



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ

# "Енергетика і автоматика"

## Електронне наукове фахове видання

### №4 (18), 2013

ISSN: 2223-0858

**Галузь науки:** технічні науки, внесено до переліку електронних наукових фахових видань України (Постанова президії ВАК України від 10.02.2010 р. № 2-05/1)

**Засновник:** Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Головний редактор:** Мельничук Дмитро Олексійович, доктор біологічних наук, академік НАН України та НААН України

**Заступники головного**

**редактора:** Берека О.М., доктор технічних наук; Іванчук В.І.; Козирський В.В., доктор технічних наук; Мельничук М.Д., доктор біологічних наук, академік НААН України

**Члени редколегії:** Василенко В.В., д-р техн. наук; Гай О.В., канд. техн. наук; Горобець В.Г., д-р техн. наук; Драганов Б.Х., д-р техн. наук; Дубровін В.О., д-р техн. наук; Жильцов А.В., д-р техн. наук; Зорін В.В., д-р техн. наук; Іноземцев Г.Б., д-р техн. наук; Каплун В.В., д-р техн. наук; Кондратенко І.П., д-р техн. наук; Котов Б.І., д-р техн. наук; Лисенко В.П., канд. техн. наук; Лут М.Т., канд. техн. наук; Лях В.В.; Межений С.Я., канд. техн. наук; Мішин В.І., д-р техн. наук; Міщенко А.В., канд. техн. наук; Овчаров В.В., д-р техн. наук; Радько І.П., канд. техн. наук; Резцов В.Ф., чл.-кор. НАН України; Решетюк В.М., канд. техн. наук; Савченко П.І., д-р техн. наук; Хоховські А.; Червінський Л.С., д-р техн. наук; Черемісін М.М., канд. техн. наук; Шворов С.А., д-р техн. наук.

**Відповідальний секретар:** Волошин С.М., кандидат технічних наук  
**Відповідальний за випуск:** Усенко С.М.

**Адреса редакції:** Національний університет біоресурсів і природокористування України  
ННІ енергетики і автоматики  
вул. Героїв Оборони, 12, Київ, Україна, 03040  
Тел.: (044) 527-85-80

УДК 626.84:644.65:614.777(075.8)

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗНИХ ПРОЦЕСІВ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ІЗ МІЮЧИМИ ЗАСОБАМИ

*Ф.І. Гончаров, В.М. Штена, кандидати технічних наук*

*А.П. Левчук, аспірант*

*Р.Є. Кот, С.В. Гондарук, студенти*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Проаналізований склад компонентів миючих засобів, які можуть знаходитись у комунально-побутових стічних вод, та їхній вплив на екологічну безпеку водних ресурсів; розроблена методика проведення експериментальних досліджень електролізних процесів водних розчинів із різними видами миючих засобів; експериментально встановлений якісний ефект від електролізного впливу на такі водні розчини; зроблено висновки стосовно ефективності інших методів видалення поверхнево-активних речовин (ПАР) із водних розчинів.*

*Поверхнево-активні речовини, електроліз, густина струму, стічні води, анод, катод, електрохімічна деструкція, біологічна очистка, екологічна безпека.*

Як відомо, миючими засобами називають складні органічні сполуки, що застосовуються в чистому вигляді або з добавками для видалення забруднювачів із предметів домашнього ужитку. Вони також полегшують вибілювання та фарбування тканин, виготовлення емульсій і суспензій при одержанні харчових товарів, барвників, очищення і подрібнення руд та інших природних матеріалів, підвищують антифрикційну здатність мастильних матеріалів тощо.

Основною (активною) частиною миючих засобів є миючі речовини. Узагальнено вони являють собою органічні сполуки, що володіють поверхневою активністю, здатністю утворювати піну і колоїдні розчини у воді.

Завдяки поверхневій активності вони знижують поверхневий натяг води, збільшуючи тим самим її змочуючу здатність.

При цьому існують різні функціональні добавки до миючих речовин, у тому числі: активатори розкладання хімічного відбілювача, гідротропи – речовини, що поліпшують розчинність компонентів, комплексоноутворювачі – речовини, що зв'язують солі заліза тощо.

Отже, миючі засоби, які надходять у продаж, різні за властивостями, призначенню, можуть бути порошкоподібними, рідкими, у виді паст.

Потрапляючи ж у стічні води, після виконання своїх функціональних задач – миття, вони переходять із корисних продуктів хімічної промисловості у забруднювачі навколишнього природного середовища, негативно впливаючи на поверхневий натяг води, біологічну потребу кисню тощо [1].

Загально відомо, що 90% пральних та миючих засобів, якими користуються, виготовлено на основі фосфатів, хлору, цеолітів, аніонних ПАВ (поверхнево-активних речовин), продуктів нафтопереробки тощо.

Для вирішення цієї глобальної світової проблеми ще в 70-і роки під егідою ООН був заключений міжнародний договір про захист Світового океану і прісноводних ресурсів. Він визначає основні напрями діяльності для зменшення забруднення. А першим з них є – зменшення і повне припинення забруднення водних ресурсів біогенними речовинами, особливо фосфором [2]. Проте, досліді проведені в деяких країнах, показали, що фосфатні добрива – це малорухливі з'єднання і в ґрунті вони знаходяться до 5-8 років. Доля забруднення водойм мінеральними фосфатними добривами складає від 10 до 30 процентів від всього поступлення фосфору [3]. Більше ніж 60% фосфатів поступає в водойми із-за використання фосфатних пральних порошоків.

**Мета досліджень** – експериментально встановити вплив електролітичних процесів на миючі засоби у водних розчинах.

**Методика досліджень.** Дослідження ефективності сучасних методів при очистці води від забруднювачів у вигляді миючих речовин проводились із застосування одного із найдієвіших методів зміни властивостей водних

розчинів із переведення розчинних форм у нерозчинні (їх подальшою седиментацією або флотацією) – електрохімічного [4, 5].

Як блок живлення застосували типовий блок УХЛ – 4 (напруга – 5 В, сила струму – 5 А). Конструкція електролізера – діафрагмовий із об'ємом катодної і анодної зон по 800 мілілітрів (рис. 1). Час електролізу – 15 хвилин. Матеріал анода – ОРТА (оксид рутеній титанові аноди), катода – нержавіюча сталь. Площа електродів рівна та становить (одного із них) – 0,175 дм<sup>2</sup>. Густина анодного струму – 28,6 А/дм<sup>2</sup> (2860 А/м<sup>2</sup>).

У якості забруднювачів використали: мило, пральний порошок, засіб для миття посуду, засіб для миття туалетних раковин, комунально-побутові стічні води. Концентрації всіх забруднювачів становили – 0,2 мг/л. Склад комунально-побутових стічних вод не встановлювався, оскільки завдання повної їх очистки не ставилось.



**Рис. 1.** Зовнішній вигляд електролізної установки дослідження впливу миючих речовин на ефективність електролізної деструкції забруднювачів води

**Результати досліджень.** У результаті електролізного опрацювання всіх зазначених водних розчинів (рис. 2) протягом досить тривалого терміну (15 хвилин) при значних великих густинах струму (2860 А/м<sup>2</sup>) повній деструкції піддався лише пральний порошок. Решта забруднювачів (мило, засіб для миття посуду та засіб для миття туалетних раковин) і комунально-побутові стічні

води піддались електрохімічній деструкції лише частково, що було встановлено після відстоювання зразків протягом 2 годин – між прошарками, що флотували та осіли залишився однорідний кольоровий прошарок (середина стакану), який не змінив свого забарвлення та однорідності і після дводобового відстоювання. Повна стратифікації водних розчинів відбувалась або протягом кількох діб – у тому числі під дією окислювальної здатності атмосферного повітря (рис. 3).

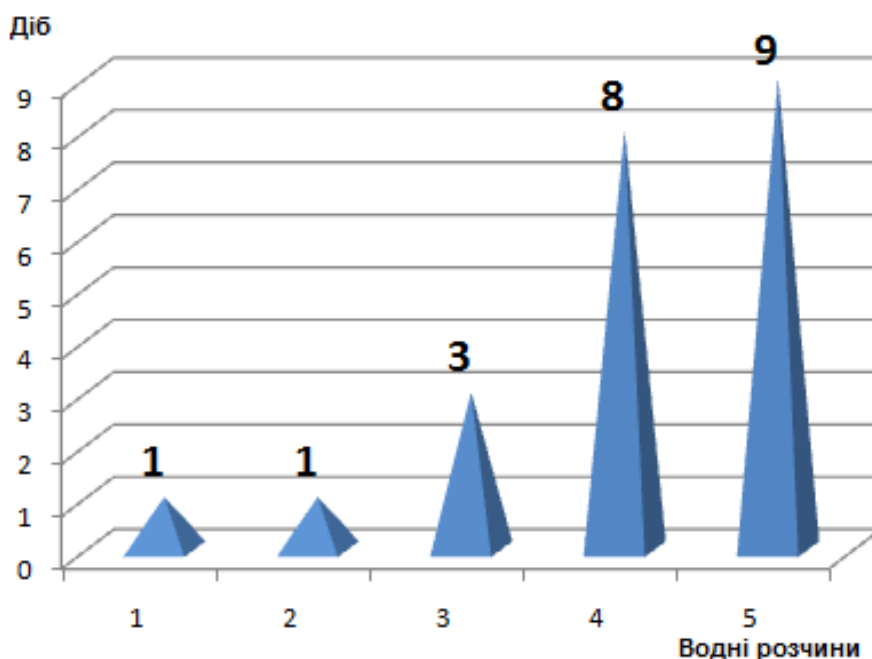


**Рис. 2.** Результати електрохімічної деструкції забруднювачів у водних розчинах

Перерахувавши енергозатрати такого впливу на воду, встановили, що вартість опрацювання  $1 \text{ м}^3$  з такою інтенсивністю та неповним видаленням забруднювачів (окрім прального порошку) становила б 31,25 кВт або у грошовому еквіваленті:  $31,25 \text{ кВт} * 0,24 \text{ грн.} = 7,5 \text{ грн.}$  (при чому вартість 1 кВт вказана мінімальною – при споживанні електроенергії менше 150 кВт/місяць).

У той же час виробники сучасного обладнання для очистки стічних вод комунально-побутових об'єктів декларують вартість очистки  $1 \text{ м}^3$  (як мінімум до норм скидання у каналізаційні мережі) на рівні 2,00-3,00 грн. Прямим же аналогом наявності таким концентрацій миючих речовин, як при дослідах (див. рис. 2), є стічні води котеджів, де працюють пральні машини, посудомийки тощо. Відповідно, виникають питання щодо ефективності та об'єктивності даних щодо роботи сучасних систем водоочищення, особливо на основі біологічних методів – не зрозуміло, яким чином здійснюється видалення стабілізуючих складових миючих засобів, для видалення яких класично

рекомендують (наприклад, із праць академіка Л.А. Кульського) такі енерго- та ресурсозатратні заходи як: іонний обмін, електродіаліз, дистиляція [6].



**Рис. 3.** Час повної стратифікації водних розчинів після проведення електролізу: 1 – мило (фактично 7 годин), 2 – пральний порошок (фактично 2 години), 3 – комунально-побутові стоки, 4 – засіб для миття посуду, 5 – засіб для миття туалетних раковин

### Висновки

1. Обов'язковою є розробка систем очистки води із інтенсифікацією впливу на стабілізуючі складові миючих засобів, оскільки сучасні методи та засоби водоочищення, очевидно, або не здатні надійно та ефективно їх видаляти при наявних концентраціях або є надто затратними: реагенти, електроенергія тощо.

2. Необхідною умовою розробки ефективних систем водоочищення є систематичне корегування способів та інтенсивності впливу (دوزи реагентів, густина струму тощо) на забруднювачі, оскільки хімічна та біологічні промисловості постійно змінюють складові інгредієнтів забруднювачів води, їхню стійкість до зовнішнього впливу (наприклад, до хімічного окислення).

### Список літератури

1. Гончаров Ф.І. Проблеми використання забруднених небезпечними речовинами вод для зрошування / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України, 2010-01 (17), <http://nd.nauu.edu.ua/2010-1/10gfipds.pdf>.
2. Запольський А.К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод / А.К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
3. Фрог Б.Н. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Шевченко. – М.: Издательство МГУ, 1996. – 680 с.
4. Гончаров Ф.І. Енерго- та ресурсозберігаюча схема системи водопо-стачання населених пунктів / Ф.І. Гончаров, В.М. Штепа // Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. – Луцьк: ЛНТУ. – 2009. – С. 49-54.
5. Яковлев С.В. Технология электрохимической очистки воды / С.В. Яковлев, И.Г. Краснободько, В.М. Рогов. – Л.: Стройиздат, 1987. – 154 с.
6. Кульский Л.А. Очистка воды электрокоагуляцией / Л.А. Кульский. – К.: Будівельник, 1978 – 112 с.

*Проанализирован состав компонентов моющих средств, которые могут находиться в коммунально-бытовых сточных вод, и их влияние на экологическую безопасность водных ресурсов; разработана методика проведения экспериментальных исследований электролизных процессов водных растворов с различными видами моющих средств; экспериментально установлен качественный эффект от электролизного влияния на такие водные растворы; сделаны выводы относительно эффективности других методов удаления поверхностно-активных веществ (ПАВ) с водных растворов.*

***Поверхностно-активные вещества, электролиз, плотность тока, сточные воды, анод, катод, электрохимическая деструкция, биологическая очистка, экологическая безопасность.***

*Analyzed the components of detergents, which may be in municipal wastewater and their impact on the environmental safety of water resources, the method of experimental studies of processes of electrolysis of aqueous solutions of various types of detergents, high-quality experimentally determined the effect of electrolysis exposure to such water solutions, conclusions on the effectiveness of other methods of removing surface-active agents (surfactants) from aqueous solutions.*

***Surfactants, electrolysis, current density, waste water, anode, cathode, electrochemical destruction, biological treatment, environmental security.***



## ЗМІСТ

---

<b><i>T. Morosuk., G. Tsatsaronis</i></b> EXERGOENVIRONMENTAL ANALYSIS IS A NEW TOOL FOR EVALUATION OF AN ENERGY CONVERSION SYSTEM	3
<b><i>Ф.І. Гончаров, В.М. Штена, А.П. Левчук, Р.Є. Кот, С.В. Гондарук</i></b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОЛІЗНИХ ПРОЦЕСІВ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ІЗ МІЮЧИМИ ЗАСОБАМИ	15
<b><i>Б.Х. Драганов</i></b> ДИНАМИКА ДИФФУЗИИ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРЕ	22
<b><i>Б.Х. Драганов, В.В. Козырский</i></b> СТАТЕСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ	30
<b><i>В.В. Коробський, С.О. Лапшин</i></b> ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПЕРЕХІДНОГО ОПОРУ І КОРОЗІЙНОЇ ТРИВКОСТІ ЗРАЗКІВ КОНТАКТНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ВПЛИВОМ ХІМІЧНО АКТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ АТМОСФЕРИ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	38
<b><i>В.О. Лазоренко</i></b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ РАДІАТОРІВ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ	46
<b><i>В.О. Лазоренко</i></b> ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦЬ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛОВИХ ТРУБ	54
<b><i>А.О. Омельчук, А.М. Скрипник, Б.П. Савченко</i></b> ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ДЖЕРЕЛ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ	61
<b><i>О.О. Опришко, І.С. Зубков</i></b> ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПАСИВНОГО ОБІГРІВУ БУДІВЕЛЬ ВЗИМКУ	74
<b><i>В.В. Осипенко, О.С. Булгакова, В.В. Зосімов</i></b> АРХІТЕКТУРА Й КОНЦЕПТУАЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ INSART ДЛЯ ІНДУКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СИСТЕМНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	80
<b><i>Д.О. Стеценко, Я.В. Смітюх</i></b> КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ БРАГОРЕКТИФІКАЦІЙНОЮ УСТАНОВКОЮ	91
<b><i>І.В. Феофілов</i></b> АНАЛІЗ КОГЕНЕРАЦІЙНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ЗА ВІДСУТНОСТІ ЗВ'ЯЗКУ З ЄДИНОЮ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖЕЮ	99
<b><i>Є.О. Шквар, Д.М. Зінченко, В.В. Зілінка, М.А. Саченко, В.В. Кравченко, С.О. Шевченко</i></b> МЕТОДИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	112