из циклических вольтамперограмм, пример представлен на рис.1

Таблица 1– Параметры активации металлов в 6% растворе хлорида железа при 50°С. Среда аналогична ASTM G-48.

Марка материала	$\Phi_{св.кор}$ (В)	$\Phi_{рп.по}$ (В)	$\Delta\Phi = \Phi_{рп.по} - \Phi_{св.кор}$ (В)
10X17H13M2T	0,23	0,09	-0,14
X25H7AM4	0,38	0,58	0,20

$\Phi_{св.кор.}$ – потенциал свободной коррозии; $\Phi_{рп.по}$ – потенциал репассивации.

Было обнаружено наличие питтингов на образцах из сталей производства РФ(разность $\Delta\Phi = \Phi_{рп.по} - \Phi_{св.кор}$ (В) значительно меньше 0,05В).

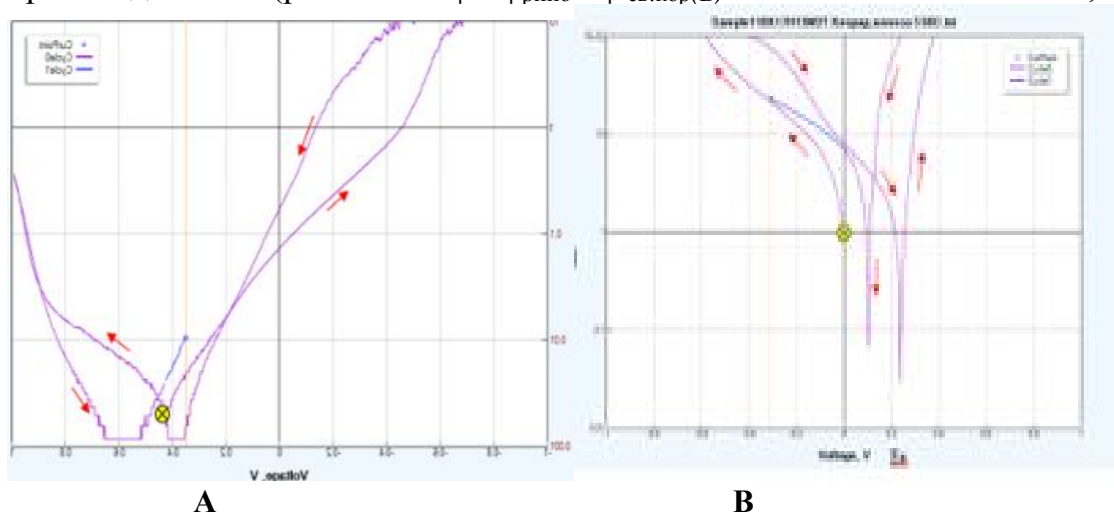


Рис. 1– Циклические вольтамперограммы сталей В) 10X17H13M2T, А) X25H7AM4 в 6% растворе хлорида железа при 50 °С.

Разработанная методика прогнозирования питтингостойкости теплообменного оборудования в хлорид-содержащих средах дает возможность произвести экспресс оценку коррозионной стойкости высоколегированных сталей.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СТАЛЕЙ ДЛЯ НЕФТЕДОБЫЧИ

Д.Ф. Донской, канд. техн. наук, доцент, Амир Немах А., аспирант
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
 61002, Харьков, ул. Кирпичова, 2. dfdonsky@gmail.com

С.В. Нестеренко, канд. техн. наук, доцент
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.М. Бекетова. 61002
 61002, Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17. nester.hnamg@gmail.com

Целью настоящих исследований является изучения коррозионной стойкости различных сталей в пластовых водах нефтепромыслов Ирака. Химический состав исследуемых материалов и состав пластовых вод приведен в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых сталей

Марка стали	C	S	P	Cr	Ni	Mo	N	PRE*
SAF-2507	0.02	0.01	0.03	25	7	4	0.27	43
AISI 304	0.08	0.03	0.045	19	9.3	–	–	–
Сталь 45	0,1	0,02	0,035	13,3	13,2	2,4	–	–

PRE* – показатель стойкости к питтингообразованию

Таблица 2 – Характеристика пластовой воды

Плотность, г/л		рН		Общая минерализация, мг/л			
1.1470		6.09		201708			
Катионы, мг/л	K++Na+	Ca2+	Mg2+	Fe2+	Fe3+	Σ	
	57796	14428	3648	134	2	76009	
Анионы, мг/л	HCO3-	Cl-	I-	Br-	SO42-	Σ	
	146	125351	23	160	19	125699	

Коррозионная активность пластовой воды определялась потенциометрическим методом при температуре 20°C и 60°C. Проведенные исследования показали, что скорости коррозии для разных сталей составляют от 0,02 мм/год (20°C) до 0,18 мм/год (60°C) и позволяют сделать вывод о высокой коррозионной стойкости данных сталей в пластовой воде нефтепромыслов Ирака. Коррозионные процессы на поверхности указанных сталей протекает равномерно и питтинговой коррозии не было обнаружено в отличие от сталей Сталь 45, AISI 304. Вид разрушений сталей при испытаниях в пластовой воде Ирака приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 Микроскопическое исследование опытных образцов сталей после испытаний в пластовой воде нефтепромысла Ирака. Увеличение x 200.

Таким образом, дуплексная сталь показывают высокую стойкость против общей и локальной коррозии, поэтому ее можно рекомендовать использовать для изготовления оборудования.

КОРРОЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ПОСЛЕ ФИЛЬТРАЦИИ ОТ ВЗВЕШЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Л.П. Банников¹, канд. техн. наук, Г.И. Гурина², канд. хим. наук, доцент,
С.В. Нестеренко², канд. техн. наук, доцент

¹ГП «УХИН»,
61023 г. Харьков, ул. Веснина, 7
ukhinbannikov@gmail.com.

²Харьковский национальный университет городского хозяйства
имени А.М. Бекетова, 61002 Харьков, ул. Маршала Бажанова, 17.
nesterhnamg@gmail.com

Для защиты насадки скрубберов от отложений зарубежные производители рекомендуют фильтрацию поглотительного масла. Представляют интерес исследования о влиянии содержания взвешенных веществ (по ГОСТ 6370-83) на степень облагораживания масла. Результаты определения данного показателя для различных образцов работающих масел показывают значения в диапазоне 0,05–1,10 % масс.

По нашему мнению, при неполном смачивании хотя бы небольшой части насадки имеет место граница трех фаз: масла, газа и твердых веществ. Так как температура коксового газа по мере прохождения абсорбер повышается, возможно испарение масла и осаждение на поверхности взвешенных частиц с образованием отложений.

Коррозионную активность исходного и отфильтрованного масла определяли по разработанной нами методике [1]. Результаты показали, что скорость коррозии Ст. 3, определенная электрохимическим методом водной вытяжки поглотительного масла, после фильтрации масла на ячейке 10 мкм снижается с 0,74 до 0,42 г/м²·ч. Это может быть объяснено понижением солесодержанием масла с 1,27 до 0,67 г/л в результате адсорбции солей на поверхности удаляемых частиц, в том числе продуктов коррозии оборудования и шлама (взвесей) ферроцианидных комплексов.

Литература

1. Нестеренко С.В., Банников Л.П., Скрипий Ю.Н., Клемин И.А. Коррозионная активность каменноугольного поглотительного масла и стойкость конструкционных материалов оборудования бензольных отделений // Кокс и химия. – 2018. – №4. – С.40–46.

КОРОЗІЙНІ ТА ТРИБОКОРОЗІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ

М. С. Хома, д.т.н., проф., В. А. Винар, к.т.н, М. Я. Головчук, асп.,
Н. Ю. Василів, к.т.н., В. М. Гвоздецький, к.т.н.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України,
79601, м. Львів, вул. Наукова, 5,
tryzor@ukr.net

Досліджували корозійні та трибокорозійні характеристики газотермічних покриттів, нанесених з порошкових дротів 60X15P2ГС та 75X19P3С [1], у середовищах, що містять аміак, сірководень та хлориди (табл). У цих середовищах за потенціалів -480...-608 мВ густина струмів корозії становить $(6...20) \cdot 10^{-3}$ мА/см². На їх значення суттєво впливає поруватість напилених шарів та вміст легуючих елементів у їх складі. Виявлено, що зі зростанням рН розчинів від 4 до 9 електродні потенціали облагороджуються, а струми корозії знижуються (табл.). Корозійна тривкість покриття 75X19P3С з більшою концентрацією хрому, вища, ніж 60X15P2ГС (табл.).

Таблиця. Електродні потенціали, густина струмів корозії, коефіцієнти та ширина доріжок тертя газотермічних покриттів у різних середовищах

Покриття	60X15P2ГС				75X19P3С			
	-Е, мВ	$i_{кор}$, мА/см ²	В, мкм	μ	-Е, мВ	$i_{кор}$, мА/см ²	В, мкм	μ
3%NaCl+H ₂ S (нас) (рН 4)	608	$1,2 \cdot 10^{-2}$	490	0,32	581	$2 \cdot 10^{-2}$	400	0,26
3% NaCl (рН 7)	540	$6 \cdot 10^{-2}$	510	0,37	522	$7 \cdot 10^{-3}$	480	0,32
3%NaCl+0,025% NH ₄ OH (рН 9)	480	$3 \cdot 10^{-2}$	350	0,5	494	$6 \cdot 10^{-3}$	240	0,49

При терті у всіх досліджуваних середовищах коефіцієнт тертя та знос покриття 75X19P3С нижчі, ніж 60X15P2ГС. Це зумовлене як кращою корозійною тривкістю, так і вищою твердістю покриття з більшим вмістом вуглецю. Трибокорозійна поведінка покриттів залежить від середовища. За присутності в розчині сірководню на поверхні утворюються сульфідвмісні вторинні структури, які зменшують адгезійну складову контактної взаємодії (коефіцієнт тертя знижується) і тим самим знижують знос покриття. В аміачному середовищі у зоні контактування формуються щільні поверхневі азотовмісні плівки з доброю адгезією до ламелей покриття. Їх утворення сприяє підвищенню коефіцієнта тертя, однак ламелярна будова і висока структурна гетерогенність покриттів сприяє релаксації напружень на локальних ділянках і зменшенню втрат матеріалу.

Таким чином, сульфід- і азотовмісні вторинні структури, утворені на поверхні газотермічного покриття в корозивних середовищах, можуть суттєво знизити негативний вплив як корозійного так і трибологічного чинників.

Література

1. Похмурський В., Студент М., Ступницький Т., Червінська Н., Кондир А. Засади створення корозійностійких електродугових покриттів із порошкових дротів // Фіз.-хім. мех. матер.–2012.–спецвип. №9. –Т.2.–С. 600–606.

АНОДНІ ПРОЦЕСИ НА ПЛАТИНІ У РОЗЧИНАХ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

**С.А. Водолажченко, аспірант, С.Г. Дерібо, канд. тех. наук, доцент,
Б.В. Павлов, аспірант, Р.Ю. Красношапка, магістр**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2. omsroot@kpi.kharkov.ua*

Пероксимолочна та пероксиацетатна кислота (далі ПОМК та ПОАК) – це сильні дезінфектанти з широким спектром антимікробної активності. Бактерицидна та спороцидна концентрація ПОМК та ПОАК відповідає значенням 0,001...0,3 %, а наприклад, пероксиду водню – відповідно 1...3 %. Використовується як дезінфікуючий і протимікробний засіб в медицині та харчовій промисловості, для дезінфекції стічних вод, як пастеризатор на пивоварнях та винних заводах. Переваги ПОАК та ПОМК: відсутні стійкі токсичні похідні, незначна залежність від рН, ефективність та короткий час контакту. Широкому розповсюдженню перешкоджає висока вартість ПОАК і ПОМК пов'язана з обмеженим виробництвом та нетривалим терміном зберігання.

В промислових масштабах ПОАК одержують хімічним синтезом, шляхом взаємодії концентрованої оцтової кислоти з концентрованим пероксидом водню в присутності кислотного каталізатору. Процес утворення ПОАК хімічним способом відбувається зі значними втратами пероксиду водню, а кінцевий продукт потребує застосування стабілізаторів та спеціальних умов зберігання. Застосування електрохімічного методу синтезу ПОАК, безпосередньо на місцях використання, виключає витрати пов'язані з хімічним синтезом, транспортуванням та зберіганням, кислота виробляється у кількості, необхідній для споживання [1]. Аналогічним чином отримують ПОМК.

Складність зв'язків між селективністю анодних реакцій при високих позитивних потенціалах, стан поверхні окисленого електроду та важливість проблеми розуміння та керування процесом електрохімічного синтезу ПОМК ставить задачу отримання нових даних про адсорбцію компонент-розчину в даній області потенціалів в умовах, близьких до умов протікання процесів електрохімічного синтезу ПОМК. Напрямок перебігу суміщених анодних процесів в даних розчинах визначається природою адсорбційних процесів в залежності від значення анодного потенціалу.

На основі вище сказаного дана робота присвячена дослідженню адсорбції оцтової та молочної кислоти на платині при потенціалах, що відповідають електрохімічному утворенню ПОМК та ПОАК.

Література

1. Білоус Т. А. Обґрунтування вибору матеріалу електроду для електрохімічного синтезу пероксиоцтової кислоти [Текст] / Т. А. Білоус, Г. Г. Тульський, А. Г. Тульська, Н. М. Муратова // Перспективні матеріали та процеси в прикладній електрохімії - 2018 : монографія / [В. З. Барсуков, Ю. В. Борисенко, В. Г. Хоменко, О. В. Лінючева] ; за заг. ред. В. З. Барсукова. – Київ : КНУТД, 2018. – С. 79.

ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ ТРУБИ ЗМЙОВИКА ПЕЧІ П-1 ГФУ-1

О.О. Смирнов канд. техн. наук, **Т.Е. Шепіль**, **В.Ю. Козін**

*Харківська філія Акціонерного товариства «Український інститут по проектуванню нафтопереробних і нафтохімічних підприємств «УКРНАФТОХІМПРОЕКТ»
61001 Харків, вул. Конєва, 21
cor@kh.unxp.com.ua*

В практиці експлуатації печей нафтопереробних заводів зустрічаються різні дефекти трубчастих зміювиків. Зношення пічних труб по внутрішній поверхні найбільш часто виникає в зміювиках печей установок АТ, АВТ, ВТ (первинна переробка нафти), а також установок термокрекінгу, гідроочистки, риформінгу та інших установок (вторинна переробка вуглеводневої сировини).

Метою даної роботи стало проведення досліджень, направлених на встановлення причин руйнування труби $\varnothing 152 \times 8$ мм зміювика печі П-1 ГФУ-1 виробничого підрозділу одного з вітчизняних нафто-газопереробних підприємств.

За заводськими даними, кількість заміненних пічних труб внаслідок зношення внутрішньої поверхні складає $\approx 25 \dots 40$ % від загальної кількості заміненних труб протягом року. Інтенсивність зносу внутрішньої поверхні трубчатого зміювика в основному залежить від агресивності сировини, що переробляється. Крім того, велике значення має температура нагріву і тиск сировини, швидкість руху потоків, а також корозійна стійкість матеріалу пічних труб. При вмісті в сировині хлоридів, сірки і сполук сірки нагрів до високих температур призводить до розпаду вказаних компонентів і утворенню агресивного середовища.

При виконанні роботи хімічний склад матеріалу труби визначали на оптико-емісійному спектрометрі «Spektrolab-M-10». Склад утворених відкладень досліджували методами хімічного аналізу.

Дослідження металу труби проводили за допомогою металографічного мікроскопу Leica DM ILM з цифровою камерою Leica DFC 295. Мікротвердість вимірювали на мікротвердомірі ПМТ-3.

Механічні властивості матеріалу труби досліджували на універсальній випробувальній машині «INSTRON-1186».

Присутність в складі продуктів корозії сполук сірки свідчить про участь сірководня в високотемпературному корозійному процесі.

Металографічні дослідження та механічні випробування одержаних зразків металу показали, що поряд з високотемпературною сірководневою корозією має місце деградація структури металу зміювика.

На основі отриманих результатів зроблені висновки про можливі причини, що передували руйнуванню труби зміювика печі П-1 ГФУ-1.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З ЛЕГОВАНИМИ ХРОМОВИМИ ПОКРИТТЯМИ ОТРИМАНИМИ В УМОВАХ СВС

І.О. Бабко, аспірант, **О.М. Коробочка**, доктор техн. наук, професор

*Дніпровський державний технічний університет
51918, м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Розвиток сучасної техніки характеризується підвищеними вимогами, тому виникає необхідність підвищення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей матеріалів. Технологія отримання захисних покриттів в умовах середовища високотемпературного синтезу (СВС) забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики при мінімальному часі їх формування, тому є актуальною на сьогодні.

Метою дослідження на корозійну стійкість є вивчення корозійної стійкості конструкційних матеріалів легованих титаном, хромом, вольфрамом за допомогою методу СВС.

Випробування проводилися відповідно до ГОСТ 9.908-85, ДСТУ 2733-94 (ГОСТ 6130-71), найбільш важливими корозійними середовищами є: кислоти, луги, технічна вода, і водні розчини хлористих солей. Як відомо, найбільш агресивними середовищами, перебування в яких не пов'язане з мимовільною пасивацією сплавів на залізній основі є:

- кислото місткі кислоти низьких концентрацій (менше 30%): сірчана, азотна, оцтова, щавлева, фосфорна та ін., (для випробувань були вибрані розчини концентрацій 10%);
- їдкі луги-відновники, що руйнують пасивну плівку;
- соляна кислота і її солі, що містять іон (Cl^-) в будь-яких концентраціях.

Корозійні випробування проводились терміном 10 діб гравіметричним методом.

Найкращі показники відзначені при легуванні $Ti - Cr - Al$, $W - Cr - Al$. Так при випробуванні:

в 3% водному розчині $NaCl$ втрата маси складає $0,57 - 0,46 \text{ г/м}^2$;

в 30% водному розчині HCl втрата маси складає $11,2 - 10,8 \text{ г/м}^2$;

в 10% водному розчині H_2SO_4 втрата маси складає $7,8 - 8,4 \text{ г/м}^2$;

в 10% водному розчині HNO_3 втрата маси складає $22,4 - 21,6 \text{ г/м}^2$.

Виходячи з наведених даних, можна зробити висновок, що корозійна стійкість в порівнянні з базовим покриттям підвищилась в 1,4 – 2,0 рази.

Література

1. Поверхневе зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серета, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, І.В. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.

ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВУГЛЕГРАФІТОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ ЗА РАХУНОК ЗБІЛЬШЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ

Ю.О. Белоконь, канд. техн. наук, доцент, **Б.П. Серeda**, доктор техн. наук, професор

*Дніпровський державний технічний університет
51918, м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Експериментальні дослідження на міцність зчеплення покриття з основою були проведені на зразках графіту МПГ, із захисними покриттями на основі кремнію і бору, легованих титаном, молібденом, цирконієм, хромом і алюмінієм. На початкових умовах насичення ($T = 900\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 30\text{ хв}$), коли температура і час витримки ще низькі, відбувається незначна дифузія легуючих елементів вглиб підкладки та їх накопичення на поверхні графіту. За рахунок ущільнення графіту пористість знижується з 12 до 7,5% і адгезія зростає до 3,5 МПа.

При оптимальному режимі теплового самозаймання ($T = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 90\text{ хв}$) за рахунок підвищення температури витримки і внаслідок розвитку дифузійних процесів відбувається зростання і зміцнення поверхневого шару з виділенням карбиду кремнію (SiC). Наявність хімічних зв'язків в дифузійному шарі призводить до максимального підвищення міцності зчеплення до 3,75 МПа. Подальше збільшення параметрів режиму теплового самозаймання сприяє надмірному накопиченню матеріалу покриття в поверхневому шарі і його відшарування. У зв'язку з цим адгезія знижується до 3 МПа. Максимальна адгезія для захисних покриттів на основі бору знаходилась в межах 2,5-3,0 МПа. Формування зміцнених шарів на основі дибориду титану (TiB_2) з легуванням покриття хромом і алюмінієм дозволило збільшити адгезію з графітом до 3,5 МПа, при оптимальному режимі теплового самозаймання.

Таким чином, встановлено, що використання СВС забезпечує підвищення міцності зчеплення захисного покриття з графітовою основою. Встановлено, що для різних матеріалів покриттів характерні різні показники адгезії, пов'язані з кінетичними особливостями осадження, розвитком дифузійних процесів і утворення зміцнюючих структурних складових в дифузійному шарі. Найбільш високі показники адгезії (до 3,75 МПа) характерні для покриттів на основі кремнію, внаслідок утворення суцільного шару карбиду кремнію. За рахунок отриманих показників адгезії корозійна стійкість збільшилась в 1,3- 1,5 рази

Література

1. Поверхневе зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія / Б.П. Серeda, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич, Ю.О. Белоконь, Д.О. Кругляк, Д.Б. Серeda. – Кам'янське: ДДТУ, 2019. – 246 с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СІРКООЧИЩЕННЯ ЗРІДЖЕНОГО ВУГЛЕВОДНЕВОГО ГАЗУ

С.В. Нестеренко¹, канд. техн.наук, доцент, **А.В.Козін²**, **Л.П.Банніков³** канд. техн. наук.

¹*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, nester.hnamg@gmail.com.*

²*АТ Укргазвидобування,* ³*ДП «УХІН»*

Зріджений вуглеводневий газ, званий (зріджений газ - ЗВГ), є найбільш популярним альтернативним паливом в Україні [1]. Забруднення, присутні в зрідженому газі, можуть викликати корозію конструкційних матеріалів, що контактують з цим паливом, наприклад обладнання паливної системи, трансмісійні установки. Тверді продукти процесів корозії є механічні забруднення, які, проникнувши разом з паливом в систему подачі газу транспортного засобу, можуть викликати пошкодження компонентів системи [1]. Стандартним випробуванням на корозійну активність зрідженого газу є випробування на корозію міді (ASTM D-1838). У цьому тесті полірована мідна смуга занурюється в зразок продукту на одну годину при 100 ° F (38 ° C) . Потім тест-смужка оцінюється в порівнянні з чотирма кольоровими класифікаціями стандартів ASTM. Специфікації для зрідженого газу передбачають, що продукт не повинен перевищувати смугу №1, що вказує на продукт, який не викликає корозію [2].

Розглядаються умови сіркоочищення зрідженого вуглеводневого газу (ЗВГ) в умовах роботи діючої установки «АТ Укргазвидобування». Були проведені дослідження по розробці рекомендацій щодо очищення зрідженого газу від меркаптанів та сірководню при застосуванні лужного промивання (розчином NaOH). Показано, що склад зрідженого газу не постійний і інколи до нього входять карбонілсульфід COS, постійно є наявність CS₂. Крім того в газі є значна присутність CO₂ і H₂S. Кількість CO₂ досягає 3,4-3,6 г/кг. Меркаптани в зрідженому газі знаходяться в кількості 0.60 – 0,70% мас. Доведено присутність диетилсульфооксиду та тіацикланів в зрідженому газі. Промивка 10 – 20% лугом (NaOH) приводить до значного зменшення кількості сірковмісних сполук в зрідженому газі. Рекомендовано інтенсифікувати змішування луги та скрапленого газу за допомогою розробленого виносного змішувача статичного типу. Рекомендовано для зниження вмісту вуглекислого газу в зрідженому газі і надійної роботи промивної установки та зменшення кількості втрат лугу запроектувати невелику моноетаноламінову установку.

Література

1. Dzioba OG Analysis of potential resource base for diversification of sources and ways of natural gas supply to Ukraine / OG. Beetle // Scientific Bulletin of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas. – 2009. - No. 2 (20). – P.12-23
2. Wendy C. Andersen, Aziz I. Abdulagatov, and Thomas J. Bruno The ASTM Copper Strip Corrosion Test: Application to Propane with Carbonyl Sulfide and Hydrogen Sulfide Physical and Chemical Properties Division, National Institute of Standards and Technology, 325 Broadway, Boulder, Colorado 80305–3328 Received July 3, 2002.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВНУТРІШНІХ ГАЗОПРОВОДІВ

В. С. Сідак, канд. техн. наук, проф., **О. М. Слатова**, ст. викл., **М.В.Тішкова**, магістр

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002 Харків, вул. Маршала Бажанова, 17. vssedak48@gmail.com*

Технічне діагностування внутрішніх будинкових газопроводів (ВБГ) може вирішити проблему їх безпечної експлуатації та істотно знизити ймовірність виникнення аварійних ситуацій, особливо газопроводів, прокладених через залізобетонні конструкції [1]. За наявною статистикою одне пошкодження припадає в середньому на 1000 метрів ВБГ будівель. У цих умовах вартість комплексу робіт з діагностики трубопроводів разом з подальшим ремонтом буде приблизно в 10 разів нижче вартості його повної заміни. Досвід показує, що основним фактором пошкодження ВБГ є електрохімічна корозія зовнішньої поверхні трубопроводу, яка виникає внаслідок його зволоження або зволоження футляра в місцях переходу через будівельні конструкції (стіни, міжповерхові перекриття).

При цьому швидкість корозійного ураження металу трубопроводу в першу чергу залежить від інтенсивності зволоження його поверхні. Практика показує, що в зазначених умовах зволоження гарячою водою швидкість корозії газової труби може досягати 0,5 мм на рік. Це можливо, наприклад, у випадку витoku води з теплопроводу, розташованого в безпосередній близькості від газопроводу. Однак у більшості випадків при періодичному зволоженні поверхні швидкість корозії газових труб знаходиться в межах 0,07–0.15 мм в год. Вважаючи, що номінальна товщина стінки газопроводу становить 3,5–4 мм отримаємо, що при звичайних умовах експлуатації термін, за який товщина стінки газопроводу може зменшитися до неприпустимих меж, знаходиться в інтервалі 10–15 років.

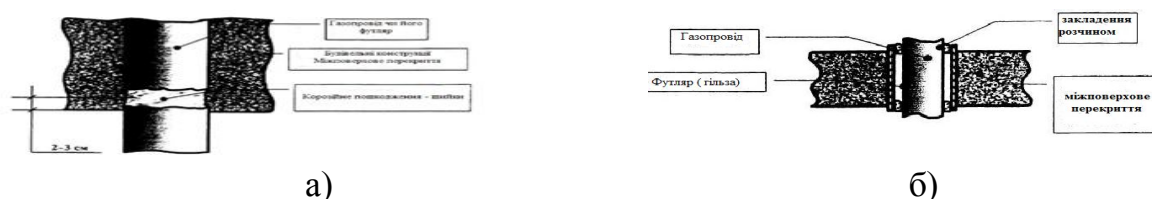


Рис. 1 а) корозійне пошкодження ВБГ в місці переходу через будівельну конструкцію – «шийка»; б) захист газопроводу алюміній-цинковим футляром

Висновок: Впровадження алюміній-цинкових футлярів дозволить значно зменшити швидкість корозії газопроводів за рахунок місцевого протекторного захисту сталевих ВБГ. На основі проведених досліджень робимо висновок, що швидкість корозії зменшується в 2–3рази. Для виготовлення футлярів для захисту ВБГ використовували сплав Al—Zn—Mg (B95).

Література

1. Сучасні та інноваційні технології в безпеці газопостачання: монографія / за заг. ред. В. С. Сідака; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 433 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ МІДНИХ СПЛАВІВ З ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ ОТРИМАНИМИ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВАХ

Д.О. Кругляк, канд. техн. наук, доцент, **Б.П. Серета**, доктор техн. наук професор

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Умови виробництва потребують розробки нових конструкційних матеріалів з оптимальним комплексом ефективних властивостей. Найбільш ефективною є технологія саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС), що регулює структуру захисних покриттів і забезпечує необхідні експлуатаційні властивості.

Питанням поверхневого легування міді та її сплавів елементами присвячені дуже мало робіт, що призвело до того, що дифузійні процеси насичення поверхні міді і мідних сплавів елементами в промисловості майже не застосовуються. Останнім часом виконано ряд робіт по дифузійному легуванню поверхні мідних сплавів різними елементами.

Аналіз характеру корозійного руйнування титано-алюмо-сіліційованих зразків міді і бронзи БрХ08 показує, що осередки корозії носять місцевий характер і проявляються у вигляді дрібних пітингів. Вони зазвичай з'являються у гострих кромках, в кутах зразків і рідше на плоскій поверхні через 6-8 годин. Надалі їх розвиток йде під зовнішнім дифузійним шаром твердого розчину на основі хрому, що призводить до його спучування і розтріскування, в результаті утворення продуктів корозії.

Приріст ваги зразків, що пройшли хромо-алюмо-сіліціювання після випробування протягом 4 годин склали у міді М1 – 45,2.

Подібний характер руйнування дифузійного шару зразків з бронзи БрХ08 після титано-алюмо-сіліціювання спостерігається при дослідженні їх в агресивному середовищі «МЕЛАНЖ-1» при температурі 20 °С.

Корозійна стійкість сплаву БрХ08 після титано-алюмо-сіліціювання виявилася в 13,5 раз більше в порівнянні із зразками до насичення, а також в 11,5 разів – у порівнянні зі зразками, що пройшли алітування.

Література

1. Серета Б.П. Поверхнєве зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серета, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, І.В. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.
2. Серета Б.П. Поверхнєве зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія / Б.П. Серета, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич та ін. – Кам'янське: ДДТУ, 2019 -246 с.

КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З ЛЕГОВАНИМИ ХРОМОАЛІТОВАНИМИ МАТЕРІАЛАМИ, ОТРИМАНИХ В УМОВАХ СВС

Д. Я. Муковська, аспірант, Д.Б. Серета, канд. техн. наук, старший викладач

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Сучасні темпи розвитку промисловості та машинобудування потребують розробки таких матеріалів, які б мали певний комплекс властивостей, що покращують корозійну стійкість конструкційних матеріалів та здатність протистояти агресивному середовищу.

Для підвищення корозійної стійкості сталі 40Х9С2 необхідне захисне покриття, що містить елементи, які утворюють пасивні плівки. У даному випадку при досягненні потенціалу іонної пасивації утворюються окисні плівки складу: Cr_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , SiO_2 , які захищають метал від руйнування.

При випробуванні в 30% водяному розчині соляної кислоти найкращу стійкість показують хромоалітовані захисні покриття (ХЗП), леговані кремнієм та титаном, що мають такі показники втрати маси: 13,8 і 16,7 г/м².

Металографічний аналіз показує, що захисні покриття на всіх зразках зазнали рівномірної корозії на невелику глибину, тому для роботи в 30% водяному розчині соляної кислоти доцільно використовувати ХЗП, леговані кремнієм, які, крім доброї корозійної стійкості, мають також високу зносостійкість.

При випробуванні в 30% водяному розчині азотної кислоти добру стійкість показують ХЗП, леговані титаном та кремнієм, що мають такі показники відповідно втрати маси: 32 і 37 г/м².

При випробуванні в 30% водяному розчині сірчаної кислоти добру стійкість мають усі захисні покриття. Так, при легуванні бором втрата маси складає 11,7 г/м², при легуванні кремнієм – 10,8 г/м² і при легуванні титаном – 12,4 г/м². Порівняльний аналіз корозійної стійкості (рис. 5.13) захисних покриттів, отриманих в ізотермічних умовах, показує, що вони мають втрату ваги в 1,7–2,1 рази більше.

Отримані результати дозволяють стверджувати про підвищення корозійної стійкості сталі 45 з легуваними Cr, Ti, алітованими покриттями. Захисна дія алітованих покриттів становить 91–99%. Таким чином, дані покриття можуть використовуватися для захисту обладнання в сульфатному відділенні.

Література

1. Серета Б.П. Поверхневе зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія/ Б.П. Серета, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич, Ю.О. Белоконь, Д.О. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019-246с.

ОТРИМАННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ С ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ ЩО ФОРМУЮТЬСЯ В УМОВАХ СВС, ПРАЦЮЮЧИХ В СЕРЕДОВИЩІ МИШ'ЯКО-СОДОВИХ РОЗЧИНІВ

**О.С. Гайдаєнко, аспірант, І.В. Білозор, магістр,
Б.П. Серета, доктор техн. наук професор**

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Сучасні виробництва потребують розробки нових конструкційних матеріалів, що про низькій собівартості мали б певний комплекс механічних і фізичних властивостей. В Україні є актуальним розробка нових способів хіміко-термічної обробки, які базуються на явищі саморозповсюджувальному високотемпературному синтезі (СВС), дозволяючих регулювати склад і структуру захисних покриттів і забезпечувати необхідні експлуатаційні характеристики при мінімальному терміні їх формування.

Метою роботи є дослідження корозійної стійкості конструкційних алітованих матеріалів в технологічних середовищах миш'яко-содового сіркоочищення.

Отримані наступні результати корозійних гравиметрических випробувань зразків різних конструкційних матеріалів в агресивних середовищах миш'яково-содового сіркоочищення ПрАТ «Запоріжжкокс» (мішалка нейтралізатора – миш'яко-содового сіркоочищення, час випробувань – 720 годин):

- матеріал Al–Cr (сталь 20), втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,2685;
- матеріал Al–Ti (сталь 20), втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,2718;
- матеріал Al–Si (сталь 20), втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,2787;
- матеріал AlSi 304 втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,1468;
- матеріал AlSi 316L втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,0391;
- матеріал Al–Cr (сталь 45) втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,0022;
- матеріал Al–Ti (сталь 45) втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,0018;
- матеріал Al–Si (сталь 45) втрата маси (г/м^2) дорівнює 0,0024.

Виходячи з наведених даних алітовані матеріали проявляють високу корозійну стійкість в даних умовах і можуть бути використані для захисте вуглецевої сталі в даних умовах.

Література

1. Серета Б.П. Поверхневе зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серета, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, І.В. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.
2. Серета Б.П. Поверхневе зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія / Б.П. Серета, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич та ін. – Кам'янське: ДДТУ, 2019.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИЛІЦІЙОВАНИХ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАНИХ В КОМПОЗИЦІЙНИХ НАСИЧУЮЧИХ СЕРЕДОВИЩАХ

І.Е. Зима, магістр, І.В. Кругляк, канд. техн. наук, докторант

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Одним з недоліків хіміко-термічної обробки (ХТО) є мала товщина дифузійних шарів, що у ряді випадків не дозволяє забезпечити високі експлуатаційні характеристики деталей машин.

Для інтенсифікації процесу насичення багатокомпонентних силіційованих шарів здійснювали ХТО з використанням композиційних насичуючих середовищ. Насичення металів і сплавів декількома елементами певною мірою дозволяє об'єднати позитивні сторони процесу насичення окремими елементами.

Хромоалюмосиліційовані сталі відрізняються більшою корозійною стійкістю, чим хромовані, та більшою в'язкістю, чим силіційовані.

За наявності в композиційних насичуючих середовищах додавання, що утворюють рідинну металеву фазу, тривалість процесу формування дифузійних шарів зменшується у 7...10 разів, тому в них вводили порошок міді. Встановлено, що її оптимальний вміст у порошковій суміші знаходиться в межах 4...7 %. Додавання більшої кількості міді призводить до значного спікання суміші в результаті утворення порошкових евтектичних композицій на основі даного металу, введення меншої її кількості суттєво впливає на товщину дифузійного шару.

Вплив вуглецю на швидкість силіціювання не виявлявся б так різко у разі можливості виділення частини вуглецю, що міститься в підшаровій високовуглецевій зоні, у вигляді карбиду (що має місце, наприклад, під час борування сталі У8А).

Таким чином, під час силіціювання відтиснення вуглецю із шару, що зростає, відбувається у напрямі від маловуглецевих об'ємів до високовуглецевих об'ємів, тобто переміщення вуглецю спостерігається у напрямі пониження його термодинамічної активності. Так з вищенаведеного можна зробити висновок, що це призводить до підвищення корозійної стійкості багатокомпонентних силіційованих покриттів, отриманих за допомогою композиційних насичуючих середовищ.

Література

1. Серeda Б.П. Поверхневе зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія / Б.П. Серeda, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич та ін. – Кам'янське: ДДТУ, 2019 -246 с.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ ІМПЕДАНС КОМПОЗИЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ Co-Mo-TiO₂.

А.С. Булгакова, аспірант

*Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”
61002, Харків-2, вул. Кирпичова 2
anastasiia.epifanova@gmail.com*

З розвитком машино- і приладобудівної, енергетичної, хімічної, аерокосмічної сфер діяльності збільшився попит в захисних функціональних покриттях, що відповідали б специфічним запитуваним вимогам. Тому кількість різних матеріалів (в тому числі сплавів та композицій), що використовуються в техніці постійно зростає. Із збільшенням попиту на функціональні матеріали для різноманітних галузей застосування – зростають вимоги експлуатування. Дуже важливі такі характеристики як зносостійкість, твердість, хімічна та корозійна стійкість, каталітична активність [1].

Дана робота націлена на вивчення корозійної стійкості композиційного покриття Co-Mo-TiO₂ в розчині NaOH. Робочий електрод із міді марки МО з нанесеним покриттям Co-Mo-TiO₂ (робоча поверхня складала 1 см²). Покриття одержане із модифікованого, діоксидом титану, електроліту [2]. Допоміжний електрод - платинова пластина, електрод порівняння - хлорсрібний. Вивчення електрохімічної поведінки покриттів проводили за методом імпедансної спектроскопії. Імпедансні дослідження активної R_s і ємнісної складової 1/ωC_s здійснювали на електрохімічній системі (потенціостат IPC-Pro і частотний аналізатор FRA).

Одержані годографи імпедансу для покриття композиції Co-Mo-TiO₂, зафіксовані за потенціалом вільної корозії. Імпедансні характеристики у формі діаграми Боде мають класичний вигляд. Опір переносу заряду для композиційного покриття Co-Mo-TiO₂ є більшим майже у чотири рази аніж для подібних сплавів, одержаних за таких же умов осадження, відповідно швидкість корозії композиції значно менша. Геометрія залежностей вказує на кінетично-дифузійний контроль корозійного процесу.

Література

1. Структурно-фазовий склад композиційного сплаву Co-Mo-TiO₂ / В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, М.М. Метеньканич, Т.В. Школьнікова // Записки Таврійського національного університету ім. В. І Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69), № 2, ч. 1. – С. 131-135.
2. Патент 112925 Україна, МПК (2006.01), C25D 3/54. Електроліт для нанесення покриття кобальт-молібден / В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, А.В. Креч – Опубл. 10.11.2016; Бюл. № 21.

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ЛЕГОВАНИХ ТИТАНОВИХ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ В УМОВАХ СВС

І.В. Палехова, аспірант, Б.П. Серeda, доктор техн. наук, професор

*Дніпровський державний технічний університет
51918, м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Саморозповсюджувальний високотемпературний синтез (СВС) використовує внутрішню енергію речовини, що звільняється при хімічній реакції, що протікає в режимі горіння, тобто СВС – це різновид горіння.

Суть методу СВС полягає в тому, що при горінні певних вихідних реагентів виходять продукти з іншими властивостями.

Метод СВС є подальшим розвитком на якісно новому рівні способу прямого синтезу сполук в системах метал-метал і метал-неметал: интерметаллідів, карбідів, боридів, силіцидів і ін.

Метою дослідження є вивчення корозійної стійкості матеріалів легованих титаном в умовах СВС. В якості вихідних реагентів використовувались порошки титану та інших транспортних реагентів

Випробування проводилися в 10% водяному розчині азотної кислоти. При цьому найкращу стійкість показують титанові покриття, леговані кремнієм та хромом, що мають такі показники втрати маси: 26,6 і 40 г/м².

Хром в повітряному середовищі має негативний електрохімічний потенціал, однак має високу корозійну стійкість за рахунок виникнення на поверхні під дією кисню повітря щільною і міцною плівки оксиду хрому Cr₂O₃. Вона перешкоджає проникненню вглиб металу кисню повітря, в результаті чого процес корозії в атмосфері припиняється.

При випробуванні в 10% водяному розчині соляної кислоти добру стійкість показують титанові покриття, також леговані кремнієм та хромом, що мають показники: 10,3 і 13,4 г/м².

При випробуванні в 10% водяному розчині сірчаної кислоти добру стійкість мають усі захисні покриття. Так, при легуванні хромом втрата маси складає 26,4 г/м², при легуванні кремнієм – 28,3 г/м² і при легуванні алюмінієм – 22,7 г/м².

Отримані результати говорять про підвищення корозійної стійкості в порівнянні з базовим покриттям в 1,2 – 1,8 раз.

Література

1. Серeda Б.П. Поверхневе зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серeda, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, І.В. Кругляк, Д.Б. Серeda. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.
2. Серeda Б.П. Поверхневе зміцнення конструкційних матеріалів з використанням композиційних насичуючих середовищ: монографія / Б.П. Серeda, І.В. Кругляк, О.С. Баскевич, Ю.О. Белоконь, Д.О. Кругляк, Д.Б. Серeda – Кам'янське: ДДТУ, 2019. – 246 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ СТАЛІ-45 З АЛІТОВАНИМИ ПОКРИТТЯМИ, ВСТАНОВЛЕНИХ В ГРАНУЛЯТОРІ ЛЕГРАН

**О.С. Гайдаєнко, аспірант, Ю.В. Горейко, магістр,
Б.П. Серета, доктор техн. наук, професор**

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

У сучасних умовах виробництва України потребують нових матеріалів з оптимальним комплексом ефективних властивостей. Однією з нових та найбільш ефективних є технологія саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС), суть якої полягає у проходженні прямого синтезу цінних в практичному відношенні сполук в екзотермічних реакціях між певними хімічними елементами.

В грануляторі Легран у зв'язку із забиванням отворів соплової планки і фільтрів осадами, зменшується об'єм змінного виробництва. В ході дослідження відібрані проби осадів, які проаналізовані на груповий склад.

Вміст нерозчинних в толуолі речовин: осад фільтру перед грануляцією 50%; осад перед сопловою планкою ротоформера 33%.

Вміст нерозчинних в хіноліні речовин: осад фільтру перед грануляцією 35,4%; осад перед сопловою планкою ротоформера 12,9% .

Вміст золи: осад фільтру перед грануляцією 2,59 %; осад перед сопловою планкою ротоформера 0,25 %.

Відібрані проби були проаналізовані на мікроскопі «Neophot–32 і проведено аналіз мінеральної частини осадів.

Вміст мінеральної частини осадів:

- Al_2O_3 до ротоформеру 10,37 після ротоформеру 9,942, зола залізастих вуглів 10-20;
- TiO_2 до ротоформеру 0,591 після ротоформеру 0,647;
- SiO_2 до 33,418 ротоформеру після 26,543, зола 30-55.

Виходячи з результатів аналізу проб встановлено, що вміст нерозчинних в хіноліні і толуолі речовин в пробі осаду фільтру перед свідчить про наявність високопіролізованих часток. Відмічена висока зольність осаду на фільтрі перед грануляцією, що викликано адгезією зольних часток при фільтрації. Виявлені зольні частки, розміром 5–30 мкм, які можуть викликати абразивний знос.

Аналіз результатів випробування зразків сталі 45 з легованими Cr, Ti, Si алітованими покриттями, встановлених в грануляторі Легран показали високу корозійну стійкість легованих АП отриманих в умовах СВС.

Література

1. Серета Б.П. Поверхнєве зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серета, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, И.В. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ, ОТРИМАНИМИ В УМОВАХ СВС, ПРАЦЮЮЧИМИ В СЕРЕДОВИЩІ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОЇ СМОЛИ

О.С. Гайдаєнко, аспірант, Є.К. Здор, магістр, Б.П. Серета, доктор техн. наук, професор

*Дніпровський державний технічний університет
51918 м. Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
seredabp@ukr.net*

Методика проведення досліджень базувалась на визначенні швидкості корозії в промислових умовах. Зразки різних матеріалів розміром 60×60 мм, після знежирення і зважування, завішувалися в апарати діючих агрегатів смолоперегінного цеху.

Після проведення випробувань зразки виймали з апаратів, визначали зниження ваги і по ній розраховували середню швидкість корозії. В якості досліджуваних матеріалів були: вуглецева сталь (ВСт-3), чавун (СЧ15), хромистий чавун, сталь 45 з легованими алітованими покриттями, леговані сталі.

Результати корозійних випробувань зразків свідків у випарнику смолоперегінного цеху наступні:

– ВСт-3 швидкість корозії при першому випробуванні 3,4515, при другому 2,7781;

– чавун низьколегований швидкість корозії при першому випробуванні 0,6219;

Al–Cr (сталь 45) швидкість корозії при першому випробуванні 0,0147, при другому 0,0305;

Al–Ti (сталь 45) швидкість корозії при першому випробуванні 0,0152, при другому 0,0318;

Al–Si (сталь 45) швидкість корозії при першому випробуванні 0,0156, при другому 0,0378;

Виходячи з результатів встановлено, що можлива заміна легованих сталей 15X5M, 08X13, 08X22H6T на сталь 45 з легованими Cr, Ti, Si алітованими покриттями. У випарнику II ступеня зразки сталі Ст-3 і інших матеріалів завішували у вхідному патрубку, що подає пари смоли в апарат.

Таким чином, корозійні випробування показали, що при достатньому содовому захисті вплив сірчистих з'єднань на корозійну стійкість більший, ніж мінеральних солей.

Література

1. Серета Б.П. Поверхнєве зміцнення матеріалів працюючих в умовах комплексного впливу агресивних речовин: монографія / Б.П. Серета, Л.П. Банніков, С.В. Нестеренко, О.С. Гайдаєнко, И.В. Кругляк, Д.Б. Серета. Кам'янське: ДДТУ. 2019–173 с.

КОРОЗІЙНЕ РОЗЧИНЕННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ В ВИРОБНИЦТВІ ВОДНЮ ДЛЯ ПОТРЕБ ЕНЕРГЕТИКИ

Н.А. Забіяка, аспірант, **Н.О. Руденко**, аспірант, **В.Б. Байрачний**, канд. техн. наук, проф.,
Б.І. Байрачний, докт. техн. наук, проф., **В.М. Дідоренко**, магістр

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2
rudenko231@ukr.net*

Виробництво водню для потреб енергетики в даний час інтенсивно розвивається. Водень відноситься до екологічно-безпечного палива з високими питомими показниками, який використовується для отримання теплової енергії.

В даній роботі розроблено технологічний процес отримання водню шляхом розчинення алюмінієвих сплавів типу АМЦ, АМГ та АК-7 в лужних розчинах з домішками активаторів на основі галогенідів та сульфатних іонів. Досліджено вплив природи і складу сплаву, електроліту, температури розчинення та стану поверхні матеріалу на швидкість корозії.

Корозійний процес розчинення сплавів в лужних розчинах реалізується за механізмом водневої деполяризації, в результаті якої алюміній розчиняється в вигляді іонів Al^{3+} , а відновлюються протони до атомарного водню з послідувальною рекомбінацією до молекул H_2 та їх виходом з реагуючого простору. За рахунок великої різниці енергії Гіббса реакції іонізації алюмінію та відновлення протонів відбувається корозійний процес на окремих мікроелементах розташованих на поверхні сплаву. Швидкість реакції залежить від природи домішок в сплаві та дислокаціях структурної будови сплаву.

Методами комп'ютерного моделювання розраховані співвідношення між швидкістю корозійного процесу та основними показниками взаємодії умов розчинення. Визначені емпіричні співвідношення між об'єктами отриманого водню та головними характеристиками умов синтезу водню. Показано, що швидкість отримання водню залежить від складу сплаву, стану його поверхні, концентрації електроліту, температури розчинення та транспорту водню і продуктів реакції розчинення. Визначені технологічні параметри розчинення алюмінієвих сплавів, які дозволяють досягти швидкості отримання водню $100-200 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{хв}$, на порошках з алюмінієвих сплавів для потреб енергетичних пристроїв тепла в побутових умовах.

Література

1. A.V.Ilyukhina, A.S.Ilyukhin, E.I.Shkolnikov. Hydrogen generation from water by means of activated aluminum, Int J Hydrogen Energy, 2012, vol. 37, pp. 16382–16387.
2. Козин Л.Ф. Современная энергетика и экология / Л.Ф. Козин, С.В. Волков. – Киев: Наукова думка, 2006. – 773 с.

АНТИКОРОЗІЙНІ ЧОРНІ ПОКРИТТЯ НА СТАЛІ ДЛЯ НАГРІВАЛЬНИХ ПАНЕЛЕЙ СОНЯЧНИХ ПОВІТРЯНИХ КОЛЕКТОРІВ

С.О. Плаксі́й, студент, С.А. Лещенко, канд. техн. наук, доцент

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2. tnr.khpi@gmail.com*

Останнім часом набули надзвичайної популярності сонячні повітряні колектори, які застосовуються з метою економії витрат на опалення будинків за рахунок енергії сонця. Найпростіші сонячні повітряні колектори мають сталеву нагрівальну панель чорного кольору, що нагрівається сонячним випромінюванням. Холодне повітря, яке потрапляє в систему каналів колектора, нагрівається від цієї нагрівальної панелі та надходить в приміщення.

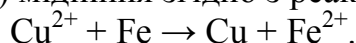
Внаслідок добових коливань температури у замкненому просторі колектора відбувається конденсація вологи, яка призводить до корозії.

Таким чином, процес виготовлення сталевих нагрівальних панелей передбачає нанесення покриття чорного кольору з високими захисними властивостями в умовах високої вологості та значного перепаду температур.

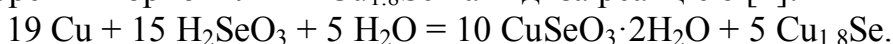
В наших дослідженнях з різних причин були відхилені такі види покриттів, як лакофарбові, електрохімічні покриття та хімічне оксидування сталі. Оптимальним варіантом визначено фарбування сталі в чорний колір шляхом нанесення покриттів селенідом міді $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$. Глибокий чорний колір отримано на різних марках вуглецевої сталі як зануренням в розчин, так і шляхом нанесення гелю за допомогою пензля.

Хімічні процеси, що відбуваються при цьому, складаються з двох послідовних стадій:

1) імерсійне (контактне) мідніння згідно з реакцією:



2) утворення чорної плівки $\text{Cu}_{1,8}\text{Se}$ на міді за реакцією [1]:



Однак виявилось, що вказане покриття практично не захищає сталеву основу від корозії, оскільки є поруватим і має товщину 0,3–0,4 мкм. Для захисту покриття від корозії було використано операцію ущільнення гідрофобними антикорозійними емульсіями, що створюють плівку товщиною до 2,5 мкм, яка й забезпечує захист від корозії до 150 год. в сольовому тумані або до 45 днів в камері вологості. Емульсія наносилась зануренням, розпиленням або за допомогою пензля. Оптична мікроскопія та корозійні випробування в умовах підвищеної вологості підтвердили якісну адгезію одержаного покриття та його корозійну стійкість.

Література

1. Taguri J. M. Development of superior colored finishes for copper and copper alloys / J. M. Taguri, M. B. I. Janjua, W. C. Cooper // *Electrodeposition and Surface Treatment*, 1972, Vol. 1, Iss. 1, P.77–102.

ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ КОМПОЗИЦІЙНИХ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ НА СТАЛІ 08X18H10

Н.О. Кануннікова, аспірант, **В.П. Підреза**, студент, **В.В. Штефан**, к.т.н, професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Курпичева, 2
vvshtefan@ukr.net*

Аустенітна нержавіюча сталь піддається корозії в певних умовах, наприклад, таких як дія хлоридних розчинів [1]. Для підвищення стійкості даного матеріалу в таких середовищах використовують композиційні оксидні покриття. Компоненти, які входять до їх складу (WC , Y_2O_3 , CeO_2 , La_2O_3), окрім хімічної стійкості надають: міцність та електроізоляційні властивості поверхні матеріалу. Але значна частина перелічених елементів має досить високу вартість та не значну поширеність, що обмежує їх широке використання. Керамооксиди рідкоземельних металів використовуються для покриття конструкцій, які працюють при високих температурах або сильному терті. Також для нанесення деяких композитів використовується складна технологія з високою вартістю реалізації, наприклад, обробка сумішшю карбідом вольфраму та оксидом ітрію. Найпростішими та досить розповсюдженими є гальванічні покриття в основу яких входять досить поширені та дешеві матеріали.

Для формування композиційних оксидних покриттів використовували матеріал із нержавіючої сталі 08X18H10 розміром $30 \times 3 \times 0,2$ мм. Спочатку проводили знежирення та активацію поверхні зразка [2]. Електросинтез проводили в алюміній та титанвмісних електролітах при такому режимі: $j = 50$ А/дм², $\tau = 60$ хв, $t = 18-25^\circ C$ та постійне перемішування. В результаті отримали покриття чорного кольору з хорошим зчепленням з основою.

Після проведення електросинтезу зразки піддали корозійним випробуванням в 3% водному розчині NaCl у трьохелектродній комірці, де робочим електродом слугувала оксидована сталь, допоміжним була платина, електрод порівняння - хлорсрібний. Поляризаційні залежності одержали за допомогою потенціостата Elins P-45X. Опір ізоляції вимірювали за допомогою тераметра Е6-13.

Результати досліджень вказують на значне підвищення корозійної стійкості сталі та зниження електропровідності отриманих матеріалів. Що дає змогу стверджувати про доцільність використання даного методу захисту сталі 08X18H10, та вважати його перспективним для подальшого розвитку.

Література

1. Shtefan V., Kanunnikova N., Pilipenko A., Pancheva H. Corrosion Behavior of AISI 304 Steel in Acid Solutions // Materials Today: Proceedings. 2019. Vol. 6, No.P2. P. 149-156.
2. Shtefan V. and etc. Influence of chloride on the anode dissolution of AISI 304 steel / V. Shtefan and etc. // Science, research, development. Technics and technology: monografia pokonferencyjna, 29.11 - 30.11.2018, Rotterdam. – Warszawa: Diamond trading tour, 2018. – No 11. – P. 62–64.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА КОРОЗІЙНІ ПРОЦЕСИ ЕЛЕМЕНТІВ КУЗОВА АВТОБУСІВ

Д.О. Павлюченко, магістрант, О.О. Сасов канд. техн. наук, доцент

*Дніпровський державний технічний університет
51918 Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2
sasov@ukr.net*

Термін служби сучасних автобусів в значній мірі залежить від корозійної стійкості кузова, особливо його днища, так як вже через 2,5 – 3 роки після початку експлуатації автобуса на ньому з'являються перші осередки корозії, а через 4 – 5 років починаються руйнування підсилювачів днища кузова і місць приєднання несучих стійок. Втрати металу від корозії кузовів легкових автомобілів за період повної експлуатації складають 35–40%, а кузовів автобусів за 6–7 років експлуатації – 60% від їх вартості [1].

Основними причинами корозійних руйнувань є агресивні забруднення автомобільних доріг, промислові відпрацьовані гази, хімічні засоби, що застосовуються для боротьби з обмерзанням доріг в зимовий час і т.п. Практика експлуатації автобусів показує, що надійно захищати їх кузова від корозії за допомогою застосовуваних у даний час засобів не вдається, тому що всі вони швидко піддаються абразивного зношування, розтріскуються і відшаровуються.

Всі вживані для протикорозійного захисту кузовів автомобілів і автобусів склади мають підвищене вологопоглинання. У них відсутні інгредієнти, що витісняють частки вологи. Тому розробка способів підвищення стійкості днищ кузовів автобусів до впливу агресивних компонентів забруднення дорожнього полотна з використанням недефіцитних і недорогих засобів, а так само встановлення раціональної періодичності їх протикорозійного обробки з урахуванням місцевих умов експлуатації автобусів є актуальним завданням. Швидкість проникнення корозії вглиб конструкційний матеріал зазвичай оцінюють відношенням величини глибини до одиниці часу, наприклад, мм/рік. Знаючи ці закономірності, можна визначити термін служби виробу і розробити заходи щодо запобігання або зменшення інтенсивності точкової корозії.

За характером початок появи вогнищ корозії на пофарбованій поверхні деталей, що з'єднуються можна умовно розділити на два види: можливість розвитку щілинної і точкової корозії. Інтенсивність щілинної корозії значно вища, ніж на відкритих поверхнях, тому що анодні процеси тут протікають при більш негативних потенціалах. Найбільш небезпечні з точки зору корозії щілини і зазори величиною 0,2 – 0,4 мм.

Література

1. Павлов В.С., Рязанов В.Е., Фадеев И.В. Влияние составляющих загрязнений полотна автомобильных дорог на коррозию деталей автомобилей //Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Международная научно-практическая конференция, посвящ. 80-летию И.Н. Арину, 20 – 22 ноября 2007. –Владимир, 2007.– с. 142– 143.

ПРОФОСФАТНО- ЦИТРАТНІ ЕЛЕКТРОЛІТИ ДЛЯ ОСАДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ СПЛАВАМИ Zn-Ni, Zn-Sn, Cu-Zn

О.З. Сергієнко, магістрант, **В.М. Артеменко**, канд. техн. наук,
К.С. Рутковська, аспірант, **П.С. Ляхов**, магістрант, **А.О. Майзеліс**, канд. техн. наук

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Кирпичова, 2
a.maizelis@gmail.com*

Сплави цинку активно досліджуються завдяки їх електронегативності по відношенню до сталі та низькій вартості. Сплав Zn-Ni і Zn-Sn можуть служити заміною дефіцитних кадмієвих покриттів в умовах морського клімату. Електролітичні сплави Zn-Sn, крім того, характеризується високою електропровідністю та здатністю до пайки. Сплави Cu-Zn надають поверхні основного металу певних функціональних і декоративних властивостей.

Через значну різницю стандартних потенціалів цих металів отримати покриття даними сплавами можливо лише з комплексних електролітів [1, 2]. На даний час для осадження сплавів Zn-Sn, Cu-Zn в промисловості застосовуються переважно ціанідні електроліти, які є надзвичайно токсичними. Запропоновані для їх заміни комплексні монолігандні електроліти не в повній мірі відповідають вимогам щодо стабільності складу покриттів.

Проведені авторами дослідження показали доцільність застосування полілігандної системи пірофосфат-цитрат для електролітичного формування сплавів Zn-Ni, Zn-Sn та Cu-Zn, яка не містить токсичних компонентів і дозволяє отримувати якісні покриття сплавами необхідного складу. В результаті проведених досліджень обґрунтовані співвідношення концентрацій комплексоутворювачів і лігандів в електролітах, підібрані поверхнево-активних речовини для поліпшення структури покриттів, встановлено зв'язок умов осадження покриттів з хімічним і фазовим складом сплавів та їх властивостями.

Показано, що при осадженні сплавів з пірофосфатно-цитратних електролітів, що містять іони цинку, спостерігається надполяризація його виділення в сплав і суттєва деполяризація відновлення металів з більш позитивним потенціалом.

Випробування покриттів сплавами Zn-Ni, Zn-Sn, Cu-Zn, отриманих з пірофосфатно-цитратних електролітів, показали, що вони відрізняються більш високою мікротвердістю і корозійною стійкістю в синтетичній морській воді, ніж покриття сплавами аналогічного складу з відомих монолігандних електролітів.

Література

1. Vivegnis S., Krid M., Delhalle J., Mekhalif Z., Renner F.U. Use of pyrophosphate and boric acid additives in the copper-zinc alloy electrodeposition and chemical dealloying // Journal of Electroanalytical Chemistry. – 2019. – 848. – P. 113310.
2. Roventi G., Cecchini R., Fabrizi A., Bellezze T. Electrodeposition of nickel-zinc alloy coatings with high nickel content // Surface and Coatings Technology. – 2015. – 276. – P. 1–7.

TERNARY COBALT BASED ELECTROLYTIC ALLOYS AS CATALYTIC MATERIALS FOR METHANOL OXIDIZING

M.V. Ved', Dr.Sc., Prof., N.D. Sakhnenko, Dr.Sc., Prof., T.A. Nenastina, Ph.D, S.I. Zyubanova

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,
61002, Kharkiv, Kyrpychova str. 2,
nenastina@ukr.net*

Eco-friendly fuel cells (FC), solar cells (SC) are among the promising renewable energy sources, however, the high cost of the noble metal electrodes prevents their dissemination and widespread use. Development of FC, SC and various red-ox flow batteries (RFB) needs to create effective catalytic electrodes based on the transition metals. Even brief review gives an impression that in scientific literature for the last years there are too few publications on electrode materials on the basis of hi-tech materials, such as nanostructured and nanocrystalline materials based on the corrosion resistant amorphous metal alloys (metal glass), or nanostructured deposits by synergistic alloys [1]. The most efficient directions of catalytic materials synthesis are electrochemical technologies that provide flexibly control the composition, the deposition rate, the state of the surface, by varying the electrolyte nature and polarization mode. Because of this it is possible to fabricate the deposits with desirable functional properties (synergistic or additive).

Alloys Co-Mo-W(Zr) were deposited onto the steel substrate from a citrate-diphosphate bath in pulse mode [2]. The chemical composition of the coatings, surface morphology and structure of the deposits was examined. Electro catalytic properties of coatings were studied in model reaction of methanol electrooxidizing in alkali medium using cyclic voltammetry (CVA) technique.

Structure of the ternary alloys was found to be amorphous-crystalline, and coherent-scattering region size was of 2–8 nm. Co-Mo-W coatings contain intermetallic phases Co_7W_6 , and Co_7Mo_3 , and Co_3Mo and Co_7Mo_6 ones are found in the structure of Co-Mo-Zr deposits. Analysis CVA obtained at the Co-Mo-Zr coated electrode polarization in methanol containing alkaline solution shows the activity of electrodes in the oxidation of methanol is significantly higher than that of platinum, and for the Co-Mo-Zr alloy, the peak height is 2–2.5 times than for Co-Mo-W. The increased catalytic activity of the coatings is due to both a high degree of surface development and the synergistic effect of alloying metals. The results obtained indicate a rather high electrocatalytic activity of Co-Mo-Zr deposits, and it can be concluded that the $(\text{CH}_3\text{OH})_S \rightarrow (\text{HCHO})_S$ reaction is the slow stage of net process, which allows for cycling latter and prevents the formation of carbon dioxide.

References

1. Karakurkchi A.V., Ved' M.V., Sakhnenko N.D. et al. Functional properties of multicomponent galvanic alloys of iron with molybdenum and tungsten // *Functional Materials*, 2015.-22.-P.181-187

КІНЕТИКА СУМІЩЕНИХ КАТОДНИХ ПРОЦЕСІВ НА ГАЗОДИFUЗІЙНОМУ ЕЛЕКТРОДІ У ВОДНОМУ РОЗЧИНІ NaCl

К.С. Рутковська, аспірант, Г.Г. Тульський, д.т.н., проф., Д.С. Белокуров, студент,
М.О. Вакуленко, студент

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
вул. Кирпичова, 2, 61002 Харків
rutkovskaya9@gmail.com*

Водні розчини гіпохлориту натрію широко використовуються для дезінфекції, знезараження та дезодорування. В технології без діафрагмового електрохімічного синтезу водних розчинів гіпохлоритів лімітуючим фактором одержання висококонцентрованих розчинів є катодне відновлення гіпохлорит іонів. Існуючі на теперішній час методи гальмування катодного відновлення ClO^- шляхом додавання сполук кальцію, магнію та хрому не завжди є допустими. Тому актуальним є проведення досліджень застосування газодифузійного катоду для підвищення концентрації цільового продукту в технології електрохімічного синтезу водних розчинів гіпохлоритів.

Для перебігу на катоді відновлення кисню використовували газодифузійний катод [1]. В якості поруватої основи використовували графіт марки ПГ-50. Газодифузійний катод складався з титанового струмо- і газопідводу та графітового поруватого електроду, закріпленого в струмо- і газопідводі. графітовий електрод циліндричної форми мав діаметр 15 мм і товщину 5 мм. З тильної сторони графітового електроду була організована подача кисню від повітряного компресора з можливістю керування об'єму повітря, що подається.

Вольтамперні залежності отримували за допомогою імпульсного потенціостата MТech PGP-550M. Швидкість розгортки потенціалу від 1 до 50 мВ/с. Катод – газодифузійний, анод – платиновий. Електрод порівняння – хлорсрібний. Всі значення потенціалів перераховані щодо водневого електрода.

Для аналізу циклічних вольт амперних залежностей потрібно враховувати значення рівноважних потенціалів кожного з наведених процесів для визначення діапазонів потенціалів і густин струму перебігу цих процесів. Для дослідження діапазону потенціалу протікання кожного процесу і визначення лімітуючою стадії кожного з процесів були одержані циклічні вольтамперні залежності у водному розчині 3 моль/дм³ NaCl в діапазоні потенціалів $-1,2 \dots 1,2$ В та при швидкості розгортки потенціалу від 1 до 50 мВ/с.

В роботі досліджено і визначено механізм катодного процесу при електролізі водних розчинів гіпохлориту натрію. Проведені дослідження підтвердили можливість заміни природи катодного процесу в електрохімічному синтезі гіпохлориту натрію.

Література

1. Staser J. A., Gorenssek M. B., Weidner J. W. *Quantifying Individual Potential Contributions of the Hybrid Sulfur Electrolyzer*. Journal of the Electrochemical Society, 2010, Vol. 6 (157), pp. 952–958.

ТЕРНАРНІ СПЛАВИ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ ЕЛЕКТРОДНИЙ МАТЕРІАЛ

Ю.І. Сачанова, аспірант, **М.Д. Сахненко**, докт. техн. наук, професор,
М.В. Ведь, докт. техн. наук, професор, **І.Ю. Єрмоленко**, докт. техн. наук

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
61002 Харків, вул. Куртичова, 2
organick@ukr.net*

На шляху пошуку електродних матеріалів для паливних елементів основні зусилля спрямовані на створення стабільного та ефективного активного шару електрокаталізаторів. Враховуючи агресивність середовищ, синтезовані матеріали повинні проявляти високу корозійну стійкість, що значно збільшить шанси впровадження їх у паливні елементи. Комплексом затребуваних функціональних властивостей характеризуються саме електролітичні покриття сплавами на основі металів групи феруму, які набули широкого поширення.

Електролітичні покриття Fe–Co–Mo, отримані постійним і уніполярним імпульсним струмом при 3 А/дм^2 , характеризуються розвиненою поверхнею з мікро- та наноглобулярним характером топографії, зумовленої наявністю у складі покриттів молібдена – як елемента-аморфізатора. Внаслідок включення тугоплавкого компонента в сплав відбувається трансформація поверхні, за рахунок чого останню можна класифікувати як аморфно-кристалічну. Поверхня сплаву Fe–Co–Mo, електроосадженого імпульсним електролізом, більш рівномірна, ніж нанесена в стаціонарному режимі.

Покриття, отримані за однакових значень уніполярного імпульсного та постійного струму, різняться між собою вмістом фази оксидів. Кількість останньої буде вищою для гальваностатичного режиму, оскільки при імпульсному електролізі відновлення тугоплавкого металу відбуватиметься також внаслідок перебігу хімічної стадії за участю адсорбованих ад-атомів водню впродовж паузи. За результатами досліджень корозійної стійкості покриття були класифіковані як стійкі в кислому середовищі та вельми стійкі у нейтральному та лужному. Покриття також характеризуються і високими показниками фізико-механічних властивостей мікротвердістю, адгезією до матеріалу підкладки, тощо. Попередні дослідження електрокаталітичних властивостей тернарних покриттів в реакції виділення водню та окиснення низькомолекулярних спиртів довели їх високий рівень.

Таким чином, покриття багатоконпонентним сплавом Fe–Co–Mo відповідають затребуваному переліку характеристик та можуть бути рекомендовані в ролі електродного матеріалу для паливних елементів.

Література

1. Yermolenko I.Yu., Ved M.V., Sakhnenko N.D., Sachanova Yu.I. Composition, Morphology, and Topography of Galvanic Coatings Fe-Co-W and Fe-Co-Mo // *Nanoscale Research Letters*. 2017. – 12. – P. 352.
2. Ved' M.V., Ermolenko I.Yu., Sakhnenko N.D., Zyubanova S.I., Sachanova Yu.I. Methods for controlling the composition and morphology of electrodeposited Fe–Mo and Fe–Co–Mo coatings // *Surf. Eng. Appl. Electrochem*. 2017. – 53, No. 6. – P. 525–532.

ОДЕРЖАННЯ ПОРОШКУ ВОЛЬФРАМУ З КЕРОВАНОЮ ДИСПЕРСНІСТЮ

М.П. Османова, аспірант, Г.Г. Тульський докт. техн. наук, проф.,

Л.В. Ляшок, канд. техн. наук, доц.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002

Харків, вул. Кирпичова 2

Існуючі нині методи отримання порошку вольфраму мають ряд недоліків і основний з них - неможливість управляти гранулометричним складом порошку. В той же час, високий попит на вольфрам зі сторони промисловості диктує необхідність в удосконаленні технологій його отримання з техногенних відходів. Мета роботи полягала у відновленні металевого вольфраму з хлоридних і хлоридно-фторидних розплавів і визначенні факторів, що впливають на його дисперсність. Початковою сировиною служив оксид вольфраму WO_3 , отриманий електрохімічним способом. У якості розплаву були використані евтектичні суміші $KCl-NaCl-CsBr$ і $NaCl-KCl-CsBr-Na_3WO_3F_3$.

В якості досліджуваних зразків для отримання WO_3 використовували псевдосплав вольфраму карбідного типу ВК – 6 (WC – 94%, Со – 6%). Електрохімічне вилуговування проводили в кислому розчині з отриманням товарного продукту WO_3 [1].

Електровідновлення фтороксидних комплексів вольфраму вивчали на фоні потрійної евтектики хлоридів натрію, калію, цезію. Рентгено-флуорисцентний аналіз отриманих порошків при потенціостатичному електролізі показав, що осад складається з металевого вольфраму.

Встановлено, що при електролізі розплаву з високим вмістом $WO_2F_4^{2-}$ вольфрам виділяється у вигляді високодисперсного порошку, а при виділенні вольфраму з розплаву з високим вмістом WOF_6^{2-} спостерігається осадження добре зчеплених суцільних шарів. Отриманню дрібнодисперсних порошків вольфраму сприяють такі чинники: збільшення температури; використання імпульсних режимів і підвищеної щільності струму, особливо в початковий період. Основний розмір зерен знаходиться в межах до 2-3 мкм.

Для збільшення кількості зародків на поверхні катода, що призводить до отримання дрібнодисперсних порошків, густину струму необхідно збільшувати від 1,0 до 12,0 А / см².

Методом рентгено-флуоресцентного аналізу підтверджена чистота отриманого порошку вольфраму 99,99%.

Література

1. Л. В. Ляшок. Электрохимический синтез окислителя для растворения сплава WC – Со в среде хлористоводородной кислоты /Л.В. Ляшок, В.П. Гомозов, М.П. Османова, А.Н. Жук. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Хімія: хімічна технологія та екологія». – №35. – 2018. С.– 66 – 70.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНА РЕГЕНЕРАЦІЯ ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО СУЛЬФАТНОГО РОЗЧИНУ ТРАВЛЕННЯ СТАЛІ

К.М. Кравченко, аспірант, Г.Г. Тульський, док. техн. наук, професор
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002 Харків, вул. Куртичова, 2

tgg@kpi.kharkov.ua

Травлення виробів з вуглецевої сталі у розчинах сульфатної кислоти є, з одного боку, поширеним процесом у машинобудуванні та, з іншого боку, шкідливим для екології. По мірі зниження концентрації H_2SO_4 та насичення розчину Fe_2SO_4 швидкість травлення оксидної плівки на поверхні сталі знижується. Тому при зниженні концентрації H_2SO_4 до 25–30 г/л процес травлення припиняють та проводять заміну травильного розчину. При цьому концентрація Fe_2SO_4 досягає 400 г/л. При травленні спостерігається два процеси: розчинення оксидів та розчинення заліза, яке знаходиться під шаром оксидів. Ці два процеси можуть протікати одночасно. У залежності від природи кислоти, її концентрації та температури змінюється швидкість реакції [1].

Із запропонованих на сьогоднішній день способів регенерації відпрацьованих травильних розчинів виділяють два основних. За першим способом – охолодження розчину до температури 10–15 °С, для кристалізації Fe_2SO_4 . При цьому H_2SO_4 , яка залишилась у розчині, потребує нейтралізації.

За другим способом регенерація проводиться шляхом електролізу з використанням аніонообмінної мембрани, але присутність у розчині Fe^{2+} та Fe^{3+} буде різко знижувати час використання мембран, що робить цей спосіб економічно не вигідним.

Нами запропоновано двох- та трьохкамерні конструкції електролізерів з використанням сучасних діафрагм на основі ПВХ. Проведені дослідження показали, що при використанні двохкамерного електролізера у анодній камері проходить електроліз води з регенерацією H_2SO_4 до концентрації 120–140 г/л з виходом за током 92–96 %. У катодній камері, в результаті підключення прикатодного простору, відбувається утворення шламу оксидів заліза.

При використанні трьохкамерного мембранного електролізера (коли розчин подається у середню камеру), концентрація сульфатної кислоти у анодній камері зростає до 180–200 г/л, у катодній камері проходить осадження заліза на сталевих катодах, з виходом за струмом 65–70 %.

У результаті проведених досліджень була доведена доцільність використання електрохімічного методу для регенерації відпрацьованого сульфатного травильного розчину.

Література

1. Bilous T.A. Justification of the choice of electrode material for the electrochemical synthesis of peroxyacetic acid / T.A. Bilous, G.G. Tulsy, A.G. Tulskeya, H.M. Muratova // Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry – 2018: Monograph. – Kyiv: KNUTD. – 2018. – P. 79 – 85.

ТЕРМІЧНІ ЕФЕКТИ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Є.О. Самойлов, канд. хім. наук, **В.І. Ларін**, докт. хім. наук, проф.,
С.А. Шаповалов, докт. хім. наук, професор

*Науково-дослідний інститут хімії Харківського національного університету
імені В.Н. Каразіна, м. Свободи, 4, 67004 Харків, Україна.
evgeny.a.samoilov@unaver.kharkov.ua*

Вимірювання температури робочого (індикаторного) електрода (метод електротермографії) в комбінації з методом вольтамперометрії з циклічною зміною потенціалу (ЦВА), дозволяє отримати додаткову інформацію про процеси, що протікають на поверхні електрода.

Дійсно, якщо врахувати, що температуру термодинамічної системи визначає середня швидкість руху молекул, то стає зрозумілим можливість зміни температури приелектродного шару не тільки при протіканні електрохімічної реакції відновлення (окислення), але і за рахунок перебудови молекулярної структури середовища в процесах, що передують елементарному акту електрохімічної реакції.

Зміна температури на поверхні робочого електрода при протіканні електричного струму скрізь електрохімічну систему одночасно залежить від кількості електричних зарядів та потенціалу електрода згідно рівнянню $t = t_{0\phi} + K_{\phi} \times \phi + K_{EQ} \times Q$. На рис. Зображена апроксимація експериментальних температур за вказаним рівнянням у водному розчині 2М NaNO₃

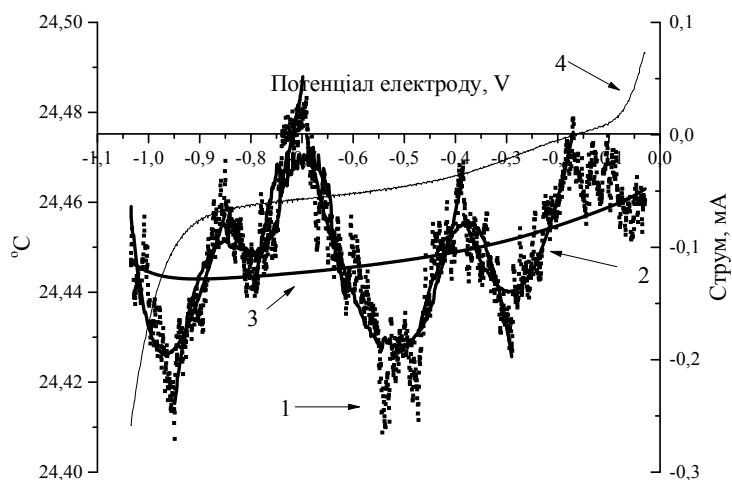


Рис. Апроксимація експериментальних температур у водному розчині 2М NaNO₃
лінії: 1– експериментальна температура, 2– апроксимація стадій, 3– апроксимація загального процесу, 4– сила струму.

Література

1. Комплексоутворення, іонна та міжмолекулярна асоціація у розчинах з участю металовміщуючих частинок, функціональних і забарвлених речовин / Шаповалов С.А., Ларін В.І., Краснопорова А.П., Юхно Г.Д., Самойлов Є.О., Правда А.О., Єфімова Н.В.; [за редакцією докт. хім. наук, проф. С.А. Шаповалова]. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2017. – 118 с.

ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ПОКРИТТІВ З ЕЛЕКТРОЛІТІВ НА ОСНОВІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ЕВТЕКТИЧНИХ РОЗЧИННИКІВ

В.С. Проценко, докт. хім. наук., проф., **Д.А. Богданов**, аспірант, **Т.Є. Бутиріна**, канд. хім. наук., **Л.С. Боброва**, канд. хім. наук., **Ф.Й. Данилов**, докт. хім. наук., проф.

*ДВНЗ Український державний хіміко-технологічний університет, просп. Гагаріна, 8,
м. Дніпро, 49005, Україна
Vprotsenko7@ukr.net*

Електролітичне осадження металевих покриттів широко застосовується у сучасній промисловості для модифікації поверхонь різноманітних деталей та виробів з метою модифікації їх експлуатаційних та фізико-хімічних властивостей. Останнім часом для розробки новітніх технологій електроосадження запропоновано використовувати електрохімічні системи, що ґрунтуються на так званих низькотемпературних евтектичних розчинниках (deep eutectic solvents, DES) – іонних сумішах певних сполук з евтектичним (чи близьким до евтектичного) складом. Фактично DES є представниками нового покоління іонних рідин. Перевагами електролітів на основі DES є широке "електрохімічне вікно", відносно високі плинність й електропровідність, нелеткість, непальність, висока розчинність солей багатьох металів, дешевизна, простота приготування і доступність.

У наших роботах були розглянуті основні закономірності процесів електроосадження нікелю, хрому, деяких сплавів та композитів з електролітів на основі DES.

Зокрема, показано, що з розчинів DES, що містять солі тривалентного хрому, можливе утворення високоякісних хром-карбонівих покриттів, що характеризуються підвищеною мікротвердістю, а також високою корозійною стійкістю в агресивних середовищах, проявляють захисні властивості стосовно сталевій підкладки та відзначаються наявністю електрокаталітичних властивостей у реакції електровиділення водню.

Виявлено, що з систем на основі DES можливе осадження нанокристалічних гальванопокриттів нікелем з підвищеною корозійною стійкістю. Введення нанопорошку титан діоксиду до складу електроліту нікелювання на основі DES дозволяє електрохімічно синтезувати композиційні гальванопокриття Ni–TiO₂, що можуть бути використані у ролі електрокаталізаторів при електролізі води (воднева енергетика), а також як фотокаталізатори для фотохімічної деструкції органічних забруднень у стічних промислових водах.

Доведено, що використання електролітів на основі DES також дозволяє осаджувати гальванопокриття сплавом нікель–залізо. При цьому, у порівнянні з "традиційними" водними системами, з'являється можливість більш гнучко впливати на склад, структуру, а отже і на комплекс функціональних властивостей отримуваних осадів за рахунок цілеспрямованого підбору складу електроліту та режимів проведення електролізу.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК

А	Возний І.І. 88
Аббуд М.Х. 86	Волобуєв М.Н. 130
Адамчак І.В. 81	Волошина Ю.Г. 123
Айрапетян Т.С. 12	Воронов А.С. 63
Альошин М.В. 43	Воронов Г.К. 106,120
Аль-Султан М.Б. 80	Воронов С.А. 63
Амир Немах А. 134	Г
Андрійко Л.С. 53	Гайдаєнко О.С. 145, 149, 150
Антонюк В.В. 103	Галак О.В. 28
Артеменко В.М. 155	Галкіна О.П. 19
Anzian K. F. 97	Галушка Я.О. 117
Б	Гвоздецький В.М. 136
Бабіч О.В. 119	Головань А.П. 54
Бабко І.О. 139	Голеус В.І. 101, 109
Бабчук Л.Р. 40	Головко Д.А. 59
Байрачний Б.І. 151	Головчук М.Я. 136
Байрачний В.Б. 151	Голосовская Е.Є. 73
Банніков Л.П. 11, 21, 135,141	Гончаренко А.С. 46
Бартманський В.З. 88	Гончарова І.В. 59
Безпалій В.В. 23	Гордєєв Ю.С. 109
Бекетов В.Е. 73	Горейко Ю.В. 149
Белоконь Ю.О. 140	Григоров А.Б. 77
Белокуров Д.С. 157	Гринишин О.Б. 85
Бережний Б.В. 113	Гриценко О.М. 103, 113
Беляєва В.М. 22	Гуменюк І.В. 111
Беляєва О.О. 24	Гуріна Г.І. 21, 55, 104, 115, 135
Білозір І.В. 145	Д
Благодарна Г.І. 10, 15	Данилов Ф.Й. 162
Боброва Л.С. 162	Даценко Б.М. 112
Богданов Д.А. 162	Дегтяр М.В. 13, 25
Богданова Е.Б. 107	Дейнека В.В. 127
Богза С.Л. 52	Демчук З.І. 63
Бортняк О.М. 88, 90	Дерібо С.Г. 137
Будішевська О.Г. 63	Дженюк А.В. 32
Букартик М.М. 58	Джиги Г.М. 51
Буланова А.А. 47	Дідоренко В.М. 151
Булгакова А.С. 147	Дмитренко Т.В. 36
Бутиріна Т.Є. 162	Долгова Т.А. 37
В	Домніч Б.С. 63
Вакуленко М.О. 157	Доніяров Н.А. 53
Ванін А.О. 26	Донской Д.Ф. 134
Варавіна О.П. 76	Донченко М.І. 85
Варганюк В.Ф. 68	Дружинін Є.І. 55
Василів Н.Ю. 88, 91, 136	Душкін С.С. 7
Ведь М.В. 49, 107, 130, 156, 158	Душкін С.С. 20
Винар В.А. 136	Є
Вовк М.В. 52	Єгорова Л.М. 132
Водолажченко С.А. 137	Єлагіна Н.В. 57

Єрмоленко І.Ю. 158	Куш А.І. 79
Ж	Л
Жданюк Н.В. 126	Ларін В.І. 132, 161
Жук Л.П. 60	Лещенко С.А. 152
Журахівська Л.Р. 52	Лимаренко Л.С. 116
З	Лисенко М.В. 35
Забіяка Н.А. 151	Лісафін В.П. 87
Загородня Ю.С. 33	Лісачук Г.В. 108
Зайцева І.С. 70, 71	Ломакіна О.С. 45
Замігайло Л. 48	Люта Н.В. 87
Здор Є.К. 150	Лялюк-Вітер Г.Д. 39
Зима І.Е. 146	Ляхов П.С. 155
Златковський О.А. 9	Ляшок Л.В. 122, 159
Знак З.О. 62	М
Зозуля Д.М. 104	Майзеліс А.О. 155
Зульфїгаров А.О. 65	Майстат М.С. 116
Zyubanova S.I. 156	Македонська О.М. 114
І	Марінцова Н.Г. 52
Іванова М.С. 61	Маркова Н.Б. 49
Ілляш О.Е. 43	Марченко К.І. 48
К	Марчук І.В. 90
Каннунікова Н.О. 153	Матикін В.Б. 30
Капцов І.І. 92	Матикін О.В. 30, 49
Капцова Н.І. 93, 95	Матїйчук В.С. 69
Каракуркчі Г.В. 107	Меньшов С.М. 28
Карпань С.А. 131	Міщенко С.І. 127
Катков М.В. 47	Мних Р.В. 62
Кір'янчук В.Ф. 63	Моравський В.С. 111
Клачко О.Р. 69	Музалевський О.О. 25
Клименко Н.Ю. 64	Муковська Д.Я. 144
Кобилянський В.Я. 15	Мураєва О.О. 50, 56
Коваленко А.В. 112	Муратова М.Н. 53
Когут А.М. 63	Н
Козін В.Ю. 138, 141	Наливайко О.С. 94, 95
Колос Н.М. 48, 131	Ненастіна Т.А. 130, 156
Кольцова Я.І. 110	Нестер А.А. 34
Коміхов С.О. 70, 72	Нестеренко С.В. 133, 134, 135, 141
Коробочка О.М. 139	Нїкулін С.Ю. 18
Корогодська А.М. 118	Новіков В.П. 52
Кот А. 115	О
Котух В.Г. 14	Овчїннікова Д.В. 104
Кравченко К.М. 160	Одинцова О.П. 119
Красінський В.В. 103	Онищенко Н.Г. 42
Красношапко Р.Ю. 137	Орловський В.М. 96
Кругляк Д.О. 143	Османова М.П. 159
Кругляк І.В. 146	Осокін Е.С. 68
Крупська Т.В. 54, 57, 64	П
Кузеванова І.С. 65	Павлов Б.В. 137
Кузнецова М.Я. 111	Павлюченко Д.О. 154
Кучеренко А.М. 111	Палєєва К.М. 14, 148

Палехова І.В. 148	Середюк М.Д. 75
Панайотова Т.Д. 56, 71	Сідак В.С. 78, 83, 142
Патриляк Л.К. 123	Скора Н.О. 44
Пахомов Ю.В. 92	Слатова О.М. 78, 83, 142
Первишева Є.А. 44	Слон О.С. 66
Перкун І.В. 81	Смирнов О.О. 138
Пертко О.П. 123	Смирнова М.В. 21
Петрійчук А.І. 67	Смирнова Ю.О. 100
Петруша Ю.Ю. 29, 33	Собечко І.Б. 69
Петух С.І. 110	Соколовська А.В. 29
Підреза В.П. 153	Сорокіна К.Б. 8, 24
Плаксій С.О. 152	Сталінський Д.В. 6
Плем'янніков М.М. 126	Стасюк А.В. 58
Повальчук С.В. 65	Степанова І.І. 49
Повзун О.І. 43	Стрельцова О.О. 51
Погребняк В.Г. 81	Суберляк О.В. 103
Поліш Н.В. 52	Сухацький Ю.В. 62
Полонський В.А. 68	Т
Пономаренко В.В. 82	Тагаєв І.А. 53
Похмурська Г.В. 113	Танекар П. 62
Присяжна Л.В. 125	Телюра Н.О. 31
Приткіна М.С. 124	Титова К.С. 50
Приходько В.О. 118	Тішкова М.В. 142
Прокопенко А.В. 18	Тимофєєв В.Ю. 121
Проценко В.С. 162	Тищенко Н.І. 69
Р	Ткаченко І.Г. 72
Римчук Д.В. 79, 82	Ткаченко Р.Б. 94
Рогожин Р. 115	Ткачов В.О. 26
Ромашко О.В. 94, 95	Трембич Г.С. 60
Руденко Н.О. 151	Тульський Г.Г. 157, 159, 160
Руднева С.І. 32	Туров В.В. 54, 57, 64
Рутковська К.С. 155, 157	
Рябінін С.О. 105	Ф
Рябініна А.С. 116	Федоренко О.Ю. 124, 125
С	Фесенко О.І. 106, 120
Саввова О.В. 100, 105, 120, 121	Філон К.О. 37
Самарик В.Я. 58	Фик І.М. 76
Самойлов Є.О. 161	Фик М.І. 80, 86, 97
Самохвалов А.І. 42	Fogelberg J. 115
Сасов О.О. 154	Х
Сахненко М.Д. 28, 30, 49, 107, 130, 156, 158	Хименко Н.Л. 41
Сачанова Ю.І. 158	Хома М.С. 136
Свіщова Я.О. 38	Хоменко О.С. 112, 114
Семчук Я.М. 91	Христич О.В. 117
Серга Т.М. 43	Ч
Сергєєв В.В. 69	Чернявська А.Ю. 60
Сергієнко О.З. 155	Чефранов Є.В. 108
Середа Б.П. 140, 143-145, 148-150	

Чигиринець О.Е. 46	Щ
Чуб І.М. 17	Щукіна Л.П. 117
Ш	Я
Шаповалов С.А. 161	Якимів Й.В. 90
Шевченко А.О. 9,16	Яковенко А.В. 123
Шевченко Г.С. 122	Яковлев В.В 36
Шевченко Т.О. 9, 23	Yur-Muhamedova G.H. 130
Шендрик Д.О. 84, 98	
Шендрик О.М. 89, 98	
Шепіль Т.Е. 138	
Шкільний М.П. 88	
Штефан В.В. 153	
Shalygina O. 128	

ЗМІСТ

Секція 1. Актуальні інноваційні напрями розвитку об'єктів цивільної інженерії

Сталінський Д.В. Основні пріоритети розвитку кафедри водопостачання, водовідведення і очищення вод	6
Душкін С.С. Модифікація кварцевої загрузки скорих фільтрів	7
Сорокіна К. Б. Напрями підвищення ефективності роботи очисних споруд міського водопроводу	8
Шевченко Т. О., Златковський О. А., Шевченко А. О. Зневоднення надлишкового активного мулу з використанням золи виносу	9
Благодарна Г.І. Використання озону в якості окиснювача при очищенні природних, стічних та промислових вод	10
Банников Л.П. Влияние минеральной части углей на качество образующихся технологических вод в процессе коксования	11
Айрапетян Т.С. До питання підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод в аеротенках	12
Дегтяр М. В. Очищення концентрованих стічних вод з використанням дискових біофільтрів	13
Палеева К. М., Котух В. Г. Оптимізація критеріїв оцінки режимних параметрів енергоефективності систем тепlopостачання	14
Кобиланський В. Я., Благодарна Г.І. Про вплив фосфатвмісних миючих засобів на забруднення водопровідної води	15
Shevchenko A. Computer simulation of hydraulic flow in a mixer of special construction	16
Чуб І.М. Моделювання анаеробного UASB реактора	17
Никулин С. Е., Прокопенко А. В. Обеспечение стабильности оборотной воды систем водоснабжения в промышленности	18
Галкіна О. П. Стабілізаційна обробка води на коксохімічних підприємствах	19
Душкін С.С. Фізичні методи водо підготовки	20
Банников Л. П., Гурина Г. И., Смирнова М. В. Идентификация отложений в газоходах сероводородного газа	21
Беляева В. М. Застосування труб з високоміцного чавуну з кулястим графітом	22
Безпалій В. В., Шевченко Т. О. Видалення сірководню з води, яка призначена для питних цілей	23
Сорокіна К. Б., Беляєва О. О. Покращення процесу коагуляції домішок природних вод	24
Дегтяр М. В., Музалевський О. О. Особливості очищення стічних вод машинобудівельних підприємств	25
Ванін А.О., Ткачов В.О. Поліпшення якості питної води	26
<i>Секція 2. Актуальні питання хімії та екології</i>	
Галак О.В., Сахненко М. Д., Меньшов С.М. Фотокаталітичні технології для нейтралізації небезпечних хімічних речовин у військовій сфері	28
Соколовська А. В., Петруша Ю. Ю. Проблема забруднення питної води України тригалогенметанами	29
Матикін О.В., Матикін В.Б., Сахненко М. Д. Актуальні проблеми військової екології та шляхи їх вирішення	30
Телюра Н.О. Сталий розвиток міських агломерацій	31
Руднева С.І., Дженюк А.В. Концепція міждисциплінарного навчання екології: досвід австрійських ВНЗ	32

Загородня Ю.С., Петруша Ю.Ю. Актуальність дослідження протижелезних засобів, що застосовуються на автомобільних шляхах України	33
Нестер А.А. Экологические вопросы производства плат	34
Лисенко М.В. Індекс людського розвитку в системі показників розвитку країни	35
Яковлев В.В., Дмитренко Т.В. Проблема забруднення джерельних вод на урбанізованих територіях (на прикладі м. Харків)	36
Філон К.О., Долгова Т.А. Вплив іонів алюмінію на ріст і розвиток рослин	37
Свищова Я.О. Ціанінові барвники в аналізі природних об'єктів	38
Лялюк-Вітер Г. Д. До питання оцінки ступеня антропогенного перетворення ландшафту	39
Бабчук Л.Р. Сорбційне вилучення йонів кадмію з розчину за допомогою гірничого порошку	40
Хименко Н. Л. Зв'язок хімії з екологічною безпекою	41
Самохвалова А.І., Онищенко Н.Г. Забруднення водних джерел, як одна з головних екологічних проблем сьогодення	42
Серга Т.М., Альошин М.В., Ілляш О.Е., Повзун О.І. Еколого-економічна доцільність використання відходів металургійної промисловості як будівельний матеріал	43
Pervysheva Y.A., Skora N. A. Changes in the mass balance of glaciers due to global warming	44
Ломакіна О. С. Світовий досвід у зниженні емісії вуглекислого газу	45
Гончаренко А.С., Чигиринець О. Е. Синергетична суміш з антиоксидантними властивостями	46
Буланова А. А., Катков М. В. Точечное загрязнение грунта хлорорганическими пестицидами	47
Marchenko K., Kolos N., Zamigailo L. Biginelli-like synthesis of 2-aminothiazole derivatives	48
Маркова Н. Б., Сахненко М.Д., Степанова І.І., Матикін О.В., Ведь М.В. Синтез і фотокаталітична активність гетерооксидних композитів	49
Титова Е.С., Мураева О.А. О влиянии температуры на гидратацию электролитов	50
Джигя Г.М., Стрельцова О.О. Сорбція катіонних поверхнево-активних речовин бентонітом	51
Поліш Н.В., Марінцова Н.Г., Журахівська Л.Р., Богза С.Л., Вовк М.В., Новіков В.П. Первинний скринінг протимікробної активності амінопіразольних похідних нафтохінону	52
Doniyarov N.A., . Tagaev I.A., Muratova M.N., Andriyko L.S. New organomineral fertilizer based on phosphorite waste and microflora of activated sludge	53
Holovan A.P., Krupska T.V., Turov V.V. Effect of composite systems based on Hydrophobic silica on the morphological characteristics of cauliflower	54
Гурина Г.І., Дружинін Є.І. Біноміальна модель реакції переестерифікації	55
Muraeva O.A., Panayetova T.D. The effect of organic additives on the supersaturation of solutions and the growth of single crystals of KDP and DKDP	56
Крупская Т.В., Елагина Н.В., Туров В.В. Влияние гидрофобной среды на гидратацию альгиновой кислоты	57
Стасюк А. В., Букартик М. М., Самарик В. Я. Синтез поліетиленглікольетилфосфату з оксихлориду фосфора	58
Golovko D.A., Goncharova I.V. The production technology of ferrate solutions for absorption of carbon(ii) oxide	59
Трембич Г.С., Жук Л.П., Чернявська А.Ю. взаємодія папаверин гідрохлориду зеозином та ПТМАЕА в спектрофотометричному аналізі	60
Іванова М.С. Новий метод синтезу 3,4- і 3,6-дигідро-2н-тіопіран-1,1-діоксиді	61
Знак З.О., Сухацький Ю.В., Мних Р.В., Танекар П. Гідродинамічна кавітація як прогресивний метод деградації ароматичних сполук	62
Кір'янчук В.Ф., Домніч Б.С., Демчук З.І., Когут А.М., Будішевська О.Г., Воронов А.С., Воронов С.А. Синтез мономеру на основі високоолеїнової соняшникової олії	63

Клименко Н.Ю., Крупська Т.В., Туров В.В. Дослідження вивільнення галової кислоти з композитної системи	64
Повальчук С.В., Кузеванова І.С., Зульфїгаров А.О. Дослідження впливу рН середовища на стійкість комплексних сполук со(ііі) з діетаноламіном	65
Слон О.С. Дослідження амінолізу діепоксиду дициклопентадієну	66
Петрійчук А.І. Методи синтезу оксазолідинів ряду сульфолану	67
Осокін Е.С., Варгалюк В.Ф., Полонський В.А. Особливості дп-рп-зв'язування атомів та йонів купруму з малеїновою та фумаровою кислотами	68
Клячко О.Р., Собечко І.Б., Матійчук В.С., Сергеев В.В., Тищенко Н.І. Термодинамічні властивості насичених розчинів метил 6-метил-4-(4-метилфеніл)-2-оксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилату в органічних розчинниках	69
Зайцева І.С., Комихов С.О. Пошук оптимального комплексоутворювача на основі органічних лігандів для екстракції важких металів	70
Панайотова Т.Д., Зайцева І.С. Вплив гідратації електролітів на селективність йонного обміну	71
Ткаченко І.Г., Комихов С.О. 3-аміно-5-метилпіразол у багатокомпонентній взаємодії з альдегідами та ацетил ацетоном у водному середовищі	72
Голосовская Э.К., Бекетов В.Е. Экологическая оценка использования различных видов топлива в котельных города	73
Секція 3. Питання розвитку нафтогазової технології та інженерії	
Середюк М.Д. Вплив сезонних чинників на пропускну здатність та енергоефективність експлуатації газопроводів	75
Варавіна О.П., Фик І.М. Резерв підвищення енергоефективності газоконденсатних родовищ (ГКР)	76
Григоров А.Б. Вибір концентрації загущувача при виробництві рециклінгових пластичних мастил	77
Сідак В.С., Слатова О.М., Броневський Ю.Ф. Моніторинг впливу корозії на підземні газопроводи та математичний прогноз витоків газу від корозії	78
Куш А.І., Римчук Д.В. Аналіз причин негерметичності колонних обов'язок у нафтогазовому комплексі України	79
Аль-Султан М. Б., Фик М. І. Вдосконалення моделі притоку двофазного флюїду до нафтогазоконденсатної свердловини	80
Perkun I.V., Pogrebnyak V.G., Adamchak I.V. Ecological technology of creating waterproof screens	81
Пономаренко В.В., Д.В. Римчук Д.В. Гідропіскоструминна перфорація як ефективний метод вторинного розкриття продуктивних горизонтів	82
Сідак В. С., Слатова О. М., Супонев В.М. Дослідження основних причин витоків газу на підземних газопроводах	83
Шендрик Д. О. Альтернативні джерела енергії в газовій промисловості	84
Донченко М.І., Гринишин О.Б. Дослідження процесу старіння бітуму марки БНД 60/90 ПАТ «Укртатнафта	85
Аббуд М. Х., Фик М. І. Вдосконалення математичної моделі притоку тепла до вибою нафтової свердловини	86
Лісафін В. П., Люта Н.В. Особливості експлуатації резервуарів з плаваючими покрівлями за наявності атмосферних опадів на них	87
Shkolnyi M., Bartmanskyi V., Bortniak O., Vasyliiv N., Voznyi I. To the issue of improving the safety of exploitation of oil transportation systems	88
Шендрик О. М. Енергоефективність та ресурсозбереження для розробки виснажених газоконденсатних родовищ	89

Якимів Й.В., Бортняк О.М., Марчук І.В. Енергоефективність та безпека експлуатації систем магістрального транспорту нафти з підкачуванням	90
Semchuk Ya., Vasylyv N. Disposal of industrial wastewater as one of methods of hydrosphere protection in the oil production intensification areas	91
Пахомов Ю.В., Капцов І.І. Підвищення надійності функціонування систем логічного управління в нафтогазовій галузі	92
Капцова Н.І., Палєєва К. М. Математичні методи дослідження параметрів надійності трубної арматури для транспортних енергетичних систем	93
Ткаченко Р.Б., Наливайко О.І., Ромашко О.В. Промислові та екологічні проблеми застосування технології ГРП при видобуванні сланцевого газу	94
Ромашко О.В., Наливайко О.І., Капцова Н.І. Заходи з попередження і усунення АСПВ у покладах нафти горизонту В-20 Римарівського родовища	95
Орловський В.М. Розробка тампонажних матеріалів пониженої густини	96
Anzian K. F., Fyk M. I. Analysis of dynamical heat conductivity of the reservoir and fluid evacuation zone on the gas condensate well flow rate	97
Шендрик О.М., Шендрик Д.О. Перетворення геотермальної енергії в електричну. Способи та варіанти реалізації технології.	98
Секція 4. Хімія. Інноваційні дослідження у сфері Матеріалознавства та нанотехнологій	
Савцова О.В., Смирнова Ю.О. Інноваційні напрямки розвитку в галузі тугоплавких неметалевих і силікатних наноматеріалів	100
Голеус В.І. Водостійкість склофрит для антикорозійних покриттів на сталі	101
Антонюк В.В., Красінський В.В., Суберляк О.В., Гриценко О.М. Нанокompозитні гідрогелеві плівки на основі полівінілового спирту	103
Гурина Г.І., Зозуля Д.М., Овчіннікова Д.В. Протикорозійні гібридні нанокompозиційні матеріали	104
Рябінін С.О., Савцова О.В. Технологічні аспекти виготовлення деталей зі склокераміки за керамічною технологією	105
Воронов Г.К., Фесенко О.І. Оцінка перспективи використання відходів каменеобробки для одержання архітектурно-будівельної кераміки	106
Karakurkchi A.V., Sakhnenko N.D., Ved M.V., Bogdanova E.B. Nanostructured conversion coatings on aluminum alloys for ecologic catalysis	107
Чефранов Є. В., Лісачук Г. В. Шляхи отримання щільноспеченої радіопрозорої кераміки	108
Гордєєв Ю.С., Голеус В.І. Вплив умов синтезу на властивості легкоплавких стекол	109
Петух С.І., Кольцова Я.І. Дослідження впливу процесу кристалізації на властивості пористих склокристалічних матеріалів	110
Кучеренко А.М., Гуменюк І.В., Моравський В.С., Кузнецова М.Я. Металонаповнені полімерні композити	111
Хоменко О.С., Даценко Б.М., Коваленко А.В. Особливості реології ангобних шлікерів на основі лужних каолінів	112
Pokhmurska A.V., Grytsenko O.M., Berezhnyy B.V. Synthesis and structure of silver-filled hydrogel nanocomposites obtained by polymerization with metal deposition	113
Хоменко О.С., Македонська О.М. Дослідження впливу природи модифікуючої добавки каоліну на властивості кварцової кераміки	114
Fogelberg Jonas, Kot Antonina, Rohozhyn Ruslan, Gurina G.I. Low VOC alkyd paints	115
Майстат М.С., Лимаренко Л.С., Рябініна А.С. Вплив технологічних параметрів на властивості кераміки на основі цельзіану та славсоніту	116
Галушка Я.О., Щукіна Л.П. Використання відходів міського господарства при виготовленні конструкційно-теплоізоляційних керамічних матеріалів	117

<u>Христич О.В.</u> , Корогодська А.М., Приходько В.О. До питання про формування сегнетокераміки на основі титанатів барію та стронцію	118
<u>Бабіч О.В.</u> , Одинцова О.П. Новий функціональний біосумісний склокристалічний матеріал	119
Фесенко О.І., Воронов Г.К., Саввова О.В. Вивчення можливості використання техногенних відходів в процесі виробництва керамічних матеріалів	120
Тимофєєв В.Ю., Саввова О.В. Сучасні тенденції розвитку ударостійких матеріалів для захисту броньованої техніки	121
Шевченко Г.С., Ляшок Л.В. Формування нанопоруватого оксиду алюмінію	122
Патриляк Л.К., Волошина Ю.Г., Пертко О.П., Яковенко А.В. Синтез ієрархічних цеолітних структур на основі українських сировинних ресурсів	123
Приткіна М.С., Федоренко О.Ю. Поліфазна радіопрозора кераміка: склад та властивості	124
<u>Присяжна Л.В.</u> , Федоренко О.Ю. Фізико-хімічні закономірності кольороутворення клінкерних керамічних виробів	125
<u>Жданюк Н.В.</u> , Племянников М.М. Новий склокристалічний матеріал на основі відходів металургійних виробництв	126
Міщенко С.І., <u>Дейнека В.В.</u> Підвищення стійкості спеціальних матеріалів на основі поліфункціональних цементів	127
Shalygina Oksana, Spolenak Bojan. Direct-on molybdenum containing vitreous enamel coatings for household appliances	128
<i>Секція 5. Корозійна стійкість конструкційних матеріалів в агресивних середовищах. Електрохімічні процеси і технології</i>	
Ved M.V., Sakhnenko N.D., <u>Nenastina T.A.</u> , Volobuyev M.N., Yar-Muhamedova G.H. Ann simulation of nanocomposites Fe(Co)-W corrosion resistance	130
Karpan S.A., Kolos N. N. Multicomponent synthesis of pyrroline derivatives - potential corrosion inhibitors	131
Ларин В.И., <u>Егорова Л.М.</u> Особенности технологического процесса химического травления бериллиевой бронзы	132
Нестеренко С.В. Методика оценки локальных видов коррозии аустенитно-ферритных сталей	133
<u>Донской Д.Ф.</u> , Амир Немах А., Нестеренко С.В. Коррозионная стойкость сталей для нефтедобычи	134
<u>Банников Л.П.</u> , Гурина Г.И., Нестеренко С.В. Коррозионная активность поглотительного масла после фильтрации от взвешенных компонентов	135
Хома М.С., Винар В.А., <u>Головчук М.Я.</u> , <u>Василів Н.Ю.</u> , <u>Гвоздецький В.М.</u> Корозійні та трибокорозійні характеристики газотермічних покриттів	136
<u>Водолажченко С.А.</u> , <u>Дерібо С.Г.</u> , Павлов Б.В., Красношашко Р.Ю. Анодні процеси на платині у розчинах органічних кислот	137
<u>Смирнов О.О.</u> , Шепіль Т.Е., Козін В.Ю. Встановлення причин руйнування труби змійовика печі П-1 ГФУ-1	138
<u>Бабко І.О.</u> , Коробочка О.М. Корозійна стійкість конструкційних матеріалів з легованими хромовими покриттями отриманими в умовах СВС	139
<u>Белоконь Ю.О.</u> , Серета Б.П. Підвищення корозійної стійкості вуглеграфітових матеріалів з захисними покриттями за рахунок збільшення міцності зчеплення	140
<u>Нестеренко С.В.</u> , Козін А.В., Банников Л.П. Вдосконалення технології сіркоочищення зрідженого вуглеводневого газу	141
<u>Сідак В.С.</u> , Слатова О.М., Тішкова М.В. Дослідження стану внутрішніх газопроводів	142
<u>Кругляк Д.О.</u> , Серета Б.П. Дослідження корозійної стійкості мідних сплавів з захисними покриттями отриманими при нестационарних температурних умовах	143
<u>Муковська Д.Я.</u> , Серета Д.Б. Корозійна стійкість конструкційних матеріалів з легованими хромоалітованими матеріалами, отриманих в умовах СВС	144

<u>Гайдаєнко О.С., Білозор І.В., Серета Б.П.</u> отримання корозійностійких конструкційних матеріалів з захисними покриттями що формуються в умовах СВС, працюючих в середовищі мишьяко-содових розчинів	145
<u>Зима І.Е., Кругляк І.В.</u> Корозійна стійкість багатокомпонентних силіційованих покриттів, отриманих в композиційних насичуючих середовищах	146
<u>Булгакова А.С.</u> Електрохімічний імпеданс композиційного покриття Co-Mo-TiO ₂ .	147
<u>Палехова І.В., Серета Б.П.</u> Корозійна стійкість легованих титанових покриттів отриманих в умовах СВС	148
<u>Гайдаєнко О.С., Горейко Ю.В., Серета Б.П.</u> Дослідження корозійної стійкості сталі-45 з алітованими покриттями, встановлених в грануляторі Легран	149
<u>Гайдаєнко О.С., Здор Є.К., Серета Б.П.</u> Дослідження корозійної стійкості конструкційних матеріалів з захисними покриттями, отриманими в умовах СВС, працюючими в середовищі кам'яновугільної смоли	150
<u>Забіяка Н.А., Руденко Н.О., Байрачний В.Б., Байрачний Б.І., Дідоренко В.М.</u> Корозійне розчинення алюмінієвих сплавів в виробництві водню для потреб енергетики	151
<u>Плаксій С.О., Лещенко С.А.</u> Антикорові чорні покриття на сталі для нагрівальних панелей сонячних повітряних колекторів	152
<u>Кануннікова Н.О., Підреза В.П., Штефан В.В.</u> Електросинтез композиційних оксидних покриттів на сталі 08X18H10	153
<u>Павлюченко Д.О., Сасов О.О.</u> Дослідження впливу агресивного середовища дорожнього покриття на корозійні процеси елементів кузова автобусів	154
<u>Сергієнко О.З., Артеменко В.М., Рутковська К.С., Ляхов П.С., Майзеліс А.О.</u> Пірофосфатно- цитратні електроліти для осадження покриттів сплавами Zn-Ni, Zn-Sn, Cu-Zn	155
<u>Ved M.V., Sakhnenko N.D., Nenastina T.A., Zyubanova S.I.</u> Ternary cobalt based electrolytic alloys as catalytic materials for methanol oxidizing	156
<u>Рутковська К.С., Тульський Г.Г., Белокуров Д.С., Вакуленко М.О.</u> Кінетика суміщених катодних процесів на газодифузійному електроді у водному розчині NaCl	157
<u>Сачанова Ю.І., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Єрмоленко І.Ю.</u> Тернарні сплави – перспективний електродний матеріал	158
<u>Османова М.П., Тульський Г.Г., Ляшок Л.В.</u> Одержання порошку вольфраму з керованою дисперсністю	159
<u>Кравченко К.М., Тульський Г.Г.</u> Електрохімічна регенерація відпрацьованого сульфатного розчину травлення сталі	160
<u>Самойлов Є.О., Ларін В.І., Шаповалов С.А.</u> Термічні ефекти електрохімічних реакцій	161
<u>Проценко В.С., Богданов Д.А., Бутиріна Т.Є., Боброва Л.С., Данилов Ф.Й.</u> Електроосадження покриттів з електролітів на основі низькотемпературних евтектичних розчинників	162
Авторський покажчик	163

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ХІМІЇ ТА ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної науково-практичної конференції,
присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

7-8 листопада 2019 року

*Матеріали конференції опубліковані в авторській редакції
мовою оригіналу*

Відповідальний за випуск *О. О. Мураєва*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

Підп. до друку 01.11.2019.

Друк на ризографі.

Зам. №

Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 10.

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.