

Міністерство освіти і науки України

Одеська національна академія харчових технологій



# **ВОДА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Збірник тез доповідей

**XII Всеукраїнської науково-практичної  
конференції**

Одеса, 2021

УДК 628.1:664

**ХІІ Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості»:** Збірник тез доповідей ХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. 25 – 26 березня 2021 р., Одеса, ОНАХТ. - Одеса: ОНАХТ, 2021. – 186 с.

У збірнику матеріалів конференції наведені матеріали наукових досліджень у сфері використання води на підприємствах галузі, оцінки її якості та можливого впливу на організм людини.

Матеріали призначені для наукових, інженерно-технічних робітників, аспірантів, студентів, спеціалістів цехів та заводів, які працюють в харчовій промисловості та водних господарствах.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.

Рекомендовано до видавництва Вченою радою Одеської національної академії харчових технологій від 06.04.21 р., протокол № 13.

*За достовірність інформації відповідає автор публікації.*

Під загальною редакцією Академіка НАН України Єгорова Б. В.

© Одеська національна академія харчових технологій, 2021

## **Щирі вітання учасникам науково-практичної конференції «Вода в харчовій промисловості»!**

*Вже дванадцяту науково-практичну конференцію «Вода в харчовій промисловості» проводить наша Одеська національна академія харчових технологій. Проводить саме у дні, коли весь світ звертає особливу увагу на проблеми цього найціннішого багатства нашої планети – ВОДИ, у дні, коли весь світ відзначає День водних ресурсів, День Води.*

*«Карантинний формат» проведення конференції вже другий рік поспіль не може завадити обміну інформацією, обміну напрацюваннями і думками як знаних фахівців цієї галузі, так і початківців, що роблять лише перші кроки у пізнанні води. У пізнанні, в якого не має початку, і не може бути кінця – вода безкінечна і безцінна просто тому, що життя без неї неможливо, а заміни воді не існує.*

*Про це говорять і учасники нашої конференції, і учасники з усіх країн світу, які приймають участь у заходах, що їх проводять підрозділи Організації Об'єднаних Націй до Всесвітнього Дня Води, девізом якого у 2021 році є «VALUING WATER» - «ЦІННІСТЬ ВОДИ». До речі, участь нашої Академії у таких заходах відзначена спеціальним Сертифікатом UN WATER.*

*«Цінність води у всіх її проявах має бути у центрі уваги управлінців водними ресурсами. Тому, що не розглядаючи воду у всіх її проявах і використаннях, не можливо якісно управляти водними ресурсами – такий підхід є проявом політичної недбалості та неякісного управління. І зводити цінність води до ціни на воду безвідповідально і безглуздо» - саме так розпочинається Всесвітня доповідь ООН про стан водних ресурсів. Адже ризики недооцінки води у минулі роки – як природної, соціальної і економічної цінності – занадто великі, щоб їх не помічати.*

*І це має привернути особливу увагу до етики води, яку слід вважати надважливою умовою виживання людства. Весь минулий досвід управління дозволяє вважати основними «інструментами» етики води (1) ОСВІТУ і відповідне виховання у повазі до води, до важливості її збереження, раціонального управління і використання, (2) НАУКУ і вбудованість наукового пізнання у діяльність по створенню та просуванню нових технологій та (3) КУЛЬТУРУ як свідоме розуміння унікальності води у збереженні, виживанні та забезпеченні майбутнього людства, в охороні довкілля та його біорізноманіття, у відповідальності за потреби ноосфери.*

*Наша конференція також, ми впевнені, має сприяти втіленню цих інструментів, адже вона дає можливість обміну досвідом та ідеями, справді відкриває цікаві шляхи задля рішення такої важливої та актуальної проблеми як пошук оптимальних шляхів забезпечення населення якісною водою, якісними продуктами харчування, приготовленими лише на якісній воді, та якісними перспективами створення продовольчої безпеки країни в цілому. Роботи учасників конференції досить різні – є результати глибоких наукових досліджень і роздумів, є огляди сучасних джерел інформації, є цікаві пропозиції та судження, є перші «проби пера» студентів, що прагнуть вирішувати складні задачі харчової і водної галузей.*

*Ми щиро вдячні нашим колегам із ЗВО України, що прийняли участь у роботі нашої вже дванадцятої конференції «Вода в харчовій промисловості» і долучаються, ми впевнені, до підготовки кваліфікованих фахівців з водопідготовки, які будуть лідерами у вирішенні болючих «водних» питань вже сьогодні і в перспективі.*

*Бажаю плідної роботи, генерації нових ідей та пошуку шляхів їх рішення усім учасникам нашої вимушено заочної конференції «Вода в харчовій промисловості»!*

Заступник голови оргкомітету,  
проректор з наукової роботи ОНАХТ  
к. т. н., доцент

Н. М. Поварова



2021 Valuing water

# CERTIFICATE

[www.worldwaterday.org](http://www.worldwaterday.org)

This is to certify that **Odessa National Academy of Food Technologies** participated  
in the **World Water Day 2021** campaign: **Valuing water.**

World Water Day 2021 is about what water means to people. By recording the different ways water benefits our lives, we can value water properly and safeguard it effectively for everyone.

World Water Day is celebrated on 22 March every year, inspiring action to achieve Sustainable Development Goal 6: water and sanitation for all by 2030.

World Water Day 2021 is coordinated by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Aqueduct, Public Services International, the Government of the Netherlands, the International Fund for Agricultural Development (IFAD), the International Labour Organization (ILO), the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights (OHCHR), the United Nations Children's Fund (UNICEF), the United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), United Nations Habitat (UN-Habitat), the World Health Organization (WHO), the CED Water Mandate, Sanitation and Water for All (SWA), Global Water Partnership (GWP), International Water Management Institute (IWMI), Water.org and Women for Water Partnership (WWP) on behalf of UN-Water.



## ЦІННІСТЬ ВОДИ

Атанасова В. В., к. т. н., доцент, Мирончук І. О., магістр

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Всесвітня організація охорони здоров'я при визначенні якості життя поставила «фактор води» на перше місце, підкресливши, що проблема забезпечення населення питною водою на сьогоднішній день є найважливішою у світі. Однією з важливих невирішених соціальних проблем у світі є проблема низької якості питної води та її дефіциту. За прогнозами, до 2025 року дві третини населення планети будуть жити в умовах постійного дефіциту питної води. За даними ЮНЕСКО найчистіша вода знаходиться у Фінляндії. Україна у рейтингу якості питної води із 122 країн займає 95 місце. Це свідчить, що в Україні проблеми водних ресурсів стоять особливо гостро.

Крім побутових потреб, вода є одним з найважливіших сировинних ресурсів для більшості галузей промисловості, у тому числі - одним із основних компонентів харчових продуктів. Для виробництва добової норми харчових продуктів для однієї людини потрібно не менше 3 м<sup>3</sup> води.

З кожним роком спостерігається наростаюча тенденція нових підходів до зниження використання водних ресурсів на виробництвах різних масштабів, деякі з них навіть пропонують споживачам актуальні поради щодо зменшення споживання води у повсякденному житті.

Проблеми екології та ресурсозбереження стають все більш актуальними. Всеукраїнська екологічна ліга (ВЕЛ) занепокоєна проблемою стрімкого накопичення харчових відходів в Україні. Тенденції розвитку господарства у світі зумовили умовний поділ населення на дві категорії: одні живуть в умовах перевиробництва, інші відчують гостру нестачу продовольства. Щорічно третина вироблених у світі продуктів, а це близько 1,3 млрд т, втрачається чи перетворюється на відходи. Глобальні кількісні втрати харчових продуктів і відходи з них на рік становлять приблизно 30 % для зернових, 40–50 % для коренеплодів, фруктів та овочів, 20 % для олійного насіння, м'яса та молочних продуктів та 35 % для риби. Низька культура споживання не лише зумовлює надмірні обсяги накопичення харчових відходів, а й справляє чималий вплив на довкілля, фінансові показники держав та етичні норми. Україна не є винятком.

Відсутність ефективних заходів, спрямованих на запобігання утворенню, переробці та утилізації харчових відходів і втрат гальмує розвиток національної економіки, суперечить принципам сталого розвитку[1].

Сектор HoReCa є одним з потужних продуцентів харчових відходів. Більшість ресторанів, готелів, кафе і підприємств харчової промисловості мають тенденцію до надмірної підготовки/виробництва продуктів, оскільки це вигідніше з економічної точки зору та позитивно впливає на рівень обслуговування: страви наявні у великій кількості і відсутні затримки з приготуванням. Деякі менеджери сектору вважають, що виробництво їжі великими партіями мінімізує витрати, але насправді це призводить до збільшення кількості відходів у порівнянні з приготуванням на замовлення або виготовленням малих партій. Надмірні обсяги торгівлі харчовими товарами та продуктами в роздрібних центрах, на гуртовнях та у супермаркетах часто призводять до втрати продуктів, оскільки увага споживача розсіюється на величезному асортименті і значна частина товарів не продається. Щороку пересічний українець викидає на смітник близько 250 кг побутових відходів, половина з яких є харчовими.

На основі зібраних даних встановлено, що однією з причин, які заважають споживачам зменшувати кількість харчових відходів, є відсутність локальних станцій з їх переробки

чи утилізації. Крім того, значна частина населення не володіє достатніми знаннями у сфері поводження з відходами. Саме тому так важливо і необхідно включити освітній компонент у систему просвітницької діяльності.

Внаслідок сукупного впливу таких чинників як демографічне зростання, соціально-економічний розвиток і кліматичні зміни загальносвітове використання водних ресурсів в середньому зростає приблизно на 1 % у рік. Очікується, що глобальна потреба у водних ресурсах буде і надалі збільшуватися приблизно такими ж темпами аж до 2050 року, що призведе до підвищення рівня водоспоживання на 20-30 %.

Відповідно до доповіді Організації Об'єднаних Націй щодо стану водних ресурсів у 2019 році, у світі три людини з десяти позбавлені доступу до якісної питної води. Найбільше, звичайно, потерпають від нестачі води країни Африки, Азії та Латинської Америки. Проте багато громадян у Західній і Центральній Європі також страждають від обмеженого доступу до водних ресурсів.

Зокрема, у звіті про стан водопостачання Комітету з питань державного бюджету Великобританії (Public Accounts Committee) зазначається, що у деяких частинах країни впродовж найближчих 20 років може виникнути ризик значного погіршення ситуації з водопостачанням. Так, безпрецедентна суха та сонячна погода, у поєднанні із пандемією Covid-19, призвели до рекордного попиту на воду у країні.

Загалом, за оцінками експертів, Україна належить до найменш забезпечених водними ресурсами держав у Європі. Проте зі створенням Дніпровських та Дністровського водосховищ було розв'язано ряд проблем, як от забезпечення водою населення, промисловості й сільського господарства, збільшення обсягу водоспоживання та більш рівномірного його розподілу протягом року.

Вода є центральним елементом сфери HoReCa, так як гості будуть куштувати воду з кожним ковтком і кожним прийомом їжі у закладі. Кава і чай розкривають свій аромат тільки з правильною водою, а пар в пароконвектоматі з підготовленої води робить хлібобулочні вироби хрусткими, ароматними і смачними. Свіжий хліб довше залишається повітряним, овочі зберігають свої вітаміни і вигляд при готуванні, м'ясні страви зберігають смак і аромат приготованого м'яса.

Динамічно зростаючий ринок в Україні і бізнес HoReCa - готелі, кафе і ресторани, фудкорти - потребують чистої і оптимізованої води для своєї діяльності.

Отже, на підставі розглянутого теоретично матеріалу можна зробити висновки:

1. Вода є центральним елементом сфери HoReCa, але, разом с тим, знаходиться у «лідерах» сегментів, які негативно впливають на водні ресурси.
2. Утилізація відходів виробництва, поряд з комплексним використанням сировини, є найважливішими напрямками зниження матеріалосності.
3. З кожним роком спостерігається зростаюча потреба у розробці нових альтернативних шляхів переробки сировини з метою зниження використання води у виробництві продуктів харчування.

### Джерела інформації

1. Коваленко, О. О., Коханська, А. В. Актуальні питання розробки технології біосорбенту з відходів кавових виробництв для очищення води. 2020.
2. Сяська, О. В. Розумне споживання природних ресурсів: Як уникнути екологічної катастрофи. Сучасні тренди поведінки споживачів товарів і послуг, 2020, 2020: 130 – 132.
3. Амосов, О. Ю., Гавкалова, Н. Л. Проблема ресурсозбереження в Україні та шляхи її вирішення. Теорія та практика державного управління, 2011, 3: 3 – 7.

## **ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ НА МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД**

<sup>1</sup>Бабов К. Д., д. мед. н., професор, <sup>1</sup>Кисилевська А. Ю., к. т. н., ст. науковий співробітник, <sup>1</sup>Безверхнюк Т. М., д. н. держ. упр., професор, <sup>1</sup>Цуркан О. І., к. г. н., ст. науковий співробітник, <sup>2</sup>Зайцева Л. С., <sup>1</sup>Кюєва Х. О., <sup>1</sup>Арабаджи М. В., к. х. н.

<sup>1</sup>Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

<sup>2</sup>Товариство з обмеженою відповідальністю «Одеський завод мінеральної води «Куяльник», м. Одеса

Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та ЄС Україна поступово впроваджує європейські та розробляє національні стандарти. Програма діяльності Кабінету Міністрів України (Постанова від 09.12.2014 р. № 695) спонукала до скорішого впровадження європейських та розробки національних стандартів, оскільки 01.01.2019 р. спливає перехідний період, коли ГОСТи, розроблені до 1992 р., мали бути скасовані.

Виробничі лабораторії заводів з промислового фасування мінеральних вод (МВ), випробувальні та інші вимірювальні лабораторії багато років у якості методів контролювання використовували ряд методик виконання вимірювань (МВВ), затверджені ГОСТ, зокрема, серії 23268 та 26449. Вони були простими, маловитратними та перевіреними роками щодо їх точності. Однак, метрологічні характеристики, які застосовувались в цих МВВ, не відповідають чинним вимогам. Отже, замість ГОСТ на МВВ, за відсутності міжнародних стандартів ДСТУ ISO, доцільно розробити національні стандарти ДСТУ на відповідні МВВ з урахуванням специфіки МВ.

Впродовж 2019-2021 рр. лабораторії щодо аналізування безпечності та якості МВ та їх випробувань використовували деякі МВВ на питні води, затверджені ГОСТ, оскільки їх дію відновили з 01.01.2019 р. з огляду на те, що ці ГОСТ згадуються у нормативно-правових актах і їх дотримання обов'язкове. Однак, не всі вони пристосовані щодо МВ та будуть скасовані з 01.01.2022 р. Отже лабораторії залишаться без МВВ, якими можна працювати, оскільки ряд МВВ, затверджені ДСТУ ISO, неможливо реалізувати через недоступність виконання та нерентабельність. Слід також згадати, що якщо випробувальні лабораторії, акредитовані за ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій», можуть користуватись будь-якими валідованими методиками, то більше постраждають виробничі лабораторії, атестовані за ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання» через те, що цей стандарт не передбачає застосування нестандартизованих методик.

Отже назріла нагальна потреба у розробці національних стандартів на МВВ щодо правил приймання та методів відбору проб; визначення органолептичних показників та об'єму води в пляшках, іонів заліза, азотвмісних речовин, сульфатів, діоксиду вуглецю. Окремої уваги та затвердження ДСТУ потребують методи польового хімічного аналізу.

Технічний комітет стандартизації Мінекономіки України № 124 «Природні та преформовані лікувальні ресурси», який діє при Державній установі «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України», відповідно до ДСТУ 1.8:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення програми робіт з національної програми стандартизації» направив до Національного органу стандартизації України пропозиції щодо розробки національних стандартів на МВВ для включення їх до Програми стандартизації на 2021 рік. Наразі ТК 124 працює над розробкою проектів цих стандартів.

## МІКРОБІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ СОРБЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ

Безусов А. Т., д. т. н., професор, Доценко Н. В., к. т. н., доцент,  
Нікітчина Т. І., к. т. н., доцент, Афанасьєва Т. М., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Одним з джерел забруднення водойм, що призводять до погіршення якості води та порушення умов життєдіяльності риби та інших гідробіонтів, є стічні води підприємств, які містять розбавлені розчини важких металів. Концентрації таких речовин та їх склад дуже відрізняється в залежності від виду та спеціалізації виробництва, технологій та обладнання.

Традиційно в стічних водах підприємств машинобудівної, металургійної та хімічної промисловості концентрація токсичних речовин значно вища у порівнянні з іншими виробництвами. Так, серед забруднюючих речовин можуть бути органічні сполуки, спирти, кислоти, поверхнево-активні речовини, нафтопродукти та іони металів: Cr (VI), Fe (III), Zn (II), Cu (II), Ni (II), Al (III).

Важкі метали в природних водах знаходяться у розчиненому чи адсорбованому стані. Потрапляючи у воду в іонній формі, вони накопичуються в осадах у вигляді гідроксидів, карбонатів, сульфідів або фосфатів. Вміст різних металів у водоймах варіює у широких межах. Найвищі концентрації важких металів виявляють у верхніх шарах води.

Враховуючи показник токсичності важкі метали розташовуються у наступній послідовності: ртуть, срібло, мідь, кадмій, цинк, свинець, хром, нікель, кобальт. Але цей порядок може змінюватися у залежності від виду організму і від того, чи присутні ці елементи в розчині у вигляді вільних іонів, недисоційованих солей, чи входять до складу органічних чи неорганічних комплексних сполук. Недисоційовані солі та іони, що утворюють комплекси, зазвичай менш токсичні, ніж вільні іони в тих же концентраціях. При оцінці впливу металу на організми гідробіонтів і людини важливо враховувати також їх валентність (зокрема, 6-валентний хром більш токсичний, ніж 3-валентний тощо) [1, 2].

У даний час ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості питної води» передбачає такі гранично-допустимі концентрації металів (мг/л): сульфати – до 500; свинець  $\leq 0,01$ ; стронцій  $\leq 7,0$ ; залізо  $\leq 0,2$  (до 1,0); марганець  $\leq 0,5$ ; мідь  $\leq 1,0$ ; цинк  $\leq 1,0$ ; алюміній  $\leq$  до 0,5; молібден  $\leq 0,07$ ; селен  $\leq 0,01$ ; фториди  $\leq 0,7$  (до 1,5); хром  $\leq 0,05$  [3].

Багато металів відіграють надзвичайну важливу роль в самих різноманітних біологічних процесах. Наприклад, іони калію, магнію, марганцю, заліза, кобальту, міді, молібдену і цинку входять до складу ферментів, що каталізують такі реакції як перенесення груп, окислювально-відновлювальні або гідролітичні процеси. Слід зауважити, що в цих процесах беруть участь не тільки металомістки ферменти, але і інші білкові системи, які здійснюють накопичення і контроль за концентрацією іонів металів в організмі, а також транспортують їх у відповідну ділянку клітини для включення в потрібну ферментну систему або іншу систему організації клітини.

Всі метали можна умовно розділити на 2 групи: необхідні (в певних концентраціях) та шкідливі для організму. Для клітини необхідні всі перелічені вище метали, вони називаються "елементами життя", але коли їх концентрація перевищує рекомендовані значення, або в організм потрапляють шкідливі для здоров'я людини елементи, так звані «важкі метали», то це може викликати різні серйозні захворювання.

Наприклад, кадмій (важкий метал) пригнічує гідролітичні та окисні ферменти, відкладається у нирках, щитовидній залозі, затримується в клітинах мозку, легень і

негативно впливає на їх нормальну діяльність. Отруєння кадмієм відбуваються при потраплянні його в шлунок або, при інгаляції, в дихальні шляхи. Близько 50 % адсорбованого кадмію накопичується в печінці та нирках. В еритроцитах і м'яких тканинах кадмій зв'язується з макроглобуліном та альбуміном, після чого швидко перерозподіляється, головним чином у печінці і нирках. Там він накопичується у вигляді комплексу з металотіонеїном. У вільному стані кадмій токсичний. Кадмій зв'язується з сульфгідрильними групами білків та веде до їх денатурації і до інактивації ферментів [1].

Якщо не виводити із стічних вод підприємств важкі метали, то наші водойми можуть перетворитись у рідкі концентрати токсичних речовин. Тому надзвичайно актуальним є пошук ефективних захисних реагентів та адсорбентів, які б давали можливість вилучати токсичні іони зі стічних вод.

У даний час широко застосовують очищення стоків від важких металів хімічними, фізичними та електрохімічними способами. Альтернативою цих способів є біологічний метод очищення води. Такий метод економічно дешевший, потребує менше спеціального обладнання та забезпечує високий ступінь очищення стічних вод.

Перспективними є мікробіологічні методи сорбції та осадження іонів металів. Для вилучення металів з розчинів можуть бути використані представники різних таксономічних груп. Так, клітини *Thiobacillus ferrooxidans* вилучають з розчину іони Cd (II), Co (II), Cu (II), Cr (VI), Fe (III), Ni (II), Ag<sup>+</sup>, Au (III); ціанобактерії - Cd (II), Au (III); клітини хлорели – Cd (II), Ni (II), Co (II), Zn (II), Sr (II), Mo (II); дріжджі *Candida lipolytica*, *Candida utilis*, *Rhodotorula mucilaginosa* – Cd (II), Co (II), Cu (II), Ni (II), Zn (II); міцеліальні гриби роду *Aspergillus* – Co (II), Ra (II) [4].

Мікроорганізми по різному реагують на важкі метали, деякі з них здатні активно транспортувати важкі метали у середину клітини. У деяких резистентних штамів мікроорганізмів виникає більша толерантність (здатність до накопичення високих концентрацій) до важких металів. Ця здатність визначається утворенням білкових ферментативних систем в клітині, що обумовлено генетичними змінами, пов'язаними з хромосомами і позахромосомними елементами генетичного апарату – плазмідами і транспортними зонами. Плазміди клітин мікроорганізмів несуть гени, які визначають резистентність до різних важких металів [1].

Іноді стійкість обумовлена специфічним зв'язуванням металу залишками цистеїну в молекулі металотіонінів, синтез яких можна індукувати важкими металами або стресовими факторами. Металотіоніни – це низькомолекулярні білки, які специфічно зв'язують важкі метали в живих організмах, що кодуються генами та ідентифіковані в клітинах ціанобактерій і грибів.

Деякі іони металів іммобілізуються клітинною оболонкою або зв'язуються шаром слизу, що покриває її. Іони Cd (II) активно транспортуються в деякі штами бактерій транспортною системою для марганцю. Отримуючи плазмиду резистентності клітина блокує таке високоафінне поглинання токсичних іонів через ці енергозалежні транспортні канали.

У штамів дріжджів *Saccharomyces cerevisia* виявлена резистентність до іонів міді, яка обумовлена закодованими в хромосомах зонами металотіонінов, що, зв'язуючи метал, перешкоджають його токсичній дії [5]

Адсорбція позитивно зв'язаних металів на поверхні клітин, як вважають, пов'язана з присутністю негативно заряджених груп аніонів COO<sup>-</sup>, HS<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>. Адсорбція відбувається швидко, зворотно та не залежить від температури і енергетичного метаболізму.

При способі очищення стічних вод від металів - іонів міді (II), срібла, хрому (III), що були присутні в концентраціях 3-60 мг/л, 40-195 мг/л і 10 мг/л відповідно, в стічну воду вводили 3-60 мг/л фільтр-картону з сорбованим штамом дріжджів *Sac. carlsbergensis*. Паралельно ставили контрольний дослід з «чистим картоном», що не використовувався у виробництві.

Із відходів виробництва пивоварної промисловості, при використанні фільтр-картону з сорбованим штамом дріжджів *Saccharomyces bergensis*, адсорбуються метали зі ступенем очищення від іонів міді за 3-4 години на 99,8-100 %, срібла за 2-4 години контакту на 99-100 %, іонів хрому за 94 години контакту на 95 %. Тобто, при використанні фільтр-картону з сорбованим штамом дріжджів *Saccharomyces bergensis* із відходів виробництва пивоварної промисловості іони металів адсорбувались значно швидше і повніше, ніж при використанні «чистого» картону [6].

Біосорбенти – живі і мертві клітини мікроорганізмів, їх компоненти і позаклітинні метаболіти, які можуть бути застосовані різними способами.

Так, розроблено біосорбент, який отримали при обробці сечовиноформальдегідним полікондесатом біомаси *Penicillium chrisogenum*. Його виготовляють у вигляді зерен розміром 0,3-0,8 мм і використовують для вилучення урану; ємність сорбенту становить 5 мг в перерахунку на 1 г біомаси. У США розроблений бактеріальний сорбент АМТ-біоклей для вилучення важких металів, включаючи Au, Pt, Ag. У Японії розроблено біосорбенти ЯХ-1 і ЯХ-2 на основі хітину і хітозану [7].

Встановлено, що багато мікроорганізмів накопичують із стічних вод структурні метали (залізо, магній, цинк, мідь, молібден), які входять до складу ферментів. Так, при концентраціях іонів калію 0,0001 М в розчині в бактеріальній клітині знаходиться 0,2 М калію.

Мікроорганізми здатні концентрувати метали різними шляхами:

- позаклітинне накопичення металів здійснюється зв'язуванням або осадженням їх на поверхні клітинних стінок;
- внутрішньоклітинне накопичення необхідних для метаболізму металів (K, Fe, Mn, Mo, Cu, Ni);
- внутрішньоклітинне накопичення металів, що не приймають участі в метаболізмі (Co, Ni, Cu, Cd, Ag).

Поглинання деяких металів дріжджами і бактеріями проходить за рахунок поверхневого зв'язування. Зв'язані з поверхнею клітин метали легко видаляються розбавленими кислотами.

Досліджували поглинання кадмію дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* (рис.1). При концентрації іонів кадмію 120 мг/л в перерахунку на 1 г сухої біомаси дріжджів зв'язується 8 мг кадмію за температури 20 °С.

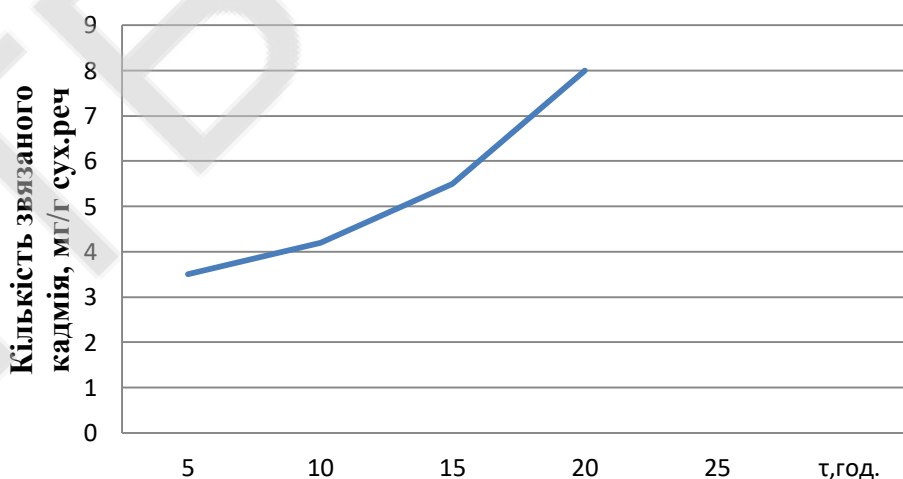


Рис. 1. Поглинання кадмію дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*.

Наступний етап передбачає створення біофільтру з живими мікроорганізмами, іммобілізованими на певному носії.

Для очищення стічних вод перспективним є використання біологічних процесів [6, 7]. Такі системи для очищення представляють собою відстійники або проточні озера, в яких ростуть мікроорганізми і водорості. Ці організми накопичують розчинні метали і їх частки, які переводять у нерозчинні метали.

### Джерела інформації

1. Безбородов А. М. Биотехнология продуктов микробного синтеза. - М.: Агропромиздат, 1991.- 190с.
2. Илялетидинов А. Н., Алиева Р. М. Микробиология и биотехнология очистки промышленных сточных вод.- А-Ата: Гылым, 1990. – 250с.
3. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
4. Бабюк А. В., Щотка О. О. Вплив хімічних забруднювачів навколишнього середовища на стан здоров'я населення // Гигиена и эпидемиология – 2009. - С. 144-165.
5. Lesuisse E., Raguzzi F., Crichton R.R. Iron uptake by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*: Involvement of a reduction step // J.Gen.Microbiol. 1987. Vol.183. P.3229-3236.
6. Глоба Л. И. и др. Очистка природной воды гидробионтами, закрепленными на волокнистых насадках // Химия и технология воды. - 1992 - т.14, № 1, - С.63 – 67.
7. Буракаєва А. Д., Русанов О. М., Лантух В. П. Роль мікроорганізмів в очищенні стічних вод від важких металів. Навч. посібник – ОГУ, 2009. – 53с.

## ІММОБІЛІЗОВАНІ ФЕРМЕНТИ ТА КЛІТИНИ АКТИВНОГО МУЛУ

Безусов А. Т., д. т. н., професор, Коваленко О. О., д. т. н., професор,  
Доценко Н. В., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Проблемою сучасної біотехнології є очищення води від забруднень і утилізація різних відходів агропромислового комплексу. Незважаючи на постійне вдосконалення методів хімічного очищення стічних вод, важливе місце займає використання біологічних систем, які називають активним мулом. Використання активного мулу для вилучення домішок засновано на унікальній здатності мікроорганізмів утилізувати субстрати та велику кількість синтетичних речовин, які відсутні у природі.

Активний мул – це водяне середовище, основною масою якого є група *Zoogloea*. Для стічних вод характерні високі концентрації органічних сполук і бактерій, які їх метаболізують: *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*. А при високих концентраціях неорганічних сполук в стоках виявлені бактерії *Thiobacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, що окислюють сірку та аміак.

Основною умовою використання біологічного очищення стічних вод є постійний контроль за можливим попаданням токсичного для мікроорганізмів активного мулу.

Бактеріальне розкладання органічних речовин може відбуватися в анаеробних і в аеробних умовах. Основна відмінність анаеробного бродіння від аеробного окислювання полягає в тому, що при розкладанні органічної речовини в анаеробних умовах акцептором електронів може слугувати зв'язаний кисень органічних і неорганічних з'єднань (анаеробне дихання), або проміжні продукти реакції (бродиння), а не молекулярний кисень.

У обох процесах енергія, одержувана клітиною при розкладанні органічної речовин, запасється в зв'язках аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ). При розщепленні від АТФ однієї грам-молекули фосфату виділяється до 42 Кдж енергії, що використовується клітиною у всіх обмінних реакціях, що вимагають витрат енергії. Анаеробні бактерії, в порівнянні з аеробними, менш ефективно використовують енергію. Це обумовлює значно менший приріст біомаси мікроорганізмів в анаеробних умовах у порівнянні з аеробними при однаковій кількості перероблених живильних речовин.

Анаеробний процес проходить у дві стадії. На стадії кислого бродіння в результаті гідролізу білків утворюються поліпептиди й амінокислоти, які, в остаточному підсумку, при відщепленні від них аміногрупи, перетворюються у жирні кислоти. Жири руйнуються з утворенням гліцерину й жирних кислот. Вуглеводи в анаеробних умовах також руйнуються до кислот жирного ряду. Таким чином, на стадії кислого бродіння утворюються жирні кислоти (найбільш часто - оцтова, мурашина, пропіонова і масляна кислоти), двоокис вуглецю, амоній, сірководень, спирти, кетони, ацетон, оцтовий альдегід. На стадії метанового бродіння жирні кислоти, що утворилися, спирти і т. п. розкладаються до метану, двоокису вуглецю, водню.

Основними процесами, використовуваними при біологічному очищенні, є аеробні, при яких органічні речовини окислюються, в остаточному підсумку, до вуглекислоти і води. Клітини одержують біологічно корисну енергію за рахунок ферментативних реакцій, у ході яких електрони переходять із одного енергетичного рівня на інший. Для більшості організмів кінцевим акцептором електронів служить кисень. Передача електронів кисню відбувається при участі системи переносу електронів, що послідовно передає його різним компонентам системи і зрештою активує його. Активованій кисень вступає у реакцію з іонізованим атомом водню, утворюючи воду або перекис водню. У ході ферментативних реакцій енергія електронів зв'язується в зв'язках АТФ.

При окислюванні органічної речовини частина енергії розсіюється, частина передається доти, поки весь вуглець органічної речовини не буде окислений до  $\text{CO}_2$  і води, отже, не вичерпається запас енергії органічної речовини. Кожна речовина має певний запас енергії, тобто має потребу у певній кількості кисню для повного окислювання. Необхідна для повного окислювання кількість кисню (БСК) є мірою кількості органічної речовини, здатної окислюватися бактеріями в аеробних умовах.

Існуючі методи визначення потреби в кисні або рН часто бувають малоєфективними. Краще застосовувати методи аналізу метаболічної активності мікроорганізмів. Вміст АТФ в популяціях мікроорганізмів зберігається на відносно постійному рівні, біля 2 мкг на 1г сухої маси клітин. Введення токсичних речовин впливає на концентрацію АТФ у середині клітини. Загибель клітин, яка настає при їх автолізі, веде до втрат АТФ.

Існує дві групи аеробних процесів біоочищення – екстенсивний та інтенсивний. Екстенсивний процес – це природне самоочищення стічних вод. Прикладом реалізації такого процесу є створення біоставків, полів зрошення та фільтрації. Головними недоліками методу є задіяність великих територій, сезонність, що залежить від природних умов і неконтрольованість процесу.

В основі інтенсивного процесу лежить діяльність активного мулу чи біоплівки, яка утворюється під впливом природного біоценозу. У таких випадках керуваність процесу полягає у регулюванні певних фізичних параметрів: температури води і повітря, дотримання кисневого режиму, забезпечення проточності, освітлення та дотримання показників оптимальної біомаси. Але крім фізичних параметрів можна регулювати біологічний склад активного мулу, і штучно вносити ті популяції мікроорганізмів, які будуть добре адаптуватись до концентрованого складу стоків і приймати активну участь у відновленні якості води.

Активний мул складається на 70 % із живих мікроорганізмів і тільки 30 % складають тверді частки неорганічної природи. Мікроорганізми активного мулу відносяться до різних родів: *Actinomyces*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*.

Найбільше поширені бактерії, які окислюють спирти, жирні кислоти, вуглеводи. В активних мулах високої якості на 1мл речовини повинно бути від 15 мікроорганізмів.

Часто ферменти використовують, не виділяючи їх з нативного мікроорганізму, а у вигляді цілих клітин або субклітинних структур. Така форма біокаталізаторів дозволяє збереження природного мікрообмеження, забезпечує ферментам підвищену стабільність і здатність продукувати ферменти природнім шляхом при використанні процесу росту клітин.

Аеробна переробка стоків залежить від способів використання мікроорганізмів. Для очищення стічних вод на виробництвах найкраще використовувати біофільтрацію, яка дозволяє закріпити мікроорганізми на фільтрі, і тим самим уникнути накопичення надлишкової біомаси, як це буває при використанні аеротенків.

У біотехнології основними процесами є адсорбція субстрату на поверхні клітин, розщеплення субстрату позаклітинними ферментами, поглинання субстрату на поверхні клітин. Ефективність очищення стоків залежить від кількості біомаси і терміну контактування її з відходами. Аеробне очищення залежить від системи активного мулу і фільтруючої здатності твердих носіїв (керамзиту, гравію, синтетичних матеріалів та ін.).

Одним із методів іммобілізації ферментів, клітин та клітинних органел, який широко використовується, є сорбція за рахунок іонних сил. В якості носія для іммобілізації застосовують мікропористі іонно-обмінні смоли. Клітини мікроорганізмів, адсорбовані на твердих носіях, володіють більшою дихальною активністю.

Із відомих методів іммобілізації нами запропоновано використання модифікованих полімерних матеріалів шляхом нанесення на поверхню полімеру шару синтетичних клеїв. Вони, завдяки сильним зв'язкам з поверхнею полімеру, утворюють високу щільність поверхневих груп, здатних до адсорбції клітин мікроорганізмів.

Біомасу активного мулу вирощували в пустотах у середині прокладок із модифікованого поліпропілену, які встановлені всередині реактору за допомогою сіток.

Перспективним в якості носіїв є використання пластмас: поліетилентерефталату, поліетилену високого тиску, суміші різних пластиків для кулерів води, у виробництві яких використовують полікарбонати з високою пористістю.

Процеси з підвищеною аерацією стійкі до використання мікроорганізмів, які ростуть на полімерних плівках, і представляють собою іммобілізовані клітини мікроорганізмів. Завдяки сильним зв'язкам з поверхнею полімеру утворюють високу щільність поверхневих груп, здатних до адсорбції клітинних мікроорганізмів.

Таким чином, можна використовувати матеріали пластикової тари у якості носіїв для іммобілізації ферментів, здатних очищувати стічні води. Запропонована технологія дозволяє не тільки удосконалити біотехнологічне очищення води, але й частково сприяти переробці синтетичних матеріалів, які забруднюють навколишнє середовище.

### Джерела інформації

1. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск: БГТУ, 2006. – 312 с.
2. Никитин Г. А. Биохимические основы микробиологических производств / Г. А. Никитин. – К.: Вища школа, 1994. – 268с.
3. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2013. – 291с.
4. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
5. Жукова В. С. Очищення стічних вод від сполук азоту з використанням іммобілізованих мікроорганізмів: дис. канд. тех. Наук / Жукова В.С. – Київ, 2013. – 145 с.

## СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ ПРІСНОЇ ВОДИ

**Антонюк І. В., магістрант спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор**

**Поліський національний університет, м. Житомир**

Сьогодні всі стурбовані потенційним дефіцитом води в умовах зростаючого населення, потреб у питній воді. Глобальне опитування сприйняття ризиків, проведене Світовим економічним форумом серед 900 визнаних експертів, повідомляє, що найвищий рівень впливу на суспільство протягом наступних 10 років буде спричинений водними кризами.

За останні десятиліття відсоток приросту використання води у світовому масштабі перевищив удвічі зростання приросту населення. Це призвело до того, що багато регіонів у світі зазнають водного стресу, де нинішні обмежені норми використання та споживання води, не кажучи вже про бажані норми, є нестійкими. Потреби та запаси води змінюються. Якими вони будуть у майбутньому невідомо, але певно, що вони зміняться. Попит частково зумовлений зростанням населення та вищим споживанням води на душу населення у зростаючих секторах міської, побутової та промислової сфери.

До 2050 року світ повинен прогодувати та забезпечити енергією додатково 2–2,5 мільярда людей, а також задовольнити поточні незадоволені мільярдні потреби в енергії. Щоб задовольнити харчові потреби цієї додаткової популяції, нам слід враховувати кількість води, яка споживається для виробництва різних товарів, і, зокрема, енергії та їжі.

Енергетична та продовольча безпека - це вимоги, які особливо важливі для менеджерів з водопостачання. Виробництво енергії, вода, продовольча безпека та зміни клімату пов'язані взаємодіями та зворотними зв'язками. Наприклад, для вирощування, транспортування, переробки та торгівлі харчовими продуктами потрібні великі обсяги води та енергії. Повний аналіз надає Комплексна оцінка управління водними ресурсами у сільському господарстві [4]. Ця робота демонструє, що за звичного для бізнесу сценарію споживання води у сільському господарстві майже подвоїться.

Вживання води на душу населення значно різниться по усьому світу. У розвинених регіонах можна прийняти середнє значення 200 л на людину на день. Значення, прийняте на міжнародному рівні для основних потреб людини у воді, становить близько 50 л на людину на день [3]. Кількість води, яку вживає кожна людина у США, в середньому набагато вища, залежно від ряду факторів, зокрема дієти, але також і всієї води, необхідної для виробництва всієї споживаної енергії та несільськогосподарських продуктів. Недавня доповідь про споживання води у США показує скорочення у всіх секторах: включаючи сільське господарство, комунально-промислові і термоелектричні потужності. Але у звіті робиться висновок, що, хоча досягнутий значний прогрес, сучасні тенденції використання води не є стійкими в умовах зростання чисельності населення та зміни клімату [2].

Вода все більше стає пріоритетним питанням політики на міжнародному рівні. Третій звіт ООН про розвиток водних ресурсів (Всесвітня програма оцінки водних ресурсів ООН /WWAP/, 2009) безпрецедентно попереджає, що надзвичайно серйозні наслідки можуть бути результатом нинішнього несправедливого та нежиттєздатного використання води. Неefективне управління водними ресурсами загрожує як економічному розвитку, так і безпеці. Ось чому занепокоєння з приводу глобальної енергетичної кризи останнім часом почало супроводжуватися занепокоєнням з приводу глобальної водної кризи, що насувається. Зв'язок енергії та води, виражений як ефектами використання води на споживання енергії, так і ефектами виробництва енергії на споживання води, набуває все більшої уваги [1].

Враховуючи сьогоднішній прискорений темп технологічного розвитку та повільні темпи соціального розвитку, представляється ймовірним, що найбільшою проблемою чи обмеженням у майбутньому залишиться те, що є сьогодні: а саме - людська складова управління водними ресурсами, а не технічна. Удосконалення політики та процедур управління вимагає навіть більше часу, ніж отримання фінансування, необхідного для вдосконалення наших інфраструктурних систем. Це відставання часу особливо турбує з огляду на наслідки невиконання світових потреб у воді [4].

Досягнення ефективного управління водними ресурсами включає широкий спектр питань, які вивчались багатьма науковцями. Одним із запропонованих способів поліпшення управління водними ресурсами є впровадження інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР). Його було визначено як процес, який сприяє скоординованому розвитку та управлінню водними, земельними та пов'язаними з ними ресурсами, з тим, щоб максимально збільшити отриманий економічний та соціальний добробут на рівноправній основі без шкоди для стійкості життєво важливих екосистем [5-8]. Як і концепція сталості, ІУВР є скоріше метою, ніж досягненням заданого набору критеріїв.

Інформація про ІУВР обмежена, і вона ще менш доступна для партнерів у країнах, що розвиваються. Отримання нових навичок вимагає поліпшення доступу до інформації, обміну можливостями та їх застосування. Інформаційні матеріали, навчальні матеріали, кваліфіковані спеціалісти з розбудови спроможності та експерти є частиною внеску в програму нарощування потенціалу, а Інтернет-платформи з навчальних матеріалів з відкритим змістом можуть допомогти полегшити ці процеси. Це особливо стосується ІУВР, який вимагає реагування на потреби розвитку потенціалу, що надходять від різних цільових груп у всьому світі, а також адаптивних систем управління знаннями. ОЕСР визнав, що комплексне управління водними ресурсами, прийняте багатьма країнами, не може бути належним чином впроваджене без розгляду більш широких рамок управління. Це включатиме не тільки стійку водну політику, але також заходи, що регулюють наукові, освітні та технологічні питання, а також комунікацію та участь.

### Джерела інформації

1. Загальнодержавна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року: Закон України від 24.05.2012 р. № 4836. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/4836-17#n21>
2. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
3. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д. С., 2016. 350 с.
5. Сокіл К. Соціальні чинники, як фактори формування гідроекологічної ситуації Тернопілля / К. Сокіл // Конструктивна географія і геоекологія. Наукові записки. № 2, 2011. С. 201-205.
6. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2013 році. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д. С., 2015. 289 с.
7. Тараріко О. Г. Формування екологічно стійких агроландшафтів в умовах змін клімату / О. Г. Тараріко, Т. В. Ільєнко, Т. Л. Кучма // Агроєкологічний журнал, № 4, 2013. С. 13-20.
8. Дмитрієва О. О. Екологічно безпечне водокористування у населених пунктах України. К.: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2008. 459 с.

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СУЧАСНІ РЕАГЕНТИ І МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Александренко А. І., Девятьярова Л. І.

Одеський технічний фаховий коледж ОНАХТ, м. Одеса

Забезпечення населення України питною водою є для багатьох регіонів країни однією з пріоритетних проблем, розв'язання якої необхідно для збереження здоров'я, поліпшення умов діяльності і підвищення рівня життя населення. Питне водопостачання країни майже на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення.

Проблема знезараження води була і залишається надзвичайно важливою. Науково-технічний прогрес не лише не знизив актуальність цієї проблеми, а й спричинив різке погіршення екологічного стану навколишнього середовища в результаті промислово-господарської діяльності. Така ситуація призвела до того, що в Україні лише за 2005 рік було зареєстровано 8 спалахів інфекційних хвороб, які пов'язані із якістю питної води.

Очищення стічних вод — це руйнування або видалення з них певних забруднюючих речовин, знезараження та видалення патогенних мікроорганізмів.

Існує велике різноманіття методів очищення, які можна розділити на наступні основні групи по використовуваним принципам:

Механічні – вони засновані на процедурах проціджування, фільтрування, відстоювання, інерційного поділу. Дозволяють відокремити нерозчинні домішки. За вартістю механічні методи очищення відносяться до одних з найдешевших методів.

Хімічні – застосовуються для виділення зі стічних вод розчинних неорганічних домішок. При обробці стічних вод реагентами відбувається їх нейтралізація, знебарвлення і знезараження. У процесі хімічної очистки може накопичуватися досить велика кількість осаду.

Фізико-хімічні – при цьому використовуються процеси коагуляції, окислення, сорбції, екстракції, електролізу, іонообмінного очищення, зворотного осмосу. Це високопродуктивний спосіб очищення, що відрізняється високою вартістю. Дозволяє очистити стічні води від дрібно- і грубо дисперсних часток, а також розчинених сполук.

Біологічні – в основі цих методів лежить використання мікроорганізмів, що поглинають забруднювачі стічних вод. Застосовуються біофільтри з тонкою бактеріальною плівкою, біологічні ставки з мікроорганізмами, аеротенки з активним мулом, з бактеріями та мікроорганізмами.

Часто застосовуються комбіновані методи, які використовують на кількох етапах різні методи очищення. Застосування того чи іншого методу залежить від концентрації і шкідливості домішок.

Залежно від того, витягуються чи ні компоненти забруднюючих речовин із стічних вод, всі методи очищення можна розділити на регенеративні і деструктивні.

Застосовуються деструктивні методи очищення промислових стоків, що передбачають руйнування шкідливих домішок або переведення їх у нетоксичні продукти, і регенеративні, засновані на отриманні та утилізації домішок з стічних вод.

Отже, існує багато сучасних методів, здатних очищати стічні води. Використання певного з них залежить від складу забруднень у воді, подальшого її використання та виділених речовин. Проте, використання хоча б одного з них є правовим і моральним обов'язком кожного суб'єкта господарювання. Бо всі ми маємо пам'ятати, що залежимо від навколишнього середовища та нанесення йому шкоди повернеться до нас втричі.

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини є невід'ємними умовами сталого економічного та соціального розвитку України. Тому на сьогоднішній день постійно проводяться дослідження та пошук альтернативних і економічно вигідних способів забезпечення ефективного очищення та знезараження води з метою вирішення екологічних проблем захисту водойм від забруднення відходами з підприємств. Розроблені сучасні способи очистки дають змогу значно покращити показники і спростити технологію очищення стічних вод за рахунок використання кавітаційно-флотаційної концепції, сорбентів та відносно нової біотехнологічної обробки.

### Джерела інформації

1. Довідник сучасних технологій з очищення природної і стічної води та обладнання / [І. В. Панасюк та ін.; під заг. ред. І. В. Панасюка]; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. — Київ: Медінформ, 2016. — 245 с.
2. Водопровідна вода — нова загроза здоров'ю людей (за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 7 травня 2014 р.) / М. М. Саприкіна // Вісник Національної академії наук України. - 2014. - № 7. - С. 70-75. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2014\\_7\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2014_7_12)
3. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18 – 24. – URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266->
4. Загальнодержавна програма "Питна вода України" на 2011 – 2020 роки.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ НА ВОДНІ РЕСУРСИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Безрядіна О. А., магістрантка спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор

Поліський національний університет, м. Житомир

Традиційно водна інфраструктура та системи управління водними ресурсами розробляються та будуються на основі історичних спостережень за кліматичними та гідрологічними даними та тенденціями споживання з подальшим статистичним аналізом та інтерпретацією цих даних для визначення ймовірності певних подій. Наприклад, інфраструктура часто розроблена для того, щоб протистояти події, яка має певну ймовірність виникнення, на основі аналізу найдовшого наявного часового ряду історичних даних. Інфраструктура, розроблена для протистояння 100-річній повені, розроблена для події повені, яка має 1 % шансів відбутися у будь-який рік на основі історичних даних. Все це передбачено у стратегії екологічної політики.



Рис. 1. Екологічна політика України до 2030 року.

Неявне припущення в таких розрахунках полягає в тому, що кліматичні та гідрологічні системи поводяться як стаціонарні системи, що означає, що статистичні характеристики, наприклад, кількості опадів та викидів за минулий період часу, в якому є дані, залишаються незмінними в майбутньому. Водні інженери та менеджери загалом розуміють, що це не так, але вони можуть працювати лише з наявною у них інформацією, інколи вводячи фактори безпеки в надії покрити невизначеність даних та майбутні мінливості. Зміни клімату, що відбуваються зараз, ще більше ускладнює покладання на це припущення про стаціонарність; історично спостережувані дані вже не є достатніми для значущого планування змін клімату. Менеджерам буде потрібна інформація про те, як зміна клімату вплине на ймовірність, щоб провести аналіз витрат та альтернативних інвестицій в інфраструктуру, необхідну в майбутньому[5].

Природні та людські системи здатні пристосовуватися до змін певною мірою з наявними знаннями та технологіями. Вони називаються автономними адаптаціями. Фермери, наприклад, можуть з часом регулювати суміші своїх культур та дати посадки,

щоб врахувати зміни в кількості та термінах опадів. Інші адаптації вимагають більших інвестицій та інституційних змін. Наслідуючи наш приклад, фермерам можуть знадобитися цілком нові сорти сільськогосподарських культур, нова зрошувальна інфраструктура та нові засоби освіти та переробки, як тільки зміни вийдуть за межі діапазонів, які можна вирішити за допомогою автономної адаптації. У якийсь момент ризик може стати неприйнятним. У нашому прикладі це може бути той момент, коли клімат і суша в даній місцевості вже зовсім не придатні для сільського господарства.

Зміни клімату можуть змінити і змінити форму усього розподілу ймовірностей майбутніх гідрологічних подій та потреби у воді. І те, і інше непевне. На сьогоднішні дані свідчать про те, що ми спостерігатимемо більшу мінливість, що призведе до частіших повеней та посух більшої інтенсивності та тривалості. У той же час на попит на воду для сільського господарства та виробництва енергії, зокрема, впливатимуть зміни клімату, технологічний розвиток та урбанізація та реакція людини.

Потрібні будуть додаткові інвестиції для заходів, що сприятимуть адаптації на регіональному, вододільному та побутовому рівнях, таких як споруди зберігання води, спільне використання підземних та поверхневих вод, уловлювання та повторне використання стічних вод, агролісомеліорація та дослідження, що створюють більш стійкі виробничі системи для дрібні власники. Потрібно докласти більше зусиль для захисту та підтримання гірських районів та гірських районів, де походить значна частина світового водопостачання. Менеджери з водних ресурсів хотіли б мати в майбутньому функції ймовірності попиту та пропозиції, щоб забезпечити надійність, якість та тиск водопостачання.

Особи, що приймають рішення, хочуть знати, які доступні для них варіанти будуть надійними за будь-якого сценарію майбутнього.

Наше вдосконалене розуміння фізичних та соціальних процесів та тенденцій, можливі майбутні зміни, технології та варіанти управління та наша здатність моделювати їх як системи можуть допомогти нам знайти рішення, які можуть бути ефективними зараз та адаптованими в широкому діапазоні.

Кліматичні моделі добре моделюють великомасштабні процеси, для яких вони були розроблені, і вони добре показують середні зміни температури. Однак опади є більш локальним процесом, і такі моделі ще не змогли точно передбачити зміни опадів або їх мінливість у масштабах, корисних для керівників водних ресурсів. На сьогоднішній день проведено дуже мало досліджень щодо дослідження майбутнього попиту на водні ресурси.

### Джерела інформації

1. Хвесик М. А. Стратегічні імперативи раціонального природокористування в контексті соціально-економічного піднесення України: монографія. Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, ЛТД», 2008. 496 с.
2. Дорогунцов С. І., Коценко К. Ф., Хвесик М. А. Екологія: підручник. Київ: КНЕУ, 2006. 371 с.
3. Сташук В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. Дніпропетровськ: Зоря, 2006. 480 с.
4. Хвесик М. А., Яроцька О. В. Управління водними ресурсами України. Київ: РВПС України НАНУ, 2004. 53 с.
5. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
6. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
7. Dankevych V., Dankevych Y., Bondarchuk N. European experience of environmental management of forest, water and land resources against the backdrop of climate change. Danish Scientific Journal №42/2020, 2020. 26 – 31 p.

## ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ТБО ОТ ИХ ВЛАЖНОСТИ

Березюк О. В., к. т. н., доцент

Винницкий национальный технический университет, г. Винница

В населенных пунктах Украины ежегодно образуется более 54 млн м<sup>3</sup> твердых бытовых отходов (ТБО). Из них 93,8 % захороняют на 4530 полигонах и свалках площадью почти 7700 гектаров и только 2 % сжигают на мусоросжигательных заводах, а 4,2 % ТБО попадает на заготовительные пункты вторичного сырья, мусороперерабатывающие заводы [1, 2]. Только в течение 1999-2014 гг. общая площадь полигонов и свалок в Украине увеличилась в 3 раза. Также почти в 2 раза выросла площадь перегруженных и более чем в 3,1 раза полигонов и свалок, не отвечающих нормам экологической безопасности, в том числе из-за загрязнения почв фильтратом, который может попадать в подземные воды. Использование ТБО для производства энергии активно развивается во многих странах мира. Например, в 2014 г. в странах ЕС работало 483 ТЭЦ на ТБО, на которых было сожжено 88,5 млн ТБО. Целесообразность сжигания ТБО в ТЭЦ зависит от теплотворной способности компонентов и влажности смешанных ТБО [3]. Поэтому определение зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности является актуальной научно-технической задачей – как одной из составляющих для решения проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами.

В отличие от твердых промышленных отходов [4-7], как правило являющихся однородными, ТБО имеют характеристики, изменяющиеся в широком диапазоне значений. В статье [8] приведен диапазон значений влажности смешанных ТБО 39...53 %. Согласно данным, приведенным в работе [9], в весенне-летний период влажность пищевой фракции ТБО составляет 60...64 %, а в осенний – 75...92 %.

Снижение влажности сахарного тростника с 42 % до 10 % во время сжигания в печи с неподвижным слоем позволяет сократить продолжительность сжигания в 3,4...6 раз [10]. В работе [3] доказана невозможность самостоятельного горения ТБО при влажности, с которой они попадают из мусоровозов в мусоросжигательный завод, что указывает на необходимость их обезвоживания перед сжиганием. Уменьшение влажности ТБО на 25...40 % приводит к увеличению их удельной теплоты сгорания в 1,6...2,2 раза [3]. В работе [11] рассмотрена возможность утилизации ТБО на существующих коммунальных ТЭЦ с генерирующей мощностью 12 МВт, которые могут работать на энергетическом топливе (смеси ТБО, обезвоженных до 20 % влажности и каменного угля с массовой долей 16 %) с расчетной минимальной теплотой сгорания 10,99 МДж/кг.

По мнению авторов работы [12], необходимо обезвоживать биомассу, поскольку системы пиролиза могут обрабатывать биомассу, содержащую, как правило, меньше 30 % влаги. Очень высокое содержание влаги в биомассе замедляет скорость нагрева биомассы. Для начала реакции пиролиза биомасса с начальным содержанием влаги в 40 % нуждалась в дополнительной энергии 1120 кДж/кг по сравнению с образцом сухого вещества [12].

В работах [13, 14] рассмотрено оборудование для вибрационного и виброударного обезвоживания отходов пищевых производств, которое реализовано в технологических машинах, не имеющих таких ограничений по массогабаритным характеристикам, как мобильные машины. Поэтому в работе [15] предложена схема гидропривода обезвоживания и уплотнения ТБО в мусоровозе при их загрузке. В статьях [16, 17] установлено, что обезвоживание ТБО позволяет уменьшить их объем и массу, подлежащие перевозке, непосредственно в местах сбора, осуществить предварительную переработку отходов путем их обезвоживания и частично измельчения, а также существенно сократить прирост площади земель, отведенных под полигоны и свалки, что

приведет, в свою очередь, к снижению темпов ухудшения экологической ситуации. В работе [18] с помощью предлагаемого влагомера [19] проведено исследование процессов обезвоживания ТБО шнековым прессом с помощью планирования эксперимента второго порядка, что позволило определить адекватные квадратичные регрессионные модели показателей обезвоживания от основных параметров воздействия. Полученные зависимости использованы при построении математической модели работы привода обезвоживания ТБО в мусоровозе, позволяющей исследовать динамику указанного привода и получить уравнения, необходимые для разработки методики инженерных расчетов параметров оборудования для обезвоживания ТБО в мусоровозе [20].

В табл. 1 приведены статистические данные относительно зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности [3, 11].

Таблица 1 – Зависимость теплотворной способности ТБО от их влажности [3, 11]

Влажность ТБО, %	20	27,4	28,6	33,6	57,4	58,3	67,3
Теплотворная способность ТБО, МДж/кг	9,140	7,362	7,144	6,290	4,324	4,345	3,316

Приведенные в таблице 1 данные могут быть обработаны для определения парной регрессионной зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности с помощью разработанной компьютерной программы "RegAnaliz", защищенной свидетельством о регистрации авторского права на произведение [21] и подробно описанной в работе [22].

**Выводы.** Определена зависимость теплотворной способности ТБО от их влажности, что может быть использовано для определения парной регрессионной зависимости теплотворной способности ТБО от их влажности с помощью разработанной компьютерной программы "RegAnaliz".

### Источники информации

1. Попович В. В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації : дис. на здоб. наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 "Екологічна безпека" / В. В. Попович. – Львів, 2017. – 530 с.

2. Попович В. В. Ефективність експлуатації сміттевозів у середовищі "місто-сміттєзвалище" / В. В. Попович, О. В. Придатко, М. І. Сичевський, Н. П. Попович, М. А. Панасюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2017. – Т. 27. – № 10. – С. 111 – 116.

3. Сігал О. І. Дослідження кількості теплоти, що виділяється при спалюванні змішаних твердих побутових відходів м. Києва / О. І. Сігал, С. С. Крикун, Н. Ю. Павлюк, І. В. Сатін, С. В. Плашихін, Д. А. Кіржнер, М. В. Семенюк, Г. Б. Каменьков // Промышленная теплотехника. – 2017. – Т. 39. – № 3. – С. 78 – 84.

4. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне : Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186 – 193.

5. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенних відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христин, С. Ю. Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18 – 23.

6. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35-40.

7. Сердюк В. Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христин // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57 – 62.

8. Масленников А. Ю. Характеристика твердых бытовых отходов / А. Ю. Масленников // Отраслевой портал. Вторичное сырье. – URL: <http://www.recyclers.ru>
9. Варнавская И. В. Анализ условий образования и состава сточных вод полигонов твердых бытовых отходов / И. В. Варнавская // Экология и промышленность. – 2008. – № 1. – С. 39 – 43.
10. Sánchez C. Z. Effect of particle size and humidity on sugarcane bagasse combustion in a fixed bed furnace / C. Z. Sánchez, P. Gauthier-Maradei, H. H. Escalante // Revista ION. – 2013. – V. 26. – No. 2. – P. 73-85.
11. Рижий В. К. Утилізація твердих побутових відходів на наявних комунальних ТЕЦ / В. К. Рижий, Т. І. Римар, І. Л. Тимофєєв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2011. – № 712 : Теплоенергетика. Інженерія докiлля. Автоматизація. – С. 17 – 22.
12. Akhtar J. A review on operating parameters for optimum liquid oil yield in biomass pyrolysis / J. Akhtar, N. A. S. Amin // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – Elsevier, 2012. – V. 16. – No. 7. – P. 5101-5109. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.033>
13. Севостьянов І. В. Теоретичні основи процесів та обладнання для віброударного зневоднення відходів харчових виробництв : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.18.12 “Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв” / І. В. Севостьянов. – К., 2013. – 43 с.
14. Іскович-Лотоцький Р. Д. Гідроімпульсний привод установки для вібраційного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, О. В. Поліщук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 2. – С. 71 – 75.
15. Березюк О. В. Гідропривід зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі. Патент України № 109036 У, МПК(2016.01) В65F 3/00 / О. В. Березюк. – u201601154; Заявл. 11.02.2016. Одерж. 10.08.2016, Бюл. № 15.
16. Березюк О. В. Шляхи підвищення ефективності пресування твердих побутових відходів у сміттевозах / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – № 1 (6). – С. 111-114.
17. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттевозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
18. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 5. – С. 18-24. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2018-140-5-18-24>
19. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808. – No. 108083G. – <https://doi.org/10.1117/12.2501557>
20. Березюк О. В. Методика інженерних розрахунків параметрів обладнання для зневоднення твердих побутових відходів у сміттевозі / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 2. – С. 73 – 81. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-149-2-73-81>
21. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 03.06.2013.
22. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40 – 45.

## СПОСОБИ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ГАЗОВАНИХ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Бірта Г. О., д. с. - г. н., професор, Бургу Ю. Г., к. с. - г. н., доцент,  
Флока Л. В., к. с. - г. н., доцент, Сопітько А. О., студент

ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», м. Полтава

Безалкогольні напої – це рідкі напої та готові концентрати безалкогольних напоїв у споживчій тарі для реалізації в торговельній мережі. Згідно з чинним в Україні ДСТУ 4069:2016 “Напої безалкогольні. Загальні технічні умови” безалкогольні напої розрізняються за певними ознаками. Безалкогольні напої повинні відповідати вимогам цього стандарту і бути виробленими згідно з технологічними інструкціями та (або) рецептурами, затвердженими в установленому порядку [2].

Так, за зовнішнім виглядом напої бувають рідкі (прозорі та замутнені) і концентрати напоїв (порошкоподібні, пресовані, гранульовані та у вигляді пасти чи в'язкої рідини). У залежності від сировини, її вмісту в готовому напої, технології і призначення напої підрозділяють на сокові (з вмістом соку 10,0–40,0 %) та соковмісні (з вмістом соку 1,0–9,9 %), на зерновій сировині, на пряно-ароматичній (смако-ароматичній) рослинній сировині, на ароматизаторах, ферментовані (напої бродіння), напої спеціального призначення (низькокалорійні, зі зниженою калорійністю, тонізуючі та енергетичні). У залежності від ступеню насичення діоксидом вуглецю розрізняють сильно газовані, середньо газовані, слабо газовані і негазовані напої. По способу обробки напої підрозділяють на непастеризовані, пастеризовані, з або без застосування консервантів, холодного, гарячого та асептичного фасування.

Якісна фальсифікація безалкогольних напоїв (введення добавок, не передбачених рецептурою; розбавлення водою; заміна одного типу напою іншим) дуже широко застосовується як у процесі їх виробництва, так і в процесі реалізації. Найбільш небезпечна якісна фальсифікація напоїв пов'язана з заміною цукру на цукрозамінники без відповідного напису на етикетці. Введення штучного барвника (наприклад, в "Фанту") можна виявити наступним методом, заснованим на зміні рН-середовища, шляхом додавання будь-якого лужного розчину (аміаку, соди і навіть мильного розчину) в обсязі, що перевищує обсяг напою. При зміні рН-середовища натуральні барвники червоного, синього, фіолетового кольорів (антоціани) змінюють забарвлення: червоний - на брудно-синій, а синій і фіолетовий - на червоний і бурий. Напої жовтого, помаранчевого і зеленого кольорів після додавання лужного розчину необхідно прокип'ятити. Натуральні барвники (каротин, каротиноїди, хлорофіл) руйнуються, і колір напою змінюється: жовтий і оранжевий знебарвлюються; зелений стає буро - або темно-зеленим [3].

У той же час фарбування синтетичних барвників у лужному середовищі не змінюється. При додаванні у соки 10 % води зазвичай дегустатори за допомогою органолептичних показників не помічають даний ступінь фальсифікації, при введенні 20 % води приблизно третина з них висловлюють сумніви з приводу якості напою, і лише при 50 % додавань більшість дегустаторів вказують на "водянистість" смаку. Тому розбавлення соків водою до 30 % практично не визначають ні органолептичними, ні фізико-хімічними методами.

Раніше не дозволялося розбавляти соки водою з наступним додаванням цукру і лимонної кислоти, тепер діючі стандарти допускають розбавляти соки водою на 50-80 %. Замість збродженого морсу використовують соки, компоти, розбавлені водою, які легко відрізнити за смаком - відсутній смак збродженого напою. Напої, що мають у назві слово "кола" ("Кока-Кола", "Пепсі-Кола", "Кола" та ін), що виробляються в Україні, практично не містять екстракту коли і містять тільки ароматизатори, барвники і палений цукор. Тому

відбувається обман покупця і, перш за все, його організму. Напої на цукрозамінниках призначені тільки для хворих на цукровий діабет 1 типу, а їх рекламують для вживання всього населення, що призводить до порушення вуглеводного обміну і формування багатьох захворювань у споживачів.

Кількісна фальсифікація безалкогольних напоїв (недолив, обмір) - це обман споживача за рахунок значних відхилень параметрів товару (маси, об'єму тощо), що перевищують гранично допустимі норми відхилень. Наприклад, вага нетто упаковки або її обсяг занижені. Виявити таку фальсифікацію досить просто, вимірявши попередньо масу або обсяг повіреними вимірювальними заходами ваги та об'єму [4].

Інформаційна фальсифікація безалкогольних напоїв – це обман споживача за допомогою неточної або спотвореної інформації про товар. Цей вид фальсифікації здійснюється шляхом спотворення інформації у товарно-супровідних документах, маркуванні та рекламі. При фальсифікації інформації про безалкогольні напої досить часто спотворюються або вказуються неточно наступні дані: найменування товару; фірма-виробник товару; кількість товару; вводяться харчові добавки. До інформаційної фальсифікації відноситься також підробка сертифікату якості, митних документів, штрихового коду, дати вироблення продукту та ін. Виявляється така фальсифікація проведенням спеціальної експертизи, яка дозволяє виявити: яким способом виготовлені друковані документи; чи є підчистки, виправлення в документі; чи є штриховий код на товарі підробленим і чи відповідає інформація, що міститься в ньому, заявленому товару і його виробнику та ін.

Реальним кроком на шляху боротьби з фальсифікацією є вдосконалення вимог до етикеток. Вимоги до маркування зобов'язують до заборони будь-якого опису чи представлення продуктів у спосіб, що створює неправильне чи оманливе уявлення про товар. Неприпустимим є також намагання видати товар за інший чи створити уявлення про наявність неіснуючих переваг. Так, необхідно вводити на етикетку дані щодо специфічних характеристик напоїв: назву, процент фруктові частини або процентний вмісту соку, кількість цукру, кількісне вказання будь-якої речовини, на наявність якої звернута увага при описі на етикетці (наприклад, вітамін С). Значного впорядкування вимагає вказання харчової та енергетичної цінності з метою більш корисної для споживача подачі інформації. Дані щодо кількості вітамінів та мінеральних речовин необхідно вказувати тільки у разі їх вмісту до добової потреби [1].

Таким чином, ідентифікація безалкогольних напоїв повинна носити характер комплексної оцінки, за якої найбільше значення мають типові критерії, які важко фальсифікувати. Відомості, нанесені на етикетку, повинні бути повними, достатніми та достовірними для того, щоб у споживача сформувалося адекватне уявлення про продукт, проте вони не повинні завантажувати людину даними, які заважають сприйняттю товару. Досить часто виробники вказують не повний перелік інгредієнтів, що використовувалися при виробництві напоїв, та не наводять дані про окремі барвники, ароматизатори і їх походження.

### Джерела інформації

1. Ідентифікаційна експертиза безалкогольних напоїв / Салєба Л. В, Єщенко К. О. – URL: <http://journals.kntu.net.ua/index.php/visnyk/article/view/412>
2. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: ДСТУ ISO 4069:2016. – [Чинний від 2016-06-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с. – (Національні стандарти України)
3. Николаева М. А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров: учебное пособие. / М. А. Николаева, М. А. Положишникова. – М.: ИД ФОРУМ, ИНФРА-М, 2009. – 464 с.
4. Пономарьов П. Х., Сирохман І. В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. – К.: Либра, 1999. – 271 с.

## **ФАСОВАНІ ВОДИ І НАПОЇ – АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ, ВИРОБНИЦТВА І ЯКОСТІ**

**Бобок І. С., Девятьярова Л. І.**

**Одеський технічний фаховий коледж ОНАХТ, м. Одеса**

Багато з нас останнім часом уважніше почали ставитися до питання якості питної води. Дивною таку зацікавленість не назвеш. Адже навіть особливо не роздумуючи, можна назвати кілька причин погіршення показників цієї життєдайної рідини. Наприклад, погіршення екологічної ситуації в країні (втім, і в світових масштабах також), глобальне потепління, збільшення кількості населення, відходи хімічного виробництва та миючих засобів і так далі (перелік важко вичерпати).

Якими б не були причини, але факт залишається фактом - якісну воду наразі можуть собі дозволити не для всіх. Одночасно, кожна поважаюча себе організація або сім'я приходить до важливого висновку про те, що можна і потрібно поліпшити якість споживаної води, а значить, і майбутнє здоров'я працівників або членів сім'ї. Як правило, таке поліпшення приходить з придбанням фільтру, покупки мінеральної води, або навіть з першого замовлення доставки води. Останній варіант вибирають найчастіше, керуючись бажанням надовго вирішити проблему якості пиття.

Закон «Про питну воду та питне водопостачання» під фасованою водою має на увазі питну воду з підземних джерел питного водопостачання або питну воду з системи централізованого питного водопостачання, додатково оброблену з метою поліпшення її якості, у герметичній тарі.

Чому обирають фасовану воду? Одним реченням на це питання відповісти дуже важко. Адже факторів існує кілька. І один з них - контроль за якістю цього виду води з боку держави і самих компаній-виробників (вони ж теж знаходяться під пильним наглядом як екологів, так і інших фахівців). А контроль цей є додатковою гарантією для споживача того, що він в кінцевому підсумку отримає дійсно якісний продукт.

Міжнародні стандарти щодо якості води чітко вказують на те, що фасована вода не повинна містити барвників або ж хімічних добавок у вигляді смакових есенцій або ароматизаторів, а також цукру. Допустима наявність тільки одного відсотка від обсягу води саме натуральних ароматизаторів (тобто отриманих безпосередньо з плодів або спецій). Якщо вода відповідає цій вимозі, то, безумовно, це можна назвати ще одним плюсом фасованої води - адже мова йде про захист організму від шкідливих ненатуральних домішок. Останні, як правило, можуть мати різний характер походження (неякісні труби, забруднені промисловими водами джерела і ряд інших). Якщо ж норма зазначеного вище натурального ароматизатора перевищена, тоді рідина автоматично підпадає під визначення напою. Виходячи з вищевказаної характеристики, варто дуже уважно придивитися до кольору доставленої води і звернути увагу на її смакові якості. Сьогодні ринок фасованих вод в Україні насичений пропозиціями, а значить завжди можна знайти той вид води, який не викликає підозр щодо використання невстановлених стандартами ароматизаторів, барвників або ж цукру.

Ще одним плюсом фасованої води є простота споживання. Не секрет, що привезена вода, поставлена на кулер, не вимагає ніяких додаткових рухів тіла, крім того, щоб набрати її в стакан або чашку. Коли ж закінчується бутиль, немає нічого простішого, ніж замовити ще один, або навіть домовитися з компанією-постачальником про регулярність доставки без попередніх дзвінків.

Фасована вода зберігається довго, не втрачаючи свої якості. Це є також важливим аргументом для компаній і сімей, які стоять перед вибором - який шлях якісного пиття краще.

Інші, затверджені світовими організаціями, вимоги стосуються, в основному, хімічного складу води, визначити який звичайним шляхом (на смак, на око) складно або навіть неможливо. Допомогти розібратися у складі води можуть спеціальні лабораторії, куди слід подати фасовану воду на аналіз. Хоча задовільні результати аналізу теж не повинні сприйматися істиною в останній інстанції. Справа у тому, що вже кілька років в Україні з'являються відомості про те, що навіть ідеальна за своїм хімічним складом вода, не придатна для повноцінного харчування людини.

Такий висновок дослідників ґрунтується на відсутності необхідного для людини кисню у складі фасованої води. Як правило, фасована вода до того, як потрапляє в тару, проходить кілька ступенів очищення (тоді в неї потрапляють алюміній, хлориди, інші речовини, які є додатковим забруднювачами), а після цього знаходиться якийсь час у стані спокою, а значить не може натуральним способом поповнюватися киснем. Відповідно, таку воду дослідники автоматично зараховують до категорії «мертвої», а значить, непридатної для споживання людиною. Точніше такої, яка не задовольняє організм людини необхідним набором речовин.

Це твердження можна оскаржити, враховуючи шкідливість води з водопроводу (і навіть іноді з артезіанських колодязів), - в ній дійсно наявна необхідна кількість вуглецю, але разом з вуглецем там містяться і інші добавки, які можуть також істотно вплинути на організм людини.

Відсутність вуглецю не єдиний мінус. Другим є відсутність корисних для людського організму мінералів, які також зникають під час очищення води.

Третім мінусом можна назвати екологічний елемент. Очищення і фасування води - усі ці процеси так чи інакше передбачають використання хімічних засобів, палива, пластика. Також, за даними дослідників з США, 85 % пластикової тари від бутильованої води потрапляє у відходи

Висновок. Однозначної відповіді на питання про те, варто чи не варто купувати фасовану воду, знайти не можливо. Кожен споживач може зважити для себе особисто усі зазначені в цьому матеріалі плюси і мінуси, і тоді вже зробити вибір. Яким би він не був, головне, щоб не нашкодив здоров'ю.

#### Джерела інформації

1. URL: [http://www.vodainfo.com/ru/about\\_water/bottled/pluses\\_and\\_minuses.html](http://www.vodainfo.com/ru/about_water/bottled/pluses_and_minuses.html)
2. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>

## ПАМ'ЯТЬ ВОДИ – ЩО НОВОГО?

Богачик А. С.

Науковий керівник – Берегова О. М., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Актуальність такого питання як пам'ять води на сьогоднішній день й досі велика. Значна частина населення залишається необізнаною щодо неї.

Дане повідомлення направлено на збагачення і усвідомлення інформації, що стосується будови та властивостей води. Воно спрямоване задля допомоги зробити висновки щодо правильності чи хибності певних тверджень, що стосуються характеристик води.

Детальне вивчення відповідних джерел дає змогу стверджувати, що нових спроб у вивченні теми пам'яті води залишається дуже мало. Це, в свою чергу, пов'язане з тим, що усі відомі твердження про особливу структуру води та її надзвичайні здібності до запам'ятовування були багаторазово спростовані.

Проте, уявлення, що вода може бути наділена невідомими досі характеристиками, активізувала великий інтерес щодо її вивчення. Саме тому, японський дослідник Масару Емото проводив величезну кількість експериментів, і намагався прослідкувати вплив на структуру води різних чинників.

Ці експерименти неодноразово оскаржувалися, а при кожній спробі повторити його досліди, таких самих результатів ніхто не отримав. Це й поставило під великий сумнів наявність у води будь-яких, на цей час невідомих властивостей та викликало хвилю обговорень.

Метою доповіді є висвітлити низку досліджень та висловлювань, що переконують у відсутності володіння водою таких здібностей, як запам'ятовування та інших, а також донести інформацію про воду та її хімічний склад та що з нею відбувається при дії різних чинників.

Висновки. Структура води жодним чином не здатна зберігати інформацію, що надходила до неї раніше. Молекули речовин, розведених у наднизьких концентраціях, тобто таких, що подальший їх вміст у воді не прослідковується, не можуть впливати на утворення особливого стану води, її пам'яті.

Гомеопатія, як вид альтернативної медицини, заснований на властивості води вбирати у себе інформацію, не визнана Всесвітньою організацією охорони здоров'я ефективним методом лікування.

### Джерела інформації

1. Масару Эмото. Послания воды: тайные коды кристаллов льда.- М.: ИД. «София», 2005. — 96 с.
2. Живая и неживая: пять мифов о необычных свойствах обычной воды: веб-сайт. URL: <https://nplus1.ru/material/2017/04/18/water-myths> (дата звернення: 14.03.2021).

## ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ТА ФУНГІЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ

Болгова О. С., к. т. н.

Інститут колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України, м. Київ

Одним із важливих завдань сучасної науки є пошук нових антибактеріальних засобів. Це пов'язано з тим, що мікроорганізми формують медикаментозну стійкість, тому застосування багатьох антибіотичних засобів стає малоефективним. У багатьох роботах доведено, що аскорбінова кислота пригнічує ріст мікроорганізмів та знищує їх шляхом проникнення у мікробні клітини та зміни їх окислювально-відновних реакцій завдяки своїм антиоксидантним властивостям. Оскільки ця речовина легко доступна і дешева, вона може бути альтернативним методом усунення патогенних мікроорганізмів. На сьогоднішній день у багатьох дослідженнях повідомляється про її антимікробну активність відносно *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Helicobacter pylori*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Mycobacterium tuberculosis* і *Aspergillus spp* [1, 2].

Нами проведені дослідження бактерицидної та фунгіцидної дії аскорбінової кислоти. Для досліджень обрано класичний тест-об'єкт - санітарно-показовий мікроорганізм *Escherichia coli*, а також дріжджоподібний гриб *Candida albicans*, який найчастіше виявляють у воді, що пройшла знезараження і може викликати серйозні захворювання у людей.

Досліджено бактерицидну та фунгіцидну дію аскорбінової кислоти в концентраціях 40, 250, 500 та 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

Показано, що при концентраціях аскорбінової кислоти 40, 250, 500 та 1000 мг/дм<sup>3</sup> ступінь знезараження культури *Escherichia coli* при початковому навантаженні  $\approx 1,5 \cdot 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> за 1 годину становить один порядок, тобто, незалежно від концентрації, показник знезараження однаковий (рис. 1).

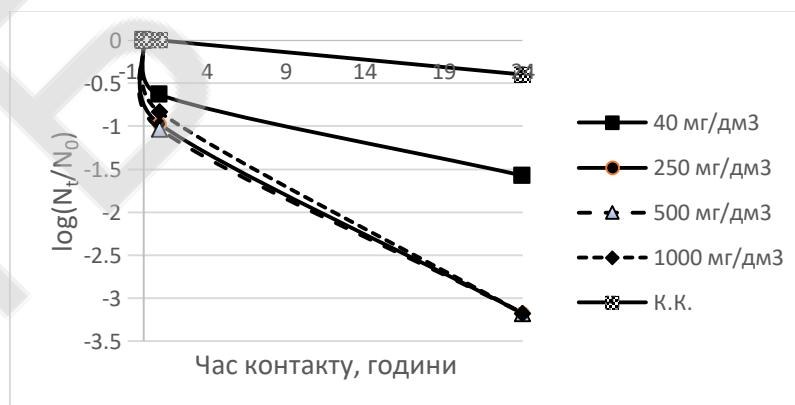


Рис. 1. Кінетика знезараження води від культури *Escherichia coli* аскорбіновою кислотою.

Однак, за добу повне знезараження культури відбувається лише при концентраціях 250, 500 та 1000 мг/дм<sup>3</sup>. При концентрації аскорбінової кислоти 40 мг/дм<sup>3</sup> через 24 години залишається один порядок культури, тобто дана концентрація знезаражує два порядки культури. Паралельно з дослідними розчинами ставили контрольний, у якому була лише культура *Escherichia coli* без аскорбінової кислоти (К.К.). Протягом доби експерименту показник рН досліджуваних розчинів був стабільним (табл. 1).

Таблиця 1 – Показник рН в розчинах протягом експерименту

Час контакту, год	0	1	24
	рН		
40 мг/дм <sup>3</sup>	4,3	4,3	4,4
250 мг/дм <sup>3</sup>	3,4	3,4	3,5
500 мг/дм <sup>3</sup>	3,3	3,3	3,3
1000 мг/дм <sup>3</sup>	3,1	3,1	3,1
К.К.	5,8	5,8	6

Встановлено, що підвищення температури з 20 до 37 °С не впливає на процес знезараження. Виявлено, що повне знезараження *Escherichia coli*  $\approx 1,5 \cdot 10^3$  КУО/см<sup>3</sup> аскорбіною кислотою в концентрації 40 мг/дм<sup>3</sup> за одну годину досягається при різкій зміні рН за допомогою NaOH від кислого до нейтрального (від рН  $\approx 4,3$  до  $\approx 6,5$ ). Цей ефект можна пояснити тим, що різка зміна рН розчину впливає на культуру *Escherichia coli* як стрес фактор, який підсилює знезаражуючу дію аскорбінової кислоти.

Дослідження фунгіцидної дії аскорбінової кислоти показали, що концентрація 40 мг/дм<sup>3</sup> за одну годину контакту знезаражує 0,3 порядку культури *Candida albicans*, концентрації 250 та 500 мг/дм<sup>3</sup> знезаражують приблизно 0,5 порядку культури, а 1000 мг/дм<sup>3</sup> – 0,7 (рис. 2). За добу контакту 40 мг/дм<sup>3</sup> знезаражує 0,5 порядку культури; 250 мг/дм<sup>3</sup> – 0,7; 500 мг/дм<sup>3</sup> – 0,9; 1000 мг/дм<sup>3</sup> знезаражує один порядок культури *Candida albicans*.

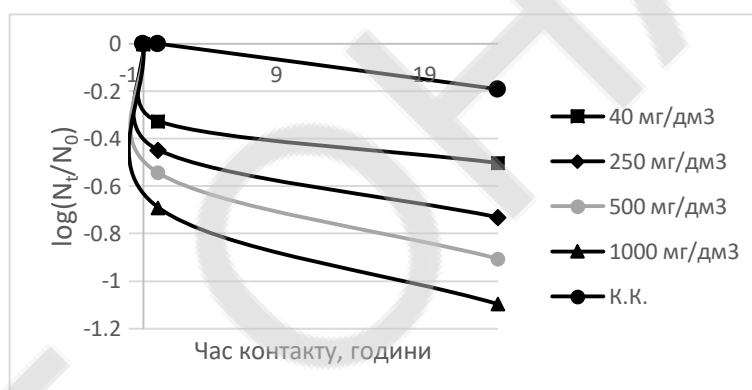


Рис. 2. Кінетика знезараження води від культури *Candida albicans* аскорбіною кислотою.

**Висновок.** Результати досліджень показали, що бактерицидний та фунгіцидний вплив аскорбінової кислоти відбувається за рахунок показника рН та їх антиоксидативної дії. Культура *Candida albicans* знезаражується гірше при дії аскорбінової кислоти. Така стійкість дріжджоподібних грибів, у порівнянні з бактеріальним санітарно-показовим мікроорганізмом *Escherichia coli*, очевидно пов'язана з особливістю будови їх клітинної стінки [3]. Однак, судячи з результатів моніторингу питної води з водопроводу та свердловин, зроблених в ІКХХВ ім. А. В. Думанського НАНУ, навіть найменших концентрацій аскорбінової кислоти буде достатньо, щоб знешкодити виявлену кількість мікроорганізмів (в межах  $\approx 2 - 300$  клітин в 1 см<sup>3</sup>), яка була виявлена у зразках води [4].

#### Джерела інформації

1. Sergio I.S. Ascorbic acid on oral microbial growth and biofilm formation. *Pharma Innov.* 2013. 2. С. 104 – 109.
2. Verghese R.J., Mathew S.K., David A. Antimicrobial activity of vitamin C demonstrated on uropathogenic *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*. *J. Curr. Res. Sci. Med.* 2017. 3. Р. 88 – 93.
3. Клеточная стенка грибов. URL: <http://ru.wikipedia.org>.
4. URL: <http://icwc.org.ua/kyiv-buvettes/kyiv-buvettes.html>

## **ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКОЙ**

**Верхивкер Я. Г., д. т. н., профессор, Мирошниченко Е. М., к. т. н., доцент,  
Петькова О. В., аспирант**

**Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

Вода является одним из основных компонентов рецептуры в технологии производств хлеба и хлебобулочных изделий, и должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Вода должна быть прозрачной, бесцветной, не иметь посторонних запаха и вкуса, должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь нормативные органолептические показатели. Безопасность воды в эпидемиологическом отношении определяется соответствующими нормативами по микробиологическим и паразитологическим показателям. Согласно требованиям к микробиологической чистоте воды общее число микроорганизмов в 1 мл воды не должно превышать 100, а число бактерий группы кишечных палочек в 1 л воды – не более 3.

Существенное значение для ряда технологических операций при производстве пищевых продуктов имеет жесткость воды. Жесткость воды характеризуется содержанием в ней растворимых солей кальция и магния. Величине жесткости воды 1 моль/м<sup>3</sup> соответствует массовая концентрация эквивалентов ионов кальция 20,04 г/м<sup>3</sup> и ионов магния 12,153 г/м<sup>3</sup>. Различают следующие виды жесткости воды: общая, карбонатная, некарбонатная, устранимая и неустраиваемая. Например, общая жесткость воды выражается суммой молярных концентраций эквивалентов ионов кальция (1/2Ca<sup>2+</sup>) и магния (1/2Mg<sup>2+</sup>) в воде. Величина общей жесткости питьевой воды не должна превышать 7 моль/м<sup>3</sup>.

Жесткость воды для хлебопекарного производства не является недостатком, так как умеренно жесткая вода благоприятно влияет на реологические свойства теста, улучшая его консистенцию. Чрезмерно жесткая вода замедляет процесс спиртового брожения, при использовании мягкой воды тесто приобретает свойства невыброженного полуфабриката. В то же время мягкая вода оказывает расслабляющее действие на свойства теста и, соответственно, клейковины, а также снижает интенсивность брожения [1].

Жесткая вода улучшает реологические свойства клейковины и теста из слабой муки. В случае применения хлорированной воды важно знать содержание в воде остаточного хлора, обладающего окислительным действием, и поэтому также укрепляющего слабую клейковину [2].

Типичная технология подготовки воды может состоять из следующих этапов: предварительная фильтрация с использованием механических приспособлений, обезжелезивание, к которому может быть добавлена деманганация, удаление солевых примесей, составляющих жесткость, обработка ультрафиолетом.

Структурная схема системы очистки воды зависит от ее источника (подземного или поверхностного, центральное водоснабжение), а также результатов ее исследования. После изучения указанных характеристик определяется совокупность технологий, которые будут применяться в конкретном случае.

Основные задания, которые предстоит решить при подготовке воды для теста и к выпечке кондитерской и хлебобулочной продукции, а также меры по приведению этого сырья к нормам утвержденной документации:

- оптимизация органолептических показателей: осветление, устранение запаха, сниже-

ние цветовой интенсивности;

- регулировка минерального состава: деминерализация воды, частичная или полная;
- уменьшение жесткости и щелочности;
- снижение концентрации в воде марганца и железа;
- уничтожение бактерий и микробов;
- очищение от органических добавок и коррекция окисляемости перманганатной;
- выведение тяжелых металлов;
- удаление радона и других химических элементов с радиационной активностью;
- приведение уровня кислотно-щелочного баланса в норму.

Для обработки воды используются (в разном сочетании) такие технологии:

- обработка воды гипохлоритом кальция или натрия;
- деманганация и обезжелезивание методом использования каталитических

наполнителей;

- сорбция и осветление;
- умягчение катионированием;
- озонирование и использование ультрафильтрации;
- деминерализация методом обратного осмоса;
- обогащение воды кислородом (напорное и безнапорное);
- обработка ультрафиолетом с целью ее обеззараживания [3].

Вода в хлебопекарном производстве используется как растворитель соли, сахара и других видов сырья: для приготовления теста, для приготовления жидких дрожжей, заварок, заквасок; идет на хозяйственные нужды – мойку сырья, оборудования, помещений, для теплотехнических целей (производства пара, необходимого для увлажнения воздушной среды в расстойных шкафах и печах).

Например, вода играет важную роль в технологии отложенной выпечки хлебных изделий или в технологии замороженных полуфабрикатов. Глубокая заморозка – основная стадия при изготовлении тестовых заготовок отложенной выпечки. Вода используется при замесе с получением оптимально развитого клейковинного каркаса для лучшей формо- и газодерживающей способности; для получения холодного теста, что является основой для замедления начала процесса брожения, при этом брожение должно быть сведено к минимуму или полностью отсутствовать; количество воды влияет на консистенцию теста для лучшей формоустойчивости во время размораживания.

Низкотемпературный процесс, во-первых, сильно влияет на структурно-механические свойства теста и качество готового продукта; во-вторых, при определенных параметрах замораживания структура внутриклеточной воды дрожжей может привести к снижению их активности, а то и к гибели микроорганизмов.

Вопросы качества и количества воды на любой технологической операции в хлебобулочном производстве являются вопросами качества готовых изделий, и поэтому требуют соответствующего контроля и очень актуальны.

### **Источники информации**

1. Мазур П. Я. Вода в технологии приготовления хлеба. - Воронеж: ВГТА, 2001 - 210 с.
2. Ким Л. В. Основы замораживания, хранения и размораживания хлебобулочных изделий. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1984. – 243 с.
3. Водоподготовка для производства хлебобулочных и кондитерских изделий / Название с экрана / Национальный центр водных технологий. Екатеринбург, 2021. URL: [https://ncwt.ru/ochistka\\_vody\\_i\\_vodopodgotovka/55/185/](https://ncwt.ru/ochistka_vody_i_vodopodgotovka/55/185/)

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛООБМІННИКА БАЙОНЕТНОГО ТИПУ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ

Вовченко А. І., аспірант, Василів О. Б., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Серед перспективних технологій опріснення високомінералізованих вод – метод заморожування. Він має невисоке енергоспоживання завдяки низькій теплоті фазового переходу, що становить  $\sim 335,5$  кДж/кг, на відміну від випарювання  $2256,7$  кДж/кг [1].

Метод заморожування дружній до довкілля, оскільки не відбувається скидання токсичних речовин. Через низьку робочу температуру знижується інтенсивність корозійних процесів, відсутній накип, що дає змогу використовувати недорогі матеріали та призводить до зниження собівартості установки [1]. Процес виморожування здійснюється у байонетному теплообміннику, який складається з двох концентричних трубок [2]. Робоча рідина подається у/або у внутрішню трубку, або в кільцеву трубку, залежно від застосування. Теплообмін відбувається переважно на двох поверхнях: (1) поверхні між внутрішнім та кільцевим потоками потоку та (2) поверхні між кільцевим потоком та маточним розсолом. Формування шару льоду здійснюється на зовнішній поверхні байонетних труб. Використання такої конструкції обумовлено необхідністю збереження пористої структури льоду, що формується в процесі виморожування, для подальшого очищення через сепарування або промивання в промивних колонах.

Відокремлення намороженого шару льоду від поверхні кристалізатора здійснюється частковим підплавленням поверхні контакту «трубка – лід», що дає змогу уникнути необхідності зішкрябаня шару льоду, яке здійснюється в установках інших типів, наприклад, барабанних.

Зростання продуктивності установок призводить до збільшення геометричних розмірів теплообмінних поверхонь, зокрема довжини труб. Це, так само, спричиняє зростання різниці температур між початковою й кінцевою ділянками труб і виникнення таких умов, за яких на різних ділянках процес кристалізації буде відбуватися за неоднакових температурних перепадах між фронтом кристалізації й маточним розчином. Як наслідок, ефективність процесу розділення (опріснення) буде гіршати.

На характер температурного поля впливають такі чинники: початкова температура холодоносія, його витрати, діаметри внутрішньої й зовнішньої труб трубки та температура і властивості розчину, а також конструктивні особливості опріснювальної установки.

Для забезпечення ізотермічності температурного поля зовнішньої поверхні труб теплообмінника пропонується виконати перфорацію внутрішньої трубки. Для визначення оптимальних геометричних характеристик необхідно на першому етапі розробити математичну модель та провести чисельне моделювання. На наступному етапі передбачається виконання експериментальних досліджень для підтвердження адекватності математичної моделі і, за необхідності, її уточнення.

### Джерела інформації

1. A. Eghtesad, M. Salakhi, H. Afshin, S. K. Hannani, “Numerical investigation and optimization of indirect freeze desalination,” *Desalination*, vol. 481, May 2020, doi: 10.1016/j.desal.2020.114378.

2. Пат. 82486 Україна, МПК C02F 1/22, A23L 2/08. Установка для опріснення води / Василів О. Б., Коваленко О. О., Тітлов О. С., Іщенко С. В.; Заявник та патентовласник Одеська національна академія харчових технологій – № у 201214014; заяв. 10.12.12; публік. 12.08.2013, Бюл. № 15.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ВОДИ У ВИРОБНИЦТВІ ПИВА

Григор'єва Т. П., інженер, Березецький Р. В., магістр

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

На сьогоднішній день серед всіх алкогольних продуктів пиво займає перше місце по продажу в сегменті алкогольних напоїв [1].

Сучасні темпи розвитку галузі змушують виробника постійно вдосконалювати технологічні процеси виробництва, розширювати асортимент виготовлення продукції, враховуючи попит споживача, впроваджувати нові ресурсозберігаючі технології у виробництво та інші. Розширення асортименту виготовлення пива передбачає появу нових технологій та технологічних рішень, які, в свою чергу, можуть повністю або частково змінювати вимоги до якості сировини.

Пиво є водним розчином екстрактивних речовин солоду, що не зазнали змін в ході бродіння і доброджування пива, етилового спирту та смако-ароматичних речовин, які є або вторинними метаболітами дріжджів, або надходять з хмелю [5].

Вода – основа пива. Вона становить до 90 % кінцевого продукту, і тому її слід віднести до основного виду технологічної сировини.

Вода, яка використовується для приготування напою, перш за все, повинна відповідати нормам, які висуваються до води питної [3].

Крім того, вода повинна відповідати ряду специфічних для пивоварної промисловості технологічних вимог, дотримання яких надає позитивний вплив на процес приготування пива. Як еталонний склад води для виробництва пива прийнято рахувати воду Пльзенського типу. Саме на її основі були розроблені «Вимоги до води для виробництва пива ТІ-10-5031536-73-10» (табл. 1).

Таблиця 1 – Вимоги до води для виробництва пива ТІ-10-5031536-73-10 [4]

Показник	Значення
рН, од. рН	6 – 6,5
Хлориди, мг/л	100 – 150
Сульфати, мг/л	100 – 150
Магній, мг/л	Залишки
Кальцій, мг/л	40 – 80
Лужність, мг - екв/л	0,5 – 1,5
Сухий залишок, мг/л	500
Нітрити, мг/л	0
Нітрати, мг/л	10
Алюміній, мг/л	0,5
Мідь, мг/л	0,5
Кремній, мг/л	2
Залізо, мг/л	0,1
Марганець, мг/л	0,1
Окислюваність, мг – О <sub>2</sub> /л	2
Твердість, мг - екв/л	<4
Каламутність, мг/л	1
Кольоровість, град.	10

Основні обмеження для води, яка застосовується безпосередньо у виробництві пива, стосуються таких показників, як величина рН, твердість, співвідношення між концентраціями іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , яке в питній воді взагалі не регламентується. Значно менше в воді для пивоваріння має міститися іонів заліза, кремнію, міді, нітратів, хлоридів, сульфатів. Не допускається наявність нітритів, які є сильними токсинами для дріжджів. У два рази менше в воді має бути мінеральних компонентів (сухий залишок) і в 2,5 рази нижче - показник ГПК (окислюваність). При оцінці її придатності для пивоваріння оцінюють залишкову лужність, яка відсутня в нормативах для питної води [2].

У пивоварінні мінеральні солі, що входять до складу води, ділять на хімічно активні і хімічно неактивні. До перших відносять всі солі кальцію і магнію, а також карбонат натрію. Вміст мінеральних речовин суттєво впливає на зовнішній вигляд, смак і аромат пива.

Вуглекислі солі кальцію, магнію і натрію знижують кислотність затору і сусла, в той час як кальцієві і магнієві солі сірчаної, соляної та азотної кислот підвищують кислотність сусла. При значному вмісті солей, що підвищують кислотність сусла, шкідлива дія вуглекислих солей може бути не тільки зменшена, але й повністю компенсована. Тому важливо враховувати не загальну кількість карбонатів, які обумовлюють лужність води, а ту їх кількість, яка залишається у вільному стані після часткової компенсації іонами кальцію і магнію [2].

У виробничому процесі вода також використовується в солодівні, в котельній, для охолодження сусла в холодильниках і в конденсаторах холодильних машин, для миття і чищення головним чином в бродильному і табірному відділеннях, а також у відділеннях миття і розливу. Тут до води «висуваються» менш жорсткі вимоги: вона має бути з низькою тимчасовою твердістю, аби не викликати утворення накипу; не повинна містити суспендованих неорганічних і органічних речовин, що могли б утворювати осад; вода не має містити велику кількість сполук заліза і марганцю, з яких при окисленні виділялися б гідроокиси; не повинна містити мікроорганізми.

На сучасних броварнях лабораторії щодня беруть проби води для проведення мікробіологічних та фізико-хімічних аналізів на всіх етапах виробництва – від видобутку зі свердловини до цеху пивоваріння [4].

Для того, щоб забезпечити однакову якість і смакові характеристики пива, виробленого в різних містах і країнах, необхідно забезпечити не тільки ідентичні умови його виробництва, але й ідентичну якість солоду, хмелю і, звичайно, відповідний склад води.

### Джерела інформації

1. Аналіз пивного ринку: картина споживання і портрет споживача пива. Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/issledovanie-ukrainskogo-rynka-piva.html>
2. Галузева методика з розрахунку норм і нормативів водокористування та водовідведення для підприємств пиво - безалкогольної галузі., Київ., 2009.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Додаток 5. Орієнтовний перелік методик та стандартів визначення показників безпечності та якості питної води.
4. Вимоги до води для пивоваріння. Режим доступу: [https://univod.ru/wp-content/uploads/2016/03/TI\\_10\\_5031536\\_73\\_10\\_P.pdf](https://univod.ru/wp-content/uploads/2016/03/TI_10_5031536_73_10_P.pdf)
5. Пивоваріння. Режим доступу: <http://wine.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000029/index.shtml>

## ГІГІЄНИЧНІ ТА ІНШІ ПРОБЛЕМИ ФАСОВАНИХ ПИТНИХ ВОД

Григор'єва Т. П., інженер, Савицька Я. В., студентка  
Науковий керівник – Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Фасовані питні води (ФПВ) вже кілька років є досить популярним харчовим продуктом, який вважається «хорошим тоном» критикувати для здобуття популярності. Забруднення довілля пластиковими пляшками, з яких люди випили воду, а також впевненість, що у пляшки розливають ту саму водопровідну воду, через низьку якість котрої люди вживають фасовану воду – це основні нарікання, що їх висловлюють критики цього харчового продукту. Метою роботи був короткий аналіз таких висловлювань та публікацій.

Фасовані питні води – це води, що призначені, в першу чергу, для вживання у екстремальних ситуаціях: при пошкодженнях системи централізованого водопостачання чи її відсутності взагалі, в екологічно небезпечних регіонах, у подорожах і на відпочинку у лісі, на березі моря, в горах тощо. Сприяють вживанню саме ФПВ і знання про низку захворювань (гострих чи хронічних), що розвиваються при вживанні води невідомої якості (до якої часто відносять водопровідну воду). Нарешті, у регіонах катастроф (на кшталт землетрусів, повеней чи засух тощо) фасована вода стає єдиним джерелом питної води, без якої життя взагалі неможливе. І саме виробники ФПВ, а не комунального господарства розташованих поблизу поселень, доставляють у ці регіони свою продукцію (найчастіше – безкоштовно). Тобто, вживання ФПВ – це вимушений захід, спрямований на збереження здоров'я людини, тоді як недовіра до водопровідної води – це реакція на не завжди достовірну інформацію саме виробників такої води щодо якості їх продукції (яка в Україна вже не є харчовою продукцією з відповідним зменшенням вимог до її виробництва).

Виробники ФПВ не менше, ніж завзяті захисники довілля, дбають про зменшення забруднення навколишнього середовища. Тому у виробництві пляшок використовують практично нейтральний поліетилентерефталат (ПЕТ), що не виділяє і не може виділяти у довілля бісфеноли чи фталати (на відміну від полікарбонатного чи ПВХ-посуду). Такі токсичні сполуки знаходили у жирі та молоці тюленів Півночі ще у середині минулого століття, коли вживання ФПВ не було таким масовим. Вага ПЕТ-пляшки за останні 15 років зменшилась більше, ніж у тричі, а самі ПЕТ-пляшки у країнах з дійсно великим рівнем культури та турботи про довілля переробляють (одяг, посуд, іграшки тощо). Так, щогодини у США у 2017 році переробляли понад 1 млн одноразових ПЕТ-пляшок, у Великій Британії, Бельгії, Франції переробка ПЕТ-пляшок складає 95 % від їх вироблення. Чому в Україні ситуація інша? Питання не до ФПВ чи до виробників цієї продукції.

ФПВ, згідно класифікації, що є у нашій країні, можуть бути природними (такі, що не піддаються жодній обробці після видобування з підземних джерел) або підготовленими (додатково оброблена вода, навіть водопровідна). Основними вимогами до виробництва ФПВ є, безумовно, гігієнічні вимоги щодо дотримання санітарного стану виробництва, якості роботи систем водопідготовки (додаткового очищення води), надійного оброблення пляшок і корок, дотримання умов зберігання продукції. Ці основні гігієнічні вимоги викладені у Керівництві з належної гігієнічної практики для виробників фасованих вод у Європі, що перекладено українською мовою, розповсюджено серед членів Асоціації виробників фасованих мінеральних і питних вод України і виконується ними, про що свідчать періодичні перевірки з боку Асоціації.

Випуск фальсифікованих ФПВ – така ж проблема, як і випуск фальсифікованої харчової продукції, яку критикують, але не звинувачують в усіх проблемах довілля і здоров'я споживачів. Тому, вважаємо, потрібно зважено оцінювати публікації у ЗМІ, і не використовувати самим, якщо довіряєте такій інформації, ФПВ навіть при відсутності води «у крані».

## ЧОМУ ВОДА – ЦЕ ЖИТТЯ?

Гуцало К. А.

Науковий керівник – Берегова О. М., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Чи часто ми замислюємося, а чому ж кажуть, що вода – це життя?

Вода – це найцінніший скарб на Землі, який супроводжує нашу планету ще з самого початку, увесь розвиток всього живого і не живого. Без води нічого б у світі не існувало. Навіть кажуть: «Вода і землю точить, и камінь довбає». У народі вважають, що це унікальна рідина, яка все розчиняє, усе життя вона нас супроводжує - із самого народження і до смерті. Також дуже точно і поетично про воду сказав Антуан де Сент-Екзюпері: «Вода! У тебе немає ані смаку, ані кольору, ані запаху, тебе неможливо описати, насолоджуються, відаючи, що ти таке! Не можна сказати, що ти необхідна для життя: ти саме життя! Ти сповнюєш нас радістю, яку не поясниш нашими почуттями. Ти найбільше багатство у світі ...» [1]

Найнеобхіднішою для людського існування вважається вода. Без неї ні одна нам відома форма життя не могла б існувати. Вода – це єдина речовина, яка зустрічається у всіх трьох агрегатних станах. При 100 °С вода кипить та переходить у газоподібний стан, а при 0 °С знаходиться у твердому стані, перетворюючись на кригу. Також вчені довели, що вода впливає на якість життя і здоров'я людини, адже 80 % захворювань передаються через воду, заражаючи кожен рік мільйони людей.

Цікавим фактом є те, що в організмі людини вода складає від 70 % до 90 %. З віком води стає менше, наприклад, у новонародженої дитини до 90 % води у тілі, а в дорослої – біля 70 %. Вода присутня у кожному органі і кожній клітині нашого тіла. Кожен день потрібно поповнювати баланс води. Здорова доросла людина повинна споживати близько 30 - 35 мл чистої води на кожний кілограм маси тіла [2]. Вода становить до 90 % ваги рослин та 75 % – 95 % ваги тварин.

Вода покриває понад 70 % земної кулі та існує у багатьох джерелах: ріки, моря, океани, льодовики, водосховища, болота, атмосферні та підземні води. Але людина може споживати тільки прісну воду, яка становить лише 2,5 % , та тільки 0,3 % цього об'єму легко доступно для використання. З цього відсотку біля 72 % прісної води знаходиться у льодовиках, 22,3 % – у ґрунтових водах, 5,05 % – у річках і озерах та 0,35 % – це атмосферна волога, яку можна збирати та після додаткового очищення використовувати не тільки для побутових потреб, але й для споживання людиною.

Складно переоцінити значення води у житті людини: вона необхідна для нормального функціонування організму, оскільки доставляє кисень і поживні речовини до клітин; допомагає переробляти їжу в енергію, виводить шлаки і відходи з організму, служить мастилом для суглобів, бере участь у регулюванні температури тіла. Ми використовуємо воду для угамування спраги, приготування їжі, купання, прання тощо.

На жаль, якість води, яка зараз доступна для використання, «бажає кращого», тому що наша планета забруднена продуктами життєдіяльності людини, які дуже погано впливають на ґрунти і воду у цілому. Кожна викинута пластикова пляшка пролежить в землі багато років, з кожним роком отруюючи воду і нас доки повністю не розкладеться, а це займе понад 250 років, а поліетиленові пакети та інший більш щільний пластик розкладатимуться від 100 до 1000 років. Забруднюючи ґрунти і воду токсичними речовинами (стиролом, формальдегідами, фенолом, хлоропреном, уретаном і іншими шкідливими речовинами), людство не замислювалося над майбутнім. На жаль, зараз практично немає незабруднених наземних джерел.

Отже, вода – це найцінніший скарб, на який за буденними справами ми не звертаємо увагу, приймаємо за щось буденне та не дуже цінуємо, а часто навіть шкодимо. Але без води усе живе існувати не зможе.

Тому кожна людина повинна піклуватися про воду, водні джерела, та замислюватись, що ми залишимо нашим нащадкам – у яких екологічних умовах вони будуть жити через сотні, а може, й десятки років.

Тільки завдяки воді ми і все живе та, навіть, неживе на Землі існує.

### **Джерела інформації**

1. Антуан де Сент-Екзюпері. Планета людей. 1999. 58 с.
2. Значення води у природі і житті людини. Її корисні властивості. URL: <https://ecosoft-market.com.ua/ua/znachenie-vody-v-prirode-i-zhizni-cheloveka-ee-poleznye-svoystva>

## ВПЛИВ ЗМІНИ В ЕКОСИСТЕМАХ НА СТАН ВОДНОГО БАЛАНСУ

Дерманська Я. І., магістрантка спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор

Поліський національний університет, м. Житомир

Природа забезпечує нам багато переваг, включаючи їжу та паливо; покращена якість повітря та води; помірність режимів витрати води та температури; посилене ґрунтоутворення та родючість; вироблення кисню; зберігання вуглецю та поживних речовин; переробка; і культурне, рекреаційне та духовне збагачення. Режими води та відкладень в природних екосистемах є основними факторами, що визначають здоров'я та стійкість людей.

Добре спроектоване та підтримуване побудоване середовище забезпечує додаткові суттєві економічні та соціальні вигоди. Забір води для задоволення міських потреб, вирощує більше їжі та виробництво більшої кількості енергії - все це призводить до зменшення кількості води для навколишнього середовища та збереження здоров'я екосистеми. Наше завдання полягає у визначенні, а потім у створенні стійкого балансу між усіма цими вимогами, що змінюються та є невизначеними [1].

Якість припливної води так само важлива, як і кількість води. Зміни екосистеми можуть бути спричинені незначними змінами якості води. Кілька забруднювачів часто поєднуються синергетично, щоб викликати посилений або різний вплив, ніж сукупний ефект забруднювачів, розглянутих окремо. Постійне надходження забруднювачів може в кінцевому рахунку перевершити стійкість екосистеми, що призведе до значних і, можливо, безповоротних втрат. Системи підземних вод є особливо вразливими прісноводними ресурсами: після забруднення їх важко і дорого відновлювати.

Повені та посухи можуть мати значний вплив на екосистеми заболочених та лісових масивів. Цикли посухи та повені є природною частиною екосистем; вони пристосовуються до них і на них впливають. Повені та пов'язані з ними відкладення можуть поповнювати природні екосистеми, забезпечуючи більше води та родючий ґрунт для рослин (включаючи продовольчі культури). Урбанізація та інші зміни землекористування, погана сільськогосподарська практика та індустріалізація належать до тих видів діяльності, які можуть змінити режими кількості та якості води в екосистемах, а отже, негативно модифікувати екосистеми [2].

Сьогодні, можливо, половина економічно доступної прісної води використовується для задоволення потреб людини - удвічі більше, ніж це було лише 35 років тому [1]. Ми не впевнені, скільки води має залишитися в наших природних екосистемах, щоб підтримувати їх. Однак дані свідчать про те, що ми наближаємось до межі кількості води, яку ми можемо додатково використовувати [4]. На щастя, дослідження ролі води в екосистемах покращують нашу здатність оцінювати її та розуміти масштабні, довгострокові екосистемні процеси та необхідні їм потоки води [1].

Вчені, інженери, менеджери, політики та зацікавлені сторони повинні спільно працювати над виявленням та розробкою стратегій для підтримання в основному ігнорованих екосистемних цінностей. Фундаментальним науковим завданням є можливість уточнити просторові та часові шкали, необхідні для розуміння та управління стійкістю екосистем. Зосереджені зусилля на кращій артикуляції взаємозв'язків між режимом потоку, його зміною та динамікою екосистеми швидко зростають [5], але виявлення «меж» стійкості екосистеми [2] залишається цілком дослідженням.

Майже кожен гідрологічний метод, запроваджений до 2050 року, буде адаптований для врахування підвищеної невизначеності та нестаціонарності, які стали центральними викликами 2021 р. Незалежно від наявних технологій у 2050 році, планування та

управління водними ресурсами буде продовжувати здійснюватися в соціальному чи політичному середовищі, тобто в середовищі, де домінують люди.

Потрібні дослідження для обґрунтованих дебатів щодо необхідності платити за подальше існування чогось без потреби чи сподівання на його використання чи бачення. Якщо це відбудеться, мусить відбутися значний перелом у розумінні та оцінці навколишнього середовища пересічною людиною, а також у нашому розумінні національного багатства та культурних цінностей, які люди ставлять на своїх водних ресурсах.

### Джерела інформації

1. Всеєвропейської конференції Міністерства навколишнього середовища. Київ, 2003. 138 с.
2. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
3. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
4. Комплексна біоінженерна система для очищення водойм: Пат. 117067 UA, МПК СО2F 3/32 (2006.01), E02B 15/00 (2006.01), № ч 201700555; заяв. 20.01.2017; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11, 2017 р.
5. Маджд С. М., Кулинич Я. І. Динаміка змін знаходження речовин та елементів техногенного походження у водах. Проблеми хімотології: матеріали VI Міжн. наук. – техн. конф., (Львівська обл., 19–23 червня 2017). Київ – Львівська обл., 2017. С. 401–404.
6. Кулинич Я. І. Оцінка екологічної ємності природних водойм в умовах надмірного антропогенного навантаження. Pure water. Fundamental, applied and industrial aspects: Proceeding of the V International Scientific and Technical Conference (Kyiv, 26–27 October 2017). К.: Видавничий дім «КІЙ», 2017. р.147–148.
7. Кулинич Я. І. Конструкція біоплато зануреного типу для очищення малих річок. Біотехнологія XXI століття: матеріали XII Всеукр. наук. – практ. конф., присвяч. 100-річчю з дня народж. Артура Корнберга (20 квітня 2018 р). К.: 2018. С. 112.
8. Кулинич Я. І. Техногенний вплив діяльності авіапідприємств на екологічний стан: Екологічна безпека: матеріали XVII Міжнар. наук. – практ. конф. молодих учених і студентів. (Київ, 4–7 квітня 2017). К.: НАУ, 2017. С. 64.
9. Kulynych Ya. Environmental assessment. Build- masterclass-2016: International scientific-practical conference of young scientists (Kyiv, 16–18 November 2016). К.: KNUCA, 2016. p.164.
10. Dankevych V., Dankevych Y. Management of forest and water resources in the context of administrative-territorial reform: the experience of Poland. The scientific heritage (Budapest, Hungary). VOL 6, No 55 (55) (2020). 27 – 31 p.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Дремух К., Бельтюкова С. В., д. х. н., профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Все летучие органические соединения (ЛОС) анализируют методом капиллярной газовой хроматографии, однако анализу различных компонентов предшествуют разные варианты пробоподготовки. Для извлечения загрязняющих веществ из воды с целью их последующего анализа применяют три основных способа: жидкостная экстракция, твердофазная экстракция, стриппинг (газовая экстракция).

В первом случае целевые компоненты извлекают из проб воды экстракцией органическими растворителями, а полученные экстракты затем концентрируют упариванием.

Второй способ – твердофазная экстракция, заключается в прокачивании анализируемой воды через патрон сорбента (чаще всего, модифицированный силикагелем С-18 или полимерными смолами – амберлитами ХАД), который затем высушивают, экстрагируют дихлорметаном и полученный экстракт концентрируют перед анализом.

Третий способ – газовую экстракцию – используют главным образом для анализа ЛОС. Этот способ основан на продувке воды инертным газом с последующим улавливанием примесей на твердом сорбенте. Продуваемый через пробу воды инертный газ (азот или гелий) захватывает летучие органические соединения, которые затем улавливают на таких сорбентах как тенакс или активный уголь, или конденсируют в криогенной ловушке.

При определении ЛОС в воде широко применяют парофазный анализ (ПФА).

Коммерческие хроматографы часто оснащают специальными дозаторами для автоматического анализа в варианте ПФА, который основан на принципе статического и динамического ПФА.

Статический ПФА применяют для анализа образцов воды, содержащих летучие примеси на уровне ppm (1 часть на миллион), а динамический ПФА позволяет определять в воде очень низкие содержания загрязняющих веществ на уровне ppb (1 часть на миллиард). После улавливания примесей из воды на сорбенте их извлекают экстракцией органическим растворителем или термодесорбцией. Поскольку в воде обычно содержится до нескольких десятков ЛОС разных классов, то для надежной идентификации компонентов этих смесей используют хромато-масс-спектрометрию.

Однако для этих же целей можно использовать идентификацию с помощью комбинации хроматографических детекторов, например, универсальный ФИД и селективный ЭЛКД (детектор Холла). Сравнение хроматограмм ЛОС, полученных одновременно с этими двумя детекторами, позволяет надежно зафиксировать и определить количественно в питьевой воде очень низкие концентрации таких важных приоритетных загрязнителей как ароматические и хлоруглеводороды (в интервале содержаний 0,001 – 0,1 ppb).

Эту же задачу можно решить и другим способом, например, с помощью портативного газового хроматографа «ЭХО». Применение поликапиллярных колонок позволяет определять на уровне 0,01 ppb в водопроводной воде хлорсодержащие углеводороды, к которым селективен детектор электронного захвата.

Весь анализ хлоруглеводородов на высокоскоростном портативном газовом хроматографе «ЭХО» занимает менее 30 секунд. Примерно столько же времени требуется для определения в воде на этом же хроматографе, но с фото и ионизационным детектором, ароматических углеводородов – бензола, толуола, ортоксилола.

## ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ У ЗДІЙСНЕННІ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВОДИ

Дремух К., Лівенцова О. О., к. х. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Електрохімічні методи аналізу широко використовують у контролі якості води. У аналізі природних, стічних, дощових, артезіанських і водопровідних вод застосовують вольтамперометрію (полярографію), в основному, для визначення домішок важких металів. Метали «втягують» з вод екстракцією або сорбцією на іонообмінних смолах і перетворюють їх в солі обробкою сильними мінеральними кислотами (азотна, сірчана або соляна кислоти), після чого отримані розчини аналізують на полярографі.

Унікальні можливості інверсійної вольтамперометрії дозволяють (завдяки додатковому концентруванню металів на електроді у вигляді амальгами, якщо метали, що визначаються, досить добре розчиняються в ртуті) визначити дуже низький вміст металів (0,0001-0,00001 мг/л) у питній та артезіанській воді.

Полярографічні методи виявляються корисними і при аналізі сильно забруднених вод (стічні води, викиди промислових підприємств, комунальні стоки та ін.). За допомогою хроноамперометрії визначають вміст миш'яку у стоках промислових підприємств. Метод передбачає попереднє окислення органічних сполук, що містяться в забрудненій воді, відновлення миш'яку, селективне екстрагування миш'яку з кислих розчинів бромиду і отримання хроноамперограми миш'яку безпосередньо у екстракті (без концентрування проби) на тлі 1 М розчину хлориду літію в етанолі. Межа виявлення 2 мг/л миш'яку.

Вольтамперометричні методи ефективні при визначенні як низького, так і високого вмісту важких металів у природних і стічних водах, причому результати ідентифікації і визначення металів цим методом досить надійні.

Найбільш широко застосовують пряму потенціометрію, де індикаторним електродом слугує іон-селективний електрод (іонометрія). Це зручний, простий і швидкий сучасний метод, тривалість аналізу в якому визначається часом підготовки проби, оскільки на саме вимірювання витрачається від однієї до двох хвилин. Від інших фізико-хімічних методів іонометрія відрізняється, насамперед, простотою методики і дешевизною вимірювальних приладів. Сучасні портативні іономіри дозволяють визначати різноманітні іони і розчинені гази не тільки у лабораторії, а й у польових умовах. При цьому існує три практичних прийоми: метод градування електроду, метод градувального графіку і метод добавок. Найшвидший і простий - метод градування електроду. Оптимальним, особливо у разі аналізу розчинів складного складу, є метод добавок, заснований на вимірі потенціалу електроду у розчині, що аналізують ( $E_1$ ), після введення відомого обсягу стандартного розчину ( $E_2$ ).

Висока чутливість потенціометричних методів з використанням іонселективного електроду (ІСЕ) у ряді випадків дозволяє аналізувати воду без попереднього концентрування цільових компонентів. До числа найбільш важливих іонів, визначаємих за допомогою ІСЕ, відносяться іони натрію, калію, кальцію, фториду, хлориду, нітриду, сульфід-іони. Іонометрія дозволяє також визначати вміст розчинених у воді газів: аміаку, оксидів азоту і діоксиду вуглецю. Так, наприклад, потенціометричне визначення фториду у воді засноване на вимірюванні концентрації фторид-іону на тлі цитратного буферного розчину, рН 6, з використанням фторид-селективного електроду. Метод селективний, а  $Stip$  становить близько 1 мкг фторид-іону.

## ДИСКОВІ БІОФІЛЬТРИ У ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТІЧНИХ ВОД

<sup>1</sup>Зацеркляний М. М., к. т. н., доцент, <sup>2</sup>Столевич Т. Б., к. т. н., доцент,  
<sup>2</sup>Чабан А. А., бакалавр, гр. ХО-171

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса  
<sup>2</sup>Державний університет «Одеська політехніка», м. Одеса

Останнім часом спостерігається погіршення якості води внаслідок збільшення вмісту біогенних, органічних та синтетичних поверхнево-активних речовин, іонів важких металів майже в усіх поверхневих водах. Це обумовлено недостатнім очищенням стічних вод, які надходять від очисних споруд у природні водні об'єкти, що впливає на якість питного водопостачання населення, призводить до загибелі гідробіонтів та утруднює рекреаційне використання водних об'єктів.

Серед методів очистки стічних вод, біологічна очистка є найбільш дешевою, доступною і ефективною, а на практиці досить часто єдино можливою. Основною ціллю біологічної очистки виробничих стічних вод є розпад і мінералізація органічних речовин, які знаходяться в колоїдному і розчиненому стані. Ці речовини практично не можуть бути видалені із стічних вод існуючими механічними методами.

Біологічні процеси у забруднених органічними сполуками стічних водах відбуваються на всіх етапах проходження води крізь очисні споруди. Більше того, вони розпочинаються в момент утворення стічних вод, тривають під час збирання і транспортування цих вод до очисних споруд, не припиняються після будь-якого, навіть найбільш ретельного очищення і знезараження води.

Задача біологічної очистки виробничих стічних вод полягає у тому, щоб досягти мінералізації органічних речовин до такого стану, при якому стічні води можна було б скинути у водний об'єкт, не порушуючи його санітарного режиму. Технічно організація процесу біологічної очистки заснована на моделюванні умов, у яких біологічний розпад органічної речовини відбувається в природних умовах.

Застосування біологічного методу обумовлено його перевагами: можливістю видаляти зі стічних вод різноманітні органічні сполуки, у тому числі і токсичні; простотою апаратурного оформлення; відносно невисокими експлуатаційними витратами.

До індустриальних, штучних методів біотехнології очищення належить обробка стічних вод аеробними (у біофільтрах, аеротенках тощо) та анаеробними мікроорганізмами. Біологічна очистка стічних вод здійснюється на біологічних фільтрах або аераційних спорудах з активним мулом (мікроорганізмами, найпростішими, грибами, водоростями). На біологічних фільтрах забруднюючі речовини вилучаються біоценозом, прикріпленим до завантаження біофільтру, а надлишкові мікроорганізми – біологічна плівка - вилучаються у вторинних відстійниках.

Процес видалення і поглинання мікроорганізмами органічних домішок стічних вод відбувається у три стадії:

- масопередача забруднюючої органічної речовини і кисню до поверхні клітини;
- дифузія забруднюючої органічної речовини і кисню через напівпроникну мембрану клітини;
- метаболізм дифундованих продуктів, який супроводжується приростом біомаси, виділенням енергії, діоксиду вуглецю.

При біологічному очищенні стічних вод основна роль належить внутрішнім процесам клітини.

У дискових біофільтрах відбувається процес біологічного очищення стічних вод, а саме – окислення органічних забруднюючих речовин, та переведення, перш за все, сполук азоту у нітратну форму. Для цього використовується біологічна плівка (біоплівка), що створюється колоніями мікроорганізмів, які накопичуються на дисках і являє собою біоценоз мікроорганізмів – мінералізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні й окислювати у присутності кисню органічні речовини стічних вод.

Дискові біофільтри відрізняються від класичних біофільтрів тим, що їх «завантаження», а саме диски, на яких у закріпленому стані знаходяться колонії мікроорганізмів (біо-плівка), обертається.

Диски із закріпленою біоплівкою – головна конструктивна особливість таких споруд. Основними елементами дискового біофільтру є круглі диски діаметром до 3 м, що розміщені вертикально на горизонтальних валах на відстані 10 – 30 мм один від одного. Диски приблизно на половину діаметра занурені в лоток, по якому протікає стічна вода, і повільно обертаються за допомогою електроприводу. Поступово на поверхні дисків з'являється біоплівка, яка за видовим складом утворюючих її мікроорганізмів не відрізняється від біоплівки біофільтрів із об'ємним чи площинним завантаженням.

При занурюванні у стічну воду здійснюється процес сорбції біоплівкою нерозчинних, колоїдних і розчинних забруднень, що містяться у воді. Коли біоплівка знову опиняється у повітрі, відбувається інтенсивне поглинання кисню й окислення вже сорбованих забруднень.

За рахунок обертання дисків здійснюється також аерація стічних вод, що очищаються. Частина біоплівки, включаючи відпрацьовану, відривається від поверхні дисків, попадає у лоток і осідає або знаходиться в стічних водах у завислому стані. Таким чином, процеси біологічного окислення органічних забруднень стічних вод здійснюються як біоплівкою, закріпленою на поверхні завантаження (аналогічно у біофільтрах), так і вільно плаваючою біоплівкою (як в аеротенках).

Використання розміщеного у обертових дисках контактної середовища, біоплівки на дисках і вільно плаваючої біоплівки, хороші умови контакту їх з органічними речовинами стічної води і киснем повітря, насичення стічних вод киснем - завдяки цим процесам дискові біофільтри забезпечують вилучення забруднюючих речовин із підвищеною швидкістю.

У результаті проведених досліджень по очищенню виробничих стічних вод підприємств харчової промисловості розроблені високопродуктивні аеробні погрузні дискові біологічні фільтри [1, 2, 3]. Доведено доцільність використання у якості завантажувального матеріалу контактної середовища керамзиту, бентоніту, кремнію. Запропонована конструкція біологічного фільтру з модифікованим завантаженням [3], що має досить розвинену адсорбційну поверхню, здатний до максимального насичення стічних вод киснем, а також забезпечення інтенсивного перемішування і підтримки в підвищеному стані відірваної біоплівки. Це дозволяє інтенсифікувати процес очищення стічних вод і підвищити окислювальну потужність споруди.

Установлено, що у порівнянні з іншими типами біофільтрів, погрузні дискові біологічні фільтри мають ряд суттєвих переваг: вони нескладні за конструкцією й прості в експлуатації; мають малі енергетичні витрати, які в 3 – 3,5 рази менші, ніж в аеротенках (енергетичні витрати в дискових біофільтрах не перевищують 0,3 кВт.год на 1 кг знятої БПК<sub>5</sub>); мають малий гідравлічний опір, а тому не потребують великих перепадів висот для своєї роботи (при наявності перепаду висот більше 0,5 – 1 м пакет дисків може обертатись за рахунок енергії потоку); можуть ефективно працювати при великій нерівномірності надходження стічних вод і різких коливаннях концентрацій забруднень; товщину біоплівки у дискових біофільтрах можна контролювати і регулювати.

Перспективним для впровадження є пристрій для виділення домішок із стічних вод [4], (див. рисунок), що містить резервуар з підвідним і відвідним лотками, установленими всередині резервуара горизонтальними валами, на яких жорстко закріплені на відстані

один від одного порожнисті перфоровані обертові диски. Диски заповнені контактним середовищем на 85...90 % для іммобілізації мікроорганізмів. Пристрій містить трубчатую повітродозподільну систему, що являє собою загальний повітропровід, який розділений на окремі повітропроводи з отворами для подачі атмосферного або підігрітого повітря для інтенсифікації процесу виділення забруднювальних речовин,

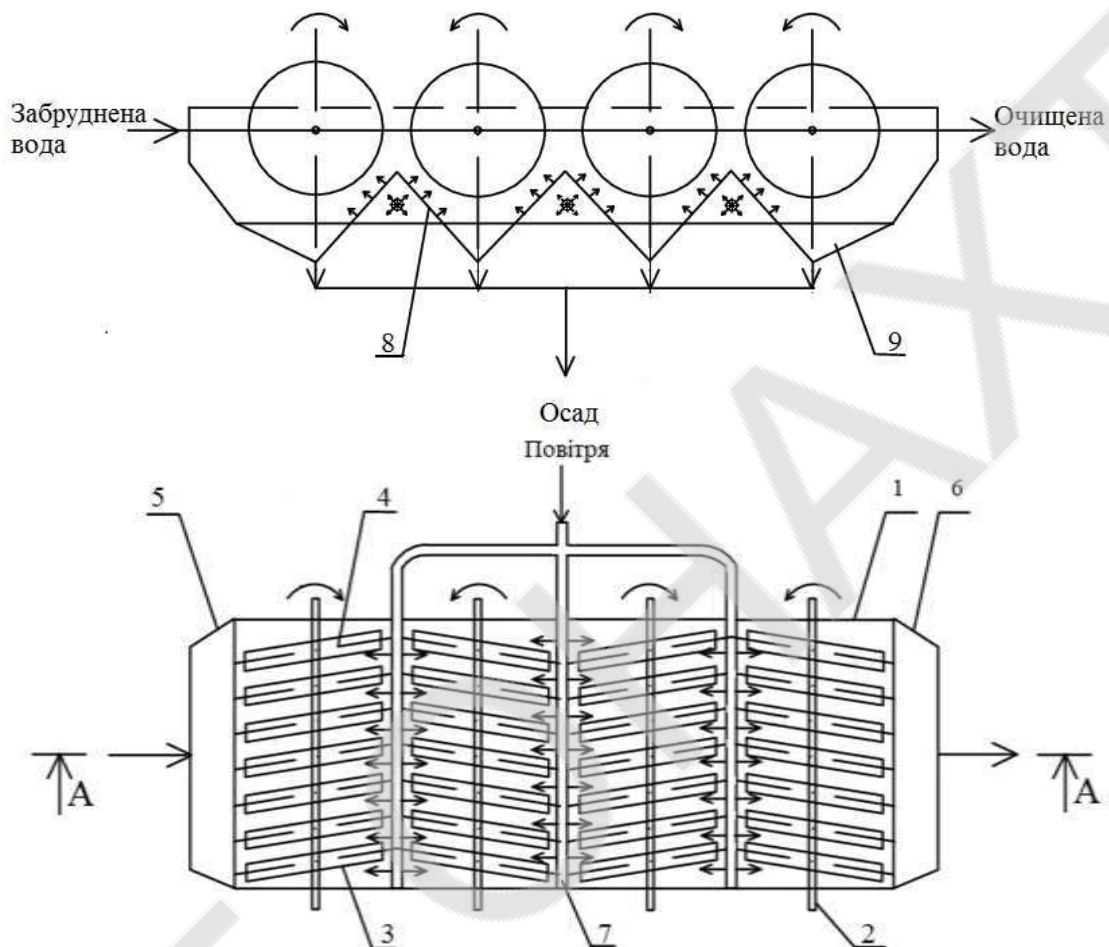


Рис. 1. Схема дискового біофільтру:

- 1 – резервуар; 2 – горизонтальні вали; 3 – порожнисті перфоровані обертові диски; 4 – контактне середовище; 5 – підвідний лоток; 6 – відвідний лоток; 7 – трубчатая повітродозподільна система; 8 – аератори; 9 – бункери для осаду.

### Джерела інформації

1. Барабаш, В. О. Локальна схема очистки виробничих стічних вод / В. О Барабаш, М. М. Зацеркляний // XI Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції. 20 – 21 березня 2020 р., Одеса, ОНАХТ. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – С. 5 – 6.
2. Патент на винахід №117257. Пристрій для відокремлювання домішок // Зацеркляний М. М., Столевич Т. Б., Зацеркляний О. М., Ляшенко К. І. Заявл. 15.04.2016; опубл. 10.07.2018. Бюл. №13.
3. Патент на корисну модель №134589. Пристрій для очищення стічних вод // Зацеркляний М. М., Столевич Т. Б., Зацеркляний О. М., Майлунець Н. В. Заявл. 17.12.2018; опубл. 27.05.2019. Бюл. №10.
4. Патент на корисну модель №143330. Пристрій для виділення домішок із стічних вод. Зацеркляний М. М., Столевич, Т. Б., Зацеркляний О. М. Майлунець Н. В. Заявл. 21.01.20, опубл. 27.07.20, Бюл. №14.

**МОДИФІКУВАННЯ СОКИРНИЦЬКОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ  
МАНГАНУ(IV) ОКСИДОМ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ**

**Знак З. О., д. т. н., професор, Пиріг М. А., студент, Мних Р. В., к. т. н., ст. викладач,  
Зінь О. І., к. т. н., м. н. с.**

**Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів**

Природні сорбенти, наприклад, цеоліти, глинисті матеріали тощо, доволі широко застосовують у технологіях очищення природних вод від домішок різного походження. Особливо перспективним є застосування клиноптилоліту, якому притаманні розвинута поверхня, створена розгалуженою системою пор і каналів, висока сорбційна здатність, виражена катіонообмінна здатність. Виконаними раніше дослідженнями показано, що сфера застосування природного клиноптилоліту суттєво розширюється після його модифікування сріблом як в іонному вигляді, так і високо дисперсного срібла, іммобілізованого на поверхні частинок цього цеоліту. Срібло забезпечує знезаражування води, або хоча б пригнічення розвитку мікрофлори, присутньої у воді. Однак, у багатьох видах природних вод, передусім підземних, присутні такі домішки, як іони заліза(II), мангану(II) та сірководень. Відомо про застосування у складі фільтрувальних матеріалів у фільтрах для очищення води окисників, зокрема, піролюзиту ( $MnO_2$ ). Він суттєво прискорює окиснення вказаних домішок до іонів заліза(III), які швидко утворюють малорозчинний заліза(III) гідроксид, дисперсний мангану оксид та сульфат-іон (часом дисперсну вільну сірку). При цьому частинки клиноптилоліту, володіючи розвиненою поверхнею, здатні сорбувати утворені високодисперсні частинки.

Мета роботи полягала у дослідженні процесу модифікування природного клиноптилоліту високо дисперсними частинками мангану(IV) оксиду.

У дослідженнях, як і у попередніх, що стосувались модифікування сріблом, використовували попередньо збагачений клиноптилоліт Сокирницького родовища (Закарпатська обл.), фракції 2,0...2,5 мм. Насичення клиноптилоліту 0,5 М розчином  $Mn(NO_3)_2$  проводили спочатку за інтенсивного перемішування впродовж 2 год, а потім витримували у статичному режимі ще впродовж 20 год. Після цього клиноптилоліт відділяли фільтруванням. У подальших дослідженнях використовувати клиноптилоліт, насичений  $Mn(NO_3)_2$ , вологий (отриманий після фільтрування) та висушений за температури 100 °С.

Згідно з літературними даними, мангану(II) нітрат розкладається до  $MnO_2$  за температури 200...350 °С. Однак чисельними дослідженнями було показано, що розклад  $Mn(NO_3)_2$  залежить від низки чинників: швидкості нагрівання, присутності в системі кисню тощо. Тому було запропоновано здійснювати розклад  $Mn(NO_3)_2$  під дією надвисоко частотного (НВЧ) електромагнітного випромінювання. Дослідження проводили за потужності НВЧ-випромінювання в діапазоні 45...500 Вт, частота НВЧ-випромінювання – 2,45 ГГц. Оброблення насиченого  $Mn(NO_3)_2$  клиноптилоліту здійснювали в періодичному режимі. Загальна тривалість процесу становила 30...90 хв.

Інтегральний вміст мангану в клиноптилоліті після модифікування визначали методом сканувальної електронної мікроскопії (мікроскоп Zeiss EVO-40XVP). Для цього визначали вміст Mn у різних точках декількох частинок клиноптилоліту та визначали середній їх вміст. Наявність певних форм мангану оксиду, які можуть утворюватись під час розкладу  $Mn(NO_3)_2$ , визначали методом рентгенофазового аналізу з використанням дифрактометра ДРОН-2,0.

Встановлено, що попередньо висушений клиноптилоліт практично не поглинає НВЧ-випромінювання. Про це свідчить зміна температури зразка, яка відбувалась у межах 3...5 градусів. Відповідно навіть зовнішній вигляд цеоліту не змінювався – він залишався світло-сірим.

Наявність у зразку цеоліту вологи забезпечує поглинання НВЧ-випромінювань, оскільки вода належить до диполів, які переорієнтовуються у просторі з частотою, що відповідає частоті електромагнітного випромінювання – 2,45 ГГц. Внаслідок цього енергія випромінювання перетворюється на теплову. При цьому температура зростає, що спричиняє поступовий розклад  $Mn(NO_3)_2$ , про що свідчить виділення  $NO_2$ . При цьому цеоліт темнішає, стає спочатку світло-коричневим, а потім дедалі темнішає. Цьому, ймовірно, сприяє те, що утворені частинки мангану оксиду поглинають НВЧ-випромінювання, а це, своєю чергою, спричиняє поступове збільшення температури.

Встановлено, що за незначної початкової вологості цеоліту здатність поглинати НВЧ-випромінювання є низькою, а тому процес розкладу відбувається повільно. У разі, якщо після кожного сеансу оброблення клиноптилоліту до нього вводили деяку кількість води (при цьому клиноптилоліт необхідно ретельно перемішати для забезпечення однакової вологості в різних точках кварцового стакану, в якому здійснювали оброблення НВЧ-випромінюваннями), спостерігали інтенсивніший розклад  $Mn(NO_3)_2$ . Відповідно на поверхні частинок клиноптилоліту вміст мангану збільшувався до 40...45 %. Методом рентгенофазового аналізу встановлено, що утворена сполука – це мангану(IV) оксид.

Зі збільшенням як вологості клиноптилоліту, так і тривалості його оброблення в НВЧ-полі, вміст мангану на поверхні частинки збільшується аж до 80 %. Тобто практично вся поверхня частинки вкрита сполукою, яка виявляє каталітичну активність у процесах окиснення у водних середовищах за участю кисню (рис. 1).

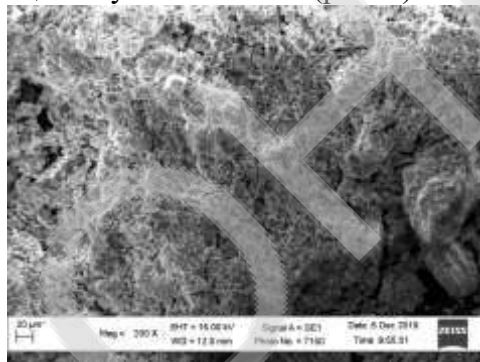


Рис. 1. СЕМ-зображення поверхні клиноптилоліту, вкритої частинками  $MnO_2$ .

Виявили, що інтенсивність забарвлення різних частинок клиноптилоліту відрізняється: тоді як одні частинки набували практично чорного забарвлення, інші залишались світло-сірими. Ймовірно, це зумовлено тим, що природний клиноптилоліт не однаковий за складом. Лише за умови кількаразового надлишку мангану нітрату щодо максимальної сорбційної здатності клиноптилоліту досягається практично однакове забарвлення частинок клиноптилоліту, а, отже, практично однаковий вміст  $MnO_2$  на їх поверхні.

Однак, як виявилось, адгезія частинок  $MnO_2$  на поверхні частинок клиноптилоліту відрізняється від того, в який період модифікування вони були осаджені. Частинки  $MnO_2$ , осаджені під час перших однієї-двох стадій модифікування, характеризуються кращою адгезивною здатністю – вони практично не відділяються під час механічного навантаження, наприклад, внаслідок тертя. Можливо, це зумовлено тим, що вони формуються на поверхні алюмосилікату, яка активується кислотою, що утворюється внаслідок гідролізу  $Mn(NO_3)_2$ . Частинки  $MnO_2$ , осаджені наприкінці процесу, характеризуються гіршою адгезивною здатністю – вони частково видаляються з поверхні. Втім, якщо цей процес частково може відбуватись у фільтрі для очищення води, то частинки  $MnO_2$  можуть затримуватись фільтрувальним завантаженням і при цьому відігравати роль додаткового високо дисперсного і, відповідно, високо активного каталізатора.

Виконані дослідження дають підстави стверджувати, що зміною параметрів оброблення клиноптилоліту як на стадії модифікування розчинами  $Mn(NO_3)_2$ , так і розкладу цієї солі можна цілеспрямовано змінювати вміст  $MnO_2$  на його поверхні та контролювати його каталітичну активність у процесах очищення води.

## **ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА СВІТОВІ ТРЕНДИ**

**Кадун Н. М., магістрант спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор**

**Поліський національний університет, м. Житомир**

ФАО та Всесвітня рада з водних ресурсів [4] дійшли висновку, що при відповідних інвестиційних та політичних втручаннях виробництво продовольства буде достатнім для забезпечення глобального населення в 9-10 мільярдів у 2050 році, хоча продовольча та харчова нестабільність зберігатиметься у багатьох регіонах. Країнам з дефіцитними водою регіонами все частіше доведеться розробляти стратегії продовольчої безпеки, які чітко враховують структурний дефіцит продовольчого постачання та торговельні угоди, які забезпечуватимуть захист від нестабільності цін на продовольство.

Можливо, очікується розвиток вищого тиску на воду для виробництва продуктів харчування, оскільки великі верстви населення в країнах, що розвиваються, мають тенденцію підвищувати рівень життя. Наприклад, якщо їсти більше яловичини, ніж хліба, зазвичай потрібно набагато більше води.

Проблема в цих регіонах полягає в тому, щоб надійно виробляти більше запасів та більше сортів їжі, використовуючи менше води та інших ресурсів, екологічно безпечно - і за розумними та доступними цінами для споживачів. Цьому виклику потрібно подолати у міру зміни клімату, і оскільки майже кожен внесок у виробництво, переробку та споживання харчових продуктів збільшується у витратах. Це можна зробити лише за допомогою мобілізації технологій та досягнення набагато кращої координації, співпраці та партнерства між основними зацікавленими сторонами: фермерами, операторами ринку, регуляторами та споживачами [1-4].

Наш спосіб життя, добробут і культура тісно пов'язані з тим, як і де виробляється їжа, що виробляється, як ми її отримуємо, як готуємо та як ми її споживаємо. Збільшення урбанізації вплине на обсяг та якість води, доступної для сільського господарства, особливо в приміських районах. Збільшення попиту на воду в містах, галузях промисловості та на екологічні потоки призведе до зменшення обсягу води, доступної для сільського господарства.

Щоб компенсувати це, ми можемо розглянути збір дощової води, поповнення водоносного горизонту та спільне використання ґрунтових, поверхневих, очищених стічних вод та морської води, різних систем землеробства.

Широкий спектр технологій та методів управління сільськогосподарським господарством «на фермі» доступні або розроблені, що може збільшити врожайність та зменшити забруднення та використання води; наприклад, зменшення рівня розриву врожайності (не настільки високий в Азії, як в Африці), зменшення субсидій, зміна використання земель та видів сільськогосподарських культур, підвищення ефективності зрошення, диверсифіковані та інтенсивні системи посівів, обмеження харчових відходів, збирання води, додаткове зрошення та точне землеробство. Інноваційні технології та інвестиції необхідні для навчання в галузі управління водою як для зрошуваних, так і для дощових умов, щоб досягти більш продуктивного використання води в сільському господарстві. Інструменти підтримки прийняття рішень, які інформують фермерів, будуть особливо важливими для дрібних власників.

Люди мають труднощі з вирішенням майбутніх проблем з водою, особливо на глобальному рівні. Це ілюструється повільним розвитком позицій, зайнятих міжнародними організаціями на міжнародному рівні. Два десятиліття тому вода навіть не

була предметом обговорення в заключній декларації Конференції ООН з навколишнього середовища та розвитку, що відбулася в Ріо-де-Жанейро в 1992 році [ООН (ООН), 1992]. Вода почала розглядатися як найважливіший елемент сталого розвитку з 1998 р., Коли Комісія ООН зі сталого розвитку прийняла текст «Стратегічні підходи до управління прісною водою» [5]. Останнім часом концепція ефективного управління водними ресурсами набула все більшого значення і призвела до розширення порядку денного у сфері водних ресурсів, включаючи врахування соціальних та політичних інститутів та процесів, корупції та дисбалансу влади між бідними та багатими країнами та між багатими та бідні народи [1].

Зміна парадигми відбулася з публікацією Третього світового звіту про розвиток вод [2]. Більшість шляхів до сталого розвитку пов'язані з водою, але рішення, що визначають, як використовуються водні ресурси, приймаються на багатьох рівнях [2-4]. Це центральна тема, як описано у Доповіді ООН про світовий розвиток вод [4-5].

Наразі менеджери водних ресурсів вирішують потреби у використанні води для задоволення життєвих потреб людей та інших видів, а також для створення та підтримки засобів до існування. Роблячи це, вони можуть збільшити або зменшити тиск, спричинений цими драйверами. Однак їх дії можуть не досягти своїх цілей через обмеження, пов'язані з недостатньою водою, фінансовими або людськими ресурсами, або через те, що зовнішні сили поводяться непередбачувано. Особливо дане питання актуально для сільського господарства.

#### Джерела інформації

1. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
2. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
3. Хвесик М. А. Стратегічні імперативи раціонального природокористування в контексті соціально-економічного піднесення України: монографія. Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, ЛТД», 2008. 496 с.
4. Дорогунцов С. І., Коценко К. Ф., Хвесик М. А. Екологія : підручник. Київ: КНЕУ, 2006. 371 с.
5. Сташук В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. Дніпропетровськ: Зоря, 2006. 480 с.
6. Хвесик М. А., Яроцька О. В. Управління водними ресурсами України. Київ: РВПС України НАНУ, 2014. 53 с.
7. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
8. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.

## ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД АНТИБІОТИКАМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Карашук О. О., Давидова М. Ю., Подопригор В. О.,  
Донцова Т. А., к. х. н., доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Проблема забруднення водного середовища лікарськими препаратами привертає до себе підвищену увагу. Особливе місце у цьому ряду займають антибіотики, які повністю не видаляються із стічних вод у процесі їх очищення на каналізаційних очисних спорудах і потрапляють у природні водойми і питну воду. До того ж екологи вже виявили антибіотики (до 0,1 мкг/дм<sup>3</sup>) у річковій воді по всьому світу.

Безперечно, антибіотики мають важливе застосування як в медицині, так і у ветеринарії завдяки своїм антибактеріальним властивостям та здатності стимулювати ріст, проте їх залишки, що потрапляють у навколишнє середовище зі стічними водами, та подальше накопичення призведуть до вкрай небажаних екологічних проблем [1].

Безліч бактерій, що мешкають у біоценозі річок, набувають стійкості до наявних антибіотиків. Потрапляючи в організм людей і тварин (при вживанні річкових продуктів), ці стійкі мікроби обмінюються генетичною інформацією з іншими бактеріями, а саме зі збудниками інфекційних захворювань, можуть передавати останнім гени стійкості. Отже, антибіотики, що містяться у річкових водах, з часом трансформуються у стійкі збудники смертельно небезпечних хвороб, таких, як туберкульоз, менінгіт, пневмонія, сифіліс, сепсис та ін., до сучасних лікарських препаратів, що призводить до ризику у майбутньому залишитися без дієвих лікарських препаратів для боротьби з інфекціями [1].

У даній роботі розглянуто три антибіотики, які, за даними літератури, є найпоширенішими в річкових та стічних водах через біологічну стійкість, а саме триметоприм (TMP), ципрофлоксацин (CIP) та сульфаметоксазол (SMX).

CIP (C<sub>17</sub>H<sub>18</sub>FN<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) – антибіотик фторхінолон, який впливає на ДНК-гідразу бактерій, пригнічує реплікацію клітин. Він широко використовується людьми і тваринами, часто виявляються у стічних та природних водах. Накопичення CIP у водному середовищі може призводити до виникнення стійких штамів, згубно впливаючи на екологічний стан середовища [2].

TMP (C<sub>14</sub>H<sub>18</sub>N<sub>4</sub>O<sub>3</sub>) і SMX (C<sub>10</sub>H<sub>11</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>S) – два найважливіших сульфонамідних антибіотики. Вони є найбільш поширені в світі, тому їх часто виявляють у стічних водах, коли традиційні методи очищення не можуть ефективно видалити ці антибіотики [3], та через це й у природних водах.

До найдосліджених методів очищення стічних вод від антибіотиків відносять: біологічне очищення, адсорбцію та прогресивні процеси окислення (AOPs).

Біологічне очищення стічних вод полягає у процесах розкладання та мінералізації аеробними та анаеробними шляхами [4]. Використання методу обмежується високою концентрацією та токсичністю антибіотиків, які важко видалити даним методом. До того ж вищезазначені антибіотики практично не розкладаються біологічними методами.

Адсорбція – один з найбільш ефективних методів очищення води від розчинених речовин та ліків. До переваг методу адсорбції відносять високий ступінь очищення і, завдяки цьому, вилучення антибіотиків може сягати до 80–95 %. Як сорбенти у цьому випадку використовують активоване вугілля та матеріали на його основі [5].

Найбільш перспективними методами очищення є методи AOPs, до яких належать озонування, окиснення за допомогою реактиву Фентона, гетерогенний фотокаталіз тощо.

До переваг даного методу відносять ефективне очищення стічних вод від більшості забруднювачів органічного походження та деяких неорганічних сполук [6]. При цьому серед методів AOPs метод гетерогенного фотокаталізу виглядає найбільш перспективним. Метод полягає у тому, що напівпровідник (зазвичай  $\text{TiO}_2$ ) під дією штучного або сонячного світла активується. На ефективність процесу очищення впливають концентрація каталізатора, інтенсивність випромінювання, довжина хвилі, водна матриця та рН. Позитивним моментом гетерогенного фотокаталізу є те, що цей метод може використовуватись в умовах навколишнього середовища, отримуючи енергію із сонячного світла у якості випромінювання. Окрім цього, за допомогою гетерогенного фотокаталізу можлива повна деструкція антибіотиків, практично до їх повної мінералізації. Як фотокаталізатори зарекомендували себе модифікований титану (IV) оксид та композити на його основі, які вже проявляють високу фотокаталітичну активність до органічних барвників та антибіотиків тощо [7]

Отже, у даній роботі розглянуто три антибіотики, які є найпоширенішими у річкових водах, а саме триметоприм, ципрофлоксацин та сульфаметоксазол, що не видаляються традиційними методами очищення [8]. Для ефективного видалення їх зі стічних та природних вод розглядаються методи адсорбція та AOPs, серед яких останні є найбільш перспективними. Застосування гетерогенного фотокаталізу може дозволити реалізувати їх повну деградацію з отриманням води та вуглекислого газу.

### Джерела інформації

1. Zhang H. Occurrence, seasonal variation and removal efficiency of antibiotics and their metabolites in wastewater treatment plants, Jiulongjiang River Basin, South China. [Text] / Miaomiao Du, Hongyou Jiang, Dandan Zhang, Lifeng Lin, Hong Ye and Xian Zhang // Environmental science. Processes & impacts – 2015 – № 225 – P. 34.
2. Ghosh G. C. Antibiotics Removal in Biological Sewage Treatment Plants. [Text] / Gopal Chandra Ghosh, Hanamoto Seiichi, Naoyuki Yamashita, Xian-Fei Huang and Hiroaki Tanaka // Pollution. – 2016 – № 2(2) – P. 131 – 139.
3. Grilla E. Degradation of antibiotic trimethoprim by the combined action of sunlight,  $\text{TiO}_2$  and persulfate: A pilot plant study. [Text] / Vasiliki Matthaïou, Zacharias Frontistis, Isabel Lourdes Dominguez Oller, Inmaculada Ortiz Polo, Sixto Malato and Dionissios Mantzavinos. – 2019. – 328. – P. 2 – 7.
4. Khan N. A. Development of Mn-PBA on GO sheets for adsorptive removal of ciprofloxacin from water: Kinetics, isothermal, thermodynamic and mechanistic studies. [Text] / Najam T., Ahmad Shah, E. Hussain S. S., Ali H., Hussain S., Shaheen A., Ahmad K., Ashfaq M. // Materials Chemistry and Physics. – 2020 – 245. – P. 1-245.
5. Khan N. A. Development of Mn-PBA on GO sheets for adsorptive removal of ciprofloxacin from water: Kinetics, isothermal, thermodynamic and mechanistic studies. [Text] / Najam T., Ahmad Shah S. S., Hussain E., Ali H., Hussain S., Shaheen, K. A. Ahmad, M. Ashfaq // Materials Chemistry and Physics. – 2020. – 245. – P. 1 – 245.
6. Кримець Г. В. Advanced Oxidation Processes для очищення стічних вод фармацевтичних підприємств від антибіотиків / Г. В. Кримець, Т. А. Хондока // Молодий вчений. – 2018 – № 2(2). – С. 442 – 444.
7. Kutuzova A.  $\text{TiO}_2$ - $\text{SnO}_2$  Nanocomposites: Effect of Acid-Base and Structural-Adsorption Properties on Photocatalytic Performance [Text] / Anastasiya Kutuzova, Tetiana Dontsova, Witold Kwapinski // Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials. – 2020 – № 2(7). – P. 1-13.
8. Grilla E. Degradation of antibiotic trimethoprim by the combined action of sunlight,  $\text{TiO}_2$  and persulfate: A pilot plant study [Text] / Vasiliki Matthaïou, Zacharias Frontistis, Isabel Lourdes Dominguez Oller. – 2019 – 328. – P. 2 – 7.

## ВОДА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ

**Коваленко О. О., д. т. н., професор, Безусов А. Т., д. т. н., професор,  
Доценко Н. В., к. т. н., доцент**

**Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Другий рік людство веде боротьбу з інфекційною хворобою COVID-19, спричиненою коронавірусом SARS-CoV-2. Спалах хвороби в одному місті швидко набув масштабу пандемії, яка негативно відобразилася на соціально-економічних відносинах у всьому світі та обумовила збільшення попиту на лікарські препарати. В свою чергу це дало поштовх розвитку біотехнологічних компаній, зокрема націлених на розробку і виробництво вакцини проти різних штамів небезпечного вірусу, а також інших необхідних лікарських препаратів.

Слід зазначити, що і до пандемії COVID-19 значна частка світових інноваційних біотехнологічних компаній припадала на компанії, діяльність яких пов'язана з фармацевтикою і медициною. Лідерами в цій галузі є компанії «Genentech», «Novartis International AG», «Pfizer», «Merck&Co», «Sanofi», «Perrigo». Наприклад, американська компанія «Genentech», розробила і є виробником штучного людського інсуліну, додаткового гормону росту, лікарських препаратів для лікування онкозахворювань, тромбозу судин, вірусних інфекційних та інших захворювань [1]. Транснаціональна компанія «Novartis International AG» є другою за величиною у світі фармацевтичною компанією. До 2018 року компанія виробляла вакцини проти грипу, препарати проти туберкульозу, тропічної лихоманки, а сьогодні займається розробкою і виробництвом препаратів для лікування онкологічних, неврологічних і офтальмологічних захворювань [2]. Американська фармацевтична компанія «Pfizer» є розробником і виробником препарату «Viagra», очних крапель «Visine» та інших препаратів для широкого кола споживачів. У 2020 році ця компанія спільно з компанією «BioNTech» об'єдналися у співпраці для вивчення та розробки вакцини проти COVID-19 [3].

Збільшення попиту на лікарські препарати у світі безпосередньо впливає на зростання попиту на воду різного ступеня очищення, необхідну для їх виробництва і застосування. Адже вода використовується як допоміжна речовина у складі лікарських засобів, як розчинник для підготовки препаратів до застосування, як розчинник при синтезі активних фармацевтичних інгредієнтів і виробництві лікарських засобів, як засіб для санітарного оброблення обладнання і первинних пакувальних матеріалів тощо [4]. Тому метою нашої роботи було виконати огляд джерел інформації з питань, що стосуються переваг, недоліків і напрямків використання води у фармацевтиці і медицині; вимог до якості води різного призначення; особливостей технологій оброблення води для виготовлення і застосування лікарських препаратів.

Перевагами застосування і використання води у фармацевтиці і медицині є те, що вода - хороший розчинник і добре змішується з багатьма лікарськими речовинами, зокрема етанолом, гліцерином, димексидом тощо. Вона не викликає побічних ефектів і небажаних реакцій в організмі людини чи тварини. Крім того вода – доступний і дешевий розчинник, а способи оброблення води для різних видів водокористування добре апробовані на практиці. Всі ці переваги обумовили широке використання води для приготування рідких лікарських препаратів. Недоліками води як розчинника є можливі небажані процеси гідролізу окремих лікарських препаратів, сприятливе середовище для розмноження мікроорганізмів; потреба у знесоленні води з мінералізацією, що не відповідає нормативним вимогам [5].

До якості води в медицині і фармацевтиці сформовані вимоги. Вони залежать від призначення та застосування води і визначені у нормативних документах. В Україні діє Настанова СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2011 «Лікарські засоби. Належна виробнича практика». Вона гармонізована з нормативними документами Європейського агентства з лікарських засобів. Складовими настанови є додатки, що відповідають монографіям Державної Фармакопеї України 1.4: «Вода для ін'єкцій», «Вода високоочищена», «Вода очищена». Ці монографії також гармонізовані з відповідними монографіями Європейської Фармакопеї. А поширюється настанова на активні фармацевтичні інгредієнти та лікарські засоби для людини, що реєструються і виробляються в Україні для продажу на внутрішньому ринку і для експорту. В залежності від вимог до якості води, призначення і способу фасування розрізняють: воду для ін'єкцій «in bulk», воду для ін'єкцій стерильну, воду високоочищену, воду очищену «in bulk» та воду очищену в контейнерах [4, 6].

Воду для ін'єкцій застосовують для виготовлення ліків для парентерального введення, а також для розчинення чи розведення суспензій або препаратів перед застосуванням для парентерального введення. Лікарські препарати для ін'єкцій, що виготовляються в асептичних умовах і не підлягають подальшій стерилізації, виготовляють на основі стерильної води для ін'єкцій [5]. Високоочищену воду використовують тоді, коли для приготування лікарських препаратів необхідна вода підвищеної біологічної якості. В якості води для ін'єкцій високоочищену воду не використовують [4].

Вода «in bulk» - це вода, яка стерилізована нагріванням, розфасована в тару, не містить ніяких доданих речовин і зберігається при умовах, що забезпечують її мікробіологічну чистоту. Якщо вода «in bulk» призначена для постачання іншому підприємству-споживачу, то вона розглядається як готова продукція для підприємства-виробника та вихідна сировина або напівпродукт для підприємства-споживача. Якщо ж вода «in bulk» призначена для подальшого фасування на підприємстві-виробнику, то вона розглядається як проміжна продукція, що розфасована і потребує виконання подальших стадій технологічного процесу, щоб набути статусу готової продукції. Вода для ін'єкцій стерильна, на відміну від води «in bulk», розфасована у спеціального об'єму контейнери і закупорена. Вона також стерилізована нагріванням в умовах, які гарантують, що одержаний продукт витримує випробування на бактеріальні ендотоксини. Як і вода «in bulk», стерильна вода для ін'єкцій не має містити ніяких доданих речовин [4, 6, 7]

У фармацевтичній практиці прийнято, що якщо в прописі рецепту не вказано розчинник, застосовують воду очищену. Взагалі очищену воду в медицині і фармацевтиці використовують:

- для внутрішнього і зовнішнього застосування;
- для приготування очних крапель та офтальмологічних розчинів;
- при приготуванні лікарських препаратів для новонароджених;
- в якості не ін'єкційних розчинів, для яких передбачена подальша стерилізація [5].

Воду також використовують у санітарії і медицині як миючий засіб. У повсякденній санітарній практиці поліклінік, лікарень і медичних установ для миття поверхонь, посуду використовують звичайну питну воду. Крім того, питну воду дозволено використовувати у процесах хімічного синтезу та при попередньому санітарному обробленні виробничого обладнання [4, 6]. Для кінцевого ополіскування медичного посуду і обладнання, на початкових стадіях підготовки інфузійного обладнання та ємкостей використовують воду очищену. Воду чистоти «вода для ін'єкцій» можуть також використовувати для кінцевого ополіскування медичного посуду і обладнання перед стерилізацією [5].

Воду фармакопейної якості дозволено отримувати з води питної, призначеної для використання людиною. В Україні вимоги до якості питної води та її контролю регламентовані діючими нормативними документами, зокрема ДСанПіН 2.2.4-171-10. Важливим є те, що застосовувати для оброблення води можна матеріали і способи, дозволені для підготовки питної води. Але щодо застосування зворотного осмосу є певні обмеження. Згідно Європейської і вітчизняної Фармакопеї для виробництва води для ін'єкцій його не рекомендовано застосовувати. На думку експертів робочої групи з якості

СРМР/СУМР, зворотній осмос не забезпечує необхідної якості води. Вважають, що потенційні ризики обумовлюють хімічні і біологічні забруднення мембран. Разом з тим, для отримання очищеної і високоочищеної води дозволено застосування декількох ступенів зворотного осмосу у поєднанні з ультрафільтрацією та деіонізацією [4, 6].

Важливим питанням є контроль якості підготовленої води. Треба контролювати як вміст хімічних домішок, так і мікробіологічних. Згідно діючих в Україні вимог, наприклад, до води для ін'єкцій стерильної, вона повинна бути наступної якості: прозора і безбарвна; з питомою електропровідністю, рівною  $25 \text{ мкСм} \cdot \text{см}^{-1}$  (для контейнерів об'ємом до 10 мл) чи  $5 \text{ мкСм} \cdot \text{см}^{-1}$  (для контейнерів з об'ємом більше 10 мл); із вмістом органічного вуглецю - не більше  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ ; нітратів – не більше 0,2 ppm; алюмінію – не більше 10 ppb; хлоридів – не більше 0,5 ppm; сухого залишку – не більше (0,003...0,004) % у відношенні до вихідної маси води і в залежності від об'єму контейнера, бактеріальних ендотоксинів – менше 0,25 МО/мл [4, 6].

Згідно міжнародних і вітчизняних нормативних документів, якість і спосіб оброблення води, призначеної для виготовлення і застосування лікарських препаратів, необхідно обґрунтувати у реєстраційному досяє на лікарський засіб. Виробництво і контроль якості води, що використовують при виробництві лікарських засобів, входять до сфери дії належної виробничої практики (GMP) [4, 6].

Підсумовуючи результати виконаного огляду інформаційних джерел, можна зробити наступні висновки:

- для виробництва і застосування лікарських препаратів, а також для вирішення інших завдань фармацевтичних підприємств і медичних закладів, необхідна вода різного ступеню хімічної і мікробіологічної чистоти;
- вибір способу і технології оброблення води у фармацевтиці і медицині залежить від призначення води;
- найбільш жорсткими є вимоги до якості води, що використовується для ін'єкцій;
- для забезпечення виробництва якісної і безпечної води для біотехнологічних виробництв, зокрема таких, як виробництво лікарських препаратів, необхідною умовою є наявність кваліфікованих інженерних кадрів відповідного професійного спрямування.

### Джерела інформації

1. Genentech. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Genentech#Awards\\_and\\_recognitions](https://en.wikipedia.org/wiki/Genentech#Awards_and_recognitions) (дата звернення: 12.01.2021)
2. Novartis. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Novartis> (дата звернення: 12.01.2021)
3. Pfizer. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Pfizer> (дата звернення: 12.01.2021)
4. Про внесення змін до наказу Міністерства охорони здоров'я України від 16.02.2009 року № 95: Наказ; МОЗ України від 18.05.2013 № 398 //База даних «Законодавство України» /Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/v0398282-13> (дата звернення: 13.03.2021)
5. Водоподготовка в фармацевтике и медицине. URL: <https://www.voda.ru/articles/vodopodgotovka-medicine/primenenie-vodyi-v-meditsine> (дата звернення: 13.02.2021)
6. Стандартизація фармацевтичної продукції. Т.1 (Настанова СТ-Н МОЗУ 42-3.7:2013.- Лікарські засоби. Якість води для застосування у фармації) /М. Ляпунов, О. Безугла, Ю. Підпружников, Н. Гудзь, Я. Закревська. - Київ, МОЗ України, 2016) URL: <https://compendium.com.ua/uk/clinical-guidelines-uk/standartizatsiya-farmatsevtichnoyi-produktsiyi-tom-1/st-n-mozu-42-3-7-2013/> (дата звернення: 13.03.2021)
7. Фармацевтична енциклопедія. Продукція нерозфасована. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/954/produkciya-nerozfasovana> (дата звернення 15.01.2021)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОСОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ІЗ ВОДИ

Коваленко О. О., д. т. н., професор, Коханська А. В., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Переробка рослинних відходів сільськогосподарських і харчових підприємств в матеріали для оброблення води – перспективний для України напрямок у вирішенні питань ефективної їх утилізації та покращення якості і безпечності водних ресурсів [1]. Разом з тим, розробка технології отримання матеріалу, який би добре вилучав певні домішки чи групу домішок із води потребує вирішення низки завдань. Серед них вивчення властивостей матеріалів, зокрема фізичних, хімічних, механічних, структурних, адсорбційних тощо. Всі ці властивості необхідно знати, оскільки вони дозволяють оптимізувати технологічні режими отримання біосорбенту (адсорбенту з рослинної біомаси), а також технологічні режими його використання при обробленні води.

В експериментальному дослідженні визначали насипну щільність біосорбентів. Відомо, що насипна щільність вуглецевих адсорбентів залежить від способу отримання і ступеню трансформації хімічних речовин сировини під впливом зовнішніх умов (температури, наявності кисню, тиску тощо). В загальному випадку, визначають насипну щільність зернистого матеріалу як відношення його маси до об'єму ємності, заповненої ним при нормованому ущільненні з урахуванням повітряного простору між частинками. З технологічної точки зору відомості про насипну щільність біосорбентів необхідні для проектування фільтрів для оброблення води. Також ці відомості необхідні для проектування обладнання і розрахунку матеріалів для фасування готових біосорбентів.

Сировиною для біосорбентів були відходи переробки томатів і перцю, утворені на консервному заводі в сезон переробки таких овочів. Ці відходи використовували у вигляді їх суміші при співвідношенні 1:1. Також сировиною для біосорбентів слугували відходи кавових машин. Чимало таких відходів утворюється після приготування напоїв на основі мелених кавових зерен в закладах ресторанного господарства. В експерименті використовували кавовий шлам із суміші кавових зерен сортів Арабіка (70 %) і Робуста (30 %).

Для отримання біосорбентів відходи зазначеної сировини попередньо обробляли різними способами (табл. 1). Спосіб 1 – відходи зневоднювали в сушильній шафі ( $t = 105$  °C) до постійної маси. Спосіб 2 – після зневоднення в сушильній шафі сировину додатково карбонізували в муфельній печі (протягом  $\tau = 30$  хв і при температурному режимі роботи печі  $t = 500$  °C) без подачі кисню. З отриманих біосорбентів відсіювали пил. Далі підготовлену сировину порціями по  $20 \text{ см}^3$  насипали в зважені мірні циліндри ємністю  $100 \text{ см}^3$ . Після висипання кожної порції біосорбенту в ємність нею постукували по дерев'яному диску з діаметром  $D = 100$  мм і товщиною  $\delta = 10$  мм протягом 30 с для ущільнення сировини. При постукуванні ємність з біосорбентом тримали в руці під незначним нахилом до столу. Крім того, ємність з біосорбентом при постукуванні обертали навколо своєї осі. Наповнений до мітки  $100 \text{ см}^3$  циліндр зважували з точністю  $\pm 0,05$  мг. Вимірювання показнику для кожного зразку біосорбенту виконували тричі, а остаточний результат представляли як середньоарифметичне значення.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що значення насипної щільності біосорбентів з відходів переробки томатів, перцю і кави, отриманих шляхом висушування і карбонізації без доступу кисню знаходяться в межах від  $0,12 \text{ г/см}^3$  до  $0,17 \text{ г/см}^3$ . Для порівняння, насипна щільність деревного вугілля становить  $0,2 \text{ г/см}^3$ , а кам'яного вугілля –  $0,8 \text{ г/см}^3$ . Істинна щільність кам'яного вугілля становить  $1,35 \text{ г/см}^3$ .

Аналіз результатів дослідження дозволяє зробити наступний висновок: отримані біо-

сорбенти не є щільними і містять порожнини, заповнені повітрям. Більш щільний насипний шар формують біосорбенти, при отриманні яких сировину карбонізували. Зростання щільності матеріалу після карбонізації обумовлено підвищенням його крихкості і отриманням більш дрібнодисперсного матеріалу.

Таблиця 1 – Результати визначення насипної щільності біосорбентів

Показник, одиниця виміру	Значення показнику			
	Суміш відходів переробки томату і перцю, оброблення – спосіб 1	Суміш відходів переробки томату і перцю, оброблення – спосіб 2	Відходи від кавових машин, оброблення – спосіб 1	Відходи від кавових машин, оброблення – спосіб 2
Насипна щільність, г/см <sup>3</sup>	0,12 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,17 ± 0,01

З хімічних властивостей отриманих біосорбентів вивчали рН суспензії «вода – біосорбент». Цей показник опосередковано характеризує, які функціональні групи (кислотні чи основні) переважають на поверхні біосорбенту. Розуміння характеру кислотності поверхневих груп біосорбенту дозволяє спрогнозувати напрямок застосування біосорбенту при обробленні води. А вивчення кількісного і якісного складу функціональних груп вуглецевого сорбенту дозволить оптимізувати ці процеси.

Визначали рН водної суспензії наступним чином: біосорбент розтирали в порошок у фарфоровій ступці; 0,2 г біосорбенту і 100 см<sup>3</sup> дистильованої води подавали в колбу ємністю 250 см<sup>3</sup>; колбу щільно закупорювали і вміст колби періодично струшували. Через визначені проміжок и часу вимірювали рН фільтрату. Результати дослідження рН фільтрату суспензії «вода – біосорбент» представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати визначення рН фільтратів суспензій «вода – біосорбент»

Середовище, в якому визначали рН	Значення рН, од.рН		
	Суміш відходів переробки томату і перцю, оброблення – спосіб 1	Суміш відходів переробки томату і перцю, оброблення – спосіб 2	Відходи від кавових машин, оброблення – спосіб 2
Дистильована вода	6,32	6,32	6,32
Фільтрат суспензії через:			
30 хв	4,75	7,48	7,3
60 хв	4,62	7,3	7,12
90 хв	4,85	7,23	7,08
120 хв	4,95	7,17	7,01

Аналіз отриманих результатів (табл. 2) дозволив зробити наступні висновки: і вихідна сировина і спосіб отримання біосорбенту впливають на його хімічні властивості. Так, фільтрат суспензії «вода – некарбонізований біосорбент» є слабокислотним водним середовищем. Це опосередковано свідчить про дисоціацію кисневмісних груп кислотного характеру, можливо карбоксильних чи фенольних гідроксильних. Вони є протонними центрами, здатні до дисоціації та іонного обміну. Дисоціація є оборотною. А в результаті іонного обміну із води можуть бути вилучені катіони металів, зокрема важких.

Фільтрат суспензії «вода – карбонізований біосорбент» навпаки має слабо лужне середовище. Це свідчить про те, що в процесі високотемпературного оброблення висушеного матеріалу відбувається трансформація наявних кислотних груп в групи з основним характером. В цьому випадку отриманий біосорбент може вже виконувати функції селективного аніонообмінника.

#### Джерела інформації

1. Kovalenko O., Novoseltseva V., Vasylyv O., Liarina O., Beregova O. The kinetics of the processes of extracting the Cu(II) and Fe(III) ions from aqueous solutions by the biosorbents based on pea processing waste . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 5, N 10 (107). – P. 14 – 25.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВОГО ПИВА

**Коваленко О. О., д. т. н., професор, Мельник І. В., к. т. н., доцент,  
Григор'єва Т. П., інженер, Березецький Р. В., магістр, Єльніков О. В., магістр**

**Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Пиво – один з улюблених напоїв українців і попит на нього зростає постійно. Особливо це спостерігається влітку і в періоди різних свят. Компанії-виробники, намагаючись збільшити свої прибутки, розширюють асортимент пива і покращують його якість. Споживачам пропонують нові сорти пива, наприклад фруктові або з іншими смаковими добавками. Такі сорти пива, завдяки витонченому і унікальному смаку, розширюють коло пошанувачів пива, зокрема серед жінок.

Пиво – це насичений  $\text{CO}_2$  пінистий напій, отриманий під час бродіння охмеленого суслу пивними дріжджами. Основною сировиною для виробництва пива є вода, ячмінний солод, хміль, пивні дріжджі. Для урізноманітнення асортименту пива використовують додатково і інші допоміжні інгредієнти. У готовому пиві вміст води становить до 90 %. Очевидно, що при такому вмісті води у готовому продукті її органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники відчутно впливають на якість пива. Споживач цей вплив оцінює в першу чергу за смаком, зовнішнім виглядом і ароматом пива.

Технологія оброблення води у виробництві пива залежить від якості води у джерелі водопостачання та вимог до якості пива. Поширеною схемою покращення якості води водопровідної у виробництві пива є схема, що включає наступні технологічні процеси: накопичення води із джерела водопостачання у резервуарі, фільтрування води на швидкому піщаному фільтрі, оброблення води на сорбційному фільтрі з активованим вугіллям, пом'якшення води на іонообмінних фільтрах, знезараження води на УФ-лампі і накопичення підготовленої води. Отримання води з необхідним рівнем рН і вмістом солей жорсткості досягають змішуванням у певному співвідношенні потоків води після Натрієвого і Н-катионітового фільтрів. Цей спосіб є добре апробованим у промислових умовах і забезпечує отримання води необхідної якості. Разом з тим, недоліком оброблення води з використанням іонообмінних фільтрів є потреба у використанні розчинів реагентів (солей, кислот) для регенерації відпрацьованих іонообмінних смол. В процесі регенерування іонообмінних фільтрів утворюється чимала кількість стічних вод, які потребують утилізації. Відсутність належного оброблення стічних вод на підприємстві може знижувати ефективність біологічного оброблення відведених з підприємства стічних вод на комунальних станціях, і, як наслідок, сприяти скиду у природні водойми недостатньо очищених стічних вод. В умовах стрімкого погіршення стану природних водойм в Україні актуальним є перегляд технологій оброблення води, зокрема і тих, що застосовуються на підприємствах з виробництва пива.

Метою роботи було удосконалити технологію покращення якості води водопровідної, призначеної для виробництва пива. Дослідження було виконано з використанням водопровідної води м. Одеси, фізико-хімічні показники якої наведено в табл.1. Було запропоновано два способи покращення води. Перший спосіб передбачав: механічне фільтрування води на поліпропіленовому фільтрі, оброблення води на фільтрі із завантаженням Есотіх та дозування у воду розчину лимонної кислоти. Другий спосіб передбачав механічне фільтрування води на поліпропіленовому фільтрі, оброблення води на фільтрі з активованим вугіллям з кокосової шкарлупи та дозування у воду розчину лимонної кислоти. Додавання лимонної кислоти мало за мету зниження рН підготовленої води до рівня вимог ТІ-10-5031536-73-10 без використання Н-катионітового фільтру.

Результати дослідження якості води вихідної, а також після оброблення зазначеними вище способами наведено в табл.1. Аналіз отриманих результатів дозволив відмітити, що при обробленні води активованим вугіллям і дозуванням у воду після фільтру лимонної кислоти в більшій мірі вилючаються із води компоненти, що впливають на її смак і забарвленість, зменшується вміст вільного залишкового хлору, знижується перманганатна окиснюваність. Щодо способу, при якому використано багатофункціональну суміш Esomix і дозування лимонної кислоти в оброблену воду, то в цьому випадку спостерігається більше пом'якшення води та зменшення її лужності. Разом з тим, обидва зразки підготовленої води мали якість, яка практично за всіма показниками відповідала вимогами ТІ-10-5031536-73-10 [1] і вимогам на водопровідну питну воду, призначену для споживання людиною.

Таблиця 1 – Результати дослідження якості вихідної і підготовленої води

Досліджувані показники, од. виміру	Показники якості води			Вимоги до води для пива
	Вихідна вода	Вода підготовле на (спосіб 1)	Вода підготовле на (спосіб 2)	
Запах при 20 та 60 °С, бал	1/2	1/1	0/1	≤ 2
Забарвленість, град	2,5	2,0	1,5	10
Водневий показник, од. рН	7,45	6,0	6,0	6,0 – 6,5
Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>	3,5	1,75	3,1	≤ 4
Загальна лужність, ммоль/дм <sup>3</sup>	2,75	1,1	2,3	0,5 – 1,5
Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	37,07	9,02	34,07	40 – 80
Магній, мг/дм <sup>3</sup>	20,06	5,81	17,02	сліди
Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,01	0,01	≤ 0,2
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	47,0	46,9	47,0	100 -150
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	19,86	19,62	19,84	100-150
Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	1,42	1,40	1,41	10
Алюміній, мг/ дм <sup>3</sup>	0,06	0,06	0,06	0,5
Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	240,0	170,0	186,4	500
Перманганатна окиснюваність, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	2,64	2,26	2,18	2,0
Хлор залишковий вільний, мг/дм <sup>3</sup>	0,84	0,25	0,21	≤ 0,5

Тому з використанням підготовленої води було зварено два зразки фруктового пива за типовою для вітчизняних пивзаводів технологією. У якості фруктової добавки використано було вишневий концентрований сік. Якість отриманих зразків пива оцінено за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Зокрема було визначено: густину; вміст спирту; вміст дійсного, видимого та початкового екстракту; кислотність; калорійність; інтенсивність забарвлення. У результаті виконаного фізико-хімічного аналізу та дегустації отриманих зразків вишневого пива встановлено, що пиво, виготовлене з використанням підготовленої води за першим способом отримало 19 балів із 25 можливих. Тобто отримане пиво має добру якість. Пиво, виготовлене з використанням підготовленої води за другим способом, отримало 16 балів із 25 можливих. Це говорить про те, що отримане пиво має задовільну якість. Надалі дослідження щодо удосконалення технології покращення якості води для виробництва фруктових видів пива планується продовжити.

#### Джерела інформації

1. Вимоги до води для пивоваріння. URL: [https://univod.ru/wp-content/uploads/2016/03/TI\\_10\\_5031536\\_73\\_10\\_P.pdf](https://univod.ru/wp-content/uploads/2016/03/TI_10_5031536_73_10_P.pdf)

## **ПОДГОТОВКА ШЛАМОВ СТАНЦИИ ВОДООЧИСТКИ К ОБЕЗВОЖИВАНИЮ В ОСАДИТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРИФУГЕ**

**Ковега А. С., студент**

**Научные руководители – Шкоп А. А., к. т. н., Цейтлин М. А., д. т. н., профессор**

**Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков**

Очистка воды для питьевого водоснабжения по существующим технологиям сопряжена с образованием значительного количества стоков. В основном это осадок из отстойников и промывные воды фильтров. Осветление стоков проводят в гравитационных отстойниках различных конструкций. В получаемом в них осадке (шламе) концентрация твердых веществ не превышает 10-15 % и для его хранения требуются значительные территории. Фильтрация воды в почву и газы, образующиеся при гниении содержащейся в осадке органики, наносят значительный вред окружающей среде.

Одним из перспективных направлений повышения концентрации твердых веществ в шламе является его обезвоживание в осадительных центрифугах. Основным фактор, влияющий на остаточную влажность шлама, это сохранность флокул под влиянием механических воздействий при транспортировке по трубопроводам. Целью данного исследования была разработка технологии, повышающей прочность флокул при подготовке шлама к обработке в центрифуге.

Для выявления закономерностей образования прочных агрегатов и условий, влияющих на этот процесс, исследование флокуляции проводили на модельных суспензиях, синтезированных следующим образом. Из шлама одного из действующих предприятий готовили образцы с содержанием твердой фазы от 3 до 100 г/дм<sup>3</sup> и добавляли класс среднего размера 40-100 мкм в количестве от 0 до 30 %. Класс более 100 мкм не представлял интереса для дальнейших исследований, так как такие частицы осаждаются с высокой скоростью без применения флокулянтов.

Измерение кинетики осаждения флокул в режиме нестесненного осаждения проводили в мерном цилиндре диаметром 50 мм и высотой 500 мм. Для оценки прочности флокул по отношению к механическим воздействиям использовали технологический тест, предложенный в работе [1]. После завершения осаждения флокул и измерения скорости осаждения, повторно перемешивали пробу мешалкой со скоростью на конце лопасти примерно

2 м/с, после чего вновь измеряли скорость осаждения. Эта скорость, которую ниже мы будем называть остаточной, и служила критерием сохранности агрегатов.

Перед непосредственным проведением экспериментов были подобраны типы флокулянтов и их соотношение. Было найдено, что для шлама данного производства наиболее эффективным является сочетание неионогенного и анионного флокулянтов в соотношении 20:80. Критерием выбора типов флокулянтов и их соотношения является наибольшая скорость осаждения флокул до и после механического воздействия. Суммарный расход флокулянта в каждом опыте был постоянным и составлял 200 г/т.

Результаты измерения остаточной скорости для суспензий с концентрации твердой фазы в пределах от 3 до 10 г/дм<sup>3</sup> представлены на рис. 1. Аналогичные графики были построены для концентраций твердой фазы от 10 до 50 и от 50 до 100 г/дм<sup>3</sup>. Их анализ показал, что при увеличении концентрации твердой фазы от 3 до 50 г/дм<sup>3</sup> и росте содержания частиц среднего класса наблюдается увеличение остаточной скорости осаждения.

Для концентрации твердой фазы в пределах от 50 до 100 г/л: при всех вариантах содержания среднего класса наблюдается резкое снижение остаточной скорости осажде-

ния в результате полного разрушения флокул, что видно по фотографиям на рис. 2

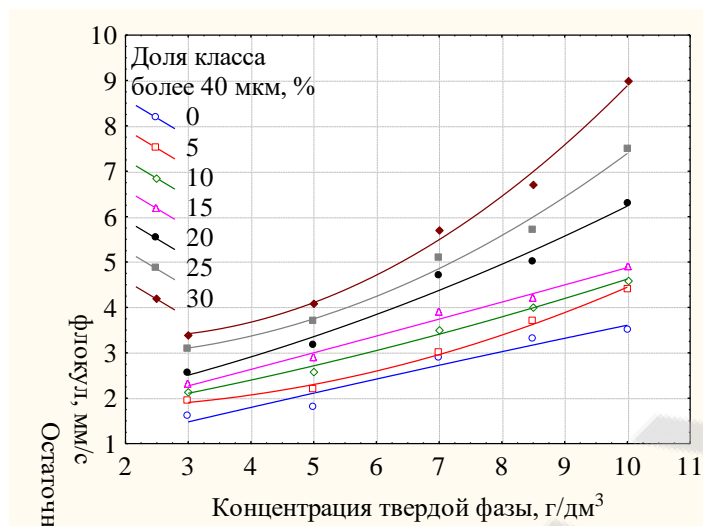


Рис. 1. Зависимость критерия образования прочных агрегатов от концентрации и дисперсности твердой фазы в интервале концентраций твердой фазы 3 - 10 г/дм³.

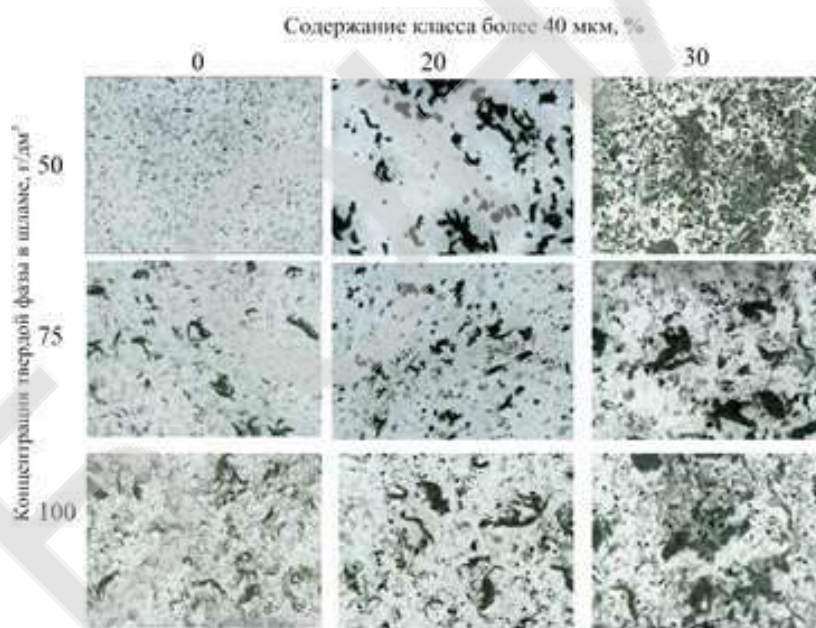


Рис. 2. Фотографии флокул после механического воздействия при различных концентрациях и дисперсности твердой фазы.

Анализируя полученные данные, можно рекомендовать проведение флокуляции шламов при концентрациях твердой фазы в пределах 7-30 г/л. При данных концентрациях образуются наиболее устойчивые к механическим воздействиям флокулы, которые сохраняют достаточно высокую скорость осаждения. Полученные результаты могут быть полезными для исследователей, изучающих процессы разделения суспензий и инженеров практиков, работающих в этой области.

#### Источники информации

1. Shkop A. Exploring the ways to intensity the dewatering process of polydisperse suspensions / A. Shkop, M. Tseitlin, O. Shestopalov // Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2016 – 2/6 (74), – С. 35 – 40.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПИТНИХ І БУТИЛЬОВАНИХ ВОДАХ

<sup>1</sup>Копілевич В. А., д. х. н., професор, <sup>1</sup>Максін В. І., д. х. н., професор,  
<sup>1</sup>Галімова В. М., к. х. н., доцент, <sup>2</sup>Суровцев І. В., д. т. н., ст. науковий співробітник,  
<sup>1</sup>Заленська Є., аспірантка

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ,  
<sup>2</sup>Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем  
НАН України та МОН України, м. Київ

Біологічна роль мікроелементів є найважливішим компонентом фундаментальної проблеми єдності живого організму і навколишнього середовища, початок якому було покладено ще академіком Вернадським В. І. У сучасних умовах, що характеризуються глобальним забрудненням і порушенням екологічного балансу біосфери, проблема мікроелементів не тільки не втрачає, а й навпаки, набуває воістину життєво важливого значення. Тому контроль вмісту мікроелементів у різних об'єктах навколишнього середовища та розробка нових способів його визначення залишаються актуальними. Особливо це стосується водних об'єктів.

Відомо, що точні методи аналізу важливі при будь-якому дослідженні. У даний час відомі титриметричні, колориметричні, електрохімічні, спектрофотометричні, хроматографічні, хемілюмінесцентні та інші комбіновані методи аналізу об'єктів довкілля, що дозволяють виявляти мікроелементи у діапазоні концентрацій від 0,001 до 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Основними недоліками методик визначення таких мікроелементів як йод, селен, срібло, цинк, хром та ін. у водних розчинах є складність пробопідготовки для концентрування аналіту і усунення впливу інших іонів, які впливають на точність вимірювання концентрації іонів мікроелементів разом із присутніми різноманітними сполуками.

Для оцінки стану безпеки питної води необхідно орієнтуватися не тільки на максимально допустимі концентрації мікроелементів, але і на мінімально необхідні рівні їх вмісту у воді. Так, у розробленому ГУ НДІ гігієни та медичної екології ім. О. М. Марзєєва НАМН України СанПіН 2.2.4 - 171-10 стосовно фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води встановлено відповідні показники за вмістом мікроелементів для фасованих питних вод

Для вимірювання концентрації йоду, селену, хрому у зазначених межах певні переваги мають електрохімічні методи, які раніше були нами використані для визначення арсену, нікелю, кобальту та ртуті.

У даній роботі запропоновано використовувати новий імпульсний метод інверсійної хронопотенціометрії із гістограмою цифровою фільтрацією хронопотенціометричних даних, що застосовано у новій модифікації аналізатору «М-ХА1000-5» і які раніше було використано у роботах для визначення арсену, нікелю, кобальту, ртуті, йодид-іонів [1-6]. Наприклад, селен у документах Міжнародних комісій ФАО/ВООЗ (Кодекс Аліментаріус), ЄЕК ООН розглядається як елемент подвійного дії на живі організми [6]. При мікрокількостях він необхідний мікроелемент, а при відносно великому вмісті є токсикантом. Однак, головною особливістю селену є існування вузької межі між його корисним та токсичним вмістом при порівняно низьких концентраціях. Це призводить до необхідності створення методик визначення залишкових кількостей селену у воді на рівні 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, що регламентовано, наприклад, Європейським регіональним стандартом CODEX STAN 108-1981 та стандартом України [7,8]. Концентрація селену у природних водах у формі селеніт-, гідроселеніт- і селенат-іонів, у більшості випадків знаходиться в межах 10<sup>-5</sup> – 10<sup>-3</sup> мг/дм<sup>3</sup> [6], що накладає додаткові вимоги до чутливості і точності мето-

дик вимірювань селену.

Завдяки унікальним властивостям йод та його сполуки широко використовуються у медицині, промисловості, сільському господарстві, побуті, наукових дослідженнях. Тому контроль вмісту йоду і його різних форм у різних об'єктах навколишнього середовища та розробка нових способів його визначення залишаються актуальними.

Важливу роль у організмах людини, тварини також відіграють такі мікроелементи як хром та цинк.

Нами проведено дослідження перерахованих вище мікроелементів в експериментальних зразках фасованої води «Моршинська», яка застосовується у лікувальних цілях. Особливістю таких вод є те, що присутні в них мікроелементи знаходяться у вигляді цитратних комплексів, які отримано за допомогою нанотехнологій.

Вміст мікроелементів, а саме, селену, йоду, цинку та хрому визначено методом інверсійної хронопотенціометрії із використанням аналізатору М-ХА1000-5 та методик вимірювання цих мікроелементів у водних середовищах, які розроблено у НУБіП України [1-6].

Аналізатор М-ХА1000-5 має високу чутливість, універсальність, точність та селективність вимірювань вмісту мікроелементів.

Сутність методу ІХП полягає в електрохімічному концентруванні на індикаторному електроді елементів, що містяться у розчині та наступному їх електророзчиненні у вольтамперостатичному режимі при заданому опорі у ланцюзі, що регулює швидкість процесу. Метод дозволяє визначати концентрації цих мікроелементів при їх сумісній присутності.

Вимірювання проводили методом добавок стандартних зразків елементів.

Пробопідготовку проб води здійснювали згідно розроблених методик на ці елементи [1-4]. Повну мінералізацію проводили із додаванням концентрованих розчинів  $\text{HNO}_3$  та 33 % розчину  $\text{H}_2\text{O}_2$  і подальшим їх випаровуванням до стану вологих солей. Мінералізацію зразків проб води проводили згідно методик на вимірювання концентрацій елементів.

Вміст іонів срібла у обраних зразках води «Моршинська» визначали хімічним титриметричним методом із застосуванням роданіду амонію (метод Фольгарда), де у якості індикатора виступає нітрат заліза, та фотометричним методом [9, 10].

У табл. 1 наведено результати досліджень проб води фасованої для питних цілей «Моршинська» за середнім значенням із трьох повторних вимірювань.

Таблиця 1 – Встановлена концентрація мікроелементів методом інверсійної хронопотенціометрії та методом Фольгарда

№ зразка	Концентрація мікроелементів, С, мкг/дм <sup>3</sup>				
	Se	J	Ag	Zn	Cr
Вода №1	44,89±6,80	136,33±27,26	43,2±8,64	-	-
Вода №2	53,55±10,71	131,56±26,32	-	-	-
Вода №3	48,75±9,75	129,11±25,82	43,2±8,64	-	-
Вода №4	48,28±9,65	125,50±25,10	-	-	-
Вода №5	52,67±10,53	-	32,4±6,48	1150±230	34±6,8

Висновок. Розроблено методики для вимірювання концентрацій мікроелементів селену, йоду, хрому та цинку у питних та мінеральних водах методом інверсійної хронопотенціометрії із достатнім відтворенням і точністю за критеріями метрологічної атестації. Доцільно застосування цього методу для моніторингу стану джерел води у навколишньому середовищі, а також продукції, що містить мікроелементи, відповідних підприємств харчової, медичної та аграрної галузей народного господарства.

## Джерела інформації

1. МВВ 081/36-0790-11. Методика виконання вимірювання масової концентрації свинцю, міді, цинку та кадмію у воді методом інверсійної хронопотенціометрії: погоджено постановою Державної СЕС України № 6 від 6 березня 2013 р. / НУБіП України; розробники: В. А. Копілевич, І. В. Суровцев, В. М. Галімова, К. Г. Козак; введ. 27.12.2011. – К.: НУБіП, 2011. – 21 с.
2. МВВ 081/36-0935-14. Методика виконання вимірювання масової концентрації токсичних елементів (Se, Mn, Cr, I, Fe) у воді методом інверсійної хронопотенціометрії / НУБіП України; розробники: В. А. Копілевич, І. В. Суровцев, В. М. Галімова, К. Г. Козак; введ. 08.12.2014. – К.: НУБіП, 2014. – 25 с.
3. Хронопотенціометричний спосіб визначення марганцю у водних розчинах: патент на корисну модель 95767, Україна: МПК G01N 27/00, G01N 27/48 (2006.01), G01N 27/49 (2006.01) Копілевич В. А., Суровцев І. В., Галімова В. М.; заявник та власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u 2014 06569; заявл. 12.06.2014; опубл. 12.01.2015, Бюл. № 1.
4. Спосіб визначення йоду у водних розчинах: патент на корисну модель 101345, Україна: МПК G01N 27/06 (2006.01), G01N 27/48 (2006.01) Копілевич В. А., Суровцев І.В., Галімова В. М.; заявник та власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u 201501609; заявл. 24.02.2015; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 17.
5. Kopilevich V. A. Determination of trace amounts of iodide ions in water using pulse inverse chronopotentiometry / V. A. Kopilevich, I. V. Surovtsev, V. M. Galimova, V. I. Maksin, V. V. Mank // Journal of water chemistry and technology 2017, Vol. 39, No. 5, P. 1–5. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1063455X1705006X>
6. V. A. Kopilevich Control of Trace Amounts of Selenium in Drinking Waters Using the Pulse Inverse Chronopotentiometry Method / V. A. Kopilevich, I. V. Surovtsev, V. M. Galimova, V. I. Maksin, V. V. Mank // Journal of water chemistry and technology, 2018, Vol. 40, No. 6, P. 343–347. Doi: 10.3103/S1063455X1806005X. URL: <https://link.springer.com/article/10.3103%2FS1063455X1806005X>
7. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 25 с.
8. CODEX STAN 108-1981 Standard for Natural Mineral Waters. URL: [http://files.foodmate.com/2013/files\\_1171.html](http://files.foodmate.com/2013/files_1171.html)
9. ДСТУ 7151:2010. Якість води. Визначення масової концентрації срібла експресним безекстракційним фотометричним методом.
10. И. В. Пятницкий, В. В. Сухан. Аналитическая химия серебра. Наука, М., 1975. 264с.

## ГРАФЕН – МАТЕРІАЛ МАЙБУТНЬОГО ДЛЯ ПОРЯТУНКУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Кравченко К. В., Ляпіна О. В., к. х. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Пакування з продуктового магазину, пластикові сумки для покупок, пластмаси та мікропластики є скрізь. Це все нас оточує у повсякденні і воно нікуди не діватиметься. Знадобиться сотні років, щоб розкластись пластиковому сміттю на звалищах.

У боротьбі з відходами з пластику вчені зробили відкриття: переробляючи пластик створювати графен, який має величезний потенціал у різних сферах застосування.

Графен - це двовимірна одношарова кристалічна решітка атомів вуглецю. Це найтонша сполука, яка володіє високою міцністю (у 200 разів міцніша за сталь). Найкращий відомий провідник і вважається екологічно чистим та стійким, оскільки вуглець широко поширений у природі. Велику увагу науковців графен привернув завдяки своїм унікальним поверхневим, механічним та електронним характеристикам. Його часто розглядають як «чудо-матеріал» [1]. Завдяки своїй унікальній структурі та властивостям графен відкрив нові можливості використання його у різних сферах.

Огляд існуючої літератури показує, що виробництво графену відбувається з використанням різних підходів: зазвичай його видобувають за допомогою графіту, який потім потрібно розділяти на шари, що дорого і неекологічно, а також з різних відходів (сміття з пластику).

Існує декілька широко застосовуваних методів переробки пластику, які мають різні результати. В даний час найпоширенішим способом переробки поліетиленових пакетів є стискання їх у композитний пиломатеріал або дрібні гранули, які можна використовувати для виробництва будівельних матеріалів. Цей спосіб має недоліки: пластик все ще не піддається біологічному розкладанню.

Відомий також метод «миттєвого нагрівання Джоуля», за допомогою якого пластмаса перетворюється на графен. Цей метод передбачає пропускання великого струму (змінного та постійного струму для поліпшення якості) через пластикові матеріали.

Отримуючи графен із пластикових відходів, можна зменшити, по-перше, собівартість його виробництва, по-друге – рівень забруднення навколишнього середовища. Зниження виробничих витрат може призвести до широкого впровадження використання графену при додаванні в бетон, каучук або асфальт для поліпшення їх міцності та експлуатаційних якостей. Перетворення тонни пластикових відходів у графен обійдеться у 124 долари, а традиційна обробка пластику обходиться у 150 доларів.

Надміцну плитку з пластикових відходів виробляють в Найробі - стартап заснувала 29-річна винахідниця Нзамбі Матее. Така плитка недорога, може витримувати вдвічі більшу вагу за бетонні блоки. Ціна за квадратний метр такої плитки коштує 7,70 \$ (приблизно 215 гривень). Стартап переробив уже понад 20 тонн пластикових відходів. Зазначимо, що плитка має бути екологічною в експлуатації, витримувати перепади температур, не плавиться від сонця і не виділяти шкідливі речовини [2].

Спектр застосування графену дуже широкий: в медицині (оксид графену може бути застосований для відновлення кісткової тканини, в стоматології), в аерокосмічній промисловості, в оборонній промисловості (при виробництві бронезилетів), хімічній та електронній промисловості, в автомобілебудуванні (графенові акумулятори, шасі, кузови) тощо. Використовують графен і для очищення води – фахівці з університету Сінс і Державного університету Пенсільванії розробили спосіб опріснення води за допомогою сита з мембран, вироблених з оксиду графена, який може відфільтрувати сіль з води [3].

Згідно з ринковими звітами, протягом наступних п'яти років ринок графену зросте до 40 %. Переробка пластику в графен стала великим кроком для очищення довкілля, хоча біорозкладання ще не вивчили достеменно, адже дослідження показують, що графен може розщеплюватися протягом декількох місяців, що набагато швидше, ніж інші звичайні пластмаси [4]. Це матеріал майбутнього і має багато потенційних областей застосування.

### Джерела інформації

1. Rabia Ikram, Badrul Mohamed Jan, Waqas Ahmad. Advances in synthesis of graphene derivatives using industrial wastes precursors; prospects and challenges // Journal of Materials Research and Technology. Volume 9, Issue 6, November–December 2020, Pages 15924-15951.
2. <http://budport.com.ua/news/20259-poryatunok-planeti-i-materiali-maybutnogo-z-plastikovih-vidhodiv-navchilis-vigotovlyati-grafen-vin-u-200-raziv-micnishi-y-za-stal>.
3. <https://www.leu.com.ua/grafenovij-filtr-yakij-vidalyaye-sil-z-morskoj-vodi/>
4. Juliette Strasser. Plastic trash can now be recycled into ultra-strong graphene // Materials Science University of Texas. February 11, 2021. URL: <https://massivesci.com/articles/plastic-recycling-graphene-flash-joule-heating/>

## ВИВЧЕННЯ КІНЕТИКИ КОРОЗІЇ СТАЛІ У МОРСЬКІЙ ВОДІ

Кузнєцова І. О., к. т. н., доцент, Крусір Г. В., д. т. н., професор,  
Гаркович О. Л., к. б. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розкид значень швидкості корозії незахищеної конструкційної сталі у морях пояснюють відмінністю гідрохімічних параметрів акваторій. Переважаючими параметрами вважають концентрацію розчиненого кисню, потужність обростання, температуру та, нарешті, стан карбонатно-кальцієвої складової моря, яка зумовлює утворення вапнистого наросту (кальциту) при підлученні шару води у катодних зонах кородуючого металу. Швидкість утворення вапнистого осаду на металі залежить як від величини рН у дифузійному шарі, так і від пересиченості морської води кальцій карбонатом, що, у свою чергу, пов'язано з температурою води та концентрацією йонів кальцію та гідрокарбонату (карбонатною «лужністю», яка визначається ацидометрично) [1]. Вплив лужності на екрануючі властивості плівки з продуктів корозії та кальцій карбонату досліджено, в основному, в синтетичних моделях морської води у короткотривалих дослідах (кілька годин), що не дозволяє співставити лабораторні досліди з природними морськими випробуваннями. В умовах природних стендів формування оксидно-карбонатної плівки викликане життєдіяльністю «оброшуючих» організмів рослинного та тваринного походження, які виділяють у воду кисень і вуглекислий газ, що істотно змінює концентрацію й інших речовин і йонів [2].

У даній роботі вивчали кінетику корозії сталі у залежності від різноманітних умов формування ОКП (оксидно-карбонатної плівки): лужності води, концентрації хлорид-іонів, перемішування, надходження кисню та вуглекислого газу. Лабораторні дослідження проводили у середовищах на основі води з Одеської затоки, яка, подібно до води з інших районів Чорного моря, має аномально високу лужність [3]. Завдяки цьому осадження кальцій карбонату в даних умовах відбувається значно легше, ніж у інших морях, а, отже, можна кількісно оцінити вплив ОКП на корозію. Вміст газів у середовищах збільшували удвічі, кисень подавали акваріумним компресором, вуглекислий газ барботували з балону. Концентрації йонів хлориду та гідрокарбонату також подвоювали у порівнянні з природними значеннями [4]. Кінетику електродних реакцій досліджували протягом місяця на зразках сталі Г20 та будували поляризаційні криві у потенціометричному режимі (швидкість розгортки 1,0 мВ/хв.). Про екрануючі властивості ОКП судили за швидкістю загальної корозії зразків сталі ст..3 (45\*50 мм).

За однакових значень температури та вмісту розчиненого кисню, але різних значеннях лужності, кінетика утворення гідроксидів металів подібна, а швидкість осадження кальцій карбонату – різна. З підвищенням вмісту хлориду в морській воді до океанічних значень нівелюється сприятливий вплив гідрокарбонатів на екранування металів. Таким чином, у акваторіях із вмістом хлориду 16-20 % незалежно від лужності, а також із лужністю нижче 3 моль/л, опір електродним реакціям на непасивованих сталях буде послаблюватися. Гідроксиди заліза без домішки кальцій карбонату за весь період дослідження не проявляли екрануючого ефекту та не гальмували жодну електродну реакцію.

### Джерела інформації

1. Технології захисту навколишнього середовища: підручник / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В.- Херсон: Олді-плюс, 2019. 432 с.
2. Морська корозія: Справочник Під ред. М. І. Шумахера. К.-Металургія. 2005. 512 с.
3. Берникова Т. А., Демидова А. Г. Гідрологія та гідрохімія. К. 2010. 312 с.
4. Sol-gel coating on metals for corrosion protection. D. Wang, GP Biewagen-Progress in organic coating. 2009.

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РЕАГЕНТИ І МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Лисенко О. Л., к. т. н.

Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ, м. Вінниця

Якість питної води є основою здоров'я населення, показником його високого санітарного благополуччя та життєвого рівня. Як відомо, питанням якості питної води держава і органи охорони здоров'я приділяють особливу увагу.

Питна вода повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», а також ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Наведені нормативні документи регламентують вимоги до фізичних, органолептичних, хімічних, мікробіологічних, вірусологічних та паразитичних показників питної води [1].

Якщо для побутових цілей виконати очищення води можна в домашніх умовах за допомогою спеціальних пристосувань, то на виробництві все набагато складніше. По-перше, вся система повинна бути продумана професіоналами, згідно з усіма вимогами і нормами. По-друге, установкою, як і обслуговуванням складного обладнання, повинна займатися кваліфікована команда фахівців - від результату залежить робота всього виробництва і безпека співробітників. При виробництві харчових продуктів дуже важлива якість застосовуваної в процесі води. Хіміко-фізичні та мікробіологічні параметри продукції безпосередньо пов'язані саме з цим [2-4].

У даній роботі ми акцентуємо увагу на характеристиці водопідготовчої системи модульної (ВПСМ), яка широко використовується на підприємствах кондитерської промисловості.

ВПСМ призначена для отримання очищеної води, пермеату, заданого хімічного складу і санітарно-бактеріологічного рівня в кількості 0,8 м<sup>3</sup>/год. Принцип роботи ВПСМ заснований на багатоступеневому очищенні водопровідної (вихідної) води. В результаті роботи ВПСМ отримуємо 2 основних потоки:

- Потік очищеної води (пермеат),
- Потік забрудненої, засоленої води (концентрат).

Вихідна вода надходить до ВПСМ в кількості (1,1-4,0 м<sup>3</sup>/год, середнє 1,3 м<sup>3</sup>/год.) при тиску не нижче 2 бара (0,2 МПа).

За допомогою насосної станції під тиском 3-5 бар (0,3-0,5 МПа) вода подається в систему трубопроводів ВПСМ. Далі вода проходить через механічний фільтр АМІАД, де з неї видаляються механічні включення розміром більше 50 мкм. Для видалення залишкового хлору з водопровідної води застосовується установка з активованим вугіллям Hydrosorb 1000. Хлор діє руйнівню на іонообмінну смолу в установках пом'якшення, а також на мембранні елементи установки зворотного осмосу. Крім того, хлор погано видаляється з води в установці зворотного осмосу.

Після дехлорування вода проходить через патронний картридж - фільтр з рейтингом фільтрації 20 мкм - і поступає на вузол пом'якшення. Він призначений для видалення з води солей жорсткості (головним чином Са і Mg). Солі жорсткості забивають мембранні елементи установки зворотного осмосу, знижують її продуктивність і термін дії. Це в подальшому може призвести до виходу установки зворотного осмосу з ладу.

Далі, через патронний картриджний фільтр з рейтингом фільтрації 5 мкм і УФ-стерилізатор, пом'якшена вода поступає в установку зворотного осмосу. Там з неї видаляється основна частина домішок (солей). І основний потік розділяється на 2 потоки: концентрат (солоня, брудна вода), що відводиться в каналізацію, і пермеат (знесолена,

очищена вода). Після контролю солеміром вода знезаражується за допомогою ультрафіолетового стерилізатора і надходить в накопичувальний збірник очищеної води.

З накопичувального баку, відповідно до необхідності, очищена вода за допомогою насосної станції подається на технологічні потреби. Для попередження повторного бактеріологічного забруднення в накопичувальному баку води для технологічних потреб, встановлено ультрафіолетовий стерилізатор.

Для забезпечення спроможності роботи ВПСМ необхідні:

- номінальний потік вихідної води – 1,3 м<sup>3</sup>/год;
- пікова короткочасна витрата вихідної води – до 4,0 м<sup>3</sup>/год;
- вхідний тиск вихідної води – не менше 2,0 бар;
- каналізація з «розривом струменя» - з максимальним потоком – 4,0 м<sup>3</sup>/год;
- мережа 3-х фазного струму з напругою 380 В, 50Гц, 10,1 кВт;
- мережа 1-но фазного струму з напругою 220 В, 50Гц, 0,2 кВт.

Під час роботи ВПСМ її продуктивність поступово знижується: зменшується вихід пермеату, можливе зниження його якості та ін. Все це зумовлене особливостями технології очистки води. Для відновлення продуктивності як всієї системи в цілому, так і її компонентів, необхідно ретельно дотримуватись графіків проведення ТО. А саме: промивки мембранних елементів, заміни картриджів патронних фільтрів.

Регулярна, планова санобробка підтримує мінімальне мікробне забруднення мембранного контуру. При зниженні експлуатаційних параметрів нижче вказаних значень, для попередження критичного рівня забруднення доцільно проводити додатковий цикл санітарної обробки. Використовуються 2 види дезінфікуючих речовин: окислювачі (озон, хлор, пероксид водню, надцтова кислота) і неокислювачі (формальдегід, глютеральдегід, четвертинні амонієві основи, ізоціазолон). Проте, при використанні цих речовин, потрібно виключати можливість їх попадання в мембрани.

Отже, використовуючи дану установку на підприємствах кондитерської промисловості ми застосовуємо наступні операції по очищенню води: грубе очищення багат шаровими фільтрами – тонке очищення – видалення органічних і неорганічних речовин, очищення від залишкового хлору – нормалізація сольового складу, пом'якшення за допомогою мембран і фільтрів з іонообмінними смолами – знезараження, усунення хвороботворних мікроорганізмів – проходження води через зворотний осмос. Отримуємо на виході деіонізовану, глибоко знесолену воду.

### Джерела інформації

1. Митченко Т. Сегодня и завтра водоподготовки // Вода и водоочистные технологии. – № 4 (78). – 2015. – С. 4 – 8.
2. Water for People, Water for Life. The United Nations World Water Development. Report. (WWDR). – Paris, France: UNESCO-WWAP, 2002. – 336 p.
3. Прогресс в области обеспечения питьевой водой, санитарии и гигиены: обновленная информация за 2017 г. и исходные уровни для достижения Целей в области устойчивого развития [Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines]. / Женева: ВОЗ / ЮНИСЕФ, 2017. – 116 p.
4. Nature-based Solution for Water. - The United Nations World Water Development Report. (WWDR 2018). - Paris, France: UNESCO-WHO, 2018. – 154 p.

## КАВІТАЦІЙНА ВОДОПІДГОТОВКА ДЛЯ МІНІ-БРОВАРЕНЬ

Лубешко А. О., аспірант, Литвиненко О. А., д. т. н., професор

Національний університет харчових технологій, м. Київ

**Вступ.** У пивоварному виробництві до основної сировини – води висуваються особливі вимоги. Саме її параметри визначають органолептичні властивості пива. Тому рН, твердість, забрудненість неорганічними та органічними домішками тощо важливі в технології водопідготовки. Залежно від мінерального складу та інших показників застосовують термічний, іонообмінний, мембранний, реагентний (декарбонізація) та інші способи. Знезараження забезпечують хлоруванням, оброблення іонами срібла, бактерицидним опроміненням [1].

В умовах міні-виробництв застосовують переважно такі методи. Кип'ятіння забезпечує видалення з води солей тимчасової твердості, але не більшості інших, а також органічних та хлорорганічних сполук. Це потребує подальшого оброблення, зокрема на вугільних фільтрах. Крім того, зазначений спосіб енерговитратний та малопродуктивний. Мембранні (зворотній осмос, ультрафільтрація) способи забезпечують ефективне очищення (до 95...98 %) від солей, колоїдів, речовин, бактерій тощо. Водночас, спосіб достатньо витратний, оскільки потребує періодичної регенерації та заміни фільтрів і подальшої ремінералізації обробленої води. При розведенні вихідної води дистилатом, одержаним при зворотно-осмотичному обробленні води, не забезпечується видалення токсичних речовин, що також потребує подальшого оброблення.

Підвищити ефективність водопідготовки при реагентному очищенні можна шляхом використання перспективних технологій, зокрема, кавітаційних. Ударно-хвильові ефекти, що супроводжують кавітацію, дозволяють не лише ефективно диспергувати та перерозподіляти реагенти в об'ємі, але і збільшувати площу розподілу фаз. За рахунок мікроударної енергетичної взаємодії води з реагентом протікання масообмінних процесів багатократно прискорюється, значно збільшується хімічна активність компонентів, а більшість гетероциклічних і ароматичних сполук зазнають незворотніх перетворень. За таких умов якість водоочищення суттєво поліпшується. Основним джерелом енергетичної дії є колапсуючі кавітаційні мікробульбашки, які цілеспрямовано генеруються в спеціальних пристроях – гідродинамічних кавітаційних апаратах [2].

Такі апарати надійні та зручні в експлуатації, легко монтуються безпосередньо в технологічні трубопроводи, можуть бути розміщені в складі автономних установок. Їх використання дозволяє скоротити тривалість очищення води та підвищити її якість за рахунок більшої «глибини» реакцій. Крім того, їх застосування дозволяє підводити реагенти різних типів – рідких або газоподібних.

**Висновки.** Аналіз літературних джерел та результати, одержані при очищенні природної та забрудненої води, дозволяють передбачити, що застосування кавітації у водопідготовці при виробництві пива може бути ефективним. Але ця технологія потребує дослідження у виробничих умовах.

### Джерела інформації

1. Домарецький В. А. Технологія солоду та пива: Підруч. для студентів вищ. закл. освіти, що навчаються за спец. «Технологія бродил. вир-в і виноробства». – К.: Урожай, 1999. – С. 89 – 108.
2. Сухенко Ю. Г., Литвиненко О. А., Муштрук М. М., Слободянюк Н. М. Кавітація в харчових і переробних виробництвах: Монографія / За ред. д.т.н Литвиненка О. А. – К.: ІНКІС. – 2018. – 369 с.

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ КРУПИ

Любич В. В., д. с. - г. н., професор

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Вода – один із основних складових харчової промисловості. У світовому масштабі відсутність доступу до чистої питної води підвищує коефіцієнт смертності людей [1]. Застосування водотеплового оброблення значно впливає на вихід круп'яних продуктів, ефективність якого залежить від фізико-хімічних властивостей зерна.

Дослідження проводили у лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС. Використовували зерно пшениці сортів: Емеріно (твердозерний тип) та Ужинок (м'якозерний тип), вирощених за однакових умов. Технологічну схему отримання круп'яних продуктів у лабораторних умовах було змодельовано відповідно вимог правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. Математичний аналіз результатів досліджень здійснювали за використання програмного забезпечення Excel 2007, Statistica 10. Економічну ефективність проведення водотеплового оброблення визначали розрахунком умовного прибутку відповідно до формули  $G_e = G_r + G_v + G_l - C_n$ , де  $P_y$  – умовний прибуток;  $P_k$ ,  $P_m$ ,  $P_d$  – відповідно виручка від реалізації крупи з пшениці подрібненої №1, мучки та дрібки, грн.;  $C_t$  – технологічна собівартість круп'яного виробництва, грн.

Тип твердості зерна істотно впливав на вихід крупи. Статистично вірогідно вихід крупи із твердозерного типу пшениці був на 3,6 % вищим порівняно з м'якозерним. Для твердозерної пшениці він змінювався найбільше – від 84,1 – 97,2 % за вологості 13 % до 86,8 – 97,8 % за вологості 15 % залежно від тривалості лушення. Для м'якозерної пшениці зміни показника були неістотними. Середньоарифметичні значення вибірки кулінарної оцінки за тривалості лушення 20 і 100 с рівні, тобто нульову гіпотезу не відкидали. За тривалості лушення 20 і 120 с нульову гіпотезу між вибірками відкидали. За тривалості лушення 120 і 180 с вибірки статистично вірогідно не відрізнялись. Статистично встановлено, що для забезпечення оптимальної кулінарної якості зерно пшениці доцільно лушити впродовж 120 с незалежно від типу його твердості. Індекс лушення зерна також залежав від вмісту оболонки. Для зерна сорту Емеріно (твердозерний тип) індекс лушення становив 8–10 %, для сорту Ужинок (м'якозерний тип) – 13–15 %, що відповідає кулінарному оцінюванню крупи у 8,2–9,0 бала. Проте варіння крупи з м'якозерної пшениці тривало 48–51 хв, а твердозерної – 61–65 хв.

Встановлено, що підвищення вологості збільшувало умовний прибуток незалежно від тривалості лушення і типу зерна. Встановлено, що підвищення вологості з 12,0 до 15,0 % зумовлювало істотне підвищення умовного прибутку порівняно з 15,0–16,0 %-ю вологістю. Ця залежність пояснюється утворенням більшої частки мучки у результаті зволоження, що має нижчу вартість. Прибуток зменшувався прямо пропорційно тривалості лушення. Найвище його значення було за тривалості лушення 20 с незалежно від проведення водотеплового оброблення.

Отже, на основі економічних розрахунків зерно пшениці раціонально лушити за вологості 15,0 – 15,5 % незалежно від типу його твердості.

### Джерела інформації

1. Єгоров Б. В. Проблеми та завдання Академії щодо цілей забезпечення високоякісною водою та безпечним продовольством жителів регіону та країни / Б. В. Єгоров // Збірник матеріалів Третьої науково-практичної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2012. – С. 5.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА ГИДРОХЛОРИДА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В ВОДЕ**

<sup>1</sup>Маглевана Т. В., к. х. н., доцент, <sup>2</sup>Нижник Т. Ю., к. т. н., <sup>2</sup>Баранова А. И., к. х. н.

<sup>1</sup>Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля НУГЗУ,  
г. Черкассы

<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический  
институт имени Игоря Сикорского», г. Киев

В последние годы появилось много новых эффективных реагентов, которые стали успешно применяться в технологиях очистки питьевой и сточных вод. Спрос на эффективные реагенты для водоподготовки обусловлен, в основном, тем, что действующие водоканалы были запроектированы и построены несколько десятилетий назад, а их барьерные функции рассчитаны на источники водоснабжения с водой более высокого класса, чем они есть сейчас. Источники водоснабжения за последние десятилетия подверглись значительному антропогенному воздействию, качество воды в них существенно снизилось. Особенно загрязнены воды поверхностных источников.

Применение новых высокоэффективных реагентов в технологиях водоподготовки позволяет, в большинстве ситуаций, очищать воду из таких источников до параметров, регламентированных нормативными документами [1].

В связи с расширением применения новых реагентов актуальным является изучение их влияния на процессы аналитического определения основных параметров качества воды. Наличие остаточных количеств реагентов, использованных при очистке воды, может внести существенную погрешность в определяемые значения параметров качества воды.

Одними из наиболее эффективных реагентов, помогающих очищать воду до нормативных показателей, являются флокулянты. Подавляющее большинство промышленно выпускаемых и применяемых флокулянтов имеют органическую природу, в связи с чем их присутствие в воде может быть мешающим фактором при аналитическом определении одного из наиболее информативных интегральных показателей, который характеризует загрязнение воды, - химического потребления кислорода (ХПК).

Стандартные методы определения ХПК основаны на использовании окислителей, в качестве которых обычно используют бихромат- и перманганат-анионы (бихроматный и перманганатный методы определения ХПК) [2]. На практике чаще применяют бихроматный метод, т. к. при его использовании достигается наиболее полное окисление органических веществ и он является более надежным методом определения ХПК. Перманганат-анион - менее сильный окислитель и окисление сложных органических компонентов происходит не полно или не происходит вовсе. И в этом случае перманганатный метод может давать сильно заниженные результаты.

На сегодняшний день перспективным флокулянтом для очистки природных и сточных вод является обеззараживающий реагент комплексного действия с флокулирующими свойствами на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГ ГХ) – «Акватон-10» (производство НТЦ «Укрводбезпека», г. Киев). Реагент «Акватон-10» признан МОЗ Украины безопасным для человека и разрешен для использования в технологии подготовки питьевой воды [3].

При изучении флокулирующего и обеззараживающего действия реагента «Акватон-10» в некоторых сериях опытов нами установлены [4, 5] неадекватно завышенные показатели значения ХПК. Мы предположили, что присутствие в анализируемых пробах реагента «Акватон – 10» (его действующего вещества – ПГМГ ГХ), оказывает влияние

на ход аналитического определения параметра ХПК.

Для проверки данного предположения проведены определение величины ХПК водных растворов ПГМГ ГХ, приготовленных на дистиллированной воде и содержащих возрастающие концентрации ПГМГ ГХ. При этом использовали стандартную методику определения бихроматной окисляемости (ХПК) в пробах природных, питьевых и сточных вод [1].

Результаты проведенных исследований, представленные на рисунке, показали, что с увеличением концентрации ПГМГ ГХ в пробах воды наблюдается линейный рост показателя ХПК.

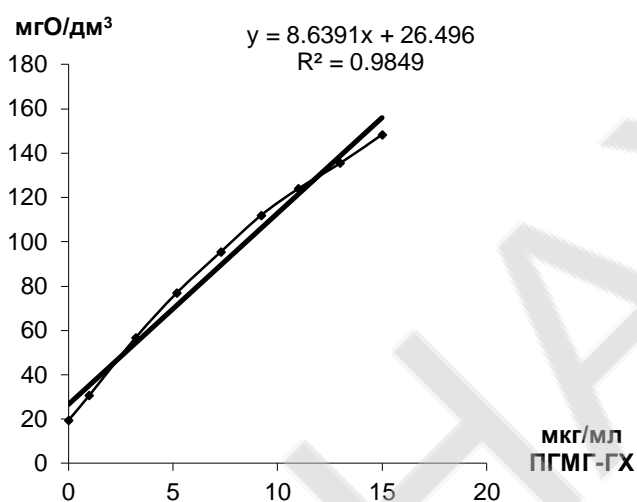


Рис. 1. Зависимость ХПК от концентрации ПГМГ ГХ.

Установленная зависимость показателя ХПК от концентрации ПГМГ ГХ указывает на то, что ПГМГ ГХ участвует в окислительных процессах, происходящих при аналитическом использовании стандартной методики определения бихроматной окисляемости (ХПК). Следовательно, определение показателя ХПК в присутствии ПГМГ ГХ стандартным бихроматным методом является некорректным.

Для получения достоверных результатов показателя ХПК при его определении в пробах воды, содержащей ПГМГ ГХ, с использованием бихроматного метода необходимо вводить поправочные коэффициенты, рассчитать которые позволяет линейность зависимости показателя ХПК от концентрации ПГМГ ГХ.

Для построения зависимости и расчета поправочных коэффициентов готовится серия растворов ПГМГ ГХ в дистиллированной воде, определяется ХПК растворов и строится график зависимости ХПК от концентрации ПГМГ ГХ, имеющий линейный вид. Определив концентрацию ПГМГ ГХ в исследуемом образце воды находят по калибровочному графику поправочный коэффициент и вносят коррективы в интегральный показатель ХПК исследуемой воды.

При определении показателя ХПК в пробах воды, содержащих невысокие концентрации ПГМГ ГХ, возможно его удаление из анализируемых проб перед определением ХПК путем фильтрования через бумажный фильтр. Макромолекулы ПГМГ ГХ, обладая сильными адсорбционными и комплексообразующими свойствами, полностью задерживаются на бумажном фильтре и не влияют в дальнейшем на определение ХПК исследуемого образца воды.

Логично предположить, что и для других флокулянтов органической природы, применяемых в технологиях очистки воды, при определении ХПК воды, очищенной с их применением, использование бихроматного или перманганатного методов определения ХПК может быть также не корректным. Это требует дополнительного изучения применимости указанных методов и для других флокулянтов.

Таким образом, в работе установлено, что применение стандартного бихроматного метода определения ХПК в пробах воды, содержащих ПГМГ ГХ, является некорректным и требует использования поправочных коэффициентов или удаления ПГМГ ГХ из анализируемых проб воды путем фильтрования пробы воды через бумажный фильтр.

Показана необходимость проведения дополнительных исследований влияния других применяемых в водоподготовке флокулянтов органической природы на корректность использования стандартных методов определения ХПК в воде.

### Источники информации

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. МОЗ України, № 400 від 12.05.2010 р.
2. Argent V. The determination of chemical oxygen demand in waters and effluents / V. Argent, S. Devis, G. Harper et al. – Environment Agency, 2007. 66, p. 6.
3. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. // Выпуски 1 – 4. – К., 2003, 2004, 2005, 2018.
4. Мариевский В. Ф., Баранова А. И., Нижник Ю. В., Стрикаленко Т. В. и др. Методические и эколого-гигиенические аспекты анализа безопасности воды при использовании некоторых реагентов для ее обеззараживания // Вода: химия и экология. — 2011. — № 4. — С. 58 – 65.
5. Марієвський В. Ф., Баранова Г. І., Стрікаленко Т. В., Магльована Т. В., Нижник Т. Ю. Еколого-гігієнічні проблеми безпеки води при її знезараженні / Збірка доповідей Міжнародного Конгресу «ЕТЕВК – 2011», Україна, Крим, м. Ялта, 6-10.06.2011. – С . 124 – 128.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЕННЯ ЗАСОБІВ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ НА СТРУКТУРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАН ВОДИ І ЙОГО БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ**

**Маринін А. І., к. т. н., ст. науковий співробітник, Большак Ю. В., к. х. н.,  
ст. науковий співробітник, Шпак В. В., аспірант, Штепа Д. В., аспірант**

**Національний університет харчових технологій, м. Київ**

Сучасна людина практично постійно занурена у своєрідний «смог» різноманітного електромагнітного випромінення (ЕВ) різних частот, інтенсивності та модуляцій, яке створюють промислові та побутові джерела, транспорт тощо. Численні рецептори людського організму безпосередньо не фіксують ці еволюційно нові техногенні фактори довкілля. Сучасна гігієнічна медицина накопичила достатньо знань, аби усвідомлювати наявність проблеми впливу ЕВ на здоров'я. Серед цих нових знань особливо вирізняється надзвичайно висока чутливість клітин та тканин організму людини до опромінення ЕВ міліметрового діапазону довжин хвиль наднизької інтенсивності. А про вплив на здоров'я людини модуляційних параметрів вказаного випромінення годі й говорити. Відповіді на це питання ми очікуємо лише попереду. Оскільки зовнішньо- та внутрішньоклітинним середовищем є вода, то на перший план виходить вплив ЕВ на структурно-енергетичний стан води. В процесі поглинання крайньо високочастотного (КВЧ) електромагнітного випромінення значну роль грає наявність у воді асоційованої фази, тобто її пограничних кристалічних структур. Наявність резонансних ефектів при цьому надає водним біосередовищам у рідинно кристалічному стані здатності не лише поглинання, але й перевипромінення КВЧ-хвиль. А серед джерел ЕВ вирізняється випромінення бездротових засобів зв'язку – мобільних телефонів, систем Wi-Fi, Bluetooth, які все більше, щільніше і триваліше оточують нас.

Радіозв'язок розвивається разом із підвищенням несучих частот радіохвиль, а створення мережі мобільного зв'язку відсувало несучі частоти ще далі - аж до міліметрового діапазону довжин хвиль. Виявляється, що живі організми чутливі до впливу міліметрових частот (КВЧ) ЕВ. Вважається, що КВЧ діапазон охоплює електромагнітні коливання (ЕК) з довжинами хвиль 1-10 мм, яким відповідають частоти 30-300 ГГц, що відрізняються ще вкрай низькою питомою інтенсивністю менше 10 мВт/см<sup>2</sup>. Енергія їхніх квантів менша за енергію електронних переходів та менша коливальної енергії молекул. Тому ЕВ КВЧ не впливають на хімічні зв'язки і не викликають незворотних пошкоджень атомів та молекул. Разом з тим, ЕВ міліметрового діапазону викликають ряд терапевтичних ефектів, що призвело до розробки особливої КВЧ-терапії. Важливо те, що ЕВ КВЧ сильно поглинається водою [1]. Серед аномальних та унікальних властивостей води вирізняється здатність бути чутливим сенсором, колектором та ретранслятором факторів зовнішнього фізичного впливу довкілля на структурно-енергетичний стан води [2].

Людський організм є чутливим приймачем, накопичувачем і поглиначем різноманітних енерго-інформаційних потоків з довкілля через вплив фізичних, переважно польових, факторів на структурно-енергетичний стан ендогенної води організму [3]. Про неіндиферентність організму людини до впливу ЕВ мобільного зв'язку свідчать попередження в інструкціях деяких смартфонів (проте надрукованих дуже дрібним шрифтом), що не рекомендується носити смартфон ближче, ніж за 15 мм до поверхні тіла. При потребі носіння пропонується забезпечувати вказану відстань між телефоном і поверхнею тіла. Наявність такої антиреклами свідчить про конфлікт інтересів виробника з законодавством про захист прав спожив.

В даній роботі досліджено показники структурно-енергетичного стану води (величини рН, окисно-відновного потенціалу (ОВП, мВ), загального солемісту (ррм, мг/л) та показника структурного стану води – її кінематичну в'язкість (КВ)), до і після опромінення шару дистильованої води (товщиною 10 мм) згаданим смартфоном на відстані 15 мм від його антени [4].

На рис.1 наведено графіки залежності КВ води у часі, одразу після припинення опромінення. Показником величини КВ наведено час протікання води в секундах крізь капіляр з діаметром 0,76 мм у віскозиметрі ВПЖ-4. Як видно, з початку спостереження КВ води зменшується, проходить через мінімум й знову зростає з тенденцією подальшого досягнення максимуму. Пояснення одержаних результатів ґрунтується на усвідомленні одночасної дії на воду двох різноспрямованих структурогенних чинників: руйнівної дії енергії збудження молекул води ЕВ КВЧ та структурогенна природа самої води - самочинне утворення асоціативних структур з молекул води. Зменшення КВ води є результатом переважаючої руйнівної дії енергії поглинутого КВЧ опромінення над постійним структурогенним фактором води. З часом поглинута енергія ЕВ смартфона розсіюється і перехід до зростання величини кінематичної в'язкості є результатом поступового переважання процесу спонтанної структуризації води над слабкішою руйнівною силою енергії поглинутого випромінення смартфона. Зміна в часі балансу руйнівних та структурогенних факторів на воду пояснює циклічний характер змін КВ на графіках на рис.1. Час опромінення становив 60 та 120 секунд.

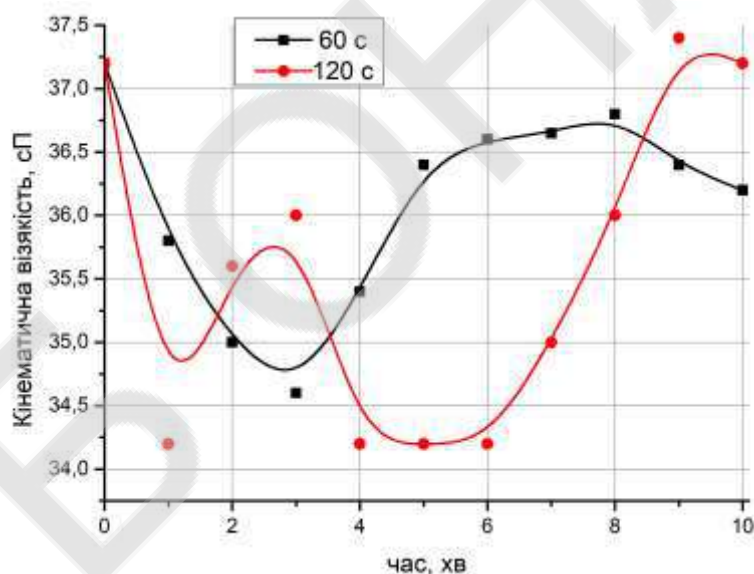


Рис. 1. Залежність величини кінематичної в'язкості від часу після припинення опромінення води ЕВ КВЧ-хвилями від смартфона.

Початок другого циклу структурної перебудови води можна пояснити тим, що досягнення першого максимуму кінематичної в'язкості води означає формування високоупорядкованих складних та розгалужених структурних асоціативів води, але нестійких у часі з обмеженим терміном життя. Досягнувши граничної по стійкості структурної побудови, така система може бути схильною до саморуйнування, і попередній цикл змін кінематичної в'язкості, як видно з рис. 1, повторюється. Характерно, що досліджені нами енергетичні параметри опроміненої води (рН, ОВП та ррм) демонструють зміни в часі у кореляції зі змінами структурного параметру – кінематичної в'язкості води. При збільшенні часу опромінення до 120 секунд спостерігаємо більш складний мультициклічний характер змін КВ, що може свідчити про можливе перевипромінення енергії поглинутого збуджуючого ЕВ [2]. Під дією останнього, досить імовірно, як наслідок, маємо картину перебудови структурно-енергетичного стану води.

Таким чином, досліджені нами зміни структурно-енергетичних параметрів дистильованої води, опроміненої звичайним серійним смартфоном у режимі дозвону, в умовах, що імітують реальну експлуатацію смартфона, переконливо демонструють можливість структурно-енергетичної перебудови у міжклітинному та внутрішньоклітинному біосередовищах живих клітин та тканин, що не може залишати байдужими фахових фізіологів та фахівців гігієнічної медицини. Особливістю даної ситуації є те, що звичний підхід по визначенню гранично припустимих параметрів опромінення, у даному випадку є сумнівним, оскільки асоційовані водні структури біосередовища надзвичайно чутливі навіть до мізерних доз КВЧ опромінення, що вимагає пошуку нових підходів до визначення безпечного рівня опромінення КВЧ ЕВ, яке має модульовану природу при тому, що характер впливу на фізіологічні процеси модульованого ЕВ досліджено в недостатній мірі.

Що стосується фізико-хімічних основ КВЧ-терапії, то слід зазначити, що поглинання молекул води, що входять до складу високомолекулярних структур шкіри, викликає ланцюг реакцій, які призводять до збудження рецепторів шкіри [5], мікромасажу мікроанатомічних структур шкіри, поглинання енергії ЕВ мембранними структурами клітин рецептора або нервового закінчення за резонансним механізмом [6]. Унікальною особливістю дії ЕВ КВЧ на живі організми є те, що «біологічний резонанс» спостерігається лише при дуже малій потужності КВЧ-хвиль –  $10 \text{ мкВт/см}^2$ , а при менших та більших величинах резонансні ефекти не спостерігаються [7]. Це означає, що вплив на організм слід враховувати і від малопотужних пристроїв Wi-Fi та Bluetooth, використання яких у різноманітних офісних, промислових та побутових приладах стрімко зростає і нав'язується рекламою як особлива ознака додаткової споживчої якості товарів, які практично цілодобово випромінюють, наслідки чого, однак, далеко недооцінені з боку усвідомлення безпечності їх використання.

Численні фахові дослідження та результати даної роботи переконують у неприпустимості байдужого ставлення до проблеми впливу КВЧ-хвиль бездротових пристроїв зв'язку на здоров'я людини, та у необхідності доповнення правил гігієни вживання питної води правилами радіаційної гігієни щодо користування засобами бездротового зв'язку.

### Джерела інформації

1. Истомина И. С. Крайне высокочастотная терапия в клинической практике. Часть 1 // Российская медицинская академия последипломного образования. – 2012.
2. Большак Ю. В. Биологическая активность и закономерности формирования безреагентно модифицированной воды // Киев – Книга плюс. – 2015. – С. 200.
3. Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях // Новосибирск: Наука. – 1981. – С. 144 – 144.
4. Большак Ю. В., Українець А. І., Маринін А. І., Святненко Р. С. Вивчення впливу КВЧ-опромінення води на її структурно-енергетичний стан і можливі біологічні наслідки процесу // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2019. – №5. – С.217 – 225.
5. Родштат И. В. Новые физиологические подходы к оценке КВЧ-воздействия на биологические объекты // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – №3. – С. 11 – 16.
6. Девятков Н. В., Голант Н. Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности // Радио и связь. – 1991.
7. Бецкий О. В. Частотная зависимость биологических эффектов в области электромагнитных волн: новые биологические резонансы в миллиметровом диапазоне // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1998. – №2(12). – С. 3 – 5.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ВІДНОВНОГО СТАНУ ПИТНОЇ ВОДНЕВОЇ ВОДИ У ПРОЦЕСІ ГІДРОЛІЗУ МАГНІЮ

Маринін А. І., к. т. н., ст. н. с., Большак Ю. В., к. х. н., ст. н. с., Штепа Д. В., аспірант,  
Шпак В. В., аспірант, Святненко Р. С., н. с.

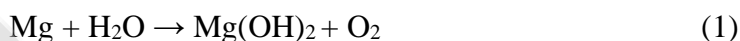
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Узагальнюючи факти успішного застосування електрохімічно активованої води (ЕХАВ) у ветеринарії та медицині [1], важливим є визначення сутності визнаних фізико-хімічних явищ, які відповідають за набуття водою структурно-енергетичного збудженого стану з аномальними фізико-хімічними властивостями, та їх біологічними проявами. Постає закономірне питання про внесок кожного з цих явищ, які зводяться до наступних: електрополяризаційний вплив на воду в електричному полі високої напруженості у приелектродному подвійному шарі, збагачення води в приелектродних зонах молекулярним киснем та молекулярним воднем.

У збагаченому киснем аноліті існує висока ймовірність приєднання електронів у воді до молекул кисню з утворенням супероксид аніону кисню  $O_2^-$  та його протонованої форми - гідропероксидного радикалу  $HO^*$ , який, у свою чергу, продукує ряд інших АФК. Ці АФК грають важливу роль у захисних неспецифічних імунних механізмах захисту організму. Проте збагачення киснем звичайної питної води, хоча й покращує її споживчі властивості, але, на відміну від ЕХАВ, суттєво не підвищує її біологічну цінність і не проявляє принципово важливих терапевтичних ефектів.

У 2007 році в Японії було відкрито яскраві антиоксидантні та протизапальні дії молекулярного водню [2] і надалі кількість досліджень біологічної активності  $H_2$  невпинно зростає. Врешті, маємо справжній «бум» у світовому масштабі по вживанню водневої води і масовому використанню комерційних генераторів водневої води.

Нами досліджено закономірності процесу одержання водневої води відомим методом гідролізу магнію за реакцією:



Дослідження закономірностей формування водневої води даним методом особливо важливе ще й тому, що магнієві стержні є масовим комерційним продуктом, наявним у продажу у багатьох країнах, і є доступними для широких верст населення у світі.

На рис.1 наведено графіки контрольованих величин окисно-відновного потенціалу (ОВП, ррм, рН) води у часі в процесі гідролізу магнію в дистильованій воді. Для дослідження взято тонькі магнієві стружки (99,99 % ваг.), які забезпечують велику площу контакту поверхні магнію з оточуючою водою.

Як видно з рис.1, у перші 60 хвилин процесу гідролізу магнію відбувається інтенсивне набуття водою відновного електронно-донорного стану, про що свідчить зменшення величини ОВП і перехід редокс-стану води від окисного до відновного. При набутті водою величини ОВП  $\approx -300$  мВ/, досягається максимально досяжний відновний стан води. У той же час величина рН зростає від нейтральної (7,0) до лужної (10,5). Збільшення величини рН закономірне, оскільки величини рН та ОВП є коваріантними (взаємозалежними). Тобто коли величина рН змінюється на одиницю, величина ОВП змінюється приблизно на 60 мВ. При зменшенні величини рН – напрямом зміни ОВП окисний редокс-стан; при збільшенні величини рН – відновний.

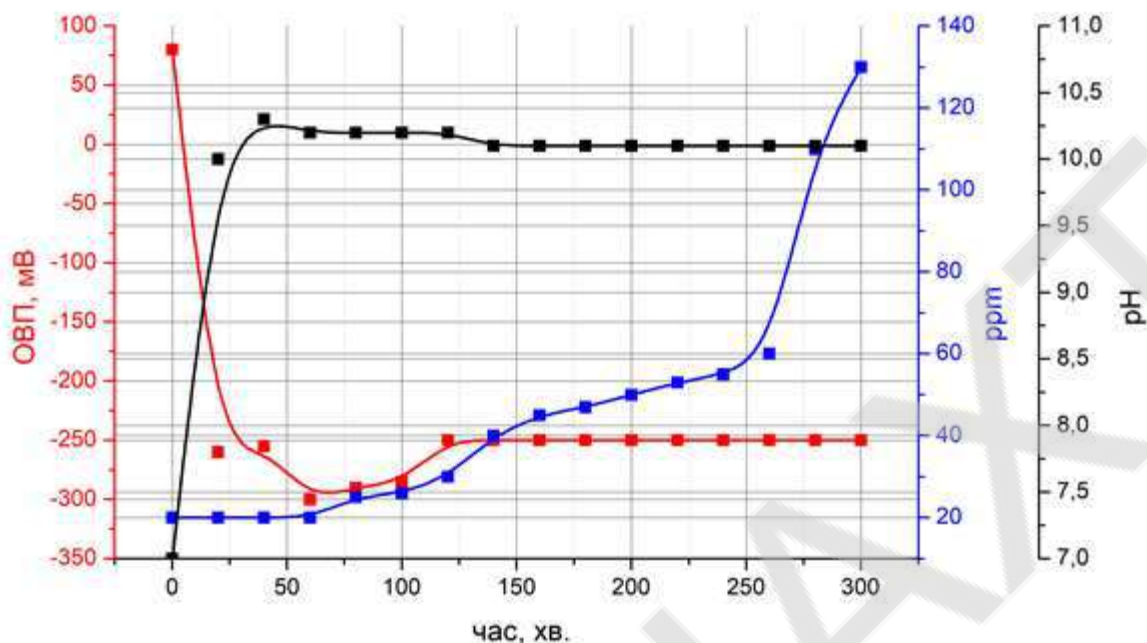


Рис. 1. Графіки контрольованих величин окисно-відновного потенціалу.

Як видно з рис.1, за перші 2 години процесу величина ppm не змінюється. При цьому пряме визначення наявності  $H_2$  у воді за цей проміжок часу свідчить про відсутність водню у воді. Така поведінка води під час гідролізу магнію закономірна через те, що продукт гідролізу магнію  $Mg(OH)_2$  (рівняння 1) не є водорозчинним і поступово формує на поверхні магнію ізолюючу від води плівку. Через це досягнення величини ОВП води  $\pm 300$  мВ/ відповідає закінченню процесу гідролізу магнію (відповідно до рівняння 1). До цього моменту, вірогідніше за все, весь обсяг продукованого  $H_2$  йшов на формування відновного редокс-стану води, і тому наявність розчиненого у воді водню не виявлялась.

Нами винайдено спосіб забезпечення воді, що набула відновний редокс-стан, збагачення молекулярним воднем. Для цього ми знайшли речовину, внесення якої до обробленої у процесі гідролізу магнію води, розблоковує поверхню магнію, що призводить до поновлення процесу гідролізу і насичення води  $H_2$ . На 120 хвилині процесу гідролізу магнію у досліджуваній зразок водного розчину (400 мл дистильованої води плюс 4 грами /1 % ваг./ стружки магнію) добавили 100 мг особливої деблокуючої поверхню магнію речовини, розчиненої у 1 мл дистильованої води. Після перемішування розчину спостерігалось відновлення процесу гідролізу магнію, про що свідчить зростання величини ppm води, ймовірно в результаті надходження до розчину продуктів реакції реакційно активної деблокуючої речовини та блокуючого активну поверхню магнію гідроксиду магнію. Одночасно з цим, фіксується поява у воді розчиненого  $H_2$  на рівні 1,0 мг/л.

Таким чином, дослідження закономірностей формування відновної води у процесі гідролізу магнію розкрило складний характер процесу, в якому принципове значення для одержання бажаного результату (формування відновного редокс-стану води з одночасним збагаченням її молекулярним воднем) грає блокування гідролізу через утворення на поверхні магнію ізолюючої від води плівки гідроксиду магнію.

Встановлено, що до моменту блокування поверхні магнію, формування відновного стану води завершується і на цей процес витрачається весь водень, що утворився у процесі гідролізу магнію. По цій причині у воді не виявлено розчиненого молекулярного водню.

Таким чином, показано, що процес гідролізу магнію з часом припиняється і утворена вода з відновним електронно-донорним станом фактично не є водневою водою. А це озна-

час, що з очікуваних терапевтичних властивостей такої води гарантовано одержуємо антиоксидантну активність води, проте протизапальні ефекти, пов'язані з наявністю у воді молекулярного водню, очікувати проблематично. Водночас, яскравим антиоксидантним ефектом терапевтичної дії молекулярного водню є втрачена, при відсутності  $H_2$  у воді, його селективна антиоксидантна активність стосовно руйнівних видів АФК при одночасній пасивності стосовно фізіологічно корисних типів АФК, продукування яких є частиною імунного відгуку на інфекції та патологічні зміни [3].

Нами винайдено технічне рішення, яке дозволяє розблоковувати процес гідролізу магнію, спричинений формуванням ізолюючої поверхню магнію від оточуючої води плівкою нерозчинного у воді гідроксиду магнію. На відміну від існуючого методу механічного очищення поверхні магнію абразивним матеріалом вручну, наш новий метод полягає у додаванні у водний розчин особливої деблокуючої речовини, перевагою якої є те, що вона додатково є корисною для здоров'я біогенною речовиною, що посилює оздоровчу дію одержаної водневої води [4].

### Джерела інформації

1. Маринін А. І., Большак Ю. В., Святненко Р. С., Штепа Д. В. Дослідження особливостей фізико хімічних показників води, обробленої безреагентним електрохімічним методом // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. - 2020. - №2(4).- С.103-109.

2. Большак Ю. В., Українець А. І., Маринін А. І., Святненко Р. С. Вивчення впливу КВЧ- опромінення води на її структурно-енергетичний стан і можливі біологічні наслідки процесу // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2019. - №5. – С. 217 – 225.

3. Ohsawa, I., Ishikawa, M., Takahashi, K., Watanabe, M., Nishimaki, K., Yamagata, K., Ohta, S. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals // Nature medicine. – 2007. - № 13(6). – P. 688 – 694.

4. Ohsawa, I., Ishikawa, M., Takahashi, K., Watanabe, M., Nishimaki, K., Yamagata, K., Ohta, S. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals // Nature medicine. – 2007. - № 13(6). – P. 688 – 694.

## ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Мартинюк Л. С., Палвашова Г. І., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Головною проблемою нашого довкілля є порушення природної рівноваги у багатьох водоймах та погіршення в них якості води, що є небажаним наслідком господарської діяльності людини. Промислові й побутові стоки, що потрапляють у природні об'єкти, характеризуються високим рівнем вмісту забруднюючих речовин, значною кількістю токсикантів. За таких обставин самостійне відновлення водних джерел стає неможливим. Тому виникає нагальна необхідність у розробці й застосуванні сучасних ефективних біотехнологічних методів очищення стічних вод, особливо тих, що повертаються у водні об'єкти, і тих, які підлягають вторинному використанню.

Особливістю нової технології – багатоступеневе анаеробно-аеробне очищення стічних вод з використанням іммобілізованих мікроорганізмів. Основні переваги: можливість підвищити ефективність очищення стічних вод від високомолекулярних органічних і неорганічних речовин, зменшити витрати електроенергії на очищення, підвищити надійність роботи очисних споруд в умовах добових, сезонних змін витрат стічних вод, надходжень токсичних речовин, зменшити об'єми утворених осадів і витрати на їх зневоднення та утилізацію. Серед усіх сучасних методів знешкодження промислових і побутових стічних вод найбільш екологічно безпечними визнано біологічні [1-4].

*По-перше*, біологічне очищення проходить на природних процесах, тобто в ньому відіграють роль гетеротрофні мікроорганізми, здатні використовувати для живлення поряд з органічними речовинами і деякі неорганічні. Контактуючи з цими сполуками, мікроорганізми в процесі отримання енергії частково їх руйнують.

*По-друге*, мікроорганізми здатні до швидкого скупчення та утворення колоній, що дає можливість легко відділяти їх від очищеної води

В очищенні води, забрудненої органічними речовинами, надзвичайно велика роль належить живим організмам, особливо бактеріям.

Проте, суттєвих успіхів у очистці води можна досягти за умови використання не лише бактерій, а максимально широкого кола гідробіонтів-очисників, починаючи з бактерій та водоростей та закінчуючи хребетними, як це має місце в природних гідроценозах.

Є декілька типів біологічних пристроїв по очищенню стічних вод:

- бофільтри,
- біологічні ставки,
- аеротенки.

Основним традиційним методом біологічного очищення стічних вод є обробка їх активним мулом в *аеротенках*. Типова технологічна схема такого очищення: стічна вода після ретельного механічного очищення від різноманітного сміття, піску, жиру, інших дисперсних домішок, що осідають чи спливають у полі земного тяжіння, потрапляє у вузьку (3-11 м), глибоку (4-6 м) і довгу (50-250 м) споруду, де за постійної аерації очищається складним гідробіоценозом - активним мулом. Після тривалої (6-24 і навіть більше годин) обробки вода надходить у вторинний відстійник, у якому звільняється від активного мулу, а потім потрапляє для так званого третинного фізико-хімічного доочищення (іноді після хлорування) у проміжні водойми (ставки) і, нарешті, у річку. Частину активного мулу, що осідає у вторинному відстійнику, повертають до біологічної очисної споруди - аеротенку. Складну для розв'язання еколого-технологічну проблему створює за такої технології надлишковий мул: його багато і він містить небезпечні віріони, мікроорганізми, яйця гельмінтів тощо, а також іони важких металів, біологічно стійкі,

токсичні і навіть мутагенні сполуки.

У *біофільтрах* стічні води пропускають через шар грубозернистого матеріалу, покритого тонкою бактерійною плівкою. Завдяки цій плівці інтенсивно протікають процеси біологічного окислення. Саме вона служить діючим початком у біофільтрах. Розподілення мікрофлори у біофільтрі при очищенні стічних вод гідролізного виробництва наведено на рис. 1.

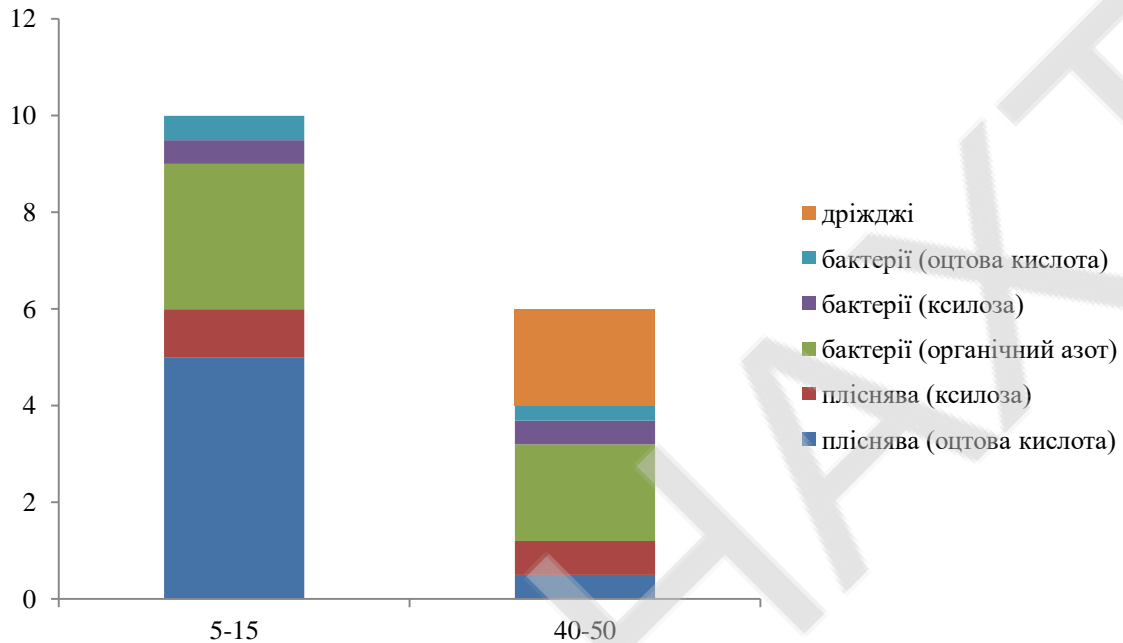


Рис. 1. Розподілення мікрофлори в біофільтрі при очищенні стічних вод.

У *біологічних* ставках в очищенні стічних вод беруть участь всі організми, що населяють водоймище.

Біологічний метод дає великі результати при очищенні комунально-побутових стоків, стоків харчових та промислових підприємств тощо. Він застосовується також і при очищенні відходів нафтопереробних, харчових, хімічних та інших підприємств.

Сьогодні перспективним способом є очищення стічних вод з використанням іммобілізованих мікроорганізмів, який включає іммобілізацію мікроорганізмів у вигляді суспензії у гелеутворюючому реагенті, у якості якого використовують 3-5 %-ний розчин альгінату натрію, з подальшим гранулюванням, і який відрізняється тим, що додатково до гелеутворюючого реагенту додають фосфогіпс, а процес гранулювання здійснюють в обертовому тарілчастому грануляторі зі змішуванням іммобілізованих мікроорганізмів із золою виносу теплових електростанцій (ТЕС). При цьому концентрація у суспензії мікроорганізмів забезпечується на рівні 108-109 КУО/г, а фосфогіпс попередньо промивають водою та висушують при 60 °С для збільшення частки дигідрату сульфату кальцію в ньому [1, 5]. Гранулювання здійснюють протягом 10-30 хвилин при температурі +25 °С, після чого гранули сушать до 6 годин при температурі +/25-30 °С/. Як суспензію мікроорганізмів використовують ацидофільну асоціацію видів тїобацил, а саме *Thiobacillus thiooxidans* та *Thiobacillus ferrooxidans*. Вихідне співвідношення компонентів складає в мас.ч.: суспензія мікроорганізмів необхідної еколого-трофічної групи 10 – 15; 3 – 5 % розчин альгінату натрію 3 – 5; фосфогіпс 11 – 20; порошок, що виготовлений на основі золи.

Таким чином, у процесі очищення на гранульованому мінеральному носії формуються ацидофільна асоціація мікроорганізмів, яка здатна окислювати сірководень з утворенням елементарної сірки в кислому середовищі.

Отже, очищення природного середовища від різних видів забруднень та зниження антропогенного навантаження від об'єктів складування з використанням фосфогіпсових відходів та золовідвалів ТЕС є актуальною і перспективною задачею.

### Джерела інформації

1. Біотехнології в екології. / А. І. Горова, С. М. Лисицька, А. В. Павличенко, Т. В. Скворцова. Д.: Національний гірничий університет, 2012. 184 с.
2. Гвоздяк П. І. За принципом біоконвейера. Біотехнологія охорони довкілля // Вісник НАН України. 2003. № 3. С. 29 – 36.
3. Саблій Л. А. Впровадження новітніх біотехнологій очищення стічних вод // Київський політехнік / Оновлено: 28/03/2017
4. Пат. на кор. модель 11664 Україна, МПК С12N 11/04 (2006.01). Спосіб отримання гранульованого носія, що містить іммобілізовані мікроорганізми / Черниш Є. Ю., Пляцук Л. Д., власник Сум. держ. у-т. – № у 2015 09035; заявл. 21.09.2015; опубл. 10.07.2017, Бюл. №13.

## СУЧАСНІ ГЛОБАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ: ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ

Марченко Є. І., магістрант спеціальності «Екологія»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д . е . н., професор

Поліський національний університет, м. Житомир

У всьому світі демографічні, економічні та технологічні тенденції прискорили нашу здатність свідомо та несвідомо змінювати середовище, в якому ми живемо, і яке підтримує нас. Ми, люди, стали головним рушієм змін навколишнього середовища. Наші дії впливають на наше глобальне середовище, включаючи наш клімат. Це, в свою чергу, впливає на кількість та просторовий та часовий розподіл опадів, що випадають на водозбірні басейни, та час їх стоку. У поєднанні зі змінами ландшафтів, завдяки зростанню виробництва їжі та енергії та переміщенню людей до міських центрів, ми змінюємо кількість та якість наших прісноводних ресурсів, від яких ми залежимо, щоб вижити як фізично, так і економічно. Ми залежимо від води не лише на все життя, а й на наше економічне благополуччя. Вода відіграє роль у створенні всього, що ми виробляємо. Замінників немає, і хоча їх можна поновлювати, існує лише кінцева кількість [2-3].

У минулому ми приймали рішення щодо управління нашими водними ресурсами, які не завжди допомагали нам стати більш безпечними або стійкими. Ми порушили і перерозподілили режими річкових потоків - іноді аж до висихання їх, разом із їхніми озерами, розташованими нижче. Ми перевитратили водоносні горизонти підземних вод; забруднив багато, якщо не більшість наших водних об'єктів, включаючи лимани, прибережні зони і навіть океани; та деградовані екосистеми. Ми зробили це головним чином для досягнення короткотермінових економічних цілей, часто цілей, які, можливо, не включали довгострокову екологічну - або навіть економічну - стійкість регіону чи басейну, та власне здоров'я.

Наша планета більше не функціонує так, як колись. В даний час Земля стикається з відносно новою ситуацією, здатністю людей трансформувати атмосферу, деградувати біосферу та змінювати літосферу та гідросферу. Виклики нашого десятиліття - обмеженість ресурсів, фінансова нестабільність, релігійні конфлікти, нерівність у країнах та між ними, погіршення стану навколишнього середовища - все свідчить про необхідність пошуку нових підходів до використання природних ресурсів.

Різні частини земної системи - гірські породи, вода та атмосфера - беруть участь у взаємопов'язаних циклах, де речовина постійно перебуває в русі і використовується повторно в різних планетарних процесах. Без взаємозв'язаних циклів та переробки компоненти нашої Землі не могли б функціонувати як цілісна система.

Протягом останніх 50 років або близько того ми розпізнали рухи у всіх шарах Землі, включаючи пластини на поверхні, мантію та ядро, а також атмосферу та океан. Імпульс і прискорення наслідків звичного бізнесу загрожують вивести складну Земну систему із середовища, в якому все живе на цій Землі розвивалось. Деякі називають цей новий геологічний період антропоценом [1]. Вода стає центральним питанням у цей новий період. Це стосується не лише прісноводних систем, а й океанів, їх рівня та того, що живе в них. Взаємозалежність між соціальними або людськими амбіціями, з одного боку, та наявністю та якістю наших природних ресурсів та навколишнього середовища, з іншого, очевидна; це визначає тип розвитку, який є реалістичним і стабільним.

Розширення виробництва та постачання товарів і послуг у недалекому минулому означало більше робочих місць, доходів та, загалом, більші можливості для кращого життя. Це також означало збільшення використання та забруднення природних ресурсів.

Несприятливий вплив на воду та інші життєво важливі компоненти системи Землі очевидний.

Багато басейнів річок у світі позначаються як «закриті» або перебувають на межі закриття; їх потоки вже не досягають океанів [2]. За оцінками, 1,4 мільярда людей проживають у закритих басейнах [4] з більш обмеженими можливостями розвитку. Розвиток потенційних зон повені вздовж річок та узбережжя збільшив частоту та вплив збитків, пов'язаних з повенями. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [1], протягом останнього десятиліття минулого століття близько двох мільярдів людей стали жертвами стихійних лих, 85 % з яких - повені та посухи.

Неможливо врятуватися від того, що потреба та попит на обмежену та вразливу воду буде продовжувати розширюватися, а також конкуренція за неї буде зростати. У майбутньому очікується більша невизначеність у забезпеченні водою, більша частота екстремальних погодних явищ та більш швидкі зворотні потоки води в атмосферу. Враховуючи зміни в гідрологічному циклі в результаті використання земель та кліматичних змін та замкнутий характер багатьох басейнів, виділення та закономірності майбутнього водокористування будуть відхилитися від минулих тенденцій.

Потрібні дослідження, щоб краще зрозуміти, як ці складні взаємодії можуть розвиватися протягом найближчих десятиліть та пов'язані з ними соціальні, політичні та екологічні наслідки. Очевидно, що питання води стануть ще важливішими у житті та діяльності людей.

#### Джерела інформації

1. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
2. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
3. Комплексна біоінженерна система для очищення водойм: Пат. 117067 UA, МПК CO2F 3/32 (2006.01), E02B 15/00 (2006.01), № u 201700555; заяв. 20.01.2017; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11, 2017 р.
4. Маджд С. М., Кулинич Я. І. Динаміка змін знаходження речовин та елементів техногенного походження у водах. Проблеми хімотології: матеріали VI Міжн. наук. техн. конф., (Львівська обл., 19–23 червня 2017). Київ - Львівська обл., 2017. С. 401–404.
5. Кулинич Я. І. Оцінка екологічної ємності природних водойм в умовах надмірного антропогенного навантаження. Pure water. Fundamental, applied and industrial aspects: Proceeding of the V International Scientific and Technical Conference (Kyiv, 26–27 October 2017). К.: Видавничий дім «КІЙ», 2017. р.147–148.
6. Кулинич Я. І. Конструкція біоплато зануреного типу для очищення малих річок. Біотехнологія XXI століття: матеріали XII Всеукр. наук. практ. конф., присвяч. 100-річчю з дня народж. Артура Корнберга (20 квітня 2018 р). К.: 2018. С. 112.
7. Кулинич Я. І. Техногенний вплив діяльності авіапідприємств на екологічний стан: Екологічна безпека: матеріали XVII Міжнар. наук. практ. конф. молодих учених і студентів. (Київ, 4–7 квітня 2017). К.: НАУ, 2017. С. 64.
8. Kulynych Ya. Environmental assessment. Build- masterclass-2016: International scientific-practical conference of young scientists (Kyiv, 16–18 November 2016). К.: KNUCA, 2016. p.164.
9. Dankevych V., Dankevych Y. Management of forest and water resources in the context of administrative-territorial reform: the experience of Poland. The scientific heritage (Budapest, Hungary). VOL 6, No 55 (55) (2020). 27 – 31 p.

## ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНОГО СЕНСОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ У НАПОЯХ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ «FANTA»

Мудрицька К. Р., магістр, Малинка О. В., к. х. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Аскорбінова кислота (АК) широко використовується у якості харчової добавки - антиоксиданту (Е300) при виробництві напоїв сильногазованих безалкогольних. Незважаючи на значення аскорбінової кислоти для людського організму, надмірне споживання її може привести до різних захворювань [1]. До теперішнього часу розроблені титриметричні, спектрофотометричні і хроматографічні методи кількісного визначення АК [2-4].

Метою роботи було використання хімічного сенсору - комплексної сполуки іонів тербію Tb(III) з ципрофлоксацином (ЦФ) для визначення АК в напоях безалкогольних сильногазованих «Fanta».

Відомо, що у присутності АК спостерігається гасіння власної люмінесценції іонів Tb(III) у комплексі з антибіотиком фторхінолонової групи – ципрофлоксацином [5]. На рис. 1 представлена графічна залежність  $I_{\text{люм}}$  Tb(III) в комплексі з ЦФ від концентрації АК.

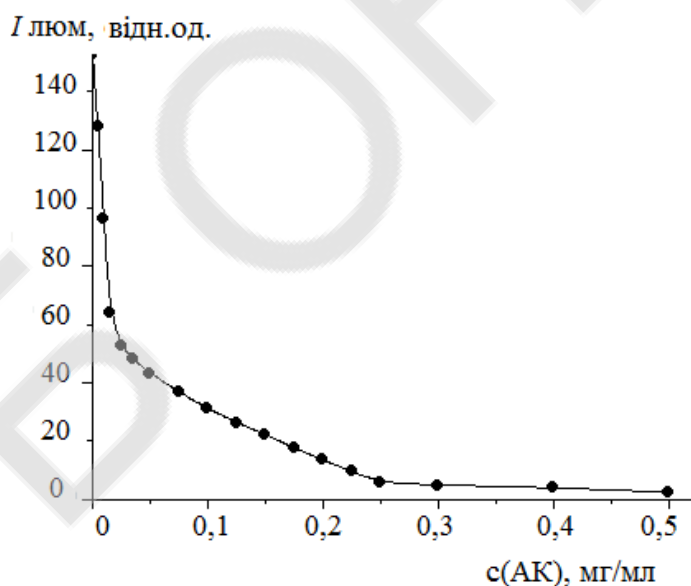


Рис. 1. Залежність  $I_{\text{люм}}$  Tb(III) в комплексі з ЦФ в присутності різних концентрацій АК.

Як видно з рисунку, гасіння люмінесценції Tb(III) у комплексі з ЦФ у присутності АК спостерігається в інтервалі концентрацій 0,02 – 0,5 мг/мл. Вивчені та проаналізовані спектральні характеристики (спектри поглинання, збудження, люмінесценції, кінетика затухання люмінесценції, час життя збудженого стану), розрахована константа Штерна – Фольмера комплексу Tb(III) з ЦФ у присутності АК. У спектрі збудження комплексу Tb(III) з ЦФ є 2 смуги з максимумами при 303 і 357 нм. У присутності АК характер спектру не змінюється, але інтенсивність смуг зменшується, що свідчить про зміну процесу передачі енергії в цьому люмінофорі в присутності АК. Зі збільшенням концентрації АК час життя збудженого стану  $^5D_4$  іона Tb(III) також зменшується. Важливою характеристикою динамічного гасіння є одночасне зниження як інтенсивності,

так і часу загасання люмінесценції, що спостерігається в даній системі. Тому, на підставі існуючих уявлень про типи гасіння люмінесценції, можна припустити, що у даному випадку має місце динамічний механізм, при якому гасник - АК не взаємодіє з випромінюючим іоном, а триплетні рівні цього ліганду беруть участь у безвипромінювальній втраті енергії збудження і зменшенні сенсibilізованої люмінесценції іону Tb(III). Спостережуваний ефект гасіння люмінесценції іона Tb(III) в комплексі з ЦФ у присутності АК використаний для визначення останньої у напоях «Fanta».

Для дослідження відібрано 4 комерційних зразка напоїв безалкогольних сильногазованих «Fanta» у ПЕТ - пляшках 0,5 л, 1 л: Fanta з апельсиновим соком; Fanta з лимонним соком; Fanta смак мандарин, Fanta Shokata. Визначення проводили методом градувального графіка. Побудову градувального графіку для визначення АК робили таким чином: у мірні колби об'ємом 5 мл вносили 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мл стандартного розчину АК (2 мг/мл). У кожену пробірку додавали по 0,2 мл розчину хлориду тербію  $1 \cdot 10^{-2}$  моль /л, 0,2 мл розчину ЦФ ( $1 \cdot 10^{-2}$  моль/л), 0,2 мл розчину уротропіну з масовою часткою 40 % і дистильовану воду до 5 мл. Інтенсивність люмінесценції комплексу Tb(III) вимірювали при  $\lambda_{\text{люм}} = 545$  нм ( $\lambda_{\text{зб}} = 365$  нм). Діапазон лінійності градувального графіку становить 0,02 - 0,50 мг/мл. Правильність результатів аналізу перевіряли методом «введено-знайдено». Величина відносного стандартного відхилення не перевищувала 7,5 % (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати визначення аскорбінової кислоти у напоях «Fanta» методом "введено-знайдено" (n = 5; P = 0,95)

Об'єкт аналізу	Введено, мг/мл	Знайдено, мг/мл	S <sub>r</sub> , %
Fanta з апельсиновим соком	0,10	0,45±0,03	7,3
-	0,20	0,51±0,04	6,9
Fanta з лимонним соком	0,10	0,39±0,03	6,7
-	0,20	0,49±0,03	6,8
Fanta смак мандарин	0,10	0,38±0,03	7,5
-	0,20	0,53±0,04	7,4
Fanta Shokata	0,10	0,33±0,02	6,9
-	0,20	0,43±0,03	7,5

**Висновки.** Для визначення аскорбінової кислоти у напоях безалкогольних сильногазованих «Fanta» запропонований новий хімічний сенсор – комплексна сполука іонів Tb(III) з антибіотиком – ципрофлоксацином. Вивчені та проаналізовані спектральні характеристики (спектри поглинання, збудження, люмінесценції, кінетика затухання люмінесценції, час життя збудженого стану), розрахована константа Штерна – Фольмера комплексу Tb(III) з ЦФ у присутності АК.

#### Джерела інформації

1. Pohloudek – Fabini, R. Th. Beyrich Th. Organische analyse / Leipzig: Academische verlagsgesellschaft – 1975. - P. 159-161.
2. Llamas NE, Nezio Di MS, Band BSF. Flow-injection spectrophotometric method with on-line photodegradation for determination of ascorbic acid and total sugars in fruit juices / J Food Compos Anal. -2011.- Vol. 24.- Issue 1. -P. 127-130.
3. Koblova P, Sklenarova H, Brabcova I, Solich P. Development and validation of a rapid HPLC method for the determination of ascorbic acid, phenylephrine, paracetamol and caffeine using a monolithic column / Anal Methods. – 2012.- Vol. 4.- Issue 6. – P. 1588-1591.
4. Костюковский, Я. Л. Методы определения химических консервантов и антиоксидантов в пищевых продуктах / Журн. аналит. хим. – 1989. – Т. 44. – С. 5–44.
5. Malinka E., Beltyukova S., Cherednychenko Ie. Luminescent determination of ascorbic acid in dietary supplements / Food Science and Technology. 2017 - Vol. 11.- Issue 2. - P 32 - 36.

## **ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ БІОРЕАКТОРІВ (БР) ТА КОФ**

<sup>1</sup>Недашковський І. П., к. т. н., <sup>2</sup>Хоружий В. П., д. т. н., професор

<sup>1</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

<sup>2</sup>Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

У галузі водного господарства однією з основних задач наукових досліджень є розробка економічних і ефективних способів очистки стічних вод, тому що у наш час дуже актуальною є проблема охорони природних вод від забруднень. Зростання населення, розширення старих і виникнення нових міст значно збільшили надходження стоків у внутрішні водойми. Ці стоки стали джерелом забруднення річок і озер хвороботворними бактеріями і гельмінтами. У ще більшому ступені забруднюють водойми миючі синтетичні засоби, широко використовувані у побуті. Вони знаходять широке застосування також у промисловості і сільському господарстві. Хімічні речовини, що містяться у них, поступаючи із стічними водами у річки і озера, роблять значний вплив на біологічний і фізичний режим водойм. У результаті знижується здатність води до насичення киснем, паралізується діяльність бактерій, які мінералізують органічні речовини. Найбільш раціональним, ефективним і таким, що завдає найменше шкоди навколишньому середовищу, є використання біологічних методів очистки стічних вод. Біологічні методи очищення стічних вод засновані на життєдіяльності мікроорганізмів - бактерій, найпростіших, ряду вищих організмів, які мінералізують розчинені органічні сполуки, що є для них джерелами живлення, при використанні яких вони отримують усе необхідне для їх життя - енергію і матеріал для конструктивного обміну (відновлення речовин клітин, що розпадаються, приросту біомаси). Біологічне очищення стічних вод може мати три стадії: анаеробну, аеробну та фільтрування. На закріпленому тонковолокнистому фільтрувальному завантаженні іммобілізація мікроорганізмів дає змогу використовувати анаеробні процеси на початкових етапах очищення, які економічніші аеробних процесів і екологічно чистіші.

Дослідженнями показано, що на процес видалення із стічних вод органічних сполук гетеротрофними мікроорганізмами впливають температура води та вміст у ній кисню, токсичних речовин, азоту і фосфору, а ефективність біологічної очистки стоків залежить від співвідношення БСК<sub>5</sub>, азоту і фосфору. Для ефективного протікання процесів видалення фосфору із стічних вод потрібно забезпечити анаеробно-аеробні умови при повній відсутності нітратів в анаеробних зонах.

При очищенні стічних вод на БР з волокнистим завантаженням спочатку відбуваються накопичення і закріплення мікроорганізмів та видалення з води забруднень, а на другому етапі настає фаза відмирання культури, відривання біомаси з поверхні волокон та їх винесення із БР під дією гідродинамічних сил фільтраційного потоку. Доочищення води здійснюється на КОФ при її висхідному русі через плаваюче завантаження.

При проектуванні установок з БР і КОФ слід приймати діаметр гранул фільтрувального завантаження  $d = 1-4$  мм, висоту  $H_{\phi} = 0,8-1$  м, а швидкість фільтрування стічних вод  $V_{\phi} = 3$  м/год. При таких конструктивних і технологічних параметрах мінімальна питома брудомісткість КОФ дорівнює  $G_{\min} = 20,9$  кг/м<sup>2</sup>, максимальна  $G_{\max} = 66,63$  кг/м<sup>2</sup>, а тривалість фільтроциклу  $T_{\phi} = 9$  діб.

Техніко-економічне порівняння установки з аналогами показало ряд суттєвих переваг, що полягають у збільшенні ефективності очистки стічних вод від усіх домішок та тривалості фільтроциклу, зменшенні будівельної вартості, забезпеченні надійної і стабільної роботи та простоти експлуатації без потреби висококваліфікованого персоналу.

## ОЦІНКА ФЛОКУЛЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДИНУ ГІДРОХЛОРИДУ

<sup>1</sup>Нижник Т. Ю., к. т. н., <sup>2</sup>Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, <sup>1</sup>Нижник Ю. В., к.т.н.

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», м. Київ

<sup>2</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Полігексаметиленгуанідину гідрохлорид (ПГМГ ГХ) відноситься до класу катіонних поліелектролітів і містить не тільки іоногенні групи ( $>C=NH_2^+ Cl^-$ ), але й групи (-NH-), що здатні до протонування у водних розчинах та утворення донорно-акцепторного зв'язку. Це дозволяє вважати, що флокулюючі властивості ПГМГ ГХ можуть бути потенційно високими. Наявність флокулюючої здатності у ПГМГ ГХ при застосуванні реагентів на його основі для очищення природної води та стічних вод – дуже важлива характеристика, оскільки природні та стічні води, для оброблення яких використовують флокулянти, дуже часто мають високу каламутність та кольоровість. Основними чинниками, що можуть впливати на флокулюючу здатність ПГМГ ГХ, з точки зору застосування його для очищення природних та стічних вод, є вміст дисперсної фази, електролітів та температура води, що очищується.

Коагулянти, флокулянти та осаджувачі, що традиційно застосовуються у процесах очистки природних і стічних вод, погано працюють за умов низьких температур, тому оцінка флокулюючої здатності ПГМГ ГХ при низькій температурі води є надзвичайно важливою і була першою задачею цього дослідження. Не менш цікавим, на наш погляд, є порівняльний аналіз флокулюючої здатності використовуваних флокулянтів і ПГМГ ГХ при одночасному їх використанні з коагулянтом сульфатом алюмінію  $[Al_2(SO_4)_3]$  для оброблення природної води при звичайній температурі, що також було задачею нашої роботи.

Результати досліджень. Вивчення флокулюючих властивостей ПГМГ ГХ проводили на річковій воді з різною каламутністю, оцінюючи зміни параметру «каламутність» у присутності ПГМГ ГХ і коагулянту (сульфату алюмінію) або без нього. Дослідження виконували з використанням води низької температури (+1 °C) на лабораторній установці, що моделювала режим роботи змішувача, камери реакції та відстійника.

Річкову воду з різним ступенем каламутності об'ємом 2 дм<sup>3</sup>, заливали в ємкості і включали активне перемішування (150 об/хв), після чого в ємкості вносили попередньо віддозовані реагенти (розчин ПГМГ ГХ та/або коагулянт – сульфат алюмінію). Воду активно перемішували ще протягом 1 хв., після чого зменшували кількість обертів перемішувача до 45 об/хв. При перемішуванні у такому режимі протягом 20 хв. відбувалось утворення осаду. Після відключення перемішувачів залишали воду відстоюватися 40 хв., після чого зондом відбирали проби освітленої води - для визначення каламутності фотометричним методом за стандартною методикою [1].

На рис.1 представлена залежність каламутності вихідної води від дози ПГМГ ГХ. Отримані дані (рис. 1, криві 1, 3) засвідчили, що навіть при низькій температурі води (+1 °C) ПГМГ ГХ викликає суттєве зниження каламутності, яке не залежить від рівня каламутності вихідної води. Це свідчить про високу флокуляційну здатність ПГМГ ГХ у досить широкій зоні - при концентраціях 1,5 – 10 мг/дм<sup>3</sup>.

Зниження ефективності освітлення води спостерігали при використанні ПГМГ ГХ у концентраціях, що перевищували 10 мг/дм<sup>3</sup>.

Вигляд залежності зміни каламутності води від дози ПГМГ ГХ показує, що цей полімер є типовим катіонним флокулянтом, для якого наявні зона ефективної флокуляції

(зниження каламутності) та зона, де відбувається стабілізація дисперсної системи (збільшення каламутності).

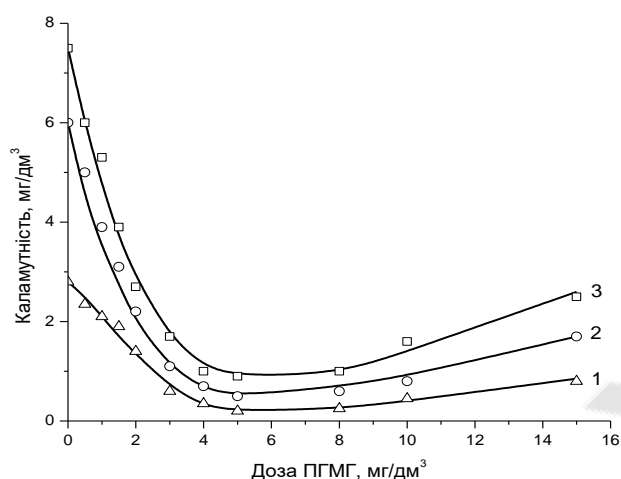


Рис. 1. Залежність каламутності води від дози ПГМГ ГХ:  
1, 3 – без  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ; 2 – з  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , 10 мг/дм<sup>3</sup>. Температура вихідної води + 1°C.

Катіонні поліелектроліти, до яких відноситься і ПГМГ ГХ, викликають флокуляцію дисперсних систем переважно по механізму нейтралізації заряду [2]. Згідно цього механізму, при адсорбції полііонів на поверхні протилежно зарядженої частинки відбувається ефективне зниження поверхневого заряду і в точці нульового заряду колоїдна дисперсія втрачає агрегативну стійкість. Надлишкова адсорбція полімеру на поверхні частинки перезаряджає поверхню частинок і стабілізує дисперсну систему [3].

ПГМГ ГХ, як для полімерного флокулянту, має невелику молекулярну масу – біля 20 000 в.о., і, водночас, спроможний проявляти високі флокуляційні властивості. Це також свідчить на користь нейтралізаційного механізму флокуляції у ПГМГ ГХ.

Нами встановлено, що одночасне застосування ПГМГ ГХ з коагулянтом сульфатом алюмінію підвищує флокуляційну здатність полімеру (рис.1, крива 2, та рис.2, а). Збільшення дози сульфату алюмінію без ПГМГ ГХ у дисперсній системі (при температурі води +1 °C) повільно знижує каламутність води (рис. 2, а, крива 1), оскільки у холодній воді процеси гідролізу та коагуляції сульфату алюмінію йдуть погано. Значне зниження каламутності має місце лише при досить високих дозах цього коагулянту (60-100 мг/дм<sup>3</sup>). При додаванні 2 мг/дм<sup>3</sup> ПГМГ ГХ досягається більш суттєве зниження каламутності навіть при малих (10 – 20 мг/дм<sup>3</sup>) дозах коагулянту (рис.2, а, крива 2).

Зниження технологічної дози сульфату алюмінію завдяки застосуванню ПГМГ ГХ дає можливість отримати якісну воду зі зниженим вмістом іонів залишкового алюмінію (рис. 2, б). Це дуже важлива властивість ПГМГ ГХ, особливо при використанні реагентів на його основі для оброблення води у холодну пору року. Адже застосування у такий час високих доз сульфату алюмінію призводить до підвищеного вмісту залишкового алюмінію у очищеній питній воді.

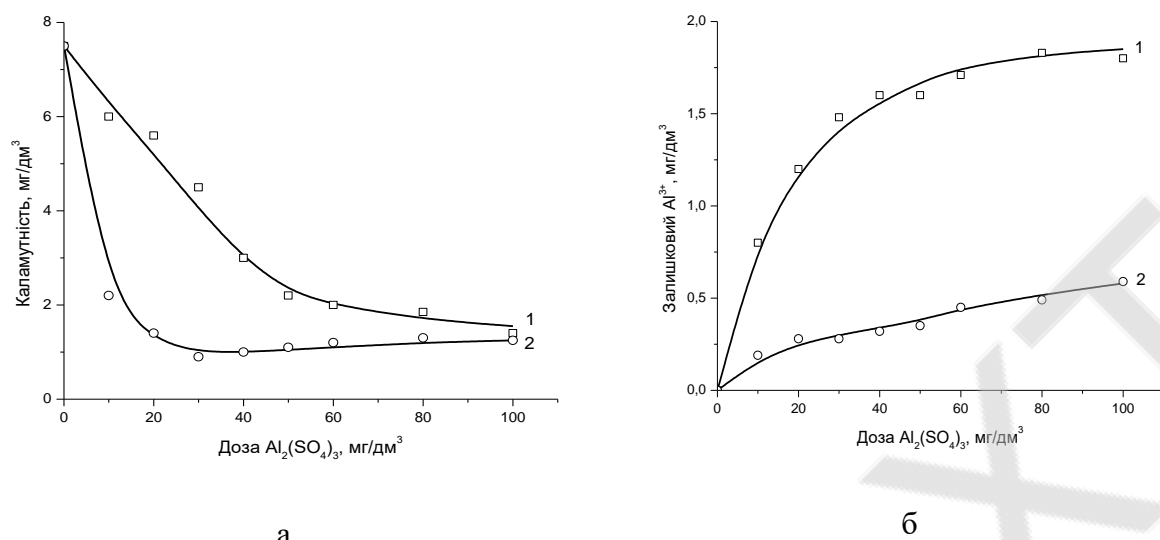


Рис. 2. Залежність каламутності води (а) та залишкової концентрації іонів  $Al^{3+}$  у воді (б) від дози  $Al_2(SO_4)_3$ : 1 – без ПГМГ ГХ; 2 – 2 мг/дм<sup>3</sup> ПГМГ ГХ. Температура вихідної води +1°C.

Проведені порівняльні дослідження флокулюючої здатності ПГМГ ГХ (вітчизняний реагент «Акватон-10», дозволений МОЗ України для застосування у технологіях підготовки питної води [4]; діюча речовина – ПГМГ ГХ) і флокулянтів Magnafloc LT-31, Superfloc 573 та Superfloc 577 - відомих та широко вживаних в Україні у технологіях очистки води. Вивчали ефективність впливу названих флокулянтів і реагенту «Акватон-10» на каламутність, кольоровість і концентрацію залишкового алюмінію у воді при сумісному їх використанні з коагулянтном – сульфатом алюмінію  $Al_2(SO_4)_3$  (таблиця 1).

Таблиця 1 – Флокулююча здатність досліджених реагентів при сумісному їх застосуванні з коагулянтном – сульфатом алюмінію (доза реагенту – 1 мг/дм<sup>3</sup>, доза  $Al_2(SO_4)_3$  – 50 мг/дм<sup>3</sup>, температура води – 18 °C)

Реагент	Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>	Кольоровість, град	Концентрація залишкового алюмінію, мг/дм <sup>3</sup>
Вихідна вода	4,6	38	0
Magnafloc LT-31	1,2	24	0,38
Superfloc 573	1,7	28	0,49
Superfloc 577	1,4	26	0,42
Акватон-10	0,8	16	0,31

Результати досліджень засвідчили, що усі флокулянти, які використовують у водопідготовці у нашій країні разом з сульфатом алюмінію, виявляють здатність зменшувати каламутність (на 64 – 74 %) та покращувати кольоровість досліджуваної води (на 26 – 36 %); концентрація залишкового алюмінію у такій воді відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Реагент «Акватон-10», при сумісному застосуванні з коагулянтном  $Al_2(SO_4)_3$ , виявив найбільшу ефективність щодо видалення каламутності (на 83 %) і зменшення кольоровості досліджуваної води (на 58 %), а також забезпечив мінімальну концентрацію залишкового алюмінію у цій воді. Результати проведених досліджень дозволяють вважати, що реагент «Акватон-10» за флокулюючими властивостями є кращим від флокулянтів, що широко використовуються для оброблення природних (поверхневих) вод на станціях водопідготовки в Україні.

Висновки. Результати проведених досліджень засвідчили високу флокулюючу здатність ПГМГ ГХ при використанні його для оброблення води з низькою температурою (+1 °С). Суттєве зниження каламутності вихідної води спостерігається у широкому діапазоні доз реагенту (1.5 – 10 мг/дм<sup>3</sup>) і не залежить від рівня каламутності вихідної води.

При сумісному застосуванні з коагулянтом Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. ПГМГ ГХ, так само як і використовувані сьогодні флокулянти (Magnafloc LT-31, Superfloc 573 та Superfloc 577), виявляють здатність зменшувати каламутність і покращувати кольоровість досліджуваної води; концентрація залишкового алюмінію у такій воді відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Проте, найбільшу ефективність щодо видалення каламутності (на 83 %) і зменшення кольоровості досліджуваної води (на 58 %), мінімізації концентрації залишкового алюмінію у цій воді виявив саме реагент «Акватон-10» (діюча речовина – ПГМГ ГХ).

#### Джерела інформації

1. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. ГОСТ 3351-74. – М.: Изд. Стандартов. – 1986.
2. Панарин Е. Ф. Водорастворимые полимеры для очистки сточных вод // Успехи химии. – 1991. – Т. 60, Вып.3. – С. 629 – 630.
3. Неппер Д. Стабилизация коллоидных дисперсий полимерами. – М.: Мир, 1986. – 488с.
4. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. // Выпуски 1-4. – К., 2003, 2004, 2005, 2018.

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗНЕБАРВЛЕННЯ ВОДИ ПРИ ОЧИЩЕННІ ЇЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДИНУ ГІДРОХЛОРИДУ

<sup>1</sup>Нижник Т. Ю., к. т. н., <sup>2</sup>Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, <sup>1</sup>Нижник Ю. В., к.т.н.

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені І. Сикорського», м. Київ

<sup>2</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Відомо, що води річок України, які є джерелами водопостачання для більшості населення країни, формуються в болотистих районах і мають досить високий вміст гумусових речовин. Це, в основному, обумовлює високу кольоровість води наших річок.

Додає кольоровості воді в річках і антропогенний вплив на навколишнє середовище, що значно зріс в останні десятиліття.

Кольоровість води є одним з основних показників при оцінці якості очищення природних та стічних вод, тому проблема зниження кольоровості води при її очищенні є досить актуальною.

Технологічно ця проблема вирішується не просто, оскільки бар'єрні можливості застарілих очисних споруд наших водоочисних станцій не завжди можуть справитись з завданням зниження кольоровості питної води до гігієнічно обґрунтованих вимог. Підтвердженням складності вирішення проблеми освітлення води є те, що основним документом України, який регламентує якість питної води [1], дозволяється постачання питної води населенню з підвищеною кольоровістю (надзвичайні ситуації, період паводків, цвітіння води, тощо).

Тому пошук нових технологічних рішень для ефективного зниження кольоровості води з метою одержання якісної питної води є актуальним і важливим як для підприємств, що потребують для своїх технологічних потреб гарантовано якісної питної води, так і для всього населення, оскільки низька кольоровість води є однією із необхідних вимог до фізіологічно повноцінної питної води.

Оскільки питна вода, що подається в розподільчі мережі, не завжди відповідає нормативним вимогам, актуальним стає використання локальних установок для доочищення питної води (локальних установок колективного та індивідуального використання).

Одним з варіантів для локального очищення та доочищення питної води може бути створення установок з використанням полімерного біоцидного реагенту комплексної дії «Акватон-10», діючою речовиною якого є полігексаметиленгуанідину гідрохлорид (ПГМГ ГХ). Реагент «Акватон-10» (розробник і виробник – ТОВ «Укрводбезпека», м. Київ) володіє знезаражуючими, флокулюючими, комплексоутворюючими властивостями і має дозвіл МОЗ України на використання для очищення та знезараження питної води [2].

З метою розробки технологічних параметрів застосування реагенту «Акватон-10» для очищення та доочищення води в локальних установках в даній роботі вивчали вплив на кольоровість води різних доз ПГМГ ГХ, розчин якого дозували у воду, яку очищували, перед її фільтрацією. Фільтрування здійснювали з різною швидкістю через піщаний фільтр, засипка якого була не модифікована та модифікована розчином ПГМГ ГХ.

Модифікацію поверхні засипки фільтру (діоксид кремнію, фракція 0,6 – 0,8 мм, висота засипки 40 см) здійснювали у динамічному режимі 1 % розчином ПГМГ ГХ об'ємом 1 дм<sup>3</sup> шляхом пропускання розчину 4 рази через колонку з засипкою. Після цього фільтр залишали залитим розчином ПГМГ ГХ на 2 години для встановлення адсорбційної рівноваги. Безпосередньо перед проведенням експерименту, до фільтрації модельних роз-

чинів, розчин ПГМГ ГХ зливали, а фільтр промивали дистильованою водою для видалення вільного (не зв'язаного з діоксидом кремнію) ПГМГ ГХ.

Як модельний розчин використовували воду, що містила гумінові та танінові речовини, з вихідною кольоровістю 35 градусів по дихромат-кобальтовій шкалі.

Ефект знебарвлення (E) визначали за формулою:

$$E = \frac{n_0 - n}{n_0};$$

де  $n_0$  та  $n$  – оптична густина вихідної та очищеної води, відповідно.

На рисунку представлена залежність від концентрації ПГМГ ГХ кольоровості води при фільтруванні її через не модифікований та модифікований ПГМГ ГХ фільтр з різною швидкістю.

Як видно з рисунку, при додаванні у воду вже 1 мг/дм<sup>3</sup> ПГМГ ГХ кольоровість води знижується нижче значень, що відповідають нормативним вимогам до питної води [1] – нижче 20 градусів (криві 1а, 2а, 3а). Подальше підвищення концентрації ПГМГ ГХ у воді, яку очищують, викликає ще більше зниження кольоровості – до 5-8 градусів. Для нижчих швидкостей фільтрування води (крива 1а) зниження кольоровості більш значне, ніж для високих (криві 2а, 3а).

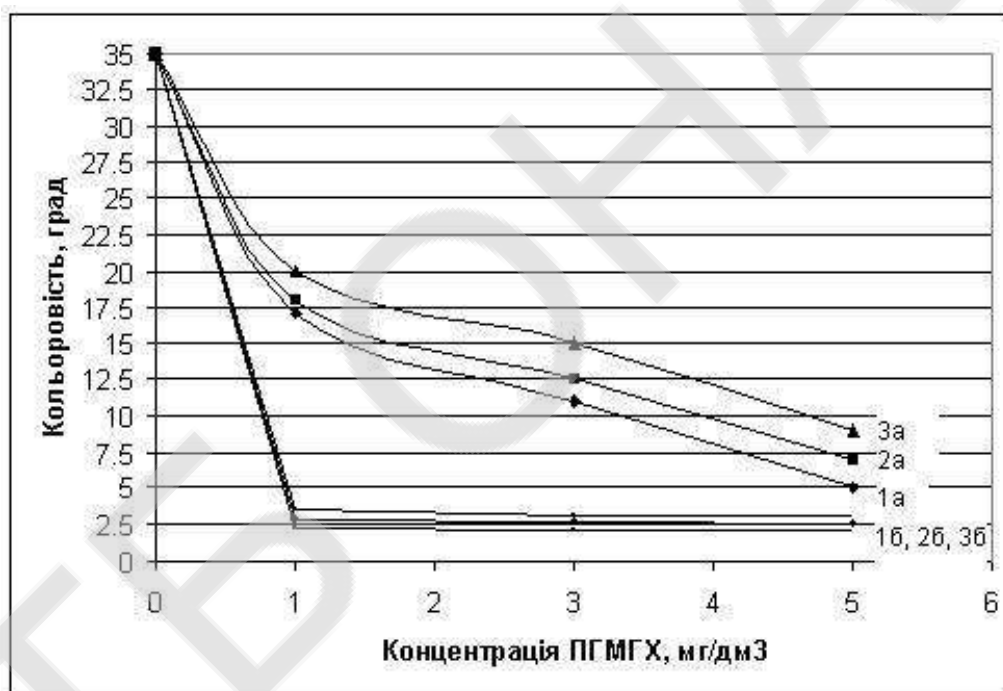


Рис. 1. Залежність від концентрації ПГМГ ГХ кольоровості води при її фільтруванні через не модифікований (а) і модифікований (б) фільтри при різних швидкостях фільтрування: (криві 1а, 1б – 50 см<sup>3</sup>/хв; 2а, 2б – 90 см<sup>3</sup>/хв; 3а, 3б – 130 см<sup>3</sup>/хв).

Залежність кольоровості очищеної за допомогою ПГМГ ГХ води від швидкості фільтрування свідчить про те, що процеси взаємодії макромолекул ПГМГ ГХ з молекулами органічних речовин, що обумовлюють кольоровість води, залежать від часу контакту, оскільки саме він визначав швидкість фільтрування води через фільтр і контакт ПГМГ ГХ з водою, яку очищують. При нижчих швидкостях фільтрування час взаємодії збільшувався і макромолекули ПГМГ ГХ більш повно встигали зв'язати молекули гумінових та танінових речовин, які є, в основному, органічними кислотами. Зв'язування молекул цих речовин може здійснюватися за рахунок утворення інтерполімерних ком-

плексів між негативно зарядженими макромолекулами органічних кислот та позитивно зарядженими макромолекулами ПГМГ.

Фільтрування води через модифікований фільтр, засипка якого оброблена розчином ПГМГ ГХ, показало, що вода набагато краще і швидше знебарвлюється – у порівнянні лише з введенням розчину ПГМГ ГХ у очищувану воду перед фільтрацією. А вплив підвищення швидкості фільтрації не такий значний, як у першому варіанті (криві 1б, 2б, 3б, рисунок).

Високі значення ефективності знебарвлення води з використанням ПГМГ ГХ є наслідком сумісної дії макромолекул ПГМГ ГХ, що дозуються в розчин, та макромолекул, адсорбованих на піску при модифікації фільтру, по зв'язуванню макромолекул органічних речовин (в нашому випадку – молекул гумінових та танінових речовин) гуанідиновими групами ПГМГ ГХ.

Розділення вкладів цих двох методів очищення в ефективність знебарвлення води представлені в таблиці 1.

Як видно з таблиці, при збільшенні концентрації ПГМГ ГХ у воді вклад в ефективність знебарвлення води процесу дозування ПГМГ ГХ в об'єм води зростає від 43,5 – 52,2 до 73,4 – 86,95 % в залежності від швидкості фільтрування води, а вклад фільтрації через модифікований фільтр, відповідно, знижується з 47,8 – 56,5 до 13,1 – 26,6 %.

При збільшенні швидкості фільтрування для всіх концентрацій ПГМГ ГХ зростає роль процесу фільтрації через модифікований фільтр – вклад цієї стадії очистки води зростає від 13,1 – 47,8 до 26,6 – 56,5 % (в залежності від концентрації ПГМГ ГХ).

Таблиця 1 – Залежність ефективності знебарвлення води (*E*) від типу її обробки

Концентрація ПГМГХ у воді, мас. %	Швидкість фільтрування води, см <sup>3</sup> /хв	Вклад в ефективність знебарвлення води ( <i>E</i> ) різних видів її обробки, %	
		Дозування розчину ПГМГ в об'єм води	Фільтрація через модифікований фільтр
1,0	50	52,2	47,8
1,0	90	49,3	50,7
1,0	130	43,5	56,5
3,0	50	63,8	36,2
3,0	90	60,9	39,1
3,0	130	58,0	42,0
5,0	50	86,9	13,1
5,0	90	81,1	18,9
5,0	130	73,4	26,6

Відмінності в ефективності знебарвлення води при фільтрації її через модифікований фільтр – у порівнянні з впливом ПГМГ ГХ на кольоровість води при дозуванні розчину ПГМГ ГХ тільки в об'єм води перед фільтрацією – можуть бути обумовлені різною конформацією макромолекул ПГМГ ГХ в об'ємі розчину і на поверхні піску.

У розведеному розчині лінійні макромолекули ПГМГ ГХ знаходяться у вигляді рихлого клубку [3]. Гуанідинові групи тих ланок макромолекул ПГМГ, що знаходяться в середині клубку, можуть бути менш доступними для макромолекул гумінових та танінових речовин, тому що їх взаємодія обмежена стеричними чинниками.

При модифікації фільтру макромолекули ПГМГ ГХ адсорбуються на поверхні піску - фільтруючої засипки. Хімічна будова макромолекул ПГМГ ГХ (наявність полярних – гуанідинових, та неполярних – гексаметиленових груп) забезпечує надійну адсорбцію макромолекул на поверхні піску. Адсорбовані макромолекули ПГМГ ГХ рівномірно роз-

ташовуються в приповерхневому об'ємі у вигляді петель і вільних кінців [4, 5].

Відомо [3], що, внаслідок конформаційних обмежень, які накладає поверхня, та статистичних конформацій макромолекулярних клубків у розчині, полімерний ланцюг під час адсорбції зв'язується з поверхнею тільки відносно невеликою частиною сегментів. Тому можна вважати, що частина сегментів полімерного ланцюгу ПГМГ ГХ під час адсорбції закріплюється на поверхні, а решта – знаходиться в об'ємі розчину у вигляді петельок різної конфігурації або вільних кінців. У останньому випадку макромолекулу ПГМГ ГХ, що адсорбована на поверхні, можна розглядати як «якірно» зв'язану з поверхнею.

При адсорбції макромолекул ПГМГ ГХ на поверхні піску більшість гуанідинових угруповань у ланцюгах ПГМГ ГХ залишається вільною, оскільки при модифікації фільтру під час адсорбції макромолекул ПГМГ ГХ на поверхні піску відбувається неповне зв'язування сегментів макромолекул. Тому ці угруповання є здатними до ефективної взаємодії з молекулами забруднювачів, зокрема органічних речовин, що обумовлюють кольоровість води.

Таким чином, проведені дослідження показали, що для ефективного очищення води і, зокрема, зниження її кольоровості оптимальним з технологічної точки зору є введення невисоких ( $1 \text{ мг/дм}^3$ ) доз ПГМГ ГХ в об'єм води, яку очищують, та фільтрування її через фільтр, модифікований ПГМГ ГХ.

#### Джерела інформації

1. ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затверджені наказом МОЗ № 400 від 12.05.2010 р.
2. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. // Выпуски 1-4. – К., 2003, 2004, 2005, 2018].
3. Липатов Ю. С. Коллоидная химия полимеров. К.: Наукова думка, 1984. – 344 с.
4. Нижник В. В. Нижник Т. Ю. Фізична хімія полімерів. Підручник. К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 424 с.
5. Нижник Т. Ю., Стрикаленко Т. В. К анализу механизмов действия полимерных реагентов в воде. – 36. тез доп. VIII Всеукр. науково-практ. конф. «Вода в харчовій промисловості» – Одеса: ОНАХТ, 2017. С. 80 – 82.

## АВТОХТОННА МІКРОБІОТА ЯК КРИТЕРІЙ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФАСОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Ніколенко С. І., к. б. н., ст. науковий співробітник,  
Кисилевська А. Ю., к. т. н., ст. науковий співробітник, Мероняк І. М.

Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації  
та курортології Міністерства охорони здоров'я України», м. Одеса

У теперішній час все сильніше розгортається дискусія щодо затвердження проекту «Гігієнічних вимог щодо виробництва та обігу вод природних мінеральних і вод джерельних», розроблених у відповідності до вимог Директиви 2009/54/ЄС, згідно яких фасовані мінеральні води (МВ), які не виявляють лікувальні або профілактичні властивості, мають бути віднесені до харчових продуктів (ХП).

Через розбіжності української та європейської класифікації та велике розмаїтті МВ частина мінеральних природних лікувально-столових вод України, згідно логіки цього документу, має перейти у статус природних мінеральних, але втратить медичні показання та основні протипоказання, які розроблено у результаті проведення медико-біологічної оцінки згідно з Наказом МОЗ України від 02.06.2003 № 243. Варто згадати, що чинні законодавчі та нормативні вимоги України не адаптовані до затвердження вищезазначених Гігієнічних вимог. Зокрема, згідно з Постановою КМУ від 11.12.1996 № 1499, 19 родовищ МВ відносяться до категорії лікувальних. Закон України «Про курорти» відносить усі МВ до природних лікувальних ресурсів тощо. Окрім особливостей фізико-хімічного складу, який обумовлює виражену терапевтичну дію (що підтверджено багаточисельними роботами фізіологів, клініцистів ДУ «УкрНДІ МРІК МОЗ України»), завдяки присутності біологічно активних складових, у тому числі мікроелементів, цю дію, але в меншому ступеню, обумовлює наявність автохтонної мікробіоти, яка здатна продукувати вітаміни, ферменти, антибіотичні речовини, жирні кислоти та ін. Автохтонна мікробіота мінеральних природних столових вод значно бідніше. Як правило, у них відсутні продуценти вітаміни групи В, продуценти амінокислот, амілолітичні бактерії-продуценти  $\alpha$ -амілази. Бактерицидною дією відносно *Escherichia coli* ці води або не володіють, або вона значно нижча. Навпаки, лікувально-столові води володіють, у більшості, значною бактерицидною дією, що сприяє зниженню патогенної мікробіоти у хворих. Раніше, також фахівцями ДУ «УкрНДІ МРІК МОЗ України», доведено наявність каталазної активності деяких мінеральних лікувально-столових МВ.

Міжнародна наукова спільнота у теперішній час боротьби з наслідками інфекції, яка викликана коронавірусом COVID-19, звертає увагу на перспективність використання мікробних препаратів з таких бактерій як *Pseudomonas fluorescens* (виявлено у більшості мінеральних лікувально-столових вод), *P. libanensis* (виділено з мінеральної природної лікувально-столової води «Куяльник») та ін. Отже ряд вод, які виявляють ці особливості, можна застосовувати у комплексі засобів для лікування хворих на коронавірус.

Директива 2009/54/ЄС також наголошує на збереженні притаманної автохтонної мікробіоти МВ, хоча цим же документом дозволяються деякі види обробки фасованих МВ, які не впливають на їх фізико-хімічний склад. Однак зрозуміло, що ці види обробки можуть призвести до зміни життєздатної автохтонної мікробіоти МВ.

Отже в Україні варто чітко розмежувати законодавчо та нормативно МВ, які можна віднести до ХП, та які виявляють лікувальну або профілактичну дію. Окрім «Гігієнічних вимог щодо виробництва та обігу вод природних мінеральних і вод джерельних», необхідно одночасно розробити ряд документів, зокрема, параметрів безпечності, щодо таких фасованих МВ, які виявляють лікувальну дію. Паралельно слід доопрацювати низку діючих вищезгаданих нормативних актів щодо змін, які пропонує названий проект.

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

**Новікова Н. В., к. с. - г. н., доцент**

**Херсонський державний аграрно – економічний університет, м. Херсон**

Концепція національної безпеки України серед пріоритетних інтересів визначає необхідність забезпечення екологічно безпечних умов життєдіяльності суспільства. Такий підхід формує необхідність дотримання компаніями-виробниками екологічних норм і вимог щодо довкілля. Досягти позитивного результату у цьому разі можна лише тоді, коли держава зможе спонукати підприємства добровільно вживати заходи

для запобігання та зменшення забруднення оточуючого середовища. Харкову промисловість відносять до галузей, яка здійснює суттєвий негативний вплив на оточуюче середовище [1]. До основних екологічних загроз у харчовому виробництві відносять: викиди у атмосферу, руйнування озонового шару при використанні холодоагентів, тверді побутові відходи, забруднення водного басейну стічними водами та ін.

Визначення видів забруднень та екологічних ризиків при одержанні харчових продуктів на всіх етапах виробничого процесу та в процесі реалізації продукції дозволить здійснювати виробництво харчових продуктів з мінімальним навантаженням на оточуюче середовище і забезпечувати екологічну безпеку.

Зростання обсягів виробництва продовольства супроводжується зростанням екологічного навантаження на природне середовище через дію антропогенних, техногенних чинників і ресурсоспоживання. Водночас саме продовольчий комплекс є найбільш чутливим до стану навколишнього природного середовища, а ефективність його функціонування і якісні характеристики продукції комплексу напрямів залежать від якісних характеристик складових його природно-ресурсного потенціалу: природно-кліматичних умов і ресурсів, земельних, водних, лісових фауністичних та інших видів ресурсів [2].

Екологічна безпека при здійсненні промислового виробництва – це стан, за якого функціонування промислових підприємств прямо або опосередковано не призводить до погіршення якості навколишнього природного середовища, прямих або опосередкованих збитків населенню або державі, підприємницьким структурам [3]. Забезпечення екологічної безпеки можливе у тому разі, коли здійснюватиметься управління екологічними ризиками протягом усього технологічного циклу виробництва продукції. Проте технологічні процеси виробництва окремих харчових продуктів мають особливості при здійсненні управління екологічними ризиками. При виробництві молочних продуктів екологічними загрозами виступають: забруднення стічних вод; викиди в атмосферу та тверді відходи. Забруднення стічних вод відбувається через миття цистерн, що постачають молоко-сировину на підприємства; миття обладнання та приміщень; проливи молока; неналежну утилізацію підсирної сироватки та сироватки.

Виробництво пива при організації технологічних процесів викликає інші екологічні проблеми, які необхідно вирішувати. У процесі пивоваріння використовується велика кількість води. Більша частина води, споживана у виробництві пива, використовується при виробництві продукту, а інша – у процесах охолодження і промивки обладнання. У процесі виробництва пива утворюється значний обсяг забруднених стічних вод, включаючи відбракований продукт і воду після промивки обладнання. При цьому стічні води містять токсичні речовини, і якщо не проводити очищення таких стоків, вони можуть завдати шкоду навколишньому середовищу через високий вміст органічних речовин.

Стічні води, які утворюються у процесі прибирання та проливів, мають у своєму складі органічні сполуки, що не дозволяє без попереднього очищення скидати їх у водойми.

Консервне виробництво характеризується потребою у використанні обладнання для охолодження продуктів на різних стадіях технологічного процесу, при цьому холодоагенти можуть відноситись до хімікатів, що руйнують озоновий шар. Серед них: хлорфторвуглеці, гідрохлорфторвуглеці, аміак та ін.

При виробництві вина загрози навколишньому середовищу пов'язані із утворенням значних обсягів стічних вод, які включають відходи виробництва та воду після миття обладнання, приміщень. Стічні води у цьому разі вмщують органічні сполуки, які знижують вміст кисню у водоймах. Крім того, існує загроза потрапляння у водойми пестицидів від первинної мийки фруктів.

Однією із проблем української харчової промисловості є недостатня кількість підприємств із комплексним підходом до переробки відходів. Розуміння екологічних проблем, які виникають при виробництві харчових продуктів, дозволить запропонувати заходи, які необхідно вжити для зменшення тиску на навколишнє середовище, мінімізувати екологічні ризики.

Для зменшення забруднення стічних вод необхідно:

- посилити контроль за скидом стічних вод;
- встановити або модернізувати очисні споруди підприємств;
- здійснювати поділ технологічних, охолоджуючих і санітарних стоків для спрямування стічних вод на переробку;
- використовувати миючі засоби у межах встановлених норм;
- впроваджувати процедури, які передбачають регулярні огляди зливової каналізації та каналізаційної мережі для забруднених стоків, каналізаційних колодязів, жиρούловлювачів, колекторів стічних вод.

Для скорочення водоспоживання необхідно здійснювати:

- очищення і повторне використання у виробництві води та оптимізувати використання води та миючих засобів;
- рециркуляцію охолоджуючої води;
- використання кранів з автоматичними запірними клапанами, а також використання шлангів високого тиску для мінімізації витрат води.

Висновки. Розвиток суспільства зумовлює необхідність вирішення значних еколого-економічних проблем, що потребують додаткових інвестицій та інноваційних підходів. Вирішення цих проблем буде ефективним у тому разі, коли підприємства будуть сповідувати засади соціально відповідального бізнесу, впроваджувати стратегії корпоративної соціальної відповідальності. Соціально відповідальний бізнес повинен будуватись на вирішенні проблем ресурсозбереження, вдосконалення структури споживання ресурсів, використання безвідходних, маловідходних та очисних технологій. Основними ідеями розвитку бізнесу повинні стати мінімізація екологічних ризиків та покращення якості життя.

### Джерела інформації

- 1.Абрамчук М. Ю. Місце і роль біотехнологій в еколого-економічному розвитку суспільства / М. Ю. Абрамчук, Н. А. Антонюк // Механізм регулювання економіки. – 2011. – № 4.
- 2.Суханова Е. Т. Економічні аспекти екологізації розвитку продовольчого комплексу регіону / Ірпінь: Академія державної податкової служби України, 2002.
3. Шпильовий В. А. Організаційно-економічні основи забезпечення екологічної безпеки підприємств харчової промисловості : автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.06.01. – К.: 2006.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОСОРБЕНТІВ ЗА КОРДОНОМ І В УКРАЇНІ**

**Новосельцева В. В., асистент, Коваленко О. О., д. т. н., професор**

**Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Перспективи виробництва біосорбентів для очищення природних та стічних вод підтверджують чисельні наукові дослідження за даною темою, що проводяться в різних країнах світу. Найбільш активно цю тематику вивчають в Туреччині, Бразилії, Іспанії, Тайвані, США, Мексиці, Індії, Росії [1-7]. В залежності від застосованого способу обробки сировини авторами отримано біосорбенти з різною морфологією пористої структури, діаметром пор, гранулометричним складом частинок, питомою площею поверхні біосорбції. Крім того, особливості технологічної обробки впливають на вміст у сорбенті вуглецю та інших домішок, а також наявність поверхневих функціональних груп. Все це впливає на структуру сорбенту та його здатність до селективного вилучення із природних і стічних вод різних домішок.

Огляд літературних джерел дозволив узагальнити відомості про вплив способів оброблення сировини на сорбційну ємність біосорбентів по відношенню до забруднюючих речовин, зокрема іонів важких металів (табл. 1). Для отримання біосорбентів можуть бути застосовані технології, подібні до технологій отримання традиційного деревного вугілля (механічне подрібнення, карбонізація, активація). Важлива відмінність – це умови, за яких ці процеси проводять. Важливими технологічними параметрами, які впливають на ефективність процесу біосорбції, є температура процесу, наявність кисню, рН середовища, хімічний склад сировини, вид і концентрація кислоти чи лугу в розчині в разі використання хімічної активації сировини, швидкість додавання такого розчину, гранулометричний склад сорбенту.

Аналіз публікацій щодо способів отримання біосорбентів дозволяє відмітити наступне:

1. Універсального способу отримання біосорбенту немає. Хімічний склад вихідної сировини та зміни, що відбуваються з компонентами сировини під впливом зовнішніх факторів формують індивідуальні властивості біосорбенту.

2. Експериментальні дослідження процесів біосорбції переважно проводили з використанням модельних розчинів з високою концентрацією домішок, типових для природних і стічних вод. Вивченню процесів біосорбції важких металів з розчинів з низькою їх концентрацією приділено менше уваги, хоча вони характерні для природних і стічних вод харчових підприємств.

3. Добре вивчено способи отримання біосорбентів шляхом хімічної модифікації вихідної сировини і сформульовані механізми вилучення іонів важких металів такими біосорбентами. Дуже мало досліджень виконано щодо біосорбентів, отриманих шляхом карбонізації сировини.

4. На сьогоднішній день промислові технології отримання біосорбентів не відомі, також не розроблені технології очищення природних і стічних вод з використанням способу біосорбції.

5. Характерною рисою публікацій за даною тематикою є те, що дослідники вивчали властивості біосорбентів, отриманих із сировини регіонального походження. З точки зору організації виробництва біосорбентів це дуже важливо, оскільки для його безперебійної роботи необхідно забезпечити стабільне надходження сировини на переробку.

Слід зазначити, що кількість таких публікацій з кожним роком зростає. На краще змінюється ситуація і в Україні [8 – 10].

Таблиця 1 – Вплив технології оброблення сировини на сорбційні характеристики біосорбентів

Сировина	Спосіб отримання біосорбентів	Метал	$\tau$ , хв	pH	$C_0$ , мг/дм <sup>3</sup> *	$A_{\text{сп}}$ , мг/г*	Література
Цукрова тростина	Хімічна модифікація: -бікарбонатом натрію; -етилендіаміном;	Cu <sup>2+</sup>	30	5,5-6	400	114,0	[1]
		Cd <sup>2+</sup>	30	6,5-7,5	400	196,0	
	Cu <sup>2+</sup>	30	5,5-6	400	139,0		
	Cd <sup>2+</sup>	30	6,5-7,5	400	164,0		
Відходи переробки моркви	-триетилентетраміном	Cu <sup>2+</sup>	30	5,5-6	400	133,0	[2]
		Cd <sup>2+</sup>	30	6,5-7,5	400	313,0	
Целюлоза цукрового буряка	Хімічна модифікація соляною кислотою	Cu <sup>2+</sup>	70	4,5	500	32,74	[3]
		Zn <sup>2+</sup>	70	4,5	500	29,61	
Лушпиння рису	Хімічна модифікація соляною кислотою	Cu <sup>2+</sup>	60	5,5	100	30,9	[4]
		Zn <sup>2+</sup>	60	6,0	100	35,6	
	Промите водою і висушене при 180 °С	Cu <sup>2+</sup>	1440	5,5-5,73	50	6,76	[4]
		Cd <sup>2+</sup>	1440	5,95-6,02	50	7,09	
	Карбонізація в присутності кисню при 300 °С	Cu <sup>2+</sup>	1440	5,5-5,73	50	6,08	[4]
		Cd <sup>2+</sup>	1440	5,95-6,02	50	18,6	
	Двохстадійна карбонізація в присутності кисню при 300 та 600 °С	Cu <sup>2+</sup>	1440	5,5-5,73	50	9,11	[4]
		Cd <sup>2+</sup>	1440	5,95-6,02	50	13,9	
Лушпиння рису	Вилугування лушпиння 0,1 н розчином HCl	Cu <sup>2+</sup>	1440	5,5-5,73	50	6,13	[4]
		Cd <sup>2+</sup>	1440	5,95-6,02	50	4,97	
Лузга насіння соняшнику	Механічне подрібнення	Cu <sup>2+</sup>	120	-	500	14,0	[5]
		Fe <sup>2+</sup>	90	-	500	14,0	
Шкірка бананів	Хімічна модифікація кислотою	Cu <sup>2+</sup>	120	-	500	18,0	[6]
		Fe <sup>2+</sup>	90	-	500	20,0	
	Cu <sup>2+</sup>	1440	5,4-5,8	30	4,75		
	Co <sup>2+</sup>	1440	5,4-5,8	30	2,55		
Огіркова шкірка	Промите дистильованою водою, висушене при 70-80 °С, подрібнене	Ni <sup>2+</sup>	1440	5,4-5,8	30	6,88	[7]
		Pb <sup>2+</sup>	60	5,0	350	133,6	

Примітка:  $\tau$ , pH,  $C_0$ ,  $A_{\text{сп}}$  – умови проведення процесу біосорбції іонів важких металів з модельних водних розчинів: час контакту, величина pH, початкова концентрація іонів металів, максимальна адсорбційна здатність сорбуючого матеріалу, відповідно

Аналіз структури вітчизняного експорту за 2020 рік (рис.1) показав, що продукція сільського господарства складає 45 % від загального обсягу експорту. З неї більше 50 % становить продукція, отримана при переробці сільськогосподарських культур (кукурудзи, пшениці, соняшнику, гороху, винограду та ін.). Наприклад, в 2020 році в Україні було вироблено більше 83 млн. тонн основних сільськогосподарських культур.



Рис. 1. Структура українського експорту за 2020 рік.

Саме наявність хорошої сировинної бази дозволяє говорити про перспективність створення в Україні виробництва біосорбентів. Але реалізація такого проекту потребує виконання низки досліджень, спрямованих на розробку ефективних технологій отримання біосорбентів з вітчизняної сировини, дослідження кінетики процесів біосорбції і властивостей біосорбентів, створення промислових зразків нових сорбційних матеріалів, розробку технологічних режимів і умов їх експлуатації при очищенні природних і стічних вод тощо.

#### Джерела інформації

1. Karnitz O., Gurgel L.V.A., de Melo J.C.P., Botaro V.R., Melo T.M. S., de Freitas Gil, R.P., Gil L.F., Adsorption of heavy metal ion from aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane bagasse // *Bioresource Technology*. 2007. № 98(6). P. 1291 – 1297.
2. Nasernejad B., Zadeh T. E., Pour B. B., Bygi M. E., Zamani A. Comparison for biosorption modeling of heavy metals (Cr (III), Cu (II), Zn (II)) adsorption from wastewater by carrot residues // *Process Biochemistry*. 2005. № 40(3-4). P. 1319 – 1322.
3. Pehlivan E., Cetin S., Yanik B., Equilibrium studies for the sorption of zinc and copper from aqueous solutions using sugar beet pulp and fly ash // *Journal of Hazardous Materials*. 2006. №135(1-3). P. 193–199. doi:10.1016/j.jhazmat.2005.11.049.
4. Шевелева И. В., Холомейдик А. Н., Войт А. В., Земнухова Л. А. Сорбенты на основе рисовой шелухи для удаления ионов Fe (III), Cu (II), Cd (II), Pb (II) из растворов // *Химия растительного сырья*. 2009. № 4. С.171 – 176.
5. Жашуева К. А. и др. Очистка воды от ионов тяжелых металлов адсорбентами на основе растительного сырья // *Вестник технологического университета*. 2017. № 20(7). С.142 – 143.
6. Annadurai G., Juang H. S., Lee D. J., Adsorption of heavy metal from water using banana and orange peels // *Water Sci. Technol*. 2002. № 47. P. 185 – 190.
7. Basu M., Guha A. K., Ray L. Adsorption of Lead on Cucumber Peel // *Journal of Cleaner Production*. 2017. № 151. P. 603 – 615. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.03.028.
8. Kovalenko O., Novoseltseva V., Kovalenko N., Biosorbents – prospective materials for heavy metal ions extraction from wastewater // *Food Science and Technology*. 2018. № 12 (1). P. 68 – 74. doi:10.15673/fst.v12i1.841.
9. Сыч Н. В., Трофименко С. И., Ковтун М. Ф., Цыба Н. Н., Викарчук В. М. Оценка эффективности извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов микропористым углем AQUACARB и его мезопористым аналогом // *Международный научно-технический журнал «Химия и технология воды»*. 2019. №2(268). С. 127 – 137.
10. Хохотва А. П., Йохансон Вестхольм, Л. Влияние поверхностных свойств модифицированной сосновой коры на механизм сорбции тяжелых металлов из водных сред // *Международный научно-технический журнал «Химия и технология воды»*. 2017. №3(257) С. 270 – 282.

## СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНОЇ ВОДИ

Олійник Ю. Г., аспірант, Ковальський В. П., к. т. н., доцент,  
Друкований М. Ф., д. т. н., професор

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В останні роки спостерігаються спроби створення умов безпечної експлуатації ядерних об'єктів. Заперечення громадськості проти їх будівництва і експлуатації обумовлено рядом причин, зокрема перенесенням на ядерний комплекс відповідальності за шкідливий вплив на людину і природу всієї промисловості, енергетики, транспорту, сільського господарства [1-4]. Це відбувається через неможливість розмежувати вплив на здоров'я людини радіаційного фактора від впливу канцерогенних та інших шкідливих хімічних речовин, що надходять у природне середовище в результаті експлуатації транспортних засобів, роботи основної маси промислових підприємств, невмілої хімізації сільського господарства та інших традиційних виробництв [5-9].

Існуюча практика видалення радіоактивних відходів у надра Землі може привести (при недотриманні основних санітарно-охоронних заходів) до серйозного забруднення підземних вод, що мають велике народногосподарське значення (також використовуються для питних цілей) і, як наслідок, критичної кількості радіаційних аварій [10-13].

Складовою частиною загального комплексу заходів щодо захисту води від впливів техногенного характеру є заходи радіаційного і хімічного захисту. Важливість цих заходів обумовлена наявністю великої кількості небезпечних радіаційних і хімічних об'єктів, а також сформованим на території країни станом радіаційної та хімічної безпеки.

Радіоактивні стічні води відрізняються великою різноманітністю радіоактивних елементів, що в них містяться. Кожен з цих елементів характеризується двома основними величинами: енергією радіоактивного випромінювання  $\alpha$  -,  $\beta$  - і  $\gamma$  - променів і періодом напіврозпаду, тобто проміжком часу, протягом якого розпадається половина початкової кількості атомів .

Атоми одного хімічного елементу, ядра якого містять різну кількість нейтронів, називаються ізотопами. Наприклад, існує кілька ізотопів кисню, вуглецю. Деякі ізотопи радіоактивні, інші - ні. Радіоактивні ізотопи нестабільні і під час розпаду перетворюються в інші ізотопи, при цьому створюючи випромінювання. Кожен радіоактивний ізотоп характеризується атомною масою і швидкістю розпаду [13-16]. В табл. 1 наведені природні ізотопи, які беруть участь у створенні фонового випромінювання.

Таблиця 1 – Екологічно значимі природні ізотопи, що беруть участь у створенні фонового випромінювання

Ізотоп	Період напіврозпаду, років	Випромінювання
Уран-235 ( $^{235}\text{U}$ )	$7 \cdot 10^8$	$\alpha$ ***, $\gamma$ *
Уран-238 ( $^{238}\text{U}$ )	$5 \cdot 10^9$	$\alpha$ ***
Радій-226 ( $^{226}\text{Ra}$ )	1620	$\alpha$ ***, $\gamma$ *
Торій-232 ( $^{232}\text{Th}$ )	$1,4 \cdot 10^{10}$	$\alpha$ ***
Калій-40 ( $^{40}\text{K}$ )	$1,3 \cdot 10^9$	$\beta$ ***, $\gamma$ ***
Вуглець-14 ( $^{14}\text{C}$ )	5568	$\beta$ *

Примітки:

\* Дуже низька енергія -  $0,32 \cdot 10^{-13}$  Дж.

\*\* Порівняно низька енергія -  $0,32 \cdot 10^{-13} \dots 0,6 \cdot 10^{-12}$  Дж (ізотопи з даним видом енергії в таблиці не наводяться).

\*\*\* Висока енергія -  $0,16 \cdot 10^{-12} \dots 0,48 \cdot 10^{-12}$  Дж.

Джерелом забруднення води найбільш часто є продукти поділу урану U235, що складаються з короткоживучих і довго існуючих радіоактивних ізотопів.

Високоактивні стічні води із вмістом радіоактивних ізотопів більше 1 мкюри/л утворюються у першій стадії процесу переробки використаного ядерного палива, при якому ставиться мета вилучити паливні і розщеплювальні матеріали. Кількість таких стічних вод невелика – 2-20 л на 1 м одержуваного урану U235. Крім продуктів розщеплення високоактивні стічні води містять велику кількість нерадіоактивних солей – понад 10 г/л, азотну кислоту, органічні розчинники та ін. [16].

Способи очищення радіоактивних стічних вод підрозділяють на фізико-хімічні (осадження, коагулювання, сорбція, іонообмін, екстрагування, випарювання, дистиляція), електролітичні (електроліз, електродіаліз, електроіонізація), біологічні.

При очищенні стоків від радіоактивних ізотопів способом осадження в очищувану воду додається у достатній кількості неактивний ізотоп того ж елемента або інший елемент, який є ізо-аморфним з радіоактивними мікрокомпонентами.

Близьким за технічною суттю [15] і результатом очищення води від радіонуклідів є спосіб одержання сорбуючої суспензії мікроорганізмів та процес фільтрування розчину радіонуклідів крізь шар біомаси мікроорганізмів (біосорбент) з наступним сушінням радіоактивної біомаси. Інше технічне рішення [17] містить спосіб очищення вод, забруднених важкими металами, радіонуклідами, у присутності органічних речовин різної природи, що включає завантаження техногенно забрудненої рідини з наступною її термообробкою та активацією, та полягає в тому, що синтез наносорбента проводять в об'ємі техногенно забрудненої рідини з наступними осадженням/коагуляцією синтезованих наночастин в умовах впливу імпульсного магнітного поля та відділенням твердої фази від рідкої.

Спосіб коагулювання з наступним осадженням застосовують при наявності у воді радіоактивних колоїдів. У разі необхідності виконують фільтрування води. Так, наприклад, за допомогою сульфату алюмінію видаляють до 96-99,6 % радіоактивного фосфору P32. Кращі результати виходять при застосуванні у якості коагулянту хлориду заліза. Спосіб сорбції радіоактивних іонів на зважених у воді речовинах або на активованому вугіллі з подальшим їх осадженням є високоефективним: досягається видалення церію Ce144 і плутонію Pu239 до 99 % [16].

Висновки. Специфічні властивості радіоактивних відходів вимагають застосування спеціальних методів переробки, які зводяться до концентрування відходів і розсіювання в навколишньому середовищі при дотриманні гранично допустимого вмісту в ній радіоактивних ізотопів.

### Джерела інформації

1. Ковальський В. П. Джерела радіоактивності будівельних матеріалів / В. П. Ковальський, В.П. Бурлаков, Н. А. Акімов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Стратегія розвитку міст: молодь і майбутнє (інноваційний ліфт)", квітень-травень 2019 р. – Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. Б. Бекетова, 2019. – С. 94-95.

2. Бурлаков В. П. Джерела радіоактивності / В. П. Бурлаков, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси : ЧПБ, 2019. – С. 13-14.

3. Христич О. В. Параметри радіоактивності будівельних матеріалів / О. В. Христич, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3 – 5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2019. – С. 184.

4. Друкований М. Ф. Зниження радіоактивності будівельних матеріалів та виробів / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський, В. П. Бурлаков // Матеріали XLIX науково-техніч-

ної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27 – 28 квітня 2020 р. – Електрон. текст. дані. – 2020. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8959>.

5. Олійник Ю. Г. Необхідність додавання заповнювачів до бетону для зниження радіаційного забруднення / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН – 2020), м. Вінниця, 18 – 29 травня 2020 р. – 2020. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/paper/viewFile/10480/8795>

6. Олійник Ю. Г. Захист середовища від радіоактивного впливу шляхом змінення складу бетону / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2020 р. – Черкаси: ЧПБ, 2020. – С. 34 – 36.

7. Ковальський В. П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов / В. П. Ковальський // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55 – 60.

8. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 – 11 травня 2019 р. – Черкаси: ЧПБ, 2019. – С. 68 – 69 с.

9. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 10 -11 травня 2019 р. – Черкаси: ЧПБ, 2019. – С. 68 – 69 с.

10. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808. – No. 108083G. – <https://doi.org/10.1117/12.2501557>.

11. Л. Ф. Долина, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Защита вод от радиоактивного загрязнения: Монография / Л. Ф. Долина, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. Д.: «ЛИРА», 2016. – 477 с.

12. Ковальський В. П. Радіоактивність будівельних матеріалів / В. П. Ковальський, Д.В. Мороз, В.В Євтеєва // Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3 – 5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2019. – С. 162.

13. Заходи радіаційного та хімічного захисту – URL: [https://studme.com.ua/10981205/bzhd/meropriyatiya\\_radiatsionnoy\\_himicheskoy\\_zaschity.htm](https://studme.com.ua/10981205/bzhd/meropriyatiya_radiatsionnoy_himicheskoy_zaschity.htm)

14. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмофериною добавкою: монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6

15. База патентів України Спосіб очищення води від радіонуклідів – URL: <https://uapatents.com/4-59098-sposib-ochishhennya-vodi-vid-radionuklidiv.html>

16. Очищення стічних вод, що містять радіоактивні домішки – URL: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-109-kanalizacia/127.htm>

17. База патентів України Спосіб очищення вод, забруднених важкими металами, радіонуклідами, у присутності органічних речовин різної природи – URL: <https://uapatents.com/4-49141-sposib-ochishhennya-virobnichikh-stichnikh-vod.html>

## АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГИОНОВ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Осадчук Е. А., старший преподаватель, Титлов А. С., д. т. н., профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Известно, что на энергетическую эффективность термотрансформаторов и компрессионного и абсорбционного типов одинаковым образом влияют температуры объекта охлаждения и окружающей среды.

С ростом температуры окружающей среды и, соответственно, с повышением температуры конденсации пара рабочего тела, энергетическая эффективность термотрансформаторов снижается.

И наоборот, с ростом температуры объекта охлаждения и, соответственно, с повышением температуры кипения рабочего тела, энергетическая эффективность термотрансформаторов повышается.

Для снижения температуры конденсации пара рабочего тела предложены интересные решения, связанные с использованием ночного радиационного излучения для запаса естественного холода. При этом эффект снижения температуры до 5 °С достигался как в регионе с континентальным климатом, так и в тропическом климате.

Очевидно, что для повышения производительности систем получения воды (СПВ) по конденсату-воде температура кипения рабочего тела должна быть как можно меньше, но не ниже 0 °С, для предотвращения намораживания инея на испарителе.

В то же время, в современных литературных источниках нет определенных рекомендаций по конечным температурам охлаждения атмосферного воздуха в испарителях термотрансформаторов различного типа.

Цель данного исследования – разработать рекомендации для разработчиков СПВ по конечным (минимальным) температурам охлаждения атмосферного воздуха в испарителях термотрансформаторов на основе термодинамического анализа тепловлажностных процессов.

Для анализа климатических особенностей были выбраны типичные регионы планеты с проблемными водными ресурсами и с одновременной высокой солнечной инсоляцией. Это города Северной Африки и Ближнего Востока: Алжир (Алжир), Дамаск (Сирия), Каир (Египет) и Тель-Авив (Израиль).

Наличие интенсивного солнечного излучения позволяет включать в схемы систем получения воды абсорбционные водоаммиачные термотрансформаторы (АВТ) и минимизировать затраты электрической энергии для искусственного охлаждения.

Статистические данные о погодных условиях в этих местностях были взяты из открытых интернет-ресурсов [1]. Для каждого времени года (лето, осень, зима, весна) определялись средняя, максимальная и минимальная температуры и соответствующая относительная влажность ( $\phi$ ).

Проводился расчет влагосодержания атмосферного воздуха через парциальное давление насыщенного водяного пара

$$d = 616 \frac{p}{10^5 - p} \quad (1)$$

где  $p$  – парциальное давление водяных паров в атмосферном воздухе, Па.

Для определения парциального давления водяного пара была выполнена аппроксимация табличных данных [2] и получено следующее соотношение

$$p = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 + ft^5, \text{ Па} \quad (2)$$

где  $a=611,366$ ;  $b=44,427$ ;  $c=1,423$ ;  $d=0,027$ ;  $e=0,0003$ ;  $f=2,765 \cdot 10^{-6}$ ;  
 $t$  – температура пара, °С.

Определялась удельная энтальпия атмосферного воздуха

$$i = 1,006 \cdot t + (2502,7 + 1,844 \cdot t) \cdot \frac{d}{1000}, \text{ кДж/кг} \quad (3)$$

Проводился расчет тепловлажностного процесса политропного охлаждения атмосферного воздуха для трех случаев конечных температур насыщения: 5 °С, 10 °С, 15 °С.

Для определения энергетической эффективности тепловлажностных процессов охлаждения и осушения использовался комплекс  $\frac{\Delta i}{\Delta d}$ , который представляет собой угловой коэффициент (луч процесса, тепловлажностное отношение).

Для нашей задачи получения воды из атмосферного воздуха этот комплекс характеризует энергетическую эффективность процесса, т. е. количество тепла, которое необходимо отвести от потока атмосферного воздуха, чтобы получить 1 кг конденсата-воды.

Очевидно, что чем численно меньше этот комплекс, тем энергетически эффективнее тепловлажностный процесс получения воды из атмосферного воздуха.

Для большей информативности процесса анализа результатов расчета были построены зависимости тепловлажностных параметров для различных городов (рис. 1).

Для определения тенденций изменения хода расчетных зависимостей на рис. 1а, б, г были продлены в сторону увеличения конечные температуры охлаждения воздуха в испарителях холодильных машин.

В итоге, полученные расчетные зависимости показали, что работа СПВ в зимний и весенний период в большинстве случаев требует максимального охлаждения атмосферного воздуха (до 5-10 °С), да и сами процессы максимально энергозатратные.

Расчеты показали, что наиболее энергетически эффективные режимы работы СПВ имеют место в летний период. При этом для Тель-Авива, Алжира и Каира достаточно охлаждать атмосферный воздух до 17-18 °С и обойтись без дополнительных затрат на более глубокое охлаждение.

Следует отметить, что настоящее исследование призвано обратить внимание специалистов в области холодильной техники на особенности климата, в котором предполагается эксплуатация разработок. И при этом учитывать сезонное изменение тепловлажностных параметров атмосферного воздуха.

В наибольшей степени это относится к системам получения воды, которые работают с атмосферным воздухом, претерпевающим не только сезонные, но и суточные изменения тепловлажностных параметров.

Так, например, учет сезонного изменения тепловлажностных параметров атмосферного воздуха в течение календарного года при управлении компрессионным холодильником позволил снизить энергозатраты при эксплуатации до 40 %.

Для абсорбционного холодильного прибора учет климатических изменений условий эксплуатации позволил повысить энергетическую эффективность до 35 %.

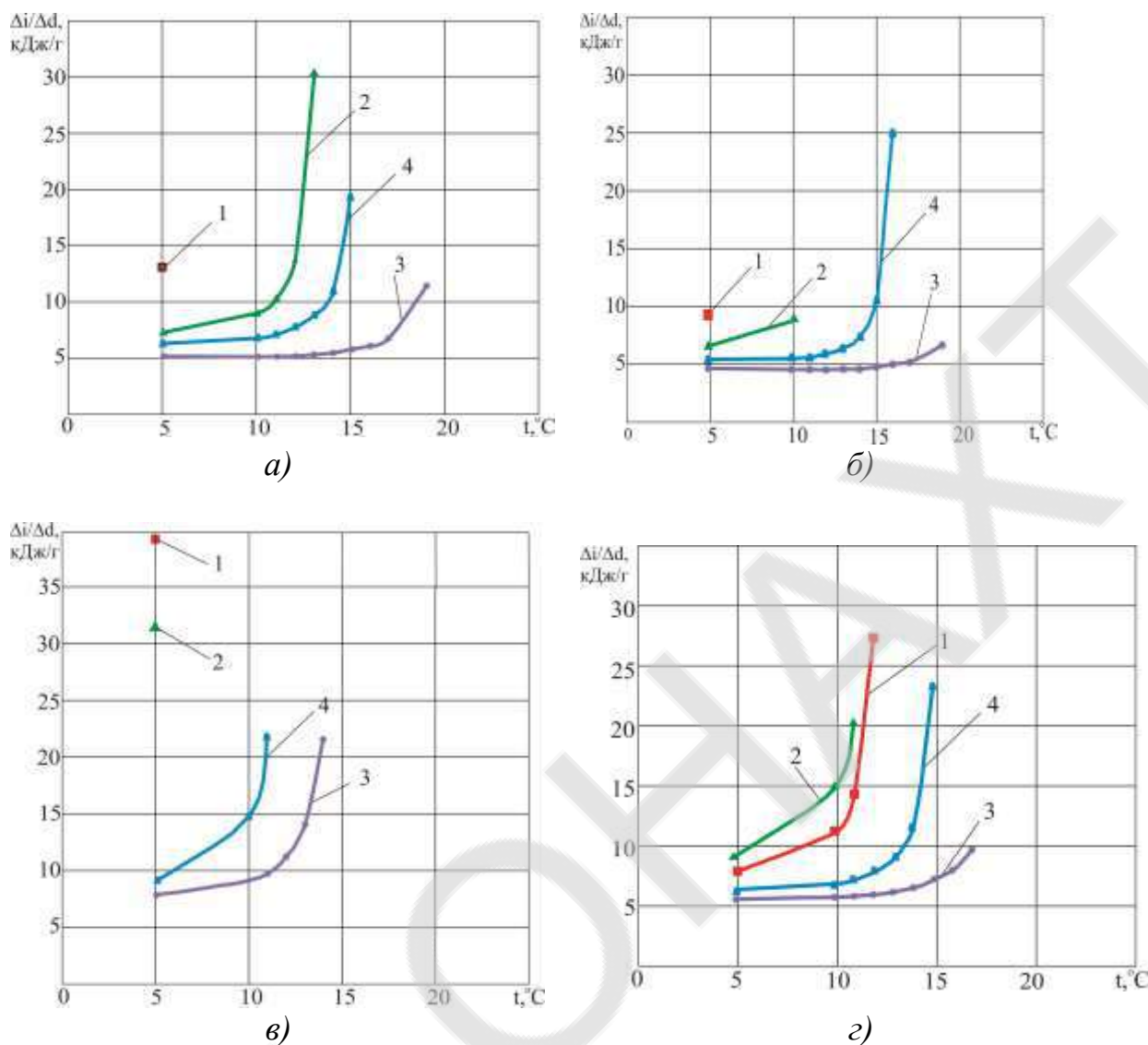


Рис. 1. Зависимости тепловлажностных параметров в процессе охлаждения атмосферного воздуха от минимальной температуры охлаждения для различных городов мира: а – Тель-Авив; б – Алжир; в – Дамаск; г – Каир; 1 – зима; 2 – весна; 3 – лето; 4 – осень.

### Выводы

1. Применение технологии ночного радиационного излучения в системах получения воды позволит создать запас естественного холода для дополнительного охлаждения конденсаторов термотрансформаторов различных типов в течение всего периода работы.
2. Практически во всех рассматриваемых климатических зонах с дефицитов водных ресурсов процесс получения воды из атмосферного воздуха наиболее энергетически затратен в зимний период года, а наиболее энергетически эффективен – в летний период.
3. В летний период года удельные энергозатраты численно соизмеримы при изменении конечной температуры в процессе охлаждения от 5 °C до 15 °C, что позволит организовать энергосберегающий режим работы термотрансформаторов компрессионного и абсорбционного типа за счет снижения температуры кипения в испарителе.

### Источники информации

1. Погода в 243 странах мира. Расписание погоды [электронный ресурс] <https://rp5.ru>.
2. Справочник. Свойства веществ. Холодильная техника/Богданов С. Н. и др.; СПб.: СПбГАХПТ. 1999. 320 с.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Осадчук Е. А., старший преподаватель, Титлов А. С., д. т. н., профессор,  
Васылиив О. Б., к. т. н., доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Общеизвестно, что самым ценным ресурсом на планете в ближайшее время станет вода, а борьба за водные ресурсы в мире является одним из факторов в современных вооруженных конфликтах и эта тенденция будет только расти в обозримом будущем. Поэтому одной из важнейших задач является развитие технологий, позволяющих извлекать воду из воздуха, причем непосредственно на месте, там, где она необходима. Наибольшие перспективы имеют методы, связанные с работой автономных генераторов искусственного холода, которые гарантировано обеспечивают температуру ниже точки росы [1].

Наиболее перспективным направлением здесь является разработка систем получения воды из атмосферного воздуха на базе абсорбционных водоаммиачных термотрансформаторов (АВТ), работающих от источника низкопотенциального тепла – солнечной энергии [2]. Ведь проблема водообеспечения существует, зачастую и в большей степени, в полевых условиях в местностях, удаленных от естественных водных источников.

Особенно ощутима проблема в жаркое время года с высокой солнечной инсталляцией.

Для использования избытка солнечной энергии в установках получения воды из атмосферного воздуха была предложена оригинальная конструкции в транспортном исполнении.

Принципиальная схема конструкции приведена на рис. 1.

Система получения воды из атмосферного воздуха на базе АВТ расположена на транспортной платформе (6) с возможностью буксировки (9) и компактной сборки.

В состав системы получения воды из атмосферного воздуха входит АВТ (3) с системой управления (4), системой подвода тепловой энергии на базе солнечных коллекторов (1) и система электрообеспечения на базе солнечных батарей (2).

Солнечные батареи (2) поддерживают работу системы управления, работу насосов и бустер-компрессора АВТ при отсутствии централизованных источников электрической энергии.

При движении платформы АВТ находится в нерабочем состоянии. Солнечные коллектора (1) и солнечные батареи (2) находятся в сложенном состоянии на платформе (6). Для перевода АВТ в рабочее состояние производится подъем солнечных батарей (2) и солнечных коллекторов (1) на требуемый угол наклона при помощи регулируемого крепления (10). Одновременно проводится выдвигание опорной рамы (7) за пределы платформы (6). Положение рамы (7) фиксируется специальной опорой (8).

В дальнейшем подключаются системы подвода тепла (1) и электрической энергии (2) к АВТ (3) и системе автоматики (4) через преобразователь постоянного тока в переменный ток (5).

Производится запуск АВТ (3) для снижения температуры атмосферного воздуха ниже точки росы с отводом полученного конденсата для систем жизнеобеспечения.

В полевых условиях холодный осушенный воздух после воздухоохладителя АВТ может использоваться для кондиционирования воздуха палаток и блиндажей в жаркое время года.



Рис.1. Принципиальная схема конструкции системы получения воды из атмосферного воздуха в транспортном исполнении: а) общий вид; б) функциональные возможности; 1 – солнечные коллектора; 2 – солнечные батареи; 3 – АВТ; 4 – система управления; 5 – преобразователь постоянного тока в переменный; 6 – платформа; 7 – выдвижная рама; 8 – выдвижная опора; 9 – буксировочная рама.

### Выводы

Предложенная система позволяет получать воду из атмосферного воздуха в удаленных от источников электроснабжения районах, не требует для своей работы дизель-генераторов, мобильна и одновременно может решать задачи кондиционирования воздуха.

### Источники информации

1. Osadchuk, E., Titlov, O. Analysis of the climatic features of the regions of the primary application of the systems for producing water from the atmospheric air. ScienceRise, 2020. 4. С.3–9.
2. Осадчук Е. А., Титлов А. С., Васылив О. Б., Мазуренко С. Ю. Поиск энергетически эффективных тепловых режимов водоаммиачной абсорбционной холодильной машины в системах получения воды из атмосферного воздуха. Наукові праці ОНАХТ. 2014. Випуск 45. Т.1. С. 65 – 69.

## **STRUCTURES OF COMPOSITE CONCRETE FOR SEWERAGE**

**Ocheretni V. P. Ph.D., Associate Professor, Kovalskiy V. P. Ph.D., Associate Professor,  
Postolatii M. O.**

**Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa**

In recent years, more and more development has been acquired by new technologies in the manufacture of concrete and reinforced concrete pipes for the construction of new underground communications.

To date, in industrial construction, a significant number of structural elements involve permanent or temporary contact with water (fresh, salty or chemically aggressive). Usually such structures belong to the hydraulic [1-4].

In Ukraine, as in other countries, the issues of the state of the environment, and first of all the protection of soil and groundwater from pollution, are currently particularly acute. As sewerage networks belong to life support systems, their normal functioning is a task of state importance. The problem of preservation and restoration of existing underground communications becomes especially relevant in connection with the growing demands of the environment [4-8]. To protect groundwater from the ingress of various aggressive reagents, it is necessary to know the causes of destruction of structures of underground communications and methods of repairing damage.

Reduce energy costs in construction by saving energy consumption is possible through the introduction of innovative technologies for the use of magnetized water for the manufacture of building materials, obtaining comprehensive results of high quality, reliability, safety for human health and comfort [8-11].

Causes of corrosion in concrete the main reason for ruining or corroding concrete is the aggressive nature of the zoning middle ground. As a result of the fall of the concrete spree, it is the result of the living of microorganisms. I would like to read more about chemical reactions, the Danish type of corrosion to concrete is considered biological [11-15]. Biological corrosion of building materials is intensively developing in man-made environments, which are primarily industrial enterprises, especially chemical, food and medical industries, sewers and sewage treatment plants, as well as industrial and roadside buildings in modern cities.

In the day-to-day life of concrete, flexible concrete on the basis of compositions, but on the basis of exploitation characteristics of concrete, such as the performance, frost resistance and water impermeability. Up-to-date food prices in the minds of special concretes. The stench of using in the winter industry (one of them is hydraulic engineering), for the protection of any necessary storage space, especially in the minds of aggressive middles due to alternating freezing phases [15-19].

Updating the operational characteristics of the collectors to improve the trouble-free term of service is a vitreous and challenging task. Modern cement concrete, which is used for repair work, allows you to see the best in terms of technical and economic efficiency. However, the need for a little bit, because for them acid corrosion is inevitable, splinters of concrete based on cement are puddled by nature and ruin before the acidic environment. Protect the detailed warehouses of concrete madness all the same by the living method; some of them can change the speed of the corrosion process

The warehouse of hydraulic concrete itself is based on fundamental prerequisites for the characteristics and characteristics of warehouse materials, and the power of concrete and hardened hydraulic concrete. Managing the technological authorities of concrete sums for sub-water robots in the main way to get rid of new chemical additives and complexes and compositions.

The possibility of corrosion in concrete is due to the fact that it is combined with a porous

structure and appears in these so-called capillaries, behind the holes in the concrete it is possible to penetrate into the concrete and provoke ruinous processes. Hence, the main employees of the company prevention or corroded concrete is to change the number of pores in concrete. This task can be seen on different stages. So, special additives that prevent water resistance (water impermeability) and change the structure of concrete can be included in the warehouse even at the stage of preparation.

The production and distribution of concrete of a given type has shown that the smell can be prepared from a wide range of materials, and that the cement (mineral additives and microprobes) is often replaced [4-8]. The victorious super-plasticizers are also more important. Significant base for the development design and production of special concrete, seedlings for hydraulic engineering directly, may the American and European lands. Main challenge, more active chemical and mineral additives, is retailer design and preparation of cement sums. The production of dry concrete from the given indicators at the current year's post with particular relevance, some of the great popularity of the mid-new days [10].

Rejection of composite hydraulic concrete, so as to ensure the reliability and durability of the design, which is possible in case of vicious adaptive additives, plasticizers and in case of stagnation of special composite corrosive gravity. The technique of securing a decrease in the penetration of concrete and the re-creation of large pores on closed ones, which is more efficient in terms of the lines of exploitation, has been protonated.

The topic of special knitting for the reduction of the physical and mechanical powers of concrete structures is relevant and promising for a given hour and the need for some scientific development.

## References

1. Кондращенко О. В. Конспект лекції з курсу «Корозія і захист будівельних матеріалів та конструкцій» / О. В. Кондращенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016.
2. Ковальський В. П. Методи підвищення довговічності конструкцій гідротехнічного бетону / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13 – 15 березня 2019 р. – 2019. URL:<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7458>.
3. Ковальський В. П. Захист від корозії залізобетонних виробів у водотранспортних мережах / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, Є. Р. Матвійчук // Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції "Вода в харчовій промисловості", Одеса, 20 – 21 березня 2020 р. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – С. 45 – 47.
4. Краснюк А. В., В. О. Момт, Н. А. Нікіфорова «Вибір ефективних матеріалів для гідротехнічного бетону» / Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика, 2013, №4.
5. Ковальський В. П. Методи активации золы уноса ТЕС / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47 – 49.
6. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 12 листопада 2014 . – Вінниця: ВНТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 21.
7. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'язуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою: монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.
8. Ковальський В. П. Застосування червоного бокситового шламу у виробництві будівельних матеріалів // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2005. – № 1 (49). – С. 55 – 60.
9. Друкований М. Ф. Комплексне золошламове в'язуче [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Одеської державної академії будівництва та

архітектури. – 2006. – Вип. 21. – С. 94 – 100.

10. Ковальський, В. П. Методи підвищення довговічності конструкцій гідротехнічного бетону / В. П. Ковальський, М. О. Постолатій, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13 – 15 березня 2019 р. – 2019. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7458>.

11. Очеретний В. П. Мінерально-фазовий склад новоутворень золошламового в'язучого / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. П. Машницький // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2006. - № 3. – С. 41 – 45.

12. Ковальський В. П. Передумови активації золи-виносення відходами глиноземного виробництва / В. П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта 2005”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – Т. 55. – С. 31 – 32.

13. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14 – 23 березня 2018 р. – 2018. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>.

14. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнародної інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 12 листопада 2014. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 21.

15. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14 – 23 березня 2018 р. - 2018. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>

16. Лемешев М. С. Строительные изделия с использованием промышленных отходов / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень: ФГБОУВО “Тюменский индустриальный университет”, 2017. – С. 41 – 44.

## МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

**Панченко О. С., магістрант спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор**

**Поліський національний університет, м. Житомир**

Існує потреба у розробці глобальної інформаційної системи моніторингу водних ресурсів, яка надаватиме інформацію, необхідну для управління водними ресурсами та моніторинг прогресу щодо досягнення цілей сталого природокористування. Це повинно забезпечувати широкий спектр інформації від місцевого рівня до національного та глобального (наприклад, дані моніторингу, публічні документи, всеосяжні національні плани, доступні та відповідні технології. Поступовий розвиток спроможності передавати інформацію в процес прийняття рішень - це засіб, що дозволяє людям та установам отримати доступ до нових поглядів та інновацій. Це може допомогти побудувати краще пов'язане та розширене суспільство, що забезпечує прозорість та довіру у пошуку колективних цілей [4-5].

Наприклад, мережа мобільних ручних приладів з вимірюванням довкілля розміром стільникового телефону для кліматології, вологості та хімії ґрунту, якості води, потоку тощо може постійно передавати дані через супутникові зв'язки до центрів обробки даних та моделювання. Ці центри також могли б відслідковувати розвиток штормів та постійно оновлювати прогнози для громад за вітром або за течією. Таке джерело інформації може забезпечити кожне віддалене село великою частиною інформації, необхідної фермерам для прийняття рішень.

Інший приклад того, як потрібні набагато кращі підходи до даних та моніторингу - це управління екосистемами. Дані та моніторинг, пов'язані з екосистемами, як правило, зосереджуються на наслідках використання води, і інтереси повинні більше спрямовуватися на моніторинг екосистемних послуг, які роблять більш стислі зв'язки між екосистемами та добробутом людей [1-4].

Але це більше, ніж питання кращих датчиків і більшої кількості супутників. Потрібні відповідні вдосконалення наземних мереж моніторингу та інтеграція знань з усіх джерел, включаючи додаткові системи моніторингу в повітрі, з метою покращення управління водними ресурсами.

Протягом кількох десятиліть дефіцит води може торкнутися близько двох третин населення планети. У багатьох країнах все ще існує тенденція вирішувати проблеми дефіциту води шляхом збільшення водопостачання, наприклад, збільшенням зберігання та розподілу поверхневих та підземних вод шляхом створення нової інфраструктури, опріснення солоної води або солонуватої води, повторного використання стічних вод.

Ця тенденція переважала над зосередженням на зменшенні потреби у воді, наприклад, шляхом зменшення втрат у транспортних та розподільчих системах, впровадження адекватних тарифних систем, які прагнуть заохотити зниження рівня попиту на воду, зміну технологій водокористування та, загалом, підвищення ефективності використання води в побутових, промислових та зрошувальних системах; іншими словами, прагнучи збільшити загальну продуктивність води.

Зменшення потреби у воді також можна досягти, контролюючи інші аспекти, які безпосередньо не пов'язані з водою, але які є не менш важливими. Цього можна досягти, наприклад, шляхом контролю демографічного зростання, підвищення ефективності використання товарів, що споживають воду (зокрема, харчових продуктів), у їхніх виробничих процесах та ланцюгах поставок, сприяння відповідному плануванню землекористування або послаблення наслідків клімату зміни на воді за допомогою адекватних заходів пом'якшення та адаптації.

Менеджери водних ресурсів сьогодні та у майбутні періоди повинні знати широкий спектр придатних дисциплін та мати можливість взаємодіяти з різними професіоналами, зацікавленими сторонами та користувачами. Ці менеджери та їх агенції повинні мати достатні технічні, економічні, соціальні, фінансові та екологічні навички, щоб мати змогу вести діалог із професіоналами та зацікавленими сторонами в регіонах, де необхідне вдосконалення управління водними ресурсами.

Вони повинні мати здатність взаємодіяти з політиками та інформувати їх про науку, яка лежить в основі будь-яких прогнозів впливу. Вони повинні розуміти короткотермінові політичні зобов'язання тих, хто розробляє політику, і мати можливість сприяти узгодженню ініціатив політиків із довгостроковою стійкою політикою щодо водних ресурсів.

Здатність повною мірою представляти реальний світ в інструментах аналізу та моделювання зазнає змін, які революціонізують інженерну практику в цій галузі, дозволяючи чітко репрезентувати реальний світ, можливо, обмежений лише темпами приросту наукових знань. Тому ми зазнаємо змін на практиці не лише у швидкості та масштабі, але і в натурі. Набори людських навичок, необхідні для ефективного управління та роботи в умовах, що змінюються, будуть розвиватися; синтаксис, джерела та організаційні моделі будуть змінюватися, але здатність застосовувати інтелект та логічну пропозицію не буде. Системний аналіз буде головним інструментом майбутнього моніторингу водних ресурсів.

### Джерела інформації

1. Іванова Т. В. Державне управління сталим екологічним розвитком України та її регіонів у системі раціонального природокористування: теорія, методологія, перспективні напрями: монографія. Донецьк, 2011. 400 с.
2. Коваленко П. І., Попов В. М. Управління водорозподільними системами за принципами ресурсо- та енергозаощадження. Київ: Аграрна наука, 2011. 368 с.
3. Іванова Т. В. Державне управління сталим екологічним розвитком України та її регіонів у системі раціонального природокористування: теорія, методологія, перспективні напрями: монографія. Донецьк: Юго-Восток, 2011. 400 с.
4. Комплексна біоінженерна система для очищення водойм: Пат. 117067 UA, МПК CO2F 3/32 (2006.01), E02B 15/00 (2006.01), № u 201700555; заяв. 20.01.2017; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11, 2017 р.
5. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ : Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
6. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
7. Маджд С. М., Кулинич Я. І. Динаміка змін знаходження речовин та елементів техногенного походження. Проблеми хімотології: матеріали VI Міжн. наук. – техн. конф., (Львівська обл., 19–23 червня 2017). Київ Львівська обл., 2017. С. 401–404.
8. Кулинич Я. І. Оцінка екологічної ємності природних водойм в умовах надмірного антропогенного навантаження. К.: Видавничий дім «КІЙ», 2017. р.147–148.
9. Кулинич Я. І. Конструкція біоплато зануреного типу для очищення малих річок. Біотехнологія XXI століття: матеріали XII Всеукр. наук. практ. конф., присвяч. 100-річчю з дня народж. Артура Корнберга К.: 2018. С. 112.

## СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДООЧИСТКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Пахомська О. В.

Вінницький торгівельно-економічний інститут, м. Вінниця

Одним з найважливіших факторів здорового життя та побуту людини є питна вода. Проблема забезпечення населення якістю водою постає не лише перед Україною, а й в усьому світі.

На підприємствах харчової промисловості використовують воду, яку відповідає за своїм основним складом показникам державного документу ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1]. Таку воду безпосередньо у природі знайти все складніше, оскільки вода поверхневих водоймищ забруднена антропогенними речовинами, а вода підземних джерел не завжди питної якості [2].

Вода у якості основної або допоміжної сировини використовується у переважній більшості технологічних процесів виробництва харчових продуктів. Практично усі харчові виробництва пов'язані зі споживанням води з водопроводу, свердловини чи колодязів.

Вода є унікальним харчовим продуктом. Її основний хімічний склад пов'язаний з розчиненими мінеральними компонентами: макро- і мікроелементами. Воду, яку використовують для виробництва харчових продуктів, за призначенням поділяють на технологічну та технічну. До технологічної води відноситься та, яка є сировиною і входить до складу харчових продуктів і напоїв, а також воду, що безпосередньо контактує з харчовою сировиною у технологічному процесі. До технічної води (або води технічного призначення) відносять воду, яку використовують для забезпечення технологічного процесу на всіх стадіях виробництва харчових продуктів і функціонування підприємства в цілому. Отже, така вода не має контакту з сировиною, напівпродуктами і готовою продукцією, а використовується для охолодження напівфабрикатів і продуктів, миття виробничих приміщень тощо [2].

У ряді виробництв, пов'язаних з виготовленням бутильованої води, води для дитячого харчування, води для пива та лікєро-горілчаної продукції виникає безліч проблем, пов'язаних з тим, що вихідна вода не є якісною і потребує очистки від різних забруднень.

У харчовій промисловості використовують різноманітні методи очистки води. Сучасні промислові системи очищення води на харчових підприємствах виконують відразу кілька функцій:

- Зворотній осмос. Високотехнологічні промислові установки зворотного осмосу частково або повністю пом'якшують і знесолюють воду, видаляють з неї кремній, амоній, фтор, бор, нітрати і сульфати.
- Аерація. Цей метод очистки води дозволяє видаляти з води сірководень, окислювати марганець і залізо для подальшої водопідготовки.
- Системи комплексної очистки та знезалізнення. Сучасні промислові фільтри очищують воду від заліза, марганцю, аміаку, механічних забруднень, органічних сполук і хлору.
- Пом'якшення води. Процес дозволяє очищати воду від солей магнію, кальцію.
- УФ-знезараження. У системі водоочищення ультрафіолетове опромінення води повністю знезаражує оброблюване середовище.

У процесі виробництва харчових продуктів промислове водоочищення із застосуванням системи зворотного осмосу дозволяє очистити оброблюване середовище від різного роду домішок: солей (демінералізація води); мікробів, бактерій та інших органічних сполук; механічних забруднень.

Аерація води. У процесі очищення води на виробництві потрібна її аерація – попередня підготовка води до фільтрування. У процесі аерації за допомогою накачаного компресором в окислювальний бак або аераційну колону повітря з оброблюваного середовища видаляються розчинений кисень; метан; аміак та сірководень. Аерація запускає процес окислення розчиненого заліза і марганцю та значно покращує органолептичні властивості води.

Системи комплексного очищення та знезалізнення води. Використовувані у харчовій промисловості системи водопідготовки – досить високопродуктивні і складні в технологічному плані системи. За допомогою промислових фільтрів для очищення води з середовища видаляються такі забруднення, як залізо, марганець, солі кальцію та магнію, різного роду органічні домішки і механічні забруднення. Крім цього, промислові фільтри для води застосовуються і для більш тонкого очищення.

Пом'якшення води. Жорстка вода дуже гірка і неприємна на смак. Вона впливає на моторику шлунку і погіршує роботу шлунково-кишкового тракту. Сконцентровані у ній солі накопичуються в організмі людини, вони є причиною утворення каменів в жовчному міхурі, нирках і викликають хвороби суглобів. Якщо не пом'якшувати воду за допомогою промислових фільтрів для води, то солі, що містяться в ній, будуть залишатися у кінцевій продукції виробництва, що суттєво погіршить її органолептичні властивості.

Ультрафіолетова лампа для очищення води. Вмонтована у систему водоочистки або водопідготовки ультрафіолетова лампа для очищення води – найбезпечніше і ефективне обладнання для очищення середовища від патогенних мікроорганізмів без застосування хімічних реактивів.

Переваги УФ-зnezараження: безпека для людей і навколишнього середовища – ультрафіолетове випромінювання не змінює хімічний склад і структуру води; на відміну від хлорування, ультрафіолетове зnezараження не змінює колір, запах і смак води; сучасні ультрафіолетові лампи для очищення води вигідно відрізняються від інших типів обладнання мінімальними енерговитратами і компактними розмірами.

Висновки. Результати досліджень свідчать, що жорсткі вимоги до якості води як сировини в харчовій промисловості вимагають застосування нових сучасних технологій очищення води, що, без сумніву, приведе до подорожчання кінцевої продукції.

### Джерела інформації

1. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПН 2.2.4–171–10). МОЗ України. Наказ від 12.05.2010 р. № 400.
2. Харчова хімія : навч. посіб. / В. В. Євлаш, О. І. Торяник, О. В. Коваленко та ін. – Харків: Світ книги, 2019. – 504 с.
3. Санітарні норми води для харчових підприємств [Електронний ресурс] – URL: <https://ziko.com.ua/ochischennya-vodi-article-sanitarni-normy-vody-pidpriemstv/>. тільки в водній среде. Только молекулы воды смогут фиксировать цис-, транс-изомерные

## РЕКОНСТРУКЦІЯ СПОРУД БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Плужник Д. В., студент 5 курсу, Омельченко М. П., к. т. н, доцент,  
Коваленко Л. І., к. т. н., ст. науковий співробітник

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ

Біологічне очищення міських стічних вод та подібних до них за складом стоків харчових підприємств в аеротенках є найбільш розповсюдженим методом видалення органічних домішок при значних витратах стоків. В процесі біологічного окислення домішок за допомогою біоценозів аеробних мікроорганізмів (активного мулу) колоїдні та молекулярні органічні речовини розпадаються з утворенням мінеральних речовин, зокрема сполук азоту та фосфору [1]. Ці останні, потрапляючи з очищеними стоками в природне водне середовище, викликають його деградацію, оскільки є біогенними речовинами, які сприяють розвитку водоростей та вищої водної рослинності, слугують для них добривами. Підвищений ріст водної рослинності викликає заростання річок, озер та ставків, їх заболочування. Через загнивання рослинності з настанням холодів погіршується якість води у водоймах, знижується вміст кисню в них.

Традиційні методи біологічної очистки, що розраховані на переважне видалення завислими активним мулом споживаючого кисень органічного субстрату, не забезпечують можливості глибокого вилучення із стічних вод сполук азоту і фосфору відповідно до сучасних вимог. Так, при використанні традиційних біотехнологій, концентрація сполук фосфору в очищеній воді зменшується тільки на 20-30 % [2].

Для комплексного вирішення проблеми глибокого очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин, а також від сполук азоту і фосфору, у світовій практиці розроблено та апробовано декілька основоположних технологічних прийомів, що базуються на комбінації аеробних та анаеробних умов перебігу процесів біологічної деструкції забруднень:

- технологія послідовного проведення процесів аеробної, анаеробної обробки та мулорозподілу [3,4];
- технологія послідовного чергування анаеробної, аноксидної та аеробної зон у спорудах біологічної очистки (каскадна нітри-денітрифікація) [5, 6];
- технологія концентрування біомаси шляхом комбінації в реакторах біочистки завислих та іммобілізованих форм мікроорганізмів [7].

Перша з наведених технологій передбачає послідовне проведення у одному біологічному реакторі в періодичному режимі його функціонування процесів аеробної обробки, анаеробної обробки та мулорозподілу.

На стадії аеробної обробки стічних вод у процесі життєдіяльності аеробних гетеротрофних культур мікроорганізмів здійснюється конверсія органічних сполук з отриманням на кінцевому етапі діоксиду вуглецю, води та надлишкової біомаси. Аеробні бактерії-нітрифікатори здійснюють перетворення амонійного азоту в нітратний.

На стадії анаеробної обробки стічних вод виключається подача кисню і в реакторі відбуваються процеси денітрифікації, що здійснюються за допомогою денітрифікуючих гетеротрофних бактерій, поглиблення процесів біодеструкції залишкових органічних забруднень та частковий перебіг процесів дефосфатації.

Технологія каскадної нітри-денітрифікації базується на принципах послідовного чергування анаеробних та аеробних умов у спеціально відокремлених зонах споруд біологічної очистки.

Нітрифікація – це процес біохімічного окислення амонійного азоту автотрофними бактеріями, для яких джерелом вуглецю є  $\text{CO}_2$ , спочатку до солей азотистої кислоти чи нітритів, а потім до солей азотної кислоти чи нітратів. Для протікання процесу нітрифікації потрібні концентрації розчиненого кисню біля 2 мг/л [3].

Денітрифікація – це процес окислення органічних речовин киснем, що входить до складу нітритів і нітратів, з одночасним відновленням азоту, який видаляється у атмосферу. Для протікання процесу денітрифікації потрібні органічний субстрат у вигляді надлишкового активного мулу або прояснені стічні води та відсутність у стоках молекулярного кисню (аноксичні умови).

Процес здійснюється у спорудах типу аеротенків в один чи в декілька ступенів з проведенням денітрифікації на початку, в середині чи в кінці технологічної схеми із влаштуванням рециркуляції мулу або стічних вод.

Перевагами методу каскадної нітри-денітрифікації є можливість здійснювати ефективно комплексне біологічне очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин, сполук азоту і фосфору та скорочення на 15...20 % надлишкового активного мулу за рахунок проведення процесів біодеструкції органічних забруднень в анаеробних умовах.

Наведена технологія вимагає високих концентрацій активного мулу, що ефективно забезпечується іммобілізацією біоценозів. Використання прикріплених мікроорганізмів дає скорочення приросту мулу та витрат повітря на здійснення процесів біоокислення і, відповідно, скорочення експлуатаційних витрат; поглиблення процесів біодеструкції забруднюючих речовин за рахунок ефекту більшої селекції біомаси.

В Донбаській національній академії будівництва та архітектури розроблені технології іммобілізації біоценозів на синтетичних волокнах у формі йоржів [8,9]. Пропонується використовувати такі волокнисті насадки в спорудах нітри-денітрифікації стічних вод.

Саме таку технологію пропонуємо для впровадження на каналізаційних очисних спорудах міста Слов'янська Донецької області. Діючі споруди побудовані у 1977 році, мають традиційну схему з решітками, піскоуловлювачами, радіальними первинними та вторинними відстійниками, аеротенками і спорудами знезараження стоків та обробки осадів. Зрозуміло, що технологія не передбачає видалення біогенних речовин, які потрапляють в малу річку Казенний Торець, приток Сіверського Дінця. Для покращання стану цієї гідрографічної мережі запропонована реконструкція очисних споруд шляхом перебудови діючих чотирикоридорних аеротенків-витиснювачів з регенерацією активного мулу в біореактори з каскадною нітри-денітрифікацією. Запропонована фірмою ТОВ «ЕКОС ЛТД» схема роботи біореакторів наведена на рис. 1.

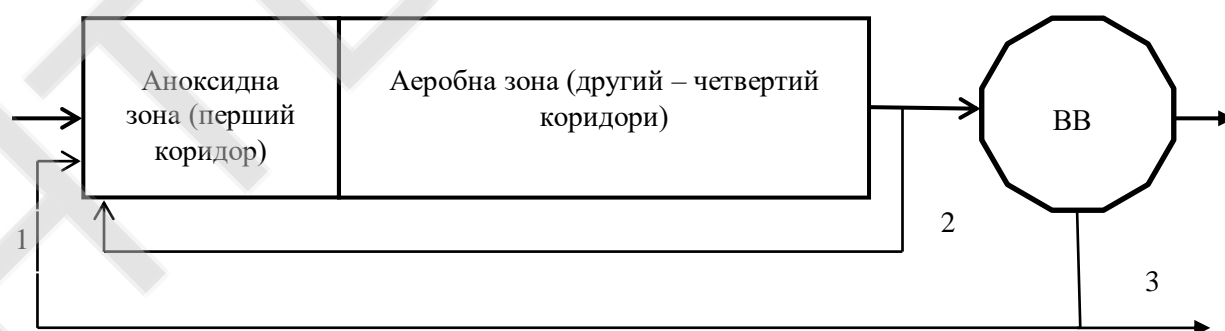


Рис. 1. Технологічна схема біореактору:

1 – рециркуляційний зворотний мул, 2 – рециркуляція муловодяної суміші, 3 – надлишковий активний мул на обробку, ВВ – вторинні відстійники.

Стічні води після первинних відстійників і циркуляційний активний мул надходять у перший коридор біореактору, обладнаний мішалками (виконує функцію аноксидної зони). Другий, третій та четвертий коридори біореактору - аеробні зони, обладнані сучасними системами аерації ЕКОТОН. В цих коридорах діє біоценоз, прикріплений на інертному

завантаженні із синтетичних волокон. Передбачена внутрішня рециркуляція муловодяної суміші із останнього коридору в перший за допомогою сучасних заглиблених насосів.

Наявність у біосистемі зон із дефіцитом кисню і утворення у цих зонах, у зв'язку із перебігом процесів денітрифікації нітратного азоту, обумовлює скорочення витрат повітря (кисню).

Проведення процесу нітри-денітрифікації у зоні аерації біореактору культурами мікроорганізмів, які іммобілізовані на інертних носіях з синтетичних волокон, сприяє інтенсифікації процесів, скороченню об'ємів споруд, ще більшому скороченню питомих витрат повітря та приросту надлишкового мулу, що також обумовлює скорочення енерговитрат.

Запропонована технологія розробляється в рамках кваліфікаційної магістерської роботи автора-студента.

**Висновки.** Запропонована реконструкція споруд біологічного очищення стічних вод з перепрофілюванням діючих аеротенків у біореактори з процесом нітри-денітрифікації та використанням іммобілізованих на синтетичних йоржах біоценозів. Впровадження такої технології забезпечить видалення із стічних вод сполук азоту та фосфору, що поліпшить стан річки, куди скидаються очищені стічні води.

Нова технологія також буде сприяти скороченню енерговитрат на очищення стоків.

### Джерела інформації

1. Проектирование сооружений для очистки сточных вод: справочное пособие к СНиП. ВНИИ ВОДГЕО. – М.: Стройиздат, 1990. – 192 с.
2. Яковлев С. В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С. В. Яковлев, Т. А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.
3. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод – Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002.– 622 с
4. Хенце М. Очистка сточных вод / М. Хенце, П. Армозе, Й. Ля-Кур-Янсен, З. Арван – М.: Мир, 2009. – 480 с.
5. Крючихин Е. М. Методы очистки городских сточных вод от биогенных элементов / Е. М. Крючихин, А. Н. Николаев, Н. А. Жильникова, Н. Ю. Большаков // Сантехника, отопление, кондиционирование (С.О.К.). – 2006. – №8. – С.48-52.
6. Хуторнюк Г. Н. Опыт удаления биогенных элементов из сточных вод / Г. Н. Хуторнюк, Т. М. Гундырева, Г. Т. Амбросова, А. А. Функ // Водоснабжение и санитарная техника.– 2009. –№3. – С. 37 – 40.
7. Есин М. А. Удаление соединений фосфора при биологической очистке сточных вод / М. А. Есин, В. А. Юрченко, В. А. Красильникова, А. В. Смирнов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2011. – № 65. – С. 344 – 349.
8. Куликов Н. И. Биологическая очистка сточных вод сообществом свободно плавающих и прикрепленных микроорганизмов / Н. И. Куликов, Н. И. Зотов. – Макеевка: МакИСИ, 1990. – 57 с.
9. Приходько Л. Н. Интенсификация работы очистных сооружений канализации прикрепленными микроорганизмами: дис. ...канд. техн. наук: 05.23.04 / Приходько Людмила Николаевна; Харьковский государственный университет строительства и архитектуры. – Харьков, 2000. – 171 с.

## **ПРО ПРИЙНЯТТЯ НОВОЇ ДИРЕКТИВИ 2020/2184/ЄС ПРО ЯКІСТЬ ВОДИ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ**

**Поліщук А. А., к. х. н.**

**ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса**

Більшість людей, що живуть в ЄС, мають дуже хороший доступ до якісної питної води. Це впливає із законодавства ЄС, що захищає європейців та гарантує їм доступ до високоякісної питної води. З 1980-х років в ЄС застосовуються правила, які вимагають суворих перевірок безпеки води. Це означає, що міські стічні води збираються і очищаються, промислові викиди надійно регулюються, використання хімічних речовин схвалено в суворих умовах і застосовується цілісний підхід до управління водними об'єктами через кордони.

Договір ЄС дозволяє, щонайменше, 1 мільйону громадян запрошувати Європейську комісію для внесення законодавчої пропозиції. У грудні 2013 року ініціатива під назвою «Вода і санітарія є правом людини! Вода - це суспільне благо, а не товар!» ('Right2Water') була представлена в комісію. Вона збрала понад 1,8 мільйона підписів підтримки з боку громадян і, отже, була першою Європейською громадською ініціативою, яка успішно збрала необхідний поріг. Ініціатива, зокрема, передбачала «законодавство, що забезпечує реалізацію права людини на воду і санітарію, визнане Організацією Об'єднаних Націй, і сприяє забезпеченню водопостачання та санітарії в якості основних державних послуг для всіх». Організатори були прийняті Європейською комісією і в результаті цілого ряду подальших дій з'явилась пропозиція про перегляд Директиви щодо питної води.

Існуючі параметричні значення, встановлені в Додатку I до Директиви 98/83/ЄС, як правило, засновані на Керівництві Всесвітньої організації охорони здоров'я щодо питної води. Справжнє Керівництво регулярно оновлюється, і в останній раз на початку 2017 року в нього вносились перші поправки до четвертого видання. У грудні 2015 року Комісія і Європейське регіональне бюро ВООЗ почали «Проект співпраці по параметрам питної води», остаточний звіт про який був опублікований в 2017 році. В лютому 2018 Комісія ЄС висунула пропозиції про перегляд Директиви про питну воду, адже вона була прийнята понад 20 років тому. Ці доповнення враховують останні наукові знання і рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я, дані багаторічного моніторингу.

16 грудня 2020 року на пленарному засіданні Європейського парламенту була прийнята переглянута Директива по питній воді. Нова Директива гарантує більш безпечний доступ до води для всіх європейців. У той же час вона забезпечить найвищі в світі стандарти для питної води відповідно до амбіцій по нульовому забрудненню навколишнього середовища. Погоджений текст ґрунтується на рекомендаціях Всесвітньої організації охорони здоров'я за стандартами безпеки питної води і навіть виходить за їх межі. Він включає положення з контролю не тільки водопровідної води, але також джерел питної води і систем розподілу, щоб мінімізувати ризик шкідливого впливу забруднення на здоров'я людини і наші водні ресурси. У новій редакції Директиви розглядаються нові забруднювачі, такі як мікропластики, ендокринні руйнівники, а також нові типи хімікатів.

Після затвердження Європейським парламентом нова Директива по питній воді є прийнятною. Як тільки закон буде підписаний спільно президентом Європейського парламенту і президентом Ради Європейського Союзу, він буде опублікований в Офіційному журналі Європейського Союзу і вступить в силу через 20 днів. Директива опублікована 23.12.20 в журналі за №63 і вступила в силу 12.01.20. Після дати вступу в силу цієї Директиви у держав-членів є два роки для дотримання переглянутої Директиви щодо питної води, тобто стара Директива буде діяти ще протягом двох років.

Основні нові положення Директиви полягають в тому, що:

- Вода і санітарія є правом людини. Вода - це суспільне благо, а не товар;
  - Підвищується прозорість з питань, пов'язаних з водою, і надання споживачам доступу до актуальної інформації;
  - Посилюється використання підходу, заснованого на оцінці ризиків;
  - Вводиться додатковий список параметрів контролю якості води.
- Параметри безпеки питної води змінені для кращого захисту від:
- патогенних бактерій і вірусів, доданий контроль легіонелли;
  - природних, але шкідливих речовин, таких як уран або мікроцистин;
  - нових забруднювачів з промисловості, таких як пер- та поліфторовані з'єднання;
  - побічних продуктів дезінфекції або домішок з розподільних систем, таких як хлорити і хлорати, галоуксусні кислоти або бісфенол А.

Разом з тим підвищені гранично допустимі концентрації для бору, сурми, селену. Це приклад того, що з появою нових наукових даних про токсичність речовин, можливо переглядати їх ГДК у питній воді і в бік збільшення.

Вводиться цікавий механізм контрольного списку. Коли домішки, наприклад мікропластик, фармпрепарати і т. д., присутні у воді і викликають певне занепокоєння щодо її якості, їх вносять в спеціальний список для спостереження. Згодом, при підтвердженні ризиків, такі речовини можуть переходити в основний, обов'язковий перелік показників контролю якості питної води.

Велику увагу Директива приділяє питанням моніторингу якості питної води. Він ділиться на моніторинг відповідності та оперативний. Документ, в основному, регламентує моніторинг відповідності, особливо у внутрішніх розподільних мережах.

У новій Директиві щодо питної води посилена увага приділяється ризик орієнтованому підходу до безпеки води. Встановлюється загальний підхід, заснований на оцінці ризику, а також вводяться загальні зобов'язання, пов'язані з оцінками ризиків - регулярні оновлення і огляди, а також терміни складання оцінок ризику. У зв'язку з цим вводиться кілька нових статей:

- Оцінка небезпеки водойм (водозбірних басейнів), використовуваних для забору води, призначеної для споживання людиною;
- Оцінка ризику систем водопостачання;
- Оцінка ризику систем внутрішнього розподілу.

Ці нові статті вводять зобов'язання, пов'язані з проведенням оцінки небезпеки, зокрема:

- Виявлення точок ризику;
- Виявлення небезпек і джерел забруднення;
- Моніторинг параметрів, які відносяться до виявлених небезпек і джерел забруднення.

Виробники харчових продуктів, що мають власне джерело води, що використовується у виробничих цілях, і мають систему оцінки ризиків ХАСП, не зобов'язані виконувати нову Директиву.

Вводиться нова стаття про правила покарання за невідповідність.

Україна в 2014 році підписала Договір про асоціацію з ЄС. Згідно з ним ми взяли на себе зобов'язання імплементувати норми і правила ЄС, в тому числі і Директиву про питну воду.

## Джерела інформації

1. Official Journal of the European Union, Volume 63, 23 December 2020, Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast).

## МІКРОПЛАСТИКИ У ПИТНІЙ ВОДІ

Поліщук А. А., к. х. н.

ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса

Не довіряючи якості водопровідної води в деяких регіонах України, наші громадяни купують бутильовану негазовану воду для пиття і приготування їжі. Ринок цього продукту постійно зростає і розвивається. Сьогодні в Україні налічується близько 50 торгових марок негазованої води. Переважає вітчизняна продукція, але останнім часом відзначено збільшення імпорتنих поставок, які, в основному, відносяться до преміум-сегменту[1].

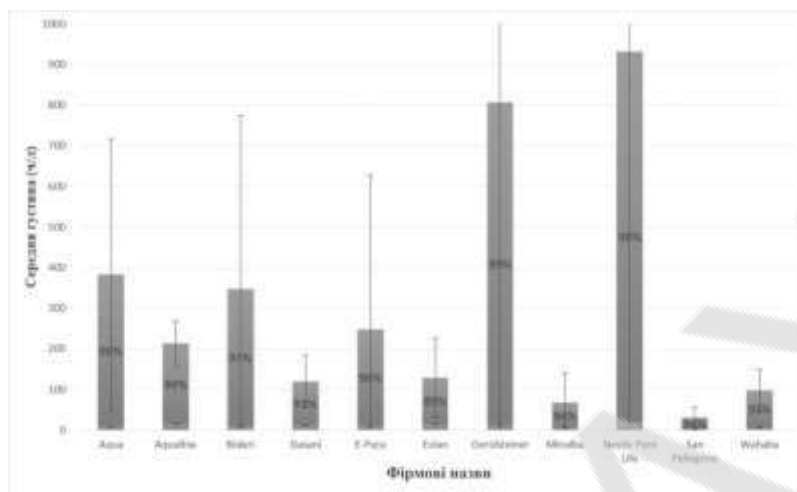
Ще одним каталізатором розвитку ринку бутильованої води в Україні є все більш широко поширене прагнення наших громадян до активного способу життя і здорового харчування, в якому якісній воді відводиться одне з центральних місць. У зв'язку з цим відбувається поступове збільшення частки негазованої води в загальній структурі українського ринку бутильованих вод. У даний час вона досягла майже 40 %. За результатами аналізу ринку негазованої води в Україні можна прогнозувати збереження поточних тенденцій його розвитку в середньостроковій перспективі. Попит на воду буде продовжувати рости, але одночасно будуть з'являтися нові учасники ринку і буде посилюватися конкуренція на ньому.

Американські фахівці провели лабораторні випробування, основним завданням яких було визначення впливу води з пластикової тари на здоров'я. Виявилось, що часте вживання води з пластикових пляшок може привести до "букету" захворювань [2-6]. Наприклад, в пластикових контейнерах знаходиться бісфенол, який впливає на гормон естроген. Через нього збільшується вага, пошкоджується імунна і нервова системи. У продукти харчування він потрапляє при тривалому зберіганні або нагріванні. Також в пластиковій упаковці містяться фталати, які здатні викликати ожиріння і серцево-судинні хвороби, впливати на розвиток чоловічих статевих органів. Перхлорати, які використовуються для упаковки сухих продуктів, впливають на стан щитовидної залози і мозку. Сьогодні відбувається оновлення Директиви ЄС 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року «On the quality of water intended for human consumption», зокрема вводиться необхідність контролю вмісту бісфенолу А на рівні ГДК 2,5 мкг/л.

Вчені назвали кількість самого пластику, який може потрапляти в організм людини з питною водою з пляшок [7-12]. За дослідженнями вчених університету штату Нью-Йорк, в середньому бутильована вода містить 325 частинок мікропластика в одному літрі. Найбільше пластику у воду потрапляє від кришки пляшки. У дослідженні хіміки вивчили 259 пляшок води 27 різних партій одинадцяти виробників, придбаних в 19 точках з дев'яти країн Європи, Африки, Азії, Північної та Південної Америки. Дослідники додали в кожен з досліджуваних пляшок з водою "нільський червоний" - барвник, що має селективну адсорбцію і флуоресцентні властивості, тому й використовується для фарбування гідрофобних матеріалів, тобто і пластику. А саму воду пропустили через чутливий фільтр (Whatman 934-АН, діаметр 55 мм, пори 1,5 мкм), здатний затримувати частки, менші еритроцитів людини. У дослідженні була використана ІК спектроскопія з Фур'є накопиченням. Завдяки такому аналізу вчені були в стані досліджувати молекулярну структуру найбільших з частинок. Вони виявили, що мова йде про пластик. Також можливе застосування Raman спектроскопії для повного підтвердження полімерної природи мікрочастинок в воді, хоча це дещо знижує результати.

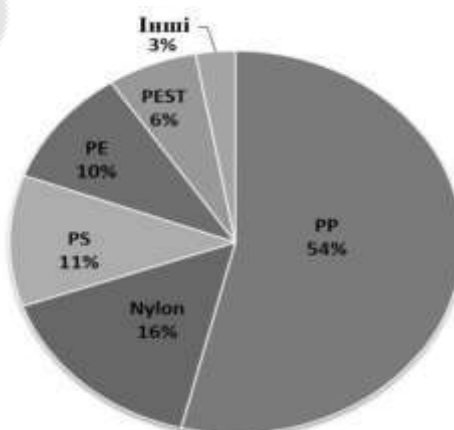
За допомогою спеціальної комп'ютерної програми дослідники порахували ці маленькі частинки. І встановили, що їх кількість значно відрізняється від пляшки до пляшки, навіть одного і того ж виробника. Хімічний аналіз показав, що з такої кількості пляшок з водою

тільки 17 (7 %) з них не містили слідів мікропластику. В інших виявлено до 10 тисяч часток пластику в літрі води. Більшість частинок виявилися розміром від 6,5 до 100 мікрметрів – 95 % від загальної кількості. Це можна порівняти з товщиною людської волосини (мал. 1).



Мал. 1. Густина мікропластику, усереднена по окремих пляшках і партіях брендів. Сині смуги є густинами для частинок > 100 мкм; коричневі смуги – для частинок 6,5 - 100 мкм. Значення похибки – одне стандартне відхилення. Відсотки відносяться до загальної кількості для частинок 6,5 - 100 мкм.

Дослідники поки не мають певних висновків щодо того, яка природа забруднення. Один із зразків був упакований в скляну пляшку. У ньому було визначено мікропластикове забруднення на більш низькому рівні у порівнянні з іншими. Це вказує на те, що деякі з мікропластичних забруднень, швидше за все, потрапляють з джерела води, але більший вплив може бути пов'язаний з упаковкою. Серед достовірно ідентифікованих часток - нейлон, поліетилентерефталат (ПЕТ - який використовують для виробництва пластикових пляшок), а в 54 % випадків встановлено наявність поліпропілену - матеріалу, який використовують для виробництва кришечок для пляшок (мал. 2).



Мал. 2. Полімерний зміст мікропластичних частинок > 100 мкм. PP = поліпропілен; PS = полістирол; PE = поліетилен; PEST = полієфір + поліетилентерефталат; Інші містять азлон, поліакрилати й сополімери.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) ознайомилася з опублікованим дослідженням по чистоті бутильованої води. "В даний час немає доказів впливу мікропластику у бутильованій воді на здоров'я людини. Для адекватної оцінки ризиків необхідно встановити, що мікропластик присутній у воді в концентрації, яка б шкодила здоров'ю. Інформація про присутність пластику у воді дуже обмежена, немає фактів щодо впливу на людський організм" - така ось була реакція ВООЗ. Коментуючи публікації вчених, в ВООЗ додали, що головною для організації є робота по відомим пов'язаним з водою ризикам. У ВООЗ пообіцяли переглянути виявлені факти для розробки більш глибокого дослідження. "Пріоритетом ВООЗ залишається забезпечення доступу до чистої води двом мільярдам людей, які зараз використовують і п'ють забруднену воду", - резюмували в ВООЗ.

Сьогодні [13] ВООЗ закликає до подальшої оцінки мікропластиків у навколишньому середовищі та вивчення їх потенційного впливу на здоров'я людини - після опублікування в 2019 році аналізу поточних досліджень, пов'язаних з мікропластиками у питній воді. За даними аналізу, в якому узагальнено найостанніші знання про мікропластики у питній воді, мікропластики більше 150 мікрметрів навряд чи будуть поглинені в організмі людини, а поглинання дрібніших частинок, як очікується, буде обмежена. Поглинання і розподіл дуже дрібних мікропластичних частинок, в тому числі і у діапазоні нанорозміру, може бути, однак, вище, хоча дані вкрай обмежені.

Необхідні подальші дослідження для отримання більш точної оцінки впливу мікропластиків та їх потенційного впливу на здоров'я людини. Вони включають в себе розробку стандартних методів вимірювання частинок мікропластику у воді; додаткові дослідження за різними джерелами шляхів появи мікропластиків у прісній воді; ефективності різних процесів обробки для їх видалення з води.

ВООЗ рекомендує постачальникам і регулюючим органам питної води приділяти пріоритетну увагу видаленню мікробних патогенів та хімічних речовин, які представляють собою відомі ризики для здоров'я людини, такі як смертельні діарейні захворювання. Це має подвійну перевагу: системи обробки стічних і питних вод, які видаляють фекальний вміст і хімікати, також ефективні у видаленні мікропластиків. Обробка стічних вод може затримати більше ніж 90 % мікропластиків з відпрацьованої води, особливо при використанні фільтрації. Звичайна обробка питної води може видалити частинки розміром менше мікрметра. А значна частина світового населення в даний час не отримує адекватного очищення води для пиття. Вирішуючи проблему впливу фекально забрудненої води на людину, громади можуть одночасно вирішувати проблеми, пов'язані з мікропластиком. Організація також закликає до скорочення забруднення пластиком в інтересах навколишнього середовища і зменшення впливу на людину.

У новій Директиві 2020/2184/ЄС «On the quality of water intended for human consumption» мікропластик внесений в контрольний список для спостережень та контролю якості питної води [14]. Згодом, при підтвердженні ризиків, цей параметр можуть перенести в основний, обов'язковий перелік контролю якості питної води.

У приміщеннях Європейського парламенту заборонили використовувати пластикові пляшки. Відповідне рішення ухвалила президія Європарламенту. За інформацією адміністрації ЄП, в 2017 році в трьох його офісах в Брюсселі, Страсбурзі і Люксембурзі на засіданнях парламенту та комітетів або на інших офіційних засіданнях було використано близько мільйона пляшок з водою. Витрати на це оцінюються в 1,8 мільйона євро. У майбутньому в приміщеннях парламенту будуть встановлені питні фонтанчики.

Для вирішення екологічних проблем у Євросоюзі з 2021 року буде запроваджено заборону на використання певних одноразових пластикових виробів, зокрема посуду [15], на частку яких припадає понад 70 % морського сміття. За це проголосував комітет Європарламенту з питань довкілля. У число виробів, які потрапили під заборону, входять також одноразові пластикові тарілки і столові прилади. Використання виробів із пластику, для яких поки що не знайдена альтернатива, пропонується обмежити до 2025 року. Це, на-

приклад, одноразові контейнери для їжі і коробки для бургерів, десертів і морозива. Ще одним заходом, який пропонує Єврокомісія, стане зобов'язання для всіх країн робити внесок у загальний бюджет в розмірі 80 євроцентів за кілограм пластику, який не підлягає подальшій переробці.

У людства залишилося 10 років, щоб встигнути зберегти біорізноманіття на планеті [16]. ООН визначила 20 цілей на наступне десятиліття, які повинні захистити навколишнє середовище і зберегти флору та фауну планети. Про це йдеться у звіті Конвенції ООН з біорізноманіття. У документі зазначають, що до 2030 року населення планети зросте на мільярд і складе 8,6 млрд. А до 2050 року землян стане ще більше - 9,8 млрд. Крім того, через 40 років 68 % людей будуть жити в міських районах. Тотальна урбанізація матиме вкрай негативні наслідки для всієї планети. Вона вплине на ресурси і біорізноманіття Землі.

Для вирішення цих проблем і зміни ставлення суспільства до біорізноманіття пропонується рамкова програма на основі теорії перетворень. У ній визнається необхідність прийняття невідкладних політичних заходів на глобальному, регіональному та національному рівнях з метою зміни економічних, соціальних і фінансових моделей для стабілізації тенденцій, які поглиблюють втрату біорізноманіття, протягом наступного десятиліття (до 2030 року), а також для відновлення природних екосистем протягом наступних 20 років і поліпшення ситуації в цілому до 2050 року з метою реалізації Концепції «Життя у гармонії з природою». У зв'язку з цим, вчені поставили 20 цілей на наступне десятиліття. Зокрема, вони пропонують до 2030 року на 50 % скоротити забруднення навколишнього середовища надмірним скиданням біогенних речовин, біоцидів, пластикових відходів та інших забрудників.

#### Джерела інформації

1. Обзор рынка воды в Украине. 2018 год. <https://pro-consulting.ua/>
2. Lithner D, Larsson A., Dave G (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409:3309–24. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.04.038.
3. Lusher A. L., P. C. H. Hollman, J. J. Mendoza-Hill. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 2017, No. 615. Rome, Italy.
4. Sharma S., S. Chatterjee. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Environmental Science Pollution Research*. 2017, 24, 21530-21547
5. Wang F. et al. (2018). Interaction of toxic chemicals with microplastics: a critical review. *Water Research*, 139:208–19. doi: 10.1016/j.watres.2018.04.003
6. Wright S.L., Kelly F.J. (2017). Plastic and human health: a micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51: 6634–47. doi: 10.1021/acs.est.7b00423
7. Erni-Cassola G., M. I. Gibson, R. C. Thompson, J. Christie-Oleza. Lost, but found with Nile Red: a novel method to detect and quantify small microplastics (20um-1mm) in environmental samples. *Environmental Science & Technology*. 2017, 51, 13641-13648
8. Maes T., R. Jessop, N. Wellner, K. Haupt, A. G. Mayes, A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile Red. *Scientific Reports*. 2017, 7, 44501-44511
9. Mason S.A., Welch V.G., Neratko J. (2018). Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in Chemistry*, 6:407. doi: 10.3389/fchem.2018.00407
10. Renner G., T. C. Schmidt, J. Schram. Analytical methodologies for monitoring micro(nano)plastics: which are fit for purpose? *Environmental Science & Health*, 2018, 1, 55-61
11. Schymanski D., C. Goldbeck, H.-U. Humpf, P. Furst. Analysis of microplastics by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*, 2018, 129, 154-162. doi: 10.1016/j.watres.2017.11.011

12. Welle F., Franz R. Microplastic in bottled natural mineral water - literature review and considerations on exposure and risk assessment. *Food Addit & Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 2018, 35(12), 2482-2492. doi: 10.1080/19440049.2018.1543957
13. WHO. Microplastics in drinking-water, World Health Organization. 2019. 124p.
14. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast).
15. EC (2018). Communication from the commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A European strategy for plastics in a circular economy. Brussels: European Commission. URL: <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy.pdf>, accessed 18 June 2019
16. Convention on biological diversity. The post 2020 global biodiversity framework. URL: <https://www.cbd.int/post2020/submissions.shtml>

## НОВА СХЕМА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ТА ОТРИМАННЯ ВОДИ З ПОВІТРЯ

Проць Б. М., аспірант, Василів О. Б., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Одним із шляхів забезпечення населення і промисловості необхідною кількістю питної води є опріснення високомінералізованих шахтних вод та морської води. Вибір методу обумовлюється складом води, що очищається, вимогами до якості очищеної води, продуктивністю установки й техніко-економічними показниками. За вмісту солей у воді до 1,5 - 2 г/л рекомендується використовувати іонообмінний метод знесолення, понад 10 г/л -дистиляцію, заморожування або зворотний осмос; 2,5 – 15 г/л – електродіаліз або гіпер-фільтрацію.

Процеси розділення рідких середовищ методом заморожування ґрунтуються на трьох принципах [1]:

1) кристалізація з розчиненої речовини однієї речовини — льоду, у результаті його наступного очищення від розчину і плавлення котрого отримують прісну воду й концентрований цільовий продукт;

2) фракційна кристалізація розчину, коли утворюються дві тверді фази й більше, розділенням і технологічною обробкою яких отримують прісну воду та один чи кілька цільових продуктів, включно з продуктами у твердому вигляді (солі, кристалогідрати т. ін.);

3) пошкоджені структури колоїдного розчину за його повного заморожування і наступного механічного розділення рідини.

Актуальним завданням удосконалення низькотемпературних опріснювальних установок є зниження енергетичних витрат [2]. Досягти цього можливо як удосконаленням окремо процесів кристалізації води із сольового розчину, сепарування чи плавлення отриманого льоду, так і через створення комбінованих установок.

У роботі пропонується нова схема такої установки. Особливістю її є те, що теплота плавлення льоду використовується для конденсації атмосферної вологи для отримання додаткового джерела прісної води. У цій установці процес плавлення запропоновано здійснювати після процесу кристалізації й сепарування у тому ж самому апараті з трубчатими вертикальними кристалізаторами, без виймання блоків льоду. Процес сепарування твердої фази здійснюється під дією сил гравітації. Концентрований розчин, що стікає з поверхні льоду в процесі сепарування, відводиться з апарату, а далі починається процес плавлення. Теплота плавлення льоду передається через стінку кристалізатору до проміжного теплоносія, який із допомогою циркуляційного насоса подається в конденсатор. У конденсаторі водяна пара, що міститься у повітрі, охолоджується до точки роси й конденсується. Підігрітий у конденсаторі проміжний теплоносій поступає до плавителя льоду і цикл повторюється до повного розплавлення блоків льоду.

Для розрахунку правителя й конденсатора такої комбінованої установки необхідно розробити відповідні методики розрахунку та провести експериментальні дослідження процесів тепло- і масообміну під час плавлення льоду.

### Джерела інформації

1. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий / Г. М. Островский [и др.]; под ред. Г. М. Островского. – Часть II. – СПб: "Мир и Семья", 2006. – 916 с.

2. Василів О. Б. Опріснення води виморожуванням в установці із змінною в циклі температурою холодоносія / О. Б. Василів, О. С. Тіглов, С. В. Іщенко // Харчова наука і технологія. – 2011. – №4(17). – С. 103 – 106.

## ЛОКАЛЬНЫЕ ВОДООЧИСТИТЕЛИ- БУДУЩЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Псахис Б. И., профессор, Псахис И. Б.

ГП «НТИЦ "Водообработка" ФХИ НАН Украины», г. Одесса

«Человечество стоит на пороге глобального кризиса, связанного с недостатком питьевой воды» - этот вывод содержится в докладе Международного института управления водными ресурсами (Коломбо). Наступление такой ситуации аналитики прогнозировали лишь к 2025 г. (Йоханнесбург), ибо, в принципе, на планете имеется достаточно воды для каждого. Однако подготовка воды, пригодной для питья, становится все более проблематичной. И в современном мире качество воды стало предметом особого внимания, так как от него зависит, в первую очередь, здоровье человека, потребителя этой воды.

В Одесской области, как и во всей Украине, нет возможности снабдить население физиологически полноценной питьевой водой, поскольку централизованно доставить ее потребителям невозможно в силу многих объективных причин. Для этого необходимы значительные денежные вложения в приобретение оборудования для водоподготовки, трубопроводов и производство строительно-монтажных работ, др. В нормальных экономических условиях на это ушли бы десятки лет, а при нынешней экономической ситуации даже в обозримом будущем они, по-видимому, нереальны. По данным результатов санитарно-химических исследований показателей качества водопроводной воды г. Одессы выявлено несоответствие ряда проб питьевой воды нормативным показателям. С наличием вредных примесей в питьевой водопроводной воде г. Одессы, по-видимому, во многом связана неблагоприятная медико-демографическая ситуация в городе, для населения которого характерны онкологические и гематологические заболевания, расстройства эндокринной системы, сердечнососудистые и желудочно-кишечные болезни (дизентерия, гепатит).

Серьезные трудности имеются в обеспечении питьевой водой также во многих районах Одесской области (г. Измаил, г. Килия, г. Татарбунары и других). Например, город Татарбунары расположен на юге Украины и области, в Бессарабской степи. Особенности географического положения, местного рельефа и климата способствовали тому, что эта местность в течение столетий испытывала острую нехватку пресной воды. Единственным источником питьевой воды в данном регионе являются артезианские скважины и колодцы, однако вода из них по содержанию минеральных солей превышает существующие предельные нормативные значения, в ней недопустимо высок уровень нитратов. Здесь нет природных водотоков, транспортировка воды осуществляется не по трубам, а в цистернах. Актуальной является и проблема засоления природных вод. Низкое качество питьевой воды и другие неблагоприятные экологические особенности края привели к серьезным санитарно-гигиеническим и медико-демографическим последствиям: в регионе особенно распространены болезни детей, беременных женщин, нарушения обмена веществ, нефрит, полиартрит, сколиоз, онкологические и сердечнососудистые заболевания.

К относительно новым технологиям оптимизации водообеспечения населения относится применение устройств (систем) для дополнительной очистки водопроводной воды. Безоговорочно признавая все плюсы централизованного водоснабжения, городское население многих индустриально развитых стран сегодня почти единодушно во мнении, что вода из-под крана для питья и приготовления пищи малопригодна. Население все шире применяет фильтры питьевой воды или приобретает бутилированную питьевую воду из-за неудовлетворенности вкусовыми качествами воды. В материалах практически

всех международных конгрессов, как и в периодической печати, имеются публикации, в которых освещен и проанализирован приобретенный исследователями опыт разработки и применения таких устройств доочистки воды в бытовых условиях.

Многолетние споры о путях решения одной из самых болезненных проблем Одессы - обеспечении населения доброкачественной питьевой водой - привели к положительному конструктивному итогу. Десятки тысяч горожан уже потребляют экологически чистую воду, а в ближайшее время их станет еще больше. Такими результатами внедрения в жизнь исследований, проводимых с 1989 г в Научно-техническом инженерном центре проблем водоочистки и водосбережения (НТИЦ «Водообработка») Физико-химического института Национальной Академии наук Украины. Специалистами НТИЦ и группой ученых и сотрудников ряда одесских организаций, входящих в состав Ассоциации производителей водоочистной техники и очищенной воды, при участии работников областной санэпидстанции, была разработана и принята на перспективу концепция, основанная на широком использовании локальных систем кондиционирования водопроводной воды для приготовления питьевой воды в местах ее непосредственного потребления. Внедрение такого подхода, как показало время, крайне актуально, так как на порядок снижаются потребные инвестиции и сроки их освоения, при этом быстро, эффективно и надёжно во всех отношениях решается проблема обеспечения населения высококачественной питьевой водой.

Суть данной концепции состоит в следующем:

- воду, подаваемую населению для питья и приготовления пищи, следует доводить до кондиций, соответствующих воде высокого уровня качества (требованиям ГСанПиН 2.2.4-171-10 "Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для потребления человеком");

- приготовление питьевой воды необходимо проводить в местах, максимально приближенных к ее потреблению;

Для этого многоэтажные дома следует оборудовать локальными системами кондиционирования питьевой воды и на кухне появляется третий кран (холодная, горячая и питьевая) с отдельным счетчиком. Микрорайоны с одноэтажной и малоэтажной застройкой следует оборудовать локальными системами, которые обеспечивают приготовление питьевой воды и розлив ее в тару населения (по этой же схеме могут быть обеспечены питьевой водой сельские населенные пункты);

- одновременно локальными системами необходимо оснащать лечебно-профилактические, детские дошкольные и школьные учебные заведения, предприятия общепита, гостиницы, а также здания, в которых размещаются учреждения и фирмы, промпредприятия и т.д.

Специалисты НТИЦ "Водообработка" за последние 30 лет разработали, всесторонне исследовали и внедрили ряд оригинальных конструкций установок, своеобразных мини-заводов по доочистке питьевой воды. Вначале ориентировались на таких возможных потребителей, как промышленные предприятия, больницы, гостиницы, детские сады и школы. Опыт их эксплуатации подтвердил правильность принятых технологических и конструкторских решений, надежность созданной техники, причем качество доочищенной в таких установках воды соответствует самым высоким международным требованиям и нормам. Одновременно выявилась и существенная проблема: как доставить чистую воду большому числу удаленных потребителей? Развоз ее автомобильным транспортом в цистернах на большие расстояния весьма дорог. Кроме того, сложно организовать регулярность доставки воды.

В конструкцию установки были внесены необходимые коррективы и летом 1994 г. в г. Одессе, на ул. Тенистой, был сооружен первый мини-завод производительностью 20 м<sup>3</sup>/сутки. Успешное функционирование этого предприятия убедило руководителей города и области в том, что найден путь решения проблемы, очень важной для Одессы и для всего южного региона.

Система с установками приготовления питьевой воды (УОФВ) включает в себя оборудование для (1) доочистки водопроводной пресной воды либо (2) для обработки вод повышенной минерализации. Для обоих направлений применяются установки с типоразмерами производительностью: 0,5, 1, 2, 5, 10, 20 м<sup>3</sup>/сут. Установки производительностью 2 м<sup>3</sup>/сут могут обеспечить питьевой водой один подъезд 16-17-этажного дома, установки производительностью 10 м<sup>3</sup>/сут пригодны для обеспечения 2-3 многоэтажных жилых домов. Модули производительностью 20 м<sup>3</sup>/сут целесообразно использовать для строительства пунктов по приготовлению и реализации питьевой воды в одноэтажных и малоэтажных микрорайонах городов и сельских населенных пунктах.

Системы-установки приготовления питьевой воды - в комплексе с узлом обеззараживания, накопительной емкостью и насосным агрегатом - размещаются в подвале жилого многоэтажного дома. Стоимость такой системы, из расчета на 1 м<sup>2</sup> площади здания, составляет в среднем \$1-3. Трубопроводы локальной системы прокладываются в шахтах жилого дома рядом с трубами холодной и горячей воды. Специалистами НТИЦ «Водообработка» такая работа проводится не только в г. Одессе, но и с 1994 г. в микрорайонах, школьных и лечебных учреждениях городов Кировограда, Херсона, Никополя и др. Созданы и эксплуатируются павильоны полной заводской готовности контейнерного типа и доочищенная вода отпускается в тару населения. Дочищенная вода ранее доставлялась в пункты раздачи автоцистернами, но этот способ не нашел дальнейшего развития из-за невозможности обеспечения должной гигиенической безопасности воды и высокой стоимости перевозок.

Экономический эффект от внедрения в городах локальных систем водоочистки более, чем на порядок выше по сравнению с бутилированием питьевой воды, а удобство пользования и качество воды несравнимо выше.

Наш опыт практически 30-летней работы по оптимизации водообеспечения населения г. Одессы и Одесской области свидетельствует, что применение **локальных систем кондиционирования питьевой воды** (на базе существующей централизованной системы водоснабжения) может достаточно быстро решить проблему обеспечения населения города, региона качественной питьевой водой. Накопленный достаточно разнообразный опыт эксплуатации водоочистных установок коллективного пользования для дополнительной очистки водопроводной воды в г. Одессе и других городах Украины позволяет считать этот путь повышения качества питьевой воды для населения перспективным и реальным.

Создание и эксплуатацию систем обеспечения населения питьевой доочищенной водой целесообразно проводить силами специализированных коммерческих структур, которые имеют соответствующую производственную базу, химическую и бактериологическую лаборатории, технику, транспорт, абонентскую службу и кадры высококвалифицированных и опытных специалистов.

## ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АНТИБІОТИКІВ ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ

Ромась А. А.

Науковий керівник - Донцова Т. А., к. х. н., доцент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», м. Київ

Фармацевтичні сполуки є одними з небезпечних груп різних видів забруднень, що виникають. Хоча фармацевтичні сполуки зазвичай зустрічаються у водних середовищах при рівнях концентрацій у діапазоні  $\text{мг/дм}^3$  або  $\text{нг/дм}^3$ , накопичення їх залишків призводить до екотоксикологічних ефектів, які важко передбачити.

Підвищення стійкості мікроорганізмів до антибіотиків вважають тісно пов'язаним із широким використанням та викидом антибіотиків. Прямий селективний тиск, який антибіотики чинять на мікроорганізми, сприяє розвитку стійкості до антибіотиків за різними механізмами дії. Передача генів стійкості до антибіотиків визнана серйозною загрозою, оскільки це зменшує терапевтичний потенціал проти патогенів. Використання методів АОРs для деградації органічних речовин дозволяє видаляти, у тому числі, і антибіотики з водних розчинів шляхом їх розкладання на нетоксичні або біодеградуючі речовини.

Метою роботи було визначення ефективності вилучення антибіотиків методами АОРs за участі модифікованого та не модифікованого фотокатализатору – комерційного титану (IV) оксиду P25.

Для модифікації комерційного оксиду титану (IV) марки Evonik P25, на основі існуючих в літературі даних, було обрано оксид ітрію  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , який отримали з шестиводного нітрату (P25ch0.5) та хлориду (P25n2) ітрію. Як антибіотик було обрано ципрофлоксацин – CIP,  $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{FN}_3\text{O}_3$ , який є представником групи антибіотиків фторхінолонів, націлених на ДНК-гіразу бактерій, що, таким чином, пригнічує реплікацію клітин.

Фотокаталітичне вилучення антибіотику за допомогою комерційного фотокатализатору  $\text{TiO}_2$  марки Evonik P25 проведено при опроміненні ультрафіолетом (254 нм), тривалість експерименту – 20 хв. Отримані спектри розчинів антибіотику до фотокаталізу та після нього наведено на рис. 1.

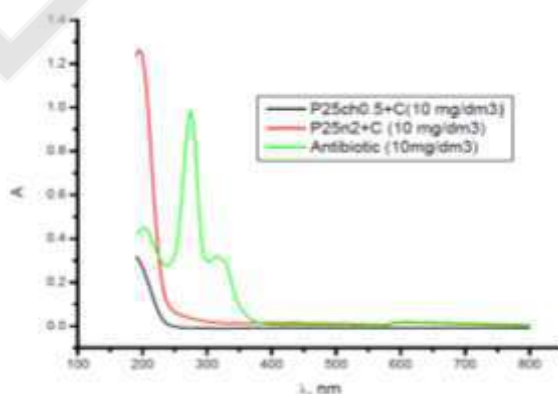


Рис. 1. Спектри вихідного розчину ципрофлоксацину ( $10 \text{ мг/дм}^3$ ) та його розчинів після фотокаталізу модифікованими зразками оксиду титану (IV) (P25ch0.5 та P25n2).

Згідно даних, що наведені на рис. 1, можна зробити висновок, що при використанні методу АОРs із застосуванням модифікованих зразків оксиду титану (IV) відбувається майже повна деструкція обраного антибіотику.

## СИНТЕЗ БІОЦИДНИХ НАНОЧАСТИНОК МІДІ

Сакара М. В., Донцова Т. А., к. х. н., доцент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», м. Київ

На сьогоднішній день одним з перспективних і популярних напрямків водоочищення є обробка їх наночастинками металів - через їх антисептичні (включаючи біоцидні, антимікробні, віруліцидні та фунгіцидні) властивості, що можна використовувати у різних галузях техніки, промисловості, косметики, побутової хімії, харчової промисловості, обробки води у якості консервантів, різних функціональних добавок, антисептичних засобів, а також у медицині. Відомо, що мідь збільшує спектр антибактеріальної дії інших матеріалів. Купрум у сполуках проявляє змінну валентність, що визначає перспективи його використання у каталізі, біомедицині та сенсориці [1].

Сучасні методи синтезу наночастинок включають лазерну абляцію, термічне розкладання, хімічне відновлення. Серед цих процесів, як правило, переважним є хімічне відновлення, оскільки воно є простим, економічно вигідним і може забезпечити поліпшений контроль розміру частинок шляхом оптимізації експериментальних факторів. Швидкість росту наночастинок залежить від різних параметрів, включаючи концентрацію іонів металів, тип відновника, рН, температуру та тривалість [2].

У даній роботі колоїдний розчин наночастинок міді отримували шляхом відновлення солі купруму ( $\text{CuCl}_2$ ) гідразином ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ). Для цього у колбі розчиняли  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - для отримання розчину з концентрацією 0,0015 М. Надалі цей розчин нагрівали та додавали концентрований розчин гідразину для отримання концентрації гідразину 4 М. Як результат - розчин із світло-жовтого кольору перетворився на бурий колоїдний розчин, що свідчило про отримання наночастинок міді. На рис. 1 відображено спектр поглинання отриманого розчину.

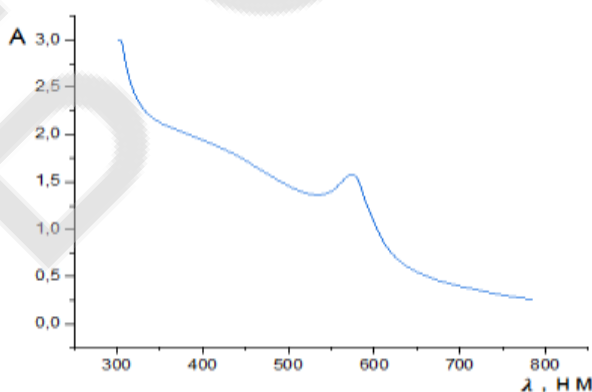


Рис. 1. Спектр поглинання розчину з наночастинками міді.

На основі досліджень можна зробити висновок, що метод хімічного відновлення дозволяє синтезувати стабільні розчини наночастинок міді, які можна використовувати для отримання нових матеріалів з яскраво вираженими бактерицидними або каталітичними властивостями.

### Джерела інформації

1. Zoolfakar A. S., Rani R. A., Morfa A. J., et al. // J. Mater. Chem. C. – 2014. – V. 2. – P. 5247–5270.
2. Dang, T.M.D., Le, T.T.T., Blanc, E.F., Dang, M.C.: Synthesis and optical properties of copper nanoparticles prepared by a chemical reduction method. Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol. 2, 15009–15012 (2011).

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗДІЛОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИНАМІЧНИХ МЕМБРАН З ПРИРОДНОГО АЛЮМОСИЛКАТУ

Семінська О. О., к. х. н., Балакіна М. М., к. х. н.

Інститут колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського НАН України, м. Київ

Вода є основою життєдіяльності та здоров'я всіх живих організмів, тому забезпечення населення якісною питною водою наразі є особливо актуальним. Питне водопостачання України здійснюється за рахунок поверхневих та підземних джерел. При цьому практично всі поверхневі водойми країни є забрудненими і не відповідають вимогам до якості питної води, тобто вода цих джерел потребує попереднього очищення перед подачею її споживачеві.

Обробка води на станціях водопідготовки питної води часто включає застосування хімічних реагентів, що призводить до вторинного забруднення води, яке є небажаним. На сьогодні все більшої популярності у сфері водоочищення набувають мембранні методи, які є не тільки безреагентними, простими у використанні та економічними, але і часто дозволяють в одну стадію видалити велику кількість забруднень. Проте в процесі експлуатації полімерні мембрани, що займають основне місце на ринку, можуть виділяти в очищену воду органічні речовини, які є або продуктами неповної полімеризації, або деструкції полімеру мембрани. Це створює необхідність пошуку природних матеріалів для одержання мембран, що забезпечить екологічність процесу підготовки питної води.

Альтернативою промисловим полімерним мембранам є використання динамічних мембран (ДМ) – композитних мембран, які утворюються шляхом формування на поверхні пористої основи напівпроникного шару із наявних у розчині, що піддається обробці, завислих мікрочастинок або розчинених речовин, які знаходяться у динамічній рівновазі з розчином. Відмінністю ДМ від наливного фільтруючого шару є затримання нею розчинених компонентів. Відмінністю від шару концентраційної поляризації є затримання всіх інших розчинених речовин разом із мембрано-утворюючою добавкою [1].

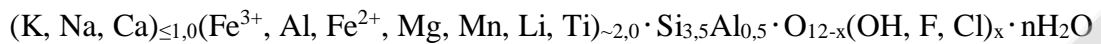
Переваги ДМ [1-3]: формування на місці безпосередньо в апараті на пористих основах будь якої форми, легкість видалення мембрани; можливість відновлення мембрани; довготривалість використання апаратури.

На ДМ можна розрізняти первинне та вторинне затримання. Первинне відноситься до мембрано-утворюючих добавок [1], в ролі яких використовують: нейтральні органічні полімери (ПВС, крохмаль, декстрини); органічні та неорганічні іонообмінники (бентоніт, пил іонітів); поліелектроліти (гумінові кислоти, поліакрилова кислота, лігнін, желатин); гідроксиди багатозарядних металів ( $Zr^{4+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Th^{4+}$  та ін) [1, 3, 4]. Важливими критеріями при виборі мембраноутворюючої добавки є: збереження транспортних властивостей мембрани, надання таких властивостей мембрані, що дозволяють попередити руйнування, за допомогою динамічного шару, як біологічними так і хімічними чинниками, нанесена добавка повинна бути стабільною в процесі експлуатації, тобто не руйнуватися та легко відновлюватися, безпечною з екологічної точки зору та не потрапляти до очищеної води [5].

Як підкладки для ДМ можуть застосовуватися різноманітні матеріали: пористі метали, скляні, керамічні графітові вироби, трекові мембрани, пористі полімерні підкладки (пластини та волокна), неткані матеріали [1].

Мета даної роботи – отримання мікрофільтрів з природних і безпечних для здоров'я людини матеріалів.

Глауконіт є представником природних алюмосилікатів і відповідає всім вищенаведеним вимогам до мембрано-утворюючих добавок. Це широко розповсюджений в природі аутогенний мінерал осадових порід, який характеризується непостійною і складною будовою [6-8]. У загальному вигляді хімічну формулу мінералів групи глауконіту можна представити у вигляді:



Крім того, до складу глауконіту як змінні катіони входять до 20 та більше мікроелементів (срібло, нікель, кобальт, молібден, берилій, барій та ін.) [7, 8].

Значними перевагами глауконіту є: широке розповсюдження, доступність, дешевизна, зерниста структура, термостійкість, радіаційна стійкість, його молекулярно-сорбційні та іоно-обмінні властивості, можливість шляхом хімічного та структурного модифікування спрямовано змінювати технологічні показники мінералу. Це зумовило використання глауконітів у різних галузях промисловості та сільського господарства [6, 8]. Саме цими властивостями мінерала обумовлений інтерес до можливості використання глауконітів в галузі водоочищення з метою підготовки води питного призначення.

Для дослідження можливостей використання глауконітів як мембрано-утворюючого компоненту було використано глауконіт Карачаєвського родовища (Хмельницька обл., Україна) різного фракційного складу: 0,4–0,5; 0,16–0,25;  $\leq 0,063$  мм. За підкладку для утворення ДМ було використано полівінілспиртовий мікрофільтр, армований 100 %-вим лляним полотном, із максимальним діаметром пор 0,7 мкм. Експерименти проводили в лабораторній установці фронтального типу з магнітною мішалкою ( $Re = 7100$ ) при робочому тиску 0,5 МПа. Дослідження основних робочих характеристик мембрани – затримуючої здатності ( $R$ ) та питомої продуктивності ( $J_w$ ) – здійснювали при вихідній концентрації іонів заліза(III) 5 мг/дм<sup>3</sup> і рН робочих розчинів 6,7–7,0. Масову концентрацію загального заліза у водних розчинах визначали фотометричним методом з о-фенантроліном [9].

Зміни робочих характеристик  $R$  та  $J_w$  мембран визначали в залежності від коефіцієнту відбору пермеату  $k$ , який є одним із найважливіших показників, оскільки його дослідження дозволяє уточнити межі застосування мембрани, тобто оптимізувати процес очищення води, отримуючи пермеат та концентрат необхідної якості, що забезпечує його подальшу ефективну переробку.

Основним механізмом розділення при використанні мікрофільтрації є ситовий, при цьому формування ДМ на поверхні підкладки змінює розмір її пор, що, в свою чергу, змінить основні розділові характеристики мікрофільтру, тобто важливим є не тільки розмір пор та матеріал підкладки [1, 3-5], а й природа та дисперсність мембрано-утворюючої добавки, що зумовлюють механізм формування ДМ [1]. Для визначення найбільш ефективних умов формування ДМ було використано глауконіт різних фракцій.

Отримані дані показали, що затримуюча здатність мікрофільтру за іонами заліза(III) зростала від 94,5 до 99,3 %; від 95,3 до 99,5 % та від 97,1 до 99,7 % відповідно у випадках використання фракцій глауконіту 0,4–0,5; 0,16–0,25 та  $\leq 0,063$  мм зі збільшенням коефіцієнту відбору пермеату до 90 %, що зумовлено відкладенням частинок глауконіту в порах і на поверхні мікрофільтра. У всіх випадках після досягнення  $k = 40$  % відбувалася стабілізація значень затримуючої здатності мембрани, що свідчить про утворення ДМ. Подальше незначне збільшення величини  $R$  свідчить про ущільнення шару ДМ. Залишковий вміст заліза до високих ступенів відбору пермеату був нижчим регламентованих норм для води питного призначення ( $\leq 0,05$ – $0,13$  мг/дм<sup>3</sup>) [10].

Питома продуктивність для всіх трьох випадків поступово зменшувалася зі збільшенням коефіцієнту відбору пермеату. Слід зазначити, що у випадку використання для формування

ДМ глауконіту з фракцією 0,4–0,5 мм після досягнення  $k = 27,5\%$  значення  $J_w$  майже не змінювалися ( $0,1171\text{--}0,1118 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ) і при  $k = 45\text{--}90\%$  значення  $J_w$  були постійними ( $0,1106 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ ). Стабільність значень питомої продуктивності мембрани є свідченням формування ДМ на поверхні композитного мікрофільтру. При цьому у двох інших випадках ДМ не сформувалася, про що свідчить постійне зменшення питомої продуктивності мембрани.

Характер кривих залежностей питомої продуктивності мікрофільтру від коефіцієнта відбору пермеату (тривалості процесу) вказує на те, що саме потрапляння частинок глауконіту до пор та/або осадоутворення на поверхні мікрофільтру є причиною зниження його  $J_w$ .

Висновки. Отримані результати показують, що використання фракції глауконіту 0,4–0,5 мм є найбільш ефективним для формування ДМ на поверхні створеного композиційного мікрофільтру, а утворена ДМ може бути використана для знезалізнення води до норм на питну воду.

### Джерела інформації

1. Свитцов А. А. Введение в мембранную технологию / М.: ДеЛи принт, 2007. – 208 с. – ISBN 978-5-94343-125-8.
2. Alepu O. Formation mechanism and Performance of dynamic membrane technology for municipal wastewater treatment – A review. / Odey Alepu, Giwa Segun, Ikhumhen Harrison // *Advances in Recycling & Waste Management*. – 2016. – V. 1. – N 2. – P. 113–117.
3. Лавренченко А. Исследование кинетических характеристик динамических мембран в процессе ультрафильтрационной очистки промышленных растворов биохимических производств / А. Лавренченко, С. Лазарев // *Вопросы современной науки и практики*. – 2015. – №3. – С. 28–33.
4. A review on dynamic membrane filtration: Materials, applications and future perspectives / M.E. Ersahin, H. Ozgun, R.K. Dereli [et. al.] // *Bioresource Technology*. – 2012. – V. 122. – P. 196–206.
5. Нечитайло Н. Теоретическое описание модификации поверхности мембран при нанесении динамического слоя. / *Строительство, материаловедение, машиностроение: Стародубовские чтения*. – 2016. – С. 126–129.
6. Цыганкова Л. Е. Глауконит Бондарского месторождения Тамбовской области – перспективный полифункциональный сорбент / Л. Е. Цыганкова, А. С. Протасов, В. И. Вигдорович, А. И. Акулов // *Вестник ТГУ*. – 2012. – Т. 17. – Вып. 2. – С. 735–741.
7. Синельцев А. А. Сорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью модифицированного гранулированного глауконита: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. : 03.02.08 / Саратов, 2016. – 160 с.
8. Чернякова Р. М. Физико-химическое исследование природного глауконита до и после сорбции катионов меди (II). / Р. М. Чернякова, Г. Ш. Султанбаева, Р. А. Кайынбаева // *Химический журнал Казахстана*. – 2016. – №2. – С. 14 – 28. – Резюме каз., англ.
9. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа (с Изменениями N 1, 2). – М.: ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2010. – 7 с.
10. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 25 с.

## СУЧАСНІ ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПИТНОЇ ВОДИ

Семко Т. В., к. т. н., доцент, Іваніщева О. А., ст. викладач

Вінницький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету, м. Вінниця

Забезпечення достатньою кількістю питної води гарантованої якості є однією з задач забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення України. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я понад 80 % усіх захворювань людини безпосередньо пов'язані з уживанням неякісної питної води. Шкоди здоров'ю населення найчастіше надає вода, шкідлива за хімічним складом та небезпечна за мікробіологічними показниками.

Питна вода досліджується за органолептичними, санітарно-хімічними та санітарно-бактеріологічними показниками. За ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» вода повинна бути прозорою, безбарвною, зі специфічним смаком та запахом, а також не містити сторонніх домішок [2].

За показниками безпеки визначають вміст солей важких металів та арсену, пестицидів, нітратів та радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ . Значення цих показників не повинно перевищувати максимально допустимих рівнів [3].

У питних водах визначають такі санітарно-бактеріологічні показники: кількість мезофільних аеробних і анаеробних мікроорганізмів (не більше ніж 100 КУО у 1 см<sup>3</sup>) і бактерій групи кишкових паличок (не більше ніж 3 у 1 дм<sup>3</sup> води). Патогенні мікроорганізми та *Pseudomonas aeruginosa* повинні бути відсутні у 1 дм<sup>3</sup> води [1].

В останні роки багато уваги приділяється використанню талої та бутильованої води.

Міжнародна асоціація виробників бутильованої води (IBWA) дає їй таке визначення: «Вода вважається бутильованою, якщо вона відповідає державним стандартам питної води, розміщена в гігієнічному контейнері та продається для споживання людиною». При цьому вона не повинна містити підсолоджувачів чи добавок штучного походження. Ароматизатори, екстракти та есенції природного походження можуть бути додані до бутильованої води в кількості, що не перевищує одного відсотка до маси води. Якщо ж цей відсоток більший, воду відносять до безалкогольних напоїв [4].

Після видобутку вода підлягає обов'язковій фільтрації – видаленню часток глини чи піску, знезараженню шляхом УФ-опромінення, а вже потім – розливанню і закупорюванню. Крім знезараження УФ-промінням, для оброблення води використовують солі срібла – обидва методи знезараження не впливають на якість та властивості води, але гарантують її безпечність [1].

Сьогодні в Україні дуже актуальним є питання розроблення нормативної документації щодо вимог до бутильованої води. Це питання актуальне і в інших країнах світу, але існує «Директива Європейського Союзу по якості води, призначеної для споживання людиною», 98/87/ЕС і ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [2].

У міжнародній Комісії ООН (Codex Alimentarius Commission) серед розлитих у пляшки або пакетованих питних вод розрізняють такі: оброблені і необроблені, з первинним природним складом (наприклад, «Софія Київська» із лимоном та «Софія Київська» з природним складом) [4].

Одним із представників на українському ринку сьогодні, що є членом IBWA, є міжнародна компанія «Чиста вода» (Clean Water). Компанія пропонує своїм споживачам воду (звичайну і фторовану питну), що відповідає стандартам IBWA. Схема технологічного оброблення такої води представлена на рис. 1.

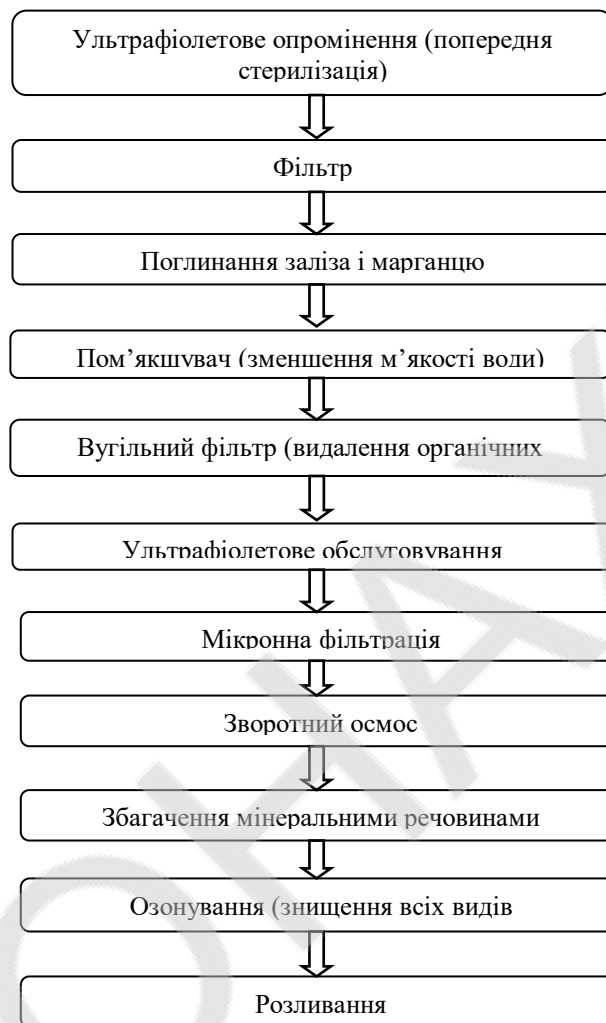


Рисунок 1. Схема оброблення бутильованої води за стандартами IBWA

Такий спосіб оброблення бутильованої води робить можливим тривалий термін реалізації (до 1 року). Оскільки вода складається і зберігається при плюсовій температурі (5-20 °С), то в ємкості, де вона міститься, створюються сприятливі умови для накопичення та розмноження мікроорганізмів. Попри те, що якість бутильованої води у більшості забезпечують підземні джерела, запобігти подальшому розмноженню мікроорганізмів у воді складно, особливо за відсутності в ній бактеріостатичних сполук [1].

Отже, до питної води ставлять достатньо високі вимоги відносно її якості і безпеки для здоров'я людини. Виконувати свою гігієнічну роль вода може лише тоді, коли вона якісна щодо органолептичних, хімічних та бактеріологічних властивостей. Тому надзвичайно важливою вимогою до продукції виробників бутильованої води в Україні є відповідність технологічного процесу її очистки стандартам IBWA.

### Джерела інформації

1. Горваль А. К. Закономірності розвитку мікробіологічних процесів у фасованій воді та умови їх стабілізації. – Дисертація на здобуття наук. ст. канд. мед. наук. – К., 2005.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені наказом МОЗ № 400 від 12.05.2010 р. – К., 2010.
3. Козярін І. П., Хоменко І. М., Мельниченко Т. І. Доброякісна питна вода –безцінний мінерал для життєдіяльності організму // Сімейна медицина. 2005. - № 3. – С. 94 – 97.
4. Ципріян В. І., Матасар І. Т., Слободкін В. І. Гігієна харчування з основами нутриціології / К.: Медицина, 2007. – 544 с.

## ВПЛИВ ТЕРМООБРОБКИ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД ТА ПОРИСТУ СТРУКТУРУ КАОЛІНУ УКРАЇНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ

Сергієнко А. О., Донцова Т. А., к. х. н., доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Мембранні технології давно і впевнено зайняли лідируючі позиції серед сучасних водоочисних технологій через можливість глибокого ступеня очищення води з водних об'єктів при їх використанні. Керамічні мембрани більш бажані для використання в мембранних процесах, так як вони мають більшу стійкість до забруднення, високу проникність, а застосування нанотехнологій при їх виготовленні дає можливість цілеспрямованого коригування їх фізико-хімічних та транспортних властивостей. У останні роки все більше привертає увагу через свою низьку вартість виробництво матриці керамічних мембран, основними компонентами якої є такі природні мінерали як цеоліти, глини, апатит, кварц та ін. Глинисті мінерали мають високі адсорбційні характеристики та бажані реологічні властивості. Каолін, який належить до глинистих мінералів, є одним з найпоширеніших мінералів у всьому світі, у тому числі й на території України.

Мета дослідження полягала у визначенні впливу процесу термообробки на фазовий склад та пористі характеристики каоліну українського походження.

Зразки каоліну (ПрАТ «Глуховецький гірничо-збагачувальний каоліновий комбінат») Kaolin0 (без термообробки) та Kaolin1100 (з термообробкою) готували методом сухого пресування на лабораторному гідравлічному пресі при тиску 8 т; внутрішній діаметр прес-форми – 2 см. Сформований зразок Kaolin1100 підлягав прожарюванню при температурі 1100 °С. Термообробку проводили у середовищі повітря у високотемпературній муфельній печі зі швидкістю нагріву 1°/хв до 95 °С із ізотермічною витримкою протягом 30 хв, зі швидкістю 3°/хв до 350 °С та зі швидкістю 2°/хв до 1100 °С з наступною витримкою при цій температурі протягом 60 хв.

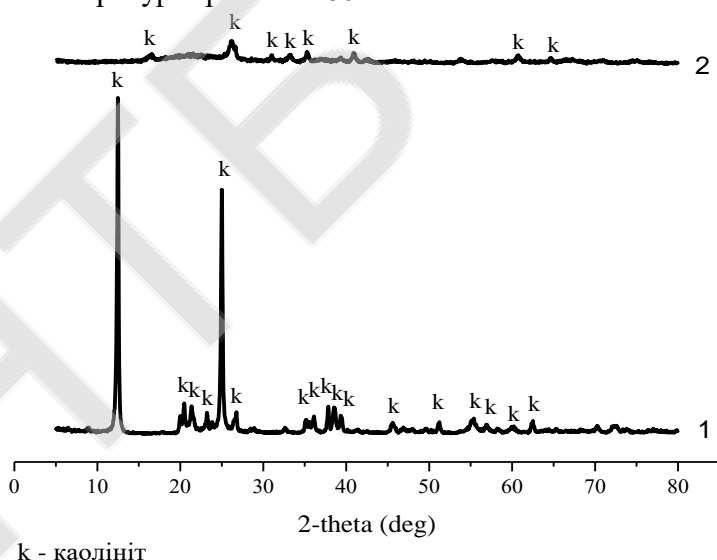


Рис. 1. Рентгенограми зразків Kaolin0 (1) та Kaolin1100 (2).

Отримані зразки каоліну Kaolin0 та Kaolin1100 досліджували рентгенофазовим аналізом (рентгенівський дифрактометр Rigaku Ultima IV (Японія) з  $\text{CuK}\alpha$  випромінюванням (40 кВт, 30 мА)) та низькотемпературною адсорбцією-десорбцією азоту (сорбтометр Quantachrome® Nova 4200e (США)). Аналіз фазового складу зразків каоліну до та після термообробки здійснювали рентгенофазовим аналізом. На рис. 1 наведено рентгенограми зразків Kaolin0 та Kaolin1100.

Зразки каоліну Kaolin0 та Kaolin1100 були ідентифіковані як чистий каолініт  $Al_4(OH)_8(Si_4O_{10})$  (без домішок) з розміром кристалітів 23 нм та 1 нм відповідно. Для зразку каоліну, прожареного при 1100 °С, спостерігається зменшення інтенсивності та зникнення частини дифракційних піків каолініту у порівнянні зі зразком Kaolin0, що пояснюється переходом каоліну в метакаолін та зародженням муліту при термообробці.

Досліджені структурно-адсорбційні характеристики наведено в табл. 1, а ізотерми адсорбції-десорбції азоту та розподіл питомої площі поверхні мезопор за моделлю БДХ представлено на рис. 2. Ізотерми зразків каоліну Kaolin0 та Kaolin1100 (рис. 2) увігнуті щодо осі  $p/p_0$  на всій відстані, відносяться до III типу, тобто є макро-мезопористими, що підтверджує значення діаметру пор (табл. 1). З представлених даних в табл. 1 можна бачити, що питома поверхня зразків каоліну без термообробки та каоліну з термообробкою становить 8 та 6  $m^2/g$  відповідно.

Таблиця 1 – Структурно-адсорбційні характеристики зразків каоліну до та після прожарювання

Параметри	Kaolin0	Kaolin1100
$S_{\text{пит}}, m^2/g$ (БЕТ)	8	6
$V$ мезопор, $cm^3/g$	0,052	0,025
$D$ , нм	3,9	3,1

Вид петлі гістерезису на ізотермах вказує на утворення клиноподібних пор з відкритими кінцями. Варто зазначити, що термообробка каоліну сприяє коалесценції пор.

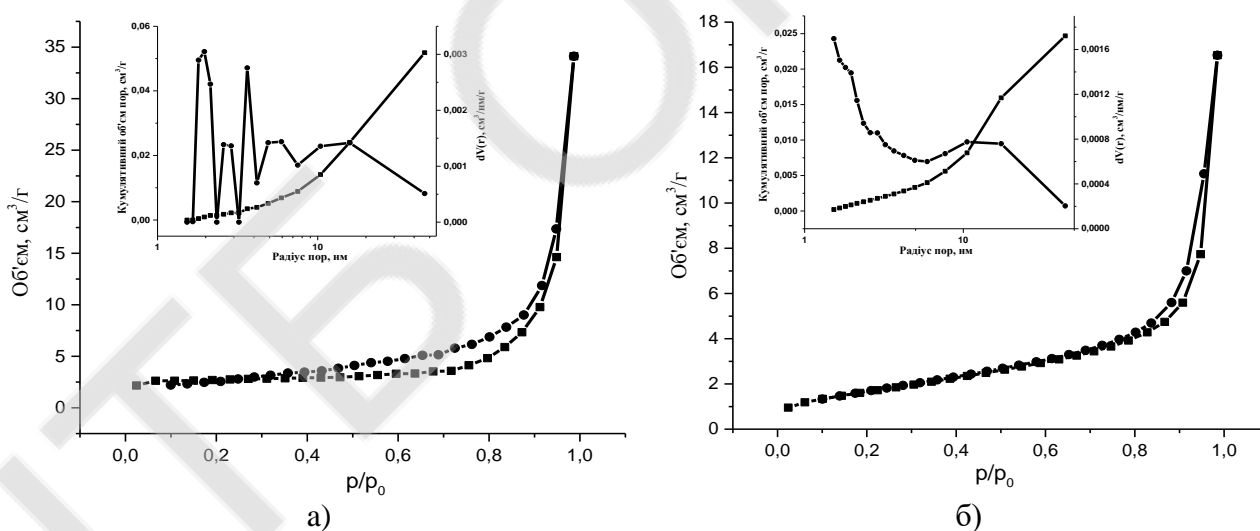


Рис. 2. Ізотерми адсорбції-десорбції азоту та розподіл питомої площі поверхні мезопор за моделлю БДХ для зразків каоліну: а – Kaolin0, б – Kaolin1100.

Отже, на підставі отриманих даних можна зробити висновок, що термообробка нативного каоліну українського родовища за 1100 °С приводить до утворення метакаоліну, що супроводжується коалесценцією пор, та є позивним моментом при створенні керамічних мембран на його основі.

## **ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ НА СПЕЦИФІКУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

**Сердюк Ю. В., магістрант спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор**

**Поліський національний університет, м. Житомир**

Зростаюча глобалізація спонукає до впровадження нових правил та процедур міжнародної торгівлі товарами та послугами, що відображає зростаючий вплив транснаціональних фірм, які опосередковано займаються водокористуванням та передачею води. Ця глобалізація торгівлі має широкі наслідки для споживачів, урядів та навколишнього середовища. Хоча об'ємна вода зазвичай не продається, за винятком відносно обмежених кількостей у пляшках, вода, що використовується для виробництва товарів, що торгуються через кордони, називається віртуальною водою, може мати великий вплив на водний баланс у басейнах та регіонах. США є найбільшим у світі експортером віртуальної води [2].

Вплив глобалізації на воду можна розглядати з двох інших перспектив: негативного впливу на воду зростаючої інтеграції світової економіки, зокрема щодо забруднення води та пов'язаної з цим деградації навколишнього середовища; і сама вода як об'єкт глобальної торгової політики.

Деякі природні ресурси, такі як нафта, природний газ, деревина, сільськогосподарська продукція, тривалий час торгуються на міжнародних ринках, не стаючи політичною проблемою. Що стосується води, то не так. Вода відрізняється від багатьох інших природних ресурсів, якими торгують, оскільки транспортні витрати дуже значні в порівнянні з заниженою економічною цінністю води і, що, можливо, що важливіше, через уявлення про право людини на воду [5].

Міжнародні проекти, що стосуються передачі води, часто викликають занепокоєння та суперечки. Однак однією з форм "торгівлі", яка є загальноновизнаною, не викликаючи особливих проблем, є природний потік води серед країн, що ділять річковий басейн або водоносний шар. Зазвичай ця операція управляється політичними угодами, а не торговими угодами. На практиці укладено лише порівняно невелику кількість угод про торгівлю необробленою водою на великі відстані. Транспортування води є дорогим і зазвичай здійснюється лише в рідкісних випадках, коли інші практики, такі як опріснення, неможливі. Майже всі такі зусилля забезпечують водою лише для дуже цінних промислових чи побутових потреб, а не для інших важливих потреб, наприклад, для виробництва продуктів харчування.

Торгівля товарами з високим рівнем споживання води з дефіцитних водних регіонів може бути економічно вигідною в короткостроковій перспективі, але вона не є життєздатною в довгостроковій перспективі і становить загрозу для досягнення інших цілей, пов'язаних з водою [2-3].

Забруднення та погіршення навколишнього середовища не передаються разом із продуктами споживачеві. Їх залишає країна-виробник, з якою потрібно мати справу. Країнам доведеться переглянути політику, щоб уникнути стимулювання споживання води з низькою вартістю та нестійкого стимулювання експорту. Це дуже складне питання, яке вимагає набагато більших досліджень, щоб знайти реальні торговельні зв'язки з водою та знайти можливі рішення, якщо торгівля спричиняє нестабільну водну практику та зменшує доступність належних водних ресурсів на місцях.

Торговельну політику та практику потрібно узгоджувати з метою стійкого водопостачання на глобальному, регіональному та національному рівнях, а також підтримувати загальний вииграш у ефективності використання водних ресурсів та стиму-

лювати країни виробляти та торгувати товарами відповідно до їх конкретних водних умов. Доступ до води може бути природною перевагою (або недоліком), який слід враховувати Світовій організації торгівлі при встановленні торгових норм. Цю проблему можна було б розглянути на поточних переговорах СОТ та Дохаському порядку денному розвитку СОТ. Оскільки вода є важливою вимогою для виробництва більшості, якщо не всіх товарів, що торгуються, це важливий вимір торгівлі, оскільки вона пов'язана з цілями сталого розвитку та іншими форумами, уповноваженими розробляти політику та угоди, пов'язані з торгівлею.

Проблема для водних менеджерів є ще більшою, коли йдеться про транскордонні водні об'єкти, особливо міжнародні. Транскордонні річки та водоносні горизонти є загальними рисами сучасного гідрологічного та політичного ландшафту. У різних країнах та групах країн, які мають спільний водоносний горизонт або річку, надзвичайно вигідно домовитись про те, як розподіляти воду під час стресу до того, як настане стрес, а не розробляти такі угоди під час стресу. Вода у транскордонних річках та водоносних шарах є ресурсом, для управління яким потрібні установи, які перетинають традиційні політичні кордони.

Необхідний процес прийняття рішень, в рамках якого менеджери з водних ресурсів повідомляють про первинне прийняття рішень та беруть участь у плануванні відповідних реакцій, взаємодіючи з основними суб'єктами та менеджерами інших секторів. Таким чином, колективне управління "поза урядами" розглядається як частина рішення, де державні та недержавні суб'єкти (громадянське суспільство, компанії та уряди) працюють разом. У цьому швидко мінливому світі найкраще вчасно адаптуватися, щоб запобігти кризам, а не адаптуватися у відповідь на них.

#### Джерела інформації

1. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.
2. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
3. Волощук М. Д. Деградаційні процеси та їх вплив на екологічний стан земельних ресурсів України. Вісник Львівського університету. Серія географічна. Львів. 2013. Вип. 44. С. 55–63.
4. Коваленко П. І., Попов В. М. Управління водорозподільними системами за принципами ресурсо- та енергозаощадження. Київ: Аграрна наука, 2011. 368 с.
5. Сташук В. А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами. Дніпропетровськ: Зоря, 2006. 480 с.
6. Хвесик М. А., Яроцька О. В. Управління водними ресурсами України. Київ: РВПС України НАНУ, 2004. 53 с.
7. Dankevych V., Dankevych Y. Management of forest and water resources in the context of administrative-territorial reform: the experience of Poland. The scientific heritage (Budapest, Hungary). VOL 6, No 55 (55) (2020). 27 – 31 p.

## **ЗМІНА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД: ВІД ГЕОЛОГО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ ДО 5-ТИ РІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СВЕРДЛОВИН (НА ПРИКЛАДІ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ)**

**Сердюк В. А., аспірант кафедри екології агросфери та екологічного контролю  
Науковий керівник – Максін В. І., д. х. н., професор**

**Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ**

Якісний склад підземних вод визначає можливість використання води для питних, санітарно-гігієнічних та виробничих потреб. Вода для утримання тварин на фермах та тваринницьких комплексах повинна бути безпечною та відповідати санітарно-бактеріологічним, фізико-хімічним і органолептичним нормам, встановленим для питних потреб ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною».

Основними досліджуваними факторами, що впливають на підземні води є:

- зниження рівня води у водоносних горизонтах: четвертинних відкладах, відкладах канівської та бучацької серії еоцену;
- зміна хімічного та санітарно-бактеріологічного складу підземних вод у ході експлуатації свердловин.

Гідрохімічний склад водоносного горизонту у 2015 році вивчали за результатами досліджень проб води, відібраних з експлуатаційних свердловин № 4, 5, 8, 9 водозабору № 3 свинокомплексів № 3, 4, 6 і тракторної бригади СП ТОВ «Нива Переяславщини», шляхом відбору поодиноких проб.

Органолептичні та санітарно-бактеріологічні дослідження підземних вод проводили під час геолого-гідрологічних робіт, отримані значення відповідали вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Проведеними гідрохімічними дослідженнями встановлено, що за катіонами та аніонами підземні води відносяться, переважно, до хлоридно-гідрокарбонатних натрієвих із сухим залишком  $600 \text{ мг/дм}^3$  та загальною жорсткістю  $2,4 \text{ ммоль/дм}^3$ .

Проведені у 2020 році дослідження проб води підземних джерел (свердловин) показали перевищення від 2 до 3 разів по показнику забарвленості, усі інші показники були в межах норми, в тому числі санітарно-бактеріологічні.

Рівень води у свердловинах за період 2015-2020 років не змінився та залишився на рівні паспортних.

**Висновки.** Зважаючи на стабільність показників якісного складу підземних вод при експлуатації водоносного горизонту у четвертинних відкладах та у відкладах канівської та бучацької серії еоцену, протягом дослідно-промислової розробки та експлуатаційного періоду, тобто 2015-2020 років, не відбулося змін хімічного та санітарно-бактеріологічного складу підземних вод, так як при облаштуванні водозабірних свердловин було здійснено комплекс заходів, спрямованих на попередження їх можливого забруднення. Конструктивні особливості водозабірних свердловин (перекриття водоносних горизонтів, затрубна цементация, герметизация гирла, відповідна організація зони суворого режиму) виключають проникнення забруднюючих компонентів як з поверхні, так і з інших водоносних горизонтів.

### **Джерела інформації**

1. Державні санітарні норми і правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10). – 2010.

## ВЫМОРАЖИВАЮЩИЕ ОПРЕСНИТЕЛИ, КОНЦЕНТРАТОРЫ, РАЗДЕЛИТЕЛИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Смирнов Л. Ф., д. т. н., профессор

Научно – Исследовательская и Внедренческая Фирма «Лед - Газогидрат», г. Одесса

Предлагаются новые технологии и подробные решения вымораживающих опреснителей (ВО) морской, соленой и загрязненной воды с получением чистой талой легкой воды (с остаточной минерализацией  $50 \div 200$  мг/л, облегченной - с уменьшенным на 25% содержанием тяжелых изотопов водорода - дейтерия и трития) высокого качества (льдоподобная структура), благоприятной по заключениям медиков, биологов и селекционеров для здоровья человека (продолжительность жизни, антираковое действие, ускоренное заживление ран и др.), и существенно увеличивающей урожайность с.-х. культур (пшеницы, овощей и др.), привес, продуктивность животных – свиней, яйценоскости кур, др. Это вода будущего.

ВО, в отличие от обратноосмотических опреснителей, помимо **высокого качества** чистой воды (важнейшее преимущество) могут дать **попутные продукты** и применения. Это холод (льдоводянная суспензия - «мягкий» лед), соли (NaCl, KCl, MgCl<sub>2</sub>, NaBr, KJ и др., разделенные и выделенные покомпонентно в сухом виде), тяжелая вода, крепкие рассолы. Их реализация существенно увеличит прибыль (в 2÷3 раза!).

Оборудование – дешевое и несложное (аппараты – бетон, давление – 1 бар), процессы опреснения – простые. Исходную соленую воду очищают в фильтре грубой очистки от взвешенных частиц. Затем из нее вымораживают лед (на теплопередающей поверхности) с удалением сначала тяжелых изотопов водорода, а затем растворенных солей и других молекулярных примесей. Лед отделяют от рассола и промывают от поверхностной соленой пленки, плавят. Расплав льда обеззараживают ультрафиолетом и окончательно очищают от тонких взвесей (укрупненным льдообразованием) в фильтре тонкой очистки.

При льдообразовании из любого водного раствора в структуру льда силами водородных связей входят только кислород и водород. Растворенные в воде соли (все без исключения) и нерастворимые примеси отторгаются и в структуру льда не входят.

Затем талая легкая питьевая вода реализуется, в основном, после малых ВО в таловодораздаточных пунктах и/или частично по договорам предприятиям по приемлемой цене  $0,05 \div 0,1$  долл./л. В больших ВО, при 10000 т/сут, и в более крупных установках (для сельхозпроизводства) экономика допускает обычную транспортировку и цену – около  $0,01 \div 0,05$  дол/л).

Примечание. Цена реализации талой легкой воды сегодня в Европе, США и Китае -  $2 \div 8$  долл./л. Цена 1-ного литра талой воды, полученной из льда, высверленного с глубины ледника, образовавшегося миллионы лет тому назад (в эпоху мезозоя), продается в США по цене 1 л хорошего коньяка.

Предлагаются следующие проекты:

**1. ДВО - Домашний вымораживающий опреснитель** производительностью 20 л/сут талой легкой питьевой воды [1]. 2,5 л/сут – из воздуха. Автомат, мощность компрессора от домашнего холодильника – 150 Вт, стоимость изготовления – до 350 долл./шт. Очищает загрязненную водопроводную и солоноватую воду, поступающую в квартиры. Показал эффективность при очистке сан-бытовой воды (типа мочи) для условий невесомости пилотируемых космических аппаратов.

Предлагается создание небольших предприятий по монтажу ДВО, например, в Днестре, Одессе, Симферополе, Мелитополе, в которых есть или были холодильные заводы.

**2. ВОТК - 1,2 - Вымораживающий опреснитель для торговых киосков** и элитных домов производительностью 1,2 т/сут талой легкой воды. 140 л/сут – из воздуха [2]. Электромощность – 2 кВт. Стоимость – 18 тыс. долл. Возможно кратное увеличение производства в типовых опреснителях – 1,2 → 2,4 → 3,6 → 4,8... до 12 т/сут.

ВОТК может также работать и как очиститель сточной воды от различных гомогенных осадков – ила, тины, слякоти, желе, студня и др. шлама. Это взвешенные мелкие частицы, часто коллоидные (концентрация  $0,5 \div 10$  %). Они трудно отделяются гравитацией и проходят через фильтры. Желатинообразная грязь, образованная при обработке поверхностной воды сульфатом алюминия, после замораживания – оттаивания превращается в чистую воду и особое вещество, которое легко осаждается и может быть обезвожено до примерно 50 % сухих веществ (по виду почва), пригодное для захоронения [3]. Эта технология проверена на заводе в г. Мацуяма.

Предлагается организация в ряде городов (Черноморске, Красноперекопске, Мелитополе, поселках Краснодарского края и др.) бригад для обслуживания ВОТК-1,2.

ВОТК-1,2 как мобильная установка, удаляющая как растворенные вещества (соли, химреактивы и др.), так и нерастворимые примеси, может быть использована в чрезвычайных ситуациях (для МЧС и войск) для обеззараживания вод с химическим, бактериологическим и радиоактивным заражением (например, стоков АЭС).

**3. ВО - 100 - Вымораживающий опреснитель морской воды** производительностью 100 т/сут талой воды (с электростанцией ЭС мощностью 60 кВт) [4, 5, 6, 9]. Стоимость ВО – 300 тыс. долл., ЭС – 300 тыс. долл. Чистая прибыль после налогов и затрат – 1,7 млн долл./год.

Опресняет морскую и соленую воду, очищает загрязненную (в том числе сточную) воду. Обеспечит чистой водой некрупные города – Мелитополь, Кривой Рог, Армянск и др.

**4. ВОК - 1000 - Вымораживающий опреснитель-концентратор морской воды** производительностью 1000 т/сут талой легкой воды (с ЭС мощностью 1МВт) [7-12]. Стоимость – 3,7 млн долл. Стоимость ЭС – 3,87 млн долл. Чистая прибыль от реализации только воды – 22 млн. долл./год. Обеспечит питьевой водой Евпаторию, Кривой Рог, Чернигов, др. Технология производства электроэнергии работает в любую погоду, днем и ночью – за счет суточной и сезонной разности температур с аккумуляторами тепла и холода [5,8,12]: 1. кипение бутана в испарителе; 2. расширение пара бутана в турбине с выработкой электроэнергии; 3. конденсация его пара в конденсаторе; 4. перекачка жидкого бутана в испаритель.

Себестоимость электроэнергии – не более 0,02 долл./кВт-ч, опреснители энергетически независимы от внешней электросети, коммерческая цена электроэнергии в Украине и в Крыму сегодня около 0,05 долл./кВт-ч.

При необходимости:

- поставка холода («мягкого льда») – 3865 кВт для кондиционирования воздуха на крупных объектах; мировая цена холода на уровне  $0 \div 5$  °С – около  $460 \div 700$  долл./кВт;
- выделение сухих солей – карбонатов, сульфатов, NaCl;
- производство тяжелой воды чистотой около 99,5 % D<sub>2</sub>O – до 74 т/год.

**5. ВОР - 5000 - Вымораживающий опреснитель-разделитель морской воды** производительностью 5000 т/сут талой легкой воды, 102,04 т соли/сут и 372 т/год тяжелой воды (с ЭС мощностью 3,5 МВт). Стоимость ВОР – 13,56 млн долл., ЭС – 10,12 млн долл. Чистая прибыль (от продажи только воды) – 103,2 млн долл./год. Не потребляет электроэнергию из электросети. Не сбрасывает рассол в природу, море. Дополнительное гарантированное и бесперебойное обеспечение питьевой водой населения, например, Донецка, Севастополя, Киева, Днепра и др.

При необходимости:

- Поставка холода («мягкого льда») – 19329 кВт для кондиционирования воздуха.

- Выплавка полученной солью метана из морских газогидратных залежей (в Черном море, например, в прогибе Сорокина, возле Ялты) на глубинах 300 ÷ 800 м обнаружены залежи газогидратов метана. Контакт газогидратов с концентрированным рассолом понижает равновесную температуру существования гидратов и приводит к их разложению с выделением метана высокого давления. Технология извлечения метана из газогидратов фирмой "Лед-Газогидрат" детально разработана. Для получения 1 кг метана необходимо закачать в донную газогидратную залежь 2,386 кг 31,7 %-ного рассола, т.е. 1 кг соли извлекает 1,322 кг метана. 102,04 т соли/сут достаточно для извлечения 49234,85 т метана/год, что при уд. объеме метана 1,6 м<sup>3</sup>/кг составляет 78,77 млн м<sup>3</sup> газа/год. Этого газа достаточно для газоснабжения Севастополя.

- Попутное выделение тяжелой воды D<sub>2</sub>O. Технология основана на превышении температур льдо- и гидратообразования дейтериевой воды над противею на 3,8 0С. Нами проверено экспериментально и подтверждено анализами методом ядроно – магнитного резонанса Радиевого института им. Хлопина В. Г. (П/я Р-6710, Ленинград) и независимо Институтом геохимии и физики минералов АН УССР – такая разность температур достаточна для постепенного повышения концентрации дейтерия в ректификационной колонне [10]. D<sub>2</sub>O – это стратегическое сырье (и не только оружейное), которое необходимо при осуществлении безопасной для природы реакции термоядерного синтеза для получения колоссального количества электроэнергии (выход из научных исследований в промышленность этой технологии ожидается до 2045 года). Стоимость тяжелой воды сегодня на мировом рынке 0,25 ÷ 0,5 млн долл./т. А стоимость получения тяжелой воды в технологии ВОР весьма минимальна (практически близка к 0), поскольку все расходы по получению чистого льда, из которого в простой бетонной ректификационной колонне выделяется тяжелая вода, относятся к опреснителю [7,11]. С каждой тонны опресненной воды попутный выход тяжелой воды составит около 0,2 кг. Город, в котором будет размещен ВОР-5000, может стать крупным поставщиком тяжелой воды в мире.

- Монтаж аналогичного ВОР-5000 недалеко от Николаевки с таловодоводом длиной 40 км до Симферополя. ВОР гарантированно обеспечит Симферополь и его ближайшие районы чистой талой легкой водой в любой маловодный период. Диаметр трубы водовода при скорости воды 1 м/с будет всего 270 мм.

Выводы: Крым, как и южные районы Украины – опытная площадка для тиражирования в центральной части Крыма (с солончатой водой) типовых малых опреснителей (1÷100 т/сут), а также для выхода на производительности 10000 ÷ 50000 т/сут (с попутными продуктами) для сельхозпроизводства Восточного Крыма. Пояснение: Себестоимость продуктовой чистой воды в ВОР - 50000 будет около 0,5 долл./т, что позволит снизить цену отпускаемой воды для сельхозпроизводства до примерно 0,01÷ 0,02 долл./л (10÷20 дол/т). С учетом того, что полив талой легкой водой увеличивает урожайность сельхозкультур (особенно овощей) примерно в 2 раза (это установлено опытами), такие цены могут быть уже приемлемыми для сельхозпроизводителей.

Очень перспективен выход технологии в страны Ближнего Востока, имеющие трудности с водообеспечением (Катар, ОАЭ и др.).

### Источники информации

1. Смирнов Л. Ф. Спосіб очищення води виморожуванням і побутовий виморожуючий опреснювач для його здійснення (варіанти). Пат. № 56512 від 11.06.2007.

2. Смирнов Л. Ф. Виморожуючий опреснювач солоної води періодичної дії. Пат. №53492, 11.06.2007.

3. Тарада Т. и др. Крупномасштабная установка для водоочистных предприятий по удалению воды из шлама методом вымораживания. «Фудзи дзихо», 1975, т. 48, № 2, С. 174 – 181.

4. Смирнов Л. Ф. Спосіб обробки водних розчинів багатоступеневим виморожуванням та багатоступеневий виморожуючий пристрій для його здійснення. Патент № 53239 від 11.06.2007.
5. Смирнов Л. Ф. Електростанція і спосіб виробництва електроенергії. Пат. №11480, 26.06.2017.
6. Wallas E. Johnson. Indirect freezing // Desalination (1978) 31 – P. 417 – 425.
7. Смирнов Л. Ф. Талая облегченная питьевая вода, соли, тяжелая вода – из вымораживающего опреснителя разделителя со «своей» электростанцией. Холодильная техника и технология, Том 53, № 4 (2017).
8. Смирнов Л. Ф. Суточная и сезонная разность температур для производства электроэнергии. Холодильная техника и технология, 2013, №4 (144), С. 41 – 50.
9. Денисов Ю. П., Смирнов Л. Ф. Разработка эффективных испарителей-кристаллизаторов для вымораживающих опреснителей. Холодильная техника и технология, 2006, №5. С.61-65.
10. Смирнов Л. Ф. О колоночной кристаллизации при концентрировании тяжелой воды газогидратным методом. Журнал прикладной химии, т.65, №1, янв. 1992, вып.1. С.138-144.
11. Смирнов Л. Ф. Технология производства тяжелой воды вымораживанием, Холодильная техника и технология, 2017. 53, №1. С. 44-50.
12. Смирнов Л. Ф. Суточная и сезонная разность температур для производства электроэнергии Холодильная техника и технология, 2013, №4 (144). С. 41 – 50.

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ

Степанова Г. О., к. х. н.

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Для підприємств молочної галузі на сучасному ринку пропонуються двостадійні локальні очисні споруди на базі анаеробної технології *FLOTAMET* та аеробної технології *FLOTOX*. Найбільшою перевагою такого рішення є відсутність фізико-хімічної попередньої стадії очищення. Дана технологія є практично не чутливою до наявності у стоках жирів та завислих речовин у достатньо великій кількості. Не менш важливим є факт, що результуюча кількість відходів очисних споруд, а саме - надлишок анаеробного та аеробного активного мулу, у разі зменшено. Варто також зазначити, що головною перевагою аеробної технології *FLOTOX* є використання для аерації поверхневих аераторів плаваючого типу. За рахунок цього значною мірою (в 2-5 разів) знижено споживання електроенергії у порівнянні з використанням повітродувки.

Стоки молокопереробних виробництв характеризуються високим вмістом ХСК та завислих речовин. Такі стоки чудово підходять для вироблення біогазу в анаеробних умовах. Для доочищення стоків від ХСК та завислих речовин, а також очищення від азоту та фосфору, необхідно використати аеробні технології.

Локальні очисні споруди (ЛОС) запропоновано виконати на базі двох стадій:

(1) Анаеробна стадія *FLOTAMET*. Процес *FLOTAMET* складається зі змішаного анаеробного реактору, за яким слідує стадія флоатації мулу з використанням біогазу. Анаеробне відділення осаду за допомогою флоатації особливо добре працює в областях з високими концентраціями завислих твердих частинок (TSS) і/або жирів, олій і мастил (FOG) або в стічних водах з високим вмістом солі. Він підходить для стоків зі значеннями ХСК до 100 000 мг/л і навіть вище та може обробляти окремі потоки стоків або комбінацію з декількох.

У частині ANAMIX реактору *FLOTAMET* відбувається фактично анаеробна обробка. Це повністю змішаний реактор, обладнаний системою перемішування для запобігання осадження і флоатації мулу. Розчинені і завислі органічні речовини в значній мірі розкладаються анаеробними бактеріями і перетворюються на біогаз.

Після вприскування циркуляційного потоку в установку SUPERFLOT – BIOGAS раптовий скид тиску призводить до утворення дрібних бульбашок біогазу, які спливають на поверхню, захоплюючи за собою пластівці осаду і відокремлюючи осад від анаеробного стоку. Оскільки замість повітря використовується біогаз, система має повністю закриту конструкцію, що запобігає появі запахів і забезпечує оптимальну продуктивність. Прозорі елементи даху використовують для контролю роботи флоатаційного установки.

(2) Аеробна стадія *FLOTOX*. Високоєфективні і здатні генерувати дуже високоякісні скиди аеробні біологічні процеси очищення стічних вод були колись рішенням, застосовуваним для очищення більшості типів промислових стоків. У даний час, з набагато більшим акцентом на енергоефективність та мінімізацію залишкових кількостей (тобто відпрацьованого) мулу, вони, в основному, обмежуються розведеними промисловими стічними водами і муніципальним застосуванням, а також у якості етапу доочищення стоків після анаеробної очистки. Однак, при наявності строгих вимог до скидання все ще неможливо розробити повну біологічну очистку для будь-якого типу стічних вод без застосування хоча б одного аеробного етапу.

У процесах аеробного біологічного очищення органічне забруднення перетворюється на вуглекислий газ і воду. Процес вимагає активної аеробної біомаси та подачі значної

кількості кисню у реактор для проведення обробки. Недоліком є те, що подача необхідного кисню часто є дуже енергоємною, особливо коли мова йде про промислові стічні води. Іншим недоліком є значне виробництво надлишкового мулу, який необхідно контролювати і, у кінцевому підсумку, утилізувати.

Система FLOTOX складається з аеротанку і установки флотації розчиненого повітря SUPERFLOT–AIR для відділення осаду. Органічні забрудники (ХСК, БСК) і аміак видаляються при аеробній обробці.

Варто також зазначити, що головною перевагою аеробної технології FLOTOX є використання для аерації поверхневих аераторів плаваючого типу. За рахунок цього значною мірою (в 2-5 разів) знижено споживання електроенергії у порівнянні з використанням повітродувок. У SUPERFLOT–AIR стічні води/шлам вводяться разом з рециркульованим чистим стоком, у якому повітря розчиняється під високим тиском. Плаваючий мул видаляється поверхневим скребком.

**Висновки:** Девелоперською компанією Ecodevelop запропонована розробка проекту та будівництво інноваційних локальних очисних споруд для підприємств молочної галузі з урахуванням специфіки галузі. Обґрунтування переваг інноваційної технології наведено у доповіді.

### Джерела інформації

1. URL: <https://www.globalwe.com/ru/tekhnologii/flotamet-ru/>
2. URL: <https://ecodevelop.ua/wp-content/uploads/2019/12/GWE-Anaerobic-treatment-brochure-rev-25-03-2019.pdf>
3. URL: <https://ecodevelop.ua/ru/innovatsijni-lokalni-ochisni-sporudi-dlya-pidpriyemstv-molochnoyi-galuzi/>

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ БУТИЛЬОВАНОЇ ВОДИ

<sup>1</sup>Степаненко Н. В., <sup>1</sup>Кравченко О. О., к. б. н., <sup>2</sup>Кузьменко Л. П., к. б. н., доцент

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

<sup>2</sup>Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, м. Ніжин

У світі спостерігається дефіцит якісної питної води [1]. Україна також має обмежені запаси прісної води і майже втратила чисті поверхневі води, які б відповідали вимогам стандартів на джерела питного водопостачання. Складною є ситуація і в Чернігівській області [2]. Більшість людей користується впродовж року бутильованою водою, яку пропонують різні виробники. Виходячи з вищенаведеного, метою нашої роботи було дослідження якості питної води виробників, продукція яких найчастіше зустрічається в торгівельній мережі міста Ніжина, з використанням методу біотестування.

Ключовими об'єктами дослідження були вибрані питні бутильовані води: «Карпатська Джерельна», «Моршинська», «Еталон», «Аqua life», «Малятко».

Оцінка якості води базувалася на дослідженні як фізико-хімічних показників якості, так і параметрах виживання кісткових риб у досліджуваній воді та контролі (гостра та хронічна токсичність). Критерієм токсичності слугувало достовірне зниження виживання риб у досліджуваній воді у порівнянні з контролем [3,4].

На першому етапі дослідження був проведений аналіз фізико-хімічних показників якості. Результати фізико-хімічного аналізу досліджуваної питної бутильованої води (табл. 1) показали, що у водах «Моршинська» та «Еталон» є незначна кількість аміаку, який за нормою має бути відсутнім.

Вода марки «Аqua life» має значну кількість хлоридів – 155,0 мг/дм<sup>3</sup>, що перевищує ГДК для питної води, крім того зафіксований також високий вміст фторидів (1,3 мг/дм<sup>3</sup>). Вміст заліза не відповідає нормі у водах марок «Карпатська Джерельна», «Моршинська» та «Еталон». Вода марки «Еталон» має найвищий вміст нітратів – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, в той час як інші марки води мають вміст нітратів < 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1 – Фізико-хімічний аналіз досліджуваних зразків води

Показники (в мг/дм <sup>3</sup> )	Карпатська Джерельна	Моршинська	Еталон	Aqua life	Малятко
Аміак ( $NH_4^+$ )	Відсутній	0,1	0,18	Відсутній	Відсутній
Нітрати ( $NO_3^-$ )	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1
Нітриди ( $NO_2^-$ )	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Хлориди	5,0	15,0	15,0	155,0	20,0
Залізо загальне (Fe)	0,017	0,017	0,03	Відсутність	Відсутність
Кальцій (Ca)	20,0	25,0	1,0	14,0	40,0
Фториди	0,04	0,04	0,12	1,3	0,5

На другому етапі проведена оцінка якості води методами біотестування. У якості тест-об'єктів ми використовували риб, які широко застосовуються у міжнародних та національних стандартах із біотестування води – гуппі (*Poecilia reticulata* Peters) [5]. За контроль використовувалася вода з водопровідної мережі м. Ніжина, яка пройшла процес дехлорування шляхом дводобового відстоювання. Після проведення експерименту

з біотестування всі піддослідні риби у контрольних акваріумах залишилися живими, що свідчить про високу достовірність отриманих результатів. За вивчення гострої токсичної дії у перші 96 годин експерименту загинув 1 мальок гуппі у воді марки «Aqua life». При вивченні хронічної дії токсичних речовин до 20 дня експерименту у воді «Aqua life» зафіксовано 40 % летальних випадків, а у воді «Карпатська Джерельна», «Моршинська» та «Еталон» загинули 20 % мальків. І тільки у воді марки «Малютко» вижили всі мальки (табл. 2):

Таблиця 2 – Кількість загиблих риб гуппі (*Poecilia reticulata* Peters) в ході експерименту з оцінки токсичності різних марок бутильованої води

Варіант	Тривалість експозиції, діб						Всього	
	3		18		20			
	Екз.	%	Екз.	%	Екз.	%	Екз.	%
«Карпатська Джерельна»	0	0	0	0	2	40	2	40
«Моршинська»	0	0	1	20	1	20	2	40
«Малютко»	0	0	0	0	0	0	0	0
«Еталон»	0	0	1	20	1	20	1	40
«Aqua life»	1	20	1	20	1	20	3	60

Таким чином, результати біотестування узгоджуються з фізико-хімічними показниками якості води.

Найгірша якість води зафіксована у бутильованій воді марки «Aqua life». Спостерігалось перевищення показників за вмістом хлоридів та фторидів, крім того спостерігалась гостра та хронічна токсичність на тест-об'єктах. Результати аналізів свідчать, що воду вказаної торгової марки не можна рекомендувати в якості питної води для використання дорослим та дітям.

Серед інших торгових марок найкращу якість має вода «Малютко», яка відповідала нормативом якості за фізико-хімічними показниками та не спричиняла гострої та хронічної токсичності у гуппі.

Отже, за результатами проведеного дослідження, єдину води, яку можна рекомендувати у якості питної для дорослих і дітей – це вода торгової марки «Малютко».

### Джерела інформації

1. Damania, R., Desbureaux, S., Rodella, A.-S., Russ, J., & Zaveri, E. (2019). Quality Unknown: The Invisible Water Crisis. Quality Unknown: The Invisible Water Crisis. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1459-4>.
2. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році [Електронний ресурс] / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/11/Natsionalna-dopovid-za-2018-rik.pdf>
3. Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. Київ: / Науковий центр екологічного моніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, 2011. – С. 112.
4. Степаненко Н. В., Міліцин А. В., Мартиненко Ю. В. Використання методу біоіндикації для визначення кості питної води. / Н. В. Степаненко, А. В. Міліцин, Ю. В. Мартиненко // Сучасні проблеми природничих наук.- Ніжин, 2019. – С. 24–26.
5. Kent M., Ojanguren A. F. The effect of water temperature on routine swimming behaviour of new born guppies (*Poecilia reticulata*) //Biology open. – 2015. – Т. 4. – №. 4. – С. 547 – 552.

## ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ЯК СКЛАДОВА РЕКРЕАЦІЙНОГО БІЗНЕСУ ВІДПОЧИНКУ

Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Рекреаційний бізнес відпочинку і оздоровлення – це комерційна діяльність, спрямована на оздоровлення та задоволення потреб людини у вільний від роботи час. Наявність цього бізнесу обумовлена рекреаційними ресурсами (природними та антропогенними), рекреаційними потребами і грошовими ресурсами [1]. Однією з функцій цього бізнесу є медико-біологічна, тобто спрямованість на оздоровлення, формування засад здорового способу життя. Першим сформулював і почав просувати наукову концепцію «здорового способу життя» професор-фармаколог Й. Брехман ще у 80-і роки ХІХ століття. З погляду сьогодення ідея здорового способу життя не містить нічого такого, про що нам не відомо: це дотримання фізичної активності, відмова від шкідливих звичок, вживання якісних продуктів харчування (органічної, екологічно чистої харчової продукції) та якісної питної води. Метою роботи був короткий аналіз результатів досліджень, проведених за нашою участю, і даних джерел інформації з питань доцільності впровадження інноваційних технологій водопідготовки, впливу води на показники безпечності та якості продуктів харчування, на санітарний стан приміщень ресторанних комплексів у готелях, інших курортних закладах, які є об'єктами рекреаційного бізнесу відпочинку і оздоровлення.

Однією з вимог ДСТУ 4269 [2] є цілодобова подача до всіх приміщень готелю води, що відповідає діючим у державі вимогам до показників її якості [3]. Це досить складна задача, тому що 12-15 % водопровідної води з мережі централізованого питного водопостачання не відповідає нормативним вимогам [4]. Прикладом може бути наявність у концентраціях, що перевищують ГДК, тригалометанів (побічний продукт хлорування води) у кубиках льоду, використовуваних у барах кафе і ресторанів, у тому числі – на морських судах. У напоях «з льодом» також були виявлені залишкові кількості цього потенційно токсичного побічного продукту [5].

У ресторанах і кафе, де для приготування напоїв, їжі використовували додатково очищену воду, у такій воді, як і в кубиках льоду, виготовлених з неї, не виявлено вмісту навіть залишкових концентрацій тригалометанів [6]. Використання інноваційних технологій додаткового очищення води є, фактично, впровадженням рекомендацій ВООЗ щодо додаткових бар'єрів на шляху забруднюючих речовин до напоїв та інших страв, що готують у ресторанах, барах тощо [6 - 9].

Ще однією інновацією слід вважати заміну хлорвмісних реагентів для знезараження води, тари, поверхонь у приміщеннях закладів готельно-ресторанного бізнесу на реагенти неокислювальної дії. Це призводить до оптимізації якості виготовленої продукції (збереження в ній корисних речовин та відсутності додаткових продуктів окислення), подовженню строків її зберігання, зменшенню потрапляння у водойми залишкового активного хлору та утворення побічних продуктів його взаємодії з органічними складовими води та, зрештою, до скорочення використання води для миття і ополіскування посуду, тари, оброблюваних поверхонь (при одночасному підвищенні якості такого оброблення) [9 - 13]. Таким чином, впровадження досліджуваної інноваційної технології сприятиме підвищенню якості (корисності та безпечності) напоїв, економічно вигідне, є безпечним для довкілля, сприятиме підвищенню конкурентоздатності готельно-ресторанного комплексу як об'єкту рекреаційного бізнесу відпочинку і оздоровлення) [14].

Висновки. Процитовані у роботі дослідження магістрантів і аспірантів кафедри свідчать про доцільність впровадження інноваційних технологій водопідготовки у закла-

дах готельно-ресторанного бізнесу (об'єктах рекреаційного бізнесу відпочинку), а також про важливість продовження практики викладання «проблем води» магістрантам, що зможуть використовувати апробовані інновації у власній роботі на таких підприємствах [14 - 16].

### Джерела інформації

1. Оцінка туристично-рекреаційного потенціалу регіону. Монографія. За ред. проф. В. Г. Герасименка. – Одеса: ОНЕУ, 2016. – 262 с..
2. Послуги туристичні. Класифікація готелів. Державний стандарт України. ДСТУ 4269:2003. – К.: Держстандарт України, 2003.
3. Гігієнічні вимоги до якості води, призначеної для споживання людиною. Державні санітарні правила і норми: ДСанПіН 2.2.4-171-10 – К.: МОЗ України, 2010.
4. Зоріна О. В. Гігієнічні проблеми питного водопостачання України та шляхи їх вирішення в умовах євроінтеграції: автореферат дис. д. біол. н. (ДУ "Ін-т громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України"). - Київ, 2019. 43 с.
5. Стрикаленко Т. В., Войтенко А. М. Тригалогенметани в кубиках льда для напиту. / Вода в харчовій промисловості: Мат-ли III міжнар. науково-практ. конф. – Одеса: ОНАХТ, 2012. С.177.
6. Стрикаленко Т. В. Вода для готельно-ресторанних закладів: аналіз деяких шляхів оптимізації водопостачання. - Водопостачання та водовідведення. – 2015. № 3. – С. 31-36.
7. Коваленко О. О., Ветров І. Д. Вода для чайних напоїв. – Херсон: Видавництво «Грінь Д.С.», 2014. 140 с.
8. Однорог Т. Идеальная вода для кофе / «Вода і водоочисні технології» - 2016, №1(79) – 2(80). С. 60-62.
9. Скубій Н., Шендрик В. Апробація технології знезаражування води для виготовлення нектару з айви у закладах ресторанного господарства. /Інтеграційні та інноваційні напрямки розвитку індустрії гостинності. Зб. тез доп. III Всеукр. міжвузівської наукової конф. студ. та аспірантів. – Одеса: ОНАХТ, 2013. С.119-122.
10. Шендрик В. Инновационная технология подготовки воды и тары для производства нектаров из айвы / Зб. наук. праць молодих учених, аспірантів та студентів. Т.1. – ОНАХТ, 2013. С.103-104.
11. Звіт «Визначення віруліцидної активності препаратів Полідез і Біоцид на моделі коронавірусу трансмісивного гастроентериту свиней» - ДУ ІЕІХ НАМН України, К., 2020. 11с.
12. Нижник Т. Ю., Марієвський В. Ф., Стрикаленко Т. В. Дослідження знезаражуючої дії розчинів реагентів на основі ПГМГ при обробленні поверхонь і води./ Мат-ли XI Всеукр. науково-практ. конф. – Одеса: ОНАХТ, 2020. С.64.
13. Мімей Т., Стрикаленко Т. Дослідження системи додаткового очищення водопровідної води у НВЛ «Ресторан-112». - Інтеграційні та інноваційні напрямки розвитку індустрії гостинності: Зб тез допов. VIII Всеукр. міжвуз наукової конф. студентів, аспірантів і молодих учених (Одеса, 9-10 квітня 2020 р.) – Одеса: ОНАХТ, 2020. С.55-56.
14. Стрикаленко Т. В., Д'яконова А. К., Коротич О. М. Інноваційна діяльність санаторно-курортних закладів: проблеми, варіанти рішень, освіта. - Social and Economic Aspects of Education in Modern Society: Proc. of the XXVI International Scientific and Practical Conference. February 25, 2021. Warsaw, Poland - Warsaw: RS Global Sp.z.O.O., 2021. P.48-55. DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_conf/25022021/7425](https://doi.org/10.31435/rsglobal_conf/25022021/7425).
15. Ляпіна О. В., Стрикаленко Т. В. Перспективи вивчення «проблеми води» майбутніми фахівцями готельно-ресторанної справи /«Туристичний та готельно-ресторанний бізнес в Україні: проблеми розвитку та регулювання»: Мат-ли VII міжнар. науково-практ. конф. – Черкаси: ЧДТУ, 2016. С. 49-51.
16. Стрикаленко Т. В. Досвід впровадження інжинірингу виробництва води як складової магістерської програми.- Science Review. – 2018 - № 5 (12), vol.1. P. 66-69. DOI: [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_sr/01062018/5627](https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/01062018/5627)

## УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВЛЕННЯ ВОДИ

<sup>1</sup>Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, <sup>2</sup>Псахіс Б. Й., професор

<sup>1</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса  
<sup>2</sup>ДП «НТЦ "Водообробка" ФХІ НАН України», м. Одеса

До важливих напрямків інноваційного розвитку нашої країни, що обговорюються постійно навіть в час пандемії COVID-19, більшість науковців і практиків відносять необхідність розвитку і впровадження нових (інноваційних) технологій оброблення води. Адже ризики недооцінки якості води, що використовується населенням для задоволення питних потреб, у промисловості та сільському господарстві, занадто великі в усьому світі. Саме проблемі цінності води – як природної, соціальної та економічної цінності – були присвячені Всесвітній День Води у цьому році [1], «The Global Risks Report 2020» [2], урочисті засідання в багатьох країнах світу і в Україні.

Результати скринінгу забруднюючих речовин у трьох найбільших річкових басейнах України (рр. Дніпра, Дністра і Дону), що були виконані у рамках проекту «Водна ініціатива ЄС для країн східного партнерства», засвідчили наявність наступних спільних речовин: фармакологічних препаратів (зокрема антидепресанту карбамазепіну), гербіцидів (тербутилазину), перевищення концентрації низки важких металів [3]. Як зазначено у цій доповіді, ситуація із забезпеченням населення України водою є чи не найгіршою в Європі, хоча по даним World Resources Institute (“National Water Stress Rankings”) за водними запасами Україна, як і США, Росія, Польща, Чехія відносяться до країн з низькою вірогідністю розвитку водного дефіциту. На засіданні в Укрводоканалекології, де була зроблена вищеназвана доповідь, констатовано відсутність стійкої інституціональної бази та запропоновано чергове «ефективне тарифне регулювання» водопостачання [3].

Аналіз джерел інформації та власного досвіду роботи у цій галузі дозволяє запропонувати для обговорення декілька напрямків управління розвитком технологій підготовки води.

До найпопулярніших напрямків досліджень та обговорень перспективності впровадження сучасних технологій оброблення води відносять (1) нанотехнології, (2) технології акустичних нанотрубок, (3) фотокаталітичні технології очистки води, (4) технології Aquaporin Inside™ і (5) технології автоматичної фільтрації [4, 5]. Проте – інтенсивний розвиток і використання в останні роки наноматеріалів і нанотехнологій вже обумовили збільшення вмісту наночастинок у об'єктах навколишнього середовища, у водоймах і біологічних рідинах організму тварин і людини, що створює потенціальну і реальну загрозу їх життю. Важливою особливістю, яка обумовлює високу токсичність наночастинок, є їхня надзвичайно висока стабільність, тому що наночастинок практично не підлягають біотрансформації в організмі і не виводяться з клітин. Разом з тим, вони можуть виконувати функції провідників (векторів) хімічних речовин і навіть мікроорганізмів до клітин, що посилює висновок стосовно їх важливого значення як чинника не лише хімічної небезпеки (синергічний ефект), але й можливої епідемічної небезпечності води.

Звіт ООН 2017 р. [6], як і пандемія COVID-19, змусили звернути серйозну увагу на очищення та використання стічних вод як безпечного і стабільного ресурсу води. Набутий у розвинутих країнах світу досвід дозволяє вважати, що це є перспективний напрямок відновлення водних ресурсів, водного господарства і довкілля, який здійснюється з використанням IPR чи DPR технологій [7, 8, 9]. IPR-технології (Indirect Potable Reuse – опосередкованого використання стічних вод для господарсько-питного водопостачання) швидко поширюються в країнах світу і включають подачу стічних вод на спеціальні

майданчики, ґрунтовий фільтрат з яких є джерелом поповнення підземних вод з подальшим їх використанням за призначенням. DPR-технології (Direct Potable Reuse – технології прямого використання очищених стічних вод без «екологічного буферу», у складі оброблених вод з поверхневих джерел водопостачання) схвалені Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) як реалістичне, практичне і відносно клімато-незалежне джерело води та позитивно сприймаються і використовуються у низці країн світу (Сінгапур, в 16 штатах США, Австралії, Намібії тощо).

В умовах збільшення глобального тиску на джерела води у світі безпечність водопостачання поселень розглядають як динамічну здатність і водної інфраструктури, і зацікавлених сторін створити умови стабільного та рівноправного доступу до відповідної кількості води прийнятної якості, забезпечити мінімізацію забруднення води та пов'язаних з водою катастроф, а в цілому – здатність зберегти екосистеми і клімат, політичну стабільність у світі [1, 2]. Нова парадигма управління водопостачанням поселень запроваджується в Ізраїлі, де пріоритетною задачею щодо оптимізації водозабезпечення населення країни визначено розробку технологій для управління національною водною інфраструктурою [10]. Прогрес цифрової водної економіки, як вважають багато фахівців, може стати трансформуючим для усієї системи водопостачання не лише в цій країні [11, 12]. Стратегічний напрямок розвитку цифрових технологій полягає у можливості (потенційній можливості) досягти ефективного управління життєвим циклом водозабезпечення поселень, підприємств і навіть сільського господарства. Тому, що знання вхідних і вихідних параметрів кожного виду водокористування дозволяє передбачити можливі ризики та напрацювати моделі поведінки задля їх уникнення. Останнє вбачає використання нових технологій, нових водних джерел тощо. Прихильники цього напрямку розвитку майбутнього водозабезпечення життя на землі вважають, що саме відсутність стратегії водокористування призвела до сьогоденної критичної ситуації. А тому – *сама потреба у розробці стратегії вимагає використання цифрових технологій, а не технології потребують «цифру» для оптимізації роботи* [13].

Розуміння проблем «водної кризи» як стану, вкрай небезпечного для життя людини і всього живого, поглибилось, безумовно, з настанням пандемії COVID-19. Адже і використання води «з крану» збільшилось, зросли і реалізація фасованих вод і напоїв, продажі водоочисних пристроїв різного ґатунку тощо. Зростає і потреба у нових фахівцях водної інфраструктури – з урахуванням, у тому числі, вище згадуваних нових напрямків розуміння шляхів виходу із водної кризи. Цій задачі серйозну увагу приділяють як міжнародні організації, асоціації, зокрема IWA, AWWA, так і уряди країн світу. Так, у новий законопроект про розвиток водних ресурсів США включено створення спеціальної грантової програми на розвиток інноваційної водної інфраструктури – для вищих навчальних закладів, некомерційних організацій – задля постійного технічного навчання і сертифікації, презентації водної професії як кращої, а також здобуття навичок взаємодії з працівниками суміжних фахів і реагування на критичні ситуації, акти тероризму у водній галузі, кібератаки тощо [14]. Вважаємо, що це надважливий напрямок ефективного управління інноваційним розвитком як інфраструктури водопостачання, так і інноваційним розвитком країни.

Кожна країна на державному рівні визначає пріоритетні напрямки управління водними ресурсами з метою удосконалення водопостачання поселень і промисловості, технологіями підготовки води. Досить низький рівень аналітичної бази та відповідних досліджень якості води у її джерелах у нашій країні, про що свідчить і названі вище результати скринінгу забруднюючих речовин у трьох найбільших річкових басейнах України [3], дозволяють вважати першочерговими ключовими задачами управління розвитком технологій оброблення води підготовку аналітичної бази і методичного супроводу впровадження нових технічних розробок і технологій, що мають еколого-гігієнічне обґрунтування. Ще жодного разу результати досліджень в Україні не цитували у оглядах виконання нормативних рекомендацій ВООЗ щодо контролю показників якості

питної води, а це свідчить, у тому числі, про недостатній рівень саме аналітичної бази (методичного супроводу, лабораторного обладнання тощо) у нашій країні [наприклад, 15]. І це не покращує оцінку ризиків від впровадження нових технологій водопідготовки.

Не менш важливим, на нашу думку, є підвищення престижу «водної професії» як такої, що потрібна не лише для галузі водопостачання населення. Адже впровадження енергозберігаючих технологій, технологій захисту довкілля, оптимізації роботи підприємств сільського господарства і харчової галузі, боротьба із засухами та повеннями, та навіть забезпечення питною водою полярників і космонавтів потребують «водних фахівців», високоосвічених та здатних до плідної взаємодії з фахівцями суміжних галузей. І це важливий напрямок ефективного управління інноваційним розвитком країни.

### Джерела інформації

1. UN World Water Development Report 2021: Valuing Water. - UNESCO, 2021. 206 p.
2. The Global Risks Report 2020.15th Edition. [National University of Singapore Oxford Martin School, University of Oxford Wharton Risk Management and Decision Processes Center, University of Pennsylvania] - World Economic Forum. Geneva, Switzerland. 2020. 102 p.
3. Крилова І. І. Оцінка води: різні підходи і необхідність ясності. URL: <https://ukrvodokanal.in.ua/wp-content/uploads/2021/03>. (Дата звернення 22.03.2021)
4. Latest Water Purification Technologies – Top Five. 5 February 2021. URL: <https://www.water-technology.net/features/latest-water-purification-technologies-top-five>. (Дата звернення 01.03.2021)
5. Нестерова С. В., Филёва Н. С. Перспективы использования нанотехнологий в водоподготовке Bulletin of Medical Internet Conferences (ISSN 2224-6150) 2017. Volume 7. Issue 6.
6. Nature-based Solution for Water. The United Nations World Water Development Report. WWD 2018. / Paris, France: UNESCO, 2018. – 154 p.
7. Tom Freyberg. Why Water Reuse is Key to a Circular Future. March 2021. URL: <https://qatium.com/blog/why-water-reuse-is-key-to-a-circular-future>. (Дата звернення 15.03.2021)
8. Angelakis A. N., Asano T., Bahri A., Jimenez B. E., Tchobanoglous G. Water Reuse: From Ancient to Modern Times and the Future. *Front. Environ. Sci.* 2018. 6:26. DOI: 10.3389/fenvs.2018.00026
9. Lior Eshed. Reuse To the Rescue. - Water Innovations. March 2021. URL: <https://vertassets.blob.core.windows.net/download>. (Дата звернення 10.03.2021)
10. Israeli AI Company Develops Tech to Manage National Water Infrastructure. URL: <https://www.jpost.com/israel-news/israeli-ai-company-develops-tech-to-manage-national-water-infrastructure-659026>. (Дата звернення 01.03.2021)
11. Trends for 2021 that Will Redefine the Future of the Water Industry. URL: <https://smartwatermagazine.com/news/idrica/trends-2021-will-redefine-future-water-industry>. (Дата звернення 05.03.2021)
12. Цифровая вода. Ведущие компании отрасли намечают направление преобразований - Sarni, W. et al. – London: IWA, 2021. – 43 с.
13. Hassan Aboelnga. Digital Transformation for Urban Water Security/ URL: <https://qatium.com/blog/digital-transformation-for-urban-water-security>. (Дата звернення 05.03.2021)
14. Mike Millette, Sean Garcia. Essential: The Next Generation of Water Workers. URL: <https://www.waterworld.com/water-utility-management/asset-management/article/14198129>. (Дата звернення 12.03.2021).
15. A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality/ Geneva, Switzerland: WHO, 2018. – 100 p.
16. Стрікаленко Т. В., Нижник Т. Ю. Місце освіти у розвитку інновацій у галузі підготовки води. – «Вода в харчовій промисловості»: Зб. тез допов. XI Всеукр. науково-практ. конф. 20-21 березня 2020 р. – Одеса: ОНАХТ, 2020. С. 87.

## ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ: ТОЧКОВІ ТА ДИФУЗНІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ ДНІПРО

Строкаль В. П., к. пед. н., доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю, Ковпак А. В., здобувач доктора філософії зі спеціальності «Екологія»

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

З кожним роком людська діяльність набирає обертів, разом з тим тиск антропогенних чинників на басейн річки стає все суттєвішим [1]. Завдяки визначенню точкових та дифузних джерел забруднення можна визначити негативний відбиток на якості вод річки [2]. *Мета роботи* передбачала дослідити ступінь впливу антропогенної діяльності на стан водних ресурсів річки Дніпро та виокремити точкові та дифузні джерела забруднення річкової системи Дніпра. Відповідно до отриманих результатів, дійшли до висновків:

1. Екологічні проблеми *Суббасейну верхнього Дніпра* зумовлені забрудненням органічними речовинами, біогенними елементами. За даними моніторингу вод Державного агентства водних ресурсів встановлено, що співвідношення між точковим і дифузним забрудненням органічними речовинами складає відповідно 38 % (житлово-комунальні господарства) та 62 % (домогосподарства та сільське населення); біогенними елементами – 24 % (точкові джерела – житлово-комунальне господарство) та 76 % (дифузні джерела – с.-г. виробництва /внесення органічних добрив, розораність/).

2. У *структурі Суббасейну середнього Дніпра* органічне навантаження зумовлене точковим та дифузним забрудненням, яке складає 54 % та 46 % відповідно. Забруднення біогенними елементами суббасейну складає N – 52 % точкове, 48 % – дифузне; P – 80 % точкове, 20 % – дифузне.

3. Вплив людини у *Суббасейні нижнього Дніпра* обумовлений тим, що у структурі переважає міське населення над сільським (84 % / 16 %), що спричинило наступне співвідношення між точковим та дифузним джерелом забруднення біогенними елементами: N – 52 % (точкове) і 48 %; P – 75 % точкове, 25 %-дифузне. Обґрунтовано, що в структурі даного суббасейну Дніпра точкове забруднення азотом переважає частку дифузного.

4. Суббасейн річки Прип'ять найбільший за площею басейну. Розглядаючи забруднення органічними речовинами, між точковим і дифузним забрудненням розподіл наступний: 36 % і 64 % відповідно. Співвідношення між точковим та дифузним джерелами надходження сполуки азоту становить – 18 % (точкове), 82 % (дифузне), фосфору 80 % (точкове), 20 % (дифузне).

Наступним етапом продовження досліджень виступає виокремлення основних маркерів, які характеризують і показують найвагомійший вплив антропогенної діяльності на стан водних ресурсів річки Дніпро.

### Джерела інформації

1. Строкаль В. П. Антропогенне навантаження на стан водних та земельних ресурсів: проблеми локальних територій України. Збалансоване природокористування, 2020(2): С. 119 - 128.

2. Strokal, V., Kovyak, A. The basin approach for water resources management in Ukraine: the SWOT analysis. Scientific journal «Biological Systems: Theory and Innovation», 2020. 11(4): p. 35 - 56.

## ПЕРІОДАТИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД ФЕНОЛУ ТА ЙОГО ГАЛОГЕНОПОХІДНИХ

Сухацький Ю. В., к. т. н., Андрєєва А. Ю.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Фенол виявляє властивості протоплазматичної отрути і є небезпечним для будь-яких тканин живих організмів. Галогенопохідні фенолу найчастіше застосовують як пестициди, гербіциди, фунгіциди. Наявність фенолу та його галогенопохідних у воді становить значну небезпеку як для людини, так і водних екосистем. Тому пошук нових методів деградації фенолу, як компоненту стічних вод хімічної, нафто- та коксохімічної, вугільної промисловості, є актуальним науково-прикладним завданням.

В основі сучасних технологій деградації фенолу знаходяться комбінації ультразвукового (УЗ-), мікрохвильового (МХ-) або ультрафіолетового (УФ-) випромінювання з реагентами-окисниками. Періодати – це окисники селективної дії щодо сполук, які містять карбонільні або гідроксильні групи [1]. Активація періодатів у водному середовищі під впливом УЗ-, МХ- або УФ-випромінювання супроводжується утворенням широкого спектру потужних окисників – високоактивних радикалів (гідроксильних, періодильних, йодильних), інтермедіатів ( $\text{IO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{O} (^3\text{P})$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$ ) [2], які й беруть участь у деградації фенолу. Seid-Mohammadi зі співробітниками [3] встановили, що внаслідок комбінації УЗ-випромінювання та реагентного оброблення водного середовища (величина рН – 3) з концентрацією фенолу  $50 \text{ мг/дм}^3$  натрію періодатом (концентрація –  $3 \text{ ммоль/дм}^3$ ) впродовж 90 хв. вдалось досягнути ступеня деградації фенолу 87,8 %. Введення у реакційне середовище наночастинок заліза зумовило генерування додаткової кількості гідроксильних радикалів (за процесом Фентона), а це призвело до підвищення ступеня деградації фенолу до 96,6 % та зменшення тривалості процесу на 30 хв. [4]. Використання МХ-випромінювання з потужністю 600 Вт для активації натрію періодату (концентрація –  $0,2 \text{ моль/дм}^3$ ) впродовж 30 хв. дало змогу досягнути ступеня деградації фенолу (концентрація –  $100 \text{ мг/дм}^3$ ) у синтетичних стічних водах (величина рН – 11) до рівня 98,8 % [1]. Виявлено, що найбільшу роль у процесі окиснення 4-хлорофенолу відіграють атомарний Оксиген та йодильні радикали [2], які утворились під час фотоактивації періодатів.

Отже, активація періодатів УЗ-, МХ-, УФ-випромінюванням або за використання наночастинок металів супроводжується утворенням широкого спектру потужних окисників, які надзвичайно ефективні у технологіях очищення стічних вод від фенолу та його галогенопохідних.

### Джерела інформації

1. Oxidation of phenol from synthetic wastewater by a novel advance oxidation process: microwave-assisted periodate / A. M. Seid-Mohammadi, G. Asgari, A. Poormohammadi, M. Ahmadian // Journal of Scientific & Industrial Research. – 2016. – Vol. 75. – P. 267 – 272.
2. Chia L.-H. Kinetics and mechanism of photoactivated periodate reaction with 4-chlorophenol in acidic solution / L.-H. Chia, X. Tang, L. K. Weavers // Environ. Sci. Technol. – 2004. – Vol. 38. – P. 6875 – 6880.
3. Phenol disgrace via periodate in integrating by using supersonic radiation / A. Seid-Mohammadi, G. Asgari, R. Shokoohi, S. Adabi // Journal of Medicine and Life. – 2015. – Vol. 8. – Special Issue 3. – P. 233 – 237.
4. Degradation of phenol using US/periodate/nZVI system from aqueous solutions / [A. Seid-Mohammadi, G. Asgari, R. Shokoohi et al.] // Global NEST Journal. – 2019. – Vol. 21. – No. 3. – P. 360 – 367.

## REMOVAL OF IRON FROM WATER BY OXIDATION ON MAGNETITE

**Tverdokhlib M., Cand. Sc. Tech., Gomelya M., Dr. Sc. Tech., Professor,  
Shabliy T., Dr. Sc. Tech., Professor**

**Department of Ecology and Technology of Plant Polymers, National Technical University  
of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv**

Intense pollution of the surface and groundwater sources has led to deterioration in the drinking water quality. Most water resources, including artesian wells, are contaminated with iron compounds that accumulate in the human body and lead to the development of chronic diseases. Usually, iron in natural waters may be present in concentrations from 5 to 20 mg/dm<sup>3</sup>. According to WHO standards, iron content in drinking water is permitted only up to the concentration of 0.3 mg/dm<sup>3</sup>. The use of such water for drinking purposes without prior purification is impossible. The vast majority of water's deironing technologies are obsolete. In view of this, the search, development and implementation of efficient and energy-saving methods for deironing of drinking groundwater remain important tasks in the process of water treatment. That is why, the use of new high-performance materials with appropriate characteristics is promising and appropriate.

The problem of extracting iron from natural and wastewater remains unresolved, despite the large number of publications [1]. If the known methods of water deironing are considered, the most common technique of groundwater deironing is the method of simplified aeration [2]. In this case, the oxidation of iron in water is realized through the contact of water with air and its subsequent settling and filtration. In recent years, research has been actively conducted on the use of highly dispersed sorbents and catalysts that contain particles with magnetic properties. Such materials show increased activity under the conditions of catalytic reactions and promote acceleration of processes. One such material includes the nanoparticles formed on the basis of ferrites. Sorbents synthesized due to iron oxide compounds are actively used in various chemical technologies. It was found that magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) nanoparticles show sorption activity against heavy metal salts [3].

This is due to the fact that iron (II) and iron (III) ions in the presence of oxygen can complete the crystal lattice of magnetite. That is, activated adsorption can be observed. In addition, activated adsorption is characterized by high activation energy and low process rates. On the other hand, the magnetite particles are 7 - 10 nm in size, which means that they have a highly developed surface. In [4] it was shown that the oxidation of Fe(OH)<sub>2</sub> precipitate produces magnetite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Thus, in this case, during the oxidation of iron on the surface of magnetite, a significant part of it is included in the crystal lattice of the catalyst. Therefore, along with the catalytic activity of magnetite, its sorption properties in relation to iron compounds in water can be observed. The aim of this work was to study the oxidation of iron ions in the presence of magnetite and evaluate the effectiveness of its use as a sorbent-catalyst for deironing of water.

It is known that the rate of iron (II) oxidation in water increases not only with increasing pH of the medium, but also with the use of catalysts. Even the products of iron oxidation can be catalysts for the oxidation of iron (II). Therefore, the efficiency of using magnetite as a catalyst for the removal of iron ions from water was investigated. The experiment was performed similarly to the previous studies, analyzing the samples of solutions for iron content every 30 minutes. As can be seen from Figure 1, when using magnetite in the amount of 100 mg/dm<sup>3</sup>, the oxidation rate increased significantly. At an iron concentration of 5 mg/dm<sup>3</sup>, its bulk was oxidized in 30 minutes. At an iron (II) concentration of 15 mg/dm<sup>3</sup>, it was completely oxidized in less than 120 minutes, at a concentration of 25 mg/dm<sup>3</sup>, the iron was oxidized in less than

150 minutes, and at 30 mg/dm<sup>3</sup> in less than 180 minutes. At the same time, with increasing iron concentration, the residual pH decreased the more, the higher the iron concentration was.

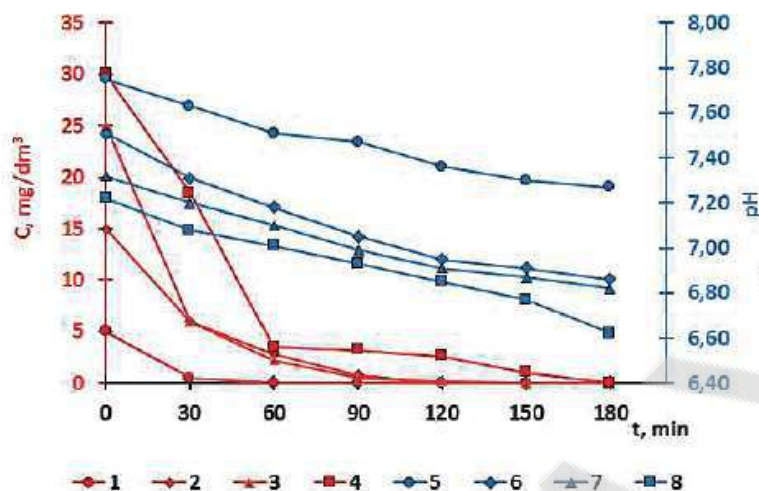


Fig. 1. Change in the concentration of iron ions (1; 2; 3; 4) and the pH of the medium (5; 6; 7; 8) with time of mixing of solutions of iron (II) in tap water at initial concentrations of iron, mg/dm<sup>3</sup>: 5 (1; 5); 15 (2; 6); 25 (3; 7); 30 (4; 8), at a dose of magnetite 100 mg/dm<sup>3</sup>

When using iron in concentrations of 5 – 30 mg/dm<sup>3</sup>, the residual pH of the solutions decreased from 7.75 to 6.62. Even higher oxidation rates of iron were observed when using magnetite in the amount of 200 and 500 mg/dm<sup>3</sup>. At a dose of magnetite of 200 mg/dm<sup>3</sup>, at an iron concentration of 5 mg/dm<sup>3</sup>, its complete oxidation was achieved in less than 30 minutes. At a dose of magnetite of 500 mg/dm<sup>3</sup>, complete oxidation of iron was achieved in less than 30 minutes at iron concentrations of 5 and 15 mg/dm<sup>3</sup>. Iron was oxidized fairly quickly at iron concentrations of 25 and 30 mg/dm<sup>3</sup>. It should be noted that at a dose of magnetite of 500 mg/dm<sup>3</sup>, effective oxidation of iron occurred at pH 5.70 - 6.05. It is obvious that magnetite is a complex reagent with sorption and catalytic properties. This is due to the fact that iron (II) and iron (III) ions in the presence of oxygen can complete the crystal lattice of magnetite. That is, activated adsorption can be observed.

With increasing initial concentration of iron in solution, the time of complete purification of water from iron increases. The rate of purification of water from iron increases along with the dose of magnetite. At a concentration of magnetite of 500 mg/dm<sup>3</sup> for 30 minutes, iron was completely removed from the water at concentrations of 5 and 15 mg/dm<sup>3</sup>, and at a concentration of iron ions of 25 mg/dm<sup>3</sup> for 30 minutes, the degree of iron recovery was reached at 97.6%.

In general, if the results given above are considered, it can be said that when using magnetite, the rate of oxidation and sorption of iron increases so much that in 30 minutes most of the processes are completed. Therefore, when using magnetite at doses of 200 and 500 mg/dm<sup>3</sup>, kinetic studies were performed with a time interval between the sample analyses of 10 minutes. The results are shown in Figure 2. In this case, at a dose of magnetite of 200 mg/dm<sup>3</sup> and an iron concentration of 5 mg/dm<sup>3</sup>, purification took place in almost 10 minutes.

Other experiments lasted 40 – 50 minutes. Within an hour, water purification from iron was noted in all experiments. At a dose of magnetite of 500 mg/dm<sup>3</sup> (Fig. 2) only at an iron concentration of 30 mg/dm<sup>3</sup>, the purification process lasted more than 40 minutes. In this case, as in previous experiments, there was a significant acceleration of the process of removing iron from water using catalyst sorbents.

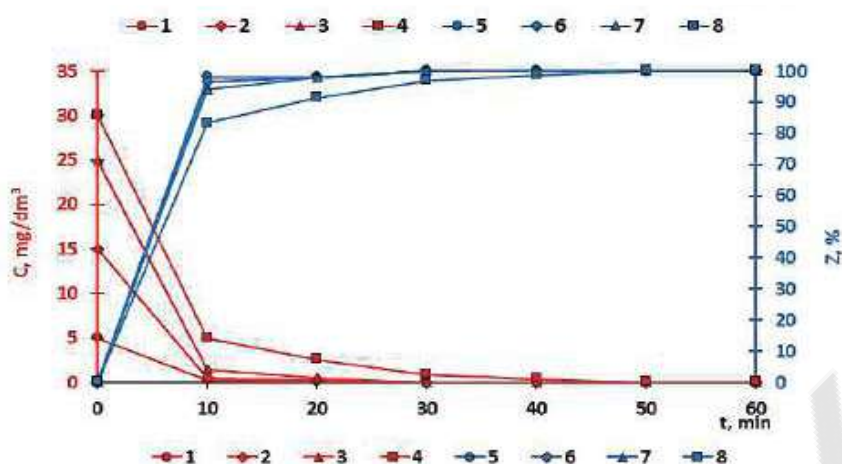


Fig. 2. Dependence of iron concentration (1; 2; 3; 4) and degree of iron extraction (5; 6; 7; 8) from solutions of ferrous sulfate in tap water on the time of mixing of solutions at initial iron concentration,  $\text{mg}/\text{dm}^3$ : 5 (1; 5); 15 (2; 6); 25 (3; 7); 30 (4; 8), at doses of magnetite  $500 \text{ mg}/\text{dm}^3$  (Final pH: 7.24 (1); 6.90 (2); 6.79 (3); 6.24 (4))

### Conclusion

It was shown that the magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  as a catalyst used for purification of water from iron ions. As-prepared  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles were successful for aqueous solution iron removal. Batch experiments investigated the influence of pH, contact time and adsorbate/adsorbent concentration on  $\text{Fe}^{2+}$  adsorption. Experimental results suggest that the adsorption capacity of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles towards metal ions depends on the from the concentration of magnetite and iron in water. The oxidation efficiency decreases with increasing iron concentration from 5 to  $30 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . Maximum iron removal occurred at  $\text{pH} \geq 6$ . At magnetite dose of  $200 \text{ mg}/\text{dm}^3$  and an iron concentration of  $5 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , its complete oxidation was achieved in less than 30 minutes. At magnetite dose of  $500 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , complete iron oxidation was achieved in less than 30 minutes at iron concentrations of 5 and  $15 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . It should be noted that at a magnetite dose of  $500 \text{ mg}/\text{dm}^3$ , effective iron oxidation also occurred at  $\text{pH} 5.70 - 6.05$ . The value of the sorption capacity of magnetite increases with an increase in the concentration of iron in the solution and with a decrease in the dose of magnetite with an increase in the mixing time and the degree of iron extraction. This is quite logical and fully corresponds to the ideas about sorption processes, including activated adsorption. In conclusion, it is here demonstrated that the magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles can be efficiently used as an effective, convenient and low-cost material for the removal and recovery of iron from water.

### References

1. Khatri N. Recent strategies for the removal of iron from water: A review. / N. Khatri, S. Tyagi, D. Rawtani // *Journal of Water Process Engineering*. – 2017. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.08.015>.
2. Яворський В. Т. Перспективні напрямки очищення свердловинних вод від сполук Феруму. / В. Т. Яворський, Л. В. Савчук, О. І. Рубай // *Вісник НУ «Львівська політехніка»*. – 2011. – URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/10802>
3. Радовенчик В. М. Застосування феритних матеріалів в процесах очищення води: монографія / В. М. Радовенчик, О. І. Іваненко, Я. В. Радовенчик, Т. В. Крисенко – Біла Церква: Видавництво О. В. Пшонківський, 2020. – 215 с.
4. Rashid H. Synthesis and Characterization of Magnetite Nanoparticles with High Selectivity Using In-Situ Precipitation Method [Електронний ресурс] / H. Rashid, M.A. Mansoor, B. Haider // *Separation Science and Technology*. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1080/01496395.2019.1585876>.

## КУЛЬТУРА ВОДОСПОЖИВАННЯ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ

Трофімович О. С., бакалавр, Циганкова С. В., бакалавр, Демішева К. Р., бакалавр,  
Ляпіна О. В., к. х. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

В Україні стрімко розвивається ринок бутильованих вод. Потреби споживача та його вподобання є основними чинниками, що впливають на функціонування ринку. Задоволення вимог споживача є основою ефективного функціонування та конкурентоспроможності підприємств на ринку бутильованих вод. На ринку представлено безліч видів мінеральних та бутильованих питних вод, вироблених в різних країнах.

Основним завданням даного дослідження є аналіз якісних навичок споживання мінеральної та бутильованої води людьми різних вікових категорій, їх вподобань щодо типу та складу води.

Методи роботи:

- опитування людей по самостійно розробленій анкеті;
- аналіз отриманих результатів.

Результати. Опитування проводили протягом 11 днів в Одесі та Одеської області. Було опитано 61 респондент різної статі та вікової категорії (від 18 до 61 років). Переважну більшість опитаних складала молодь у віці до 20 років – 49 %, від 20 – 30 років – 23 % і старші за 30 років – 28 %.

Проведене дослідження дало змогу охарактеризувати певні вподобання споживачів щодо вибору типу води. Так, за результатами опитування встановлено, що бутильовану питну воду споживають 49,2 % респондентів.

Порівнюючи отримані дані з результатами подібного опитування, проведеного у 2012 році, відзначили, що у 2012 р сильногазованій воді віддавали перевагу 40,3 % від загальної кількості споживачів у віці 12-65 років, слабогазовану обирали 39,8 %, тоді як принципової різниці не бачили 19,9 % споживачів [1]. У даний час вподобання споживачів значно змінились: сильногазовану воду любляють 26,2 % споживачів, слабогазовану – 24,6 %, а 49,2 % віддають перевагу негазованій воді.

Серед опитаних природним мінеральним бутильованим водам віддають перевагу – 16,4 %, тоді як 32,8 % респондентів вживають будь-яку бутильовану питну воду, а 34,4 % використовують водопровідну оброблену воду (відстояну або очищену домашнім фільтром).

За даними досліджень важливою передумовою при здійсненні вибору бутильованої води вважають торгіву марку. Споживач дуже прискіпливо відноситься до вибору води, тому важливість бренду відмічають 49,2 % споживачів. Разом з тим, 29,5 % опитаних не бачили різниці між марками та властивостями води, керуючись тільки ціною пляшки з водою, що дозволяє виходити на ринок новим виробникам.

Відносно об'єму пляшок, який користуються найбільшим попитом, опитування показало, що ємкості 0,5–2 л купують 70,5 % респондентів, причому найчастіше - пляшки 0,5 і 1,5 літрові, а ємкості у 5,0–6,0 л купує 29,5 % споживачів

Проведене дослідження показало наявність певної культури водоспоживання. Все більше споживачів більш зважено підходять до вибору бутильованих вод, що є важливим сигналом для виробників (відносно якості продукції, яку вони представляють на ринок).

### Джерела інформації

1. Малишева Н. Ю. Вплив поведінки споживачів на функціонування та розвиток ринку мінеральних вод України // Електронний журнал «Ефективна економіка» № 7, 2013.

## REGULARITIES OF COAGULATION PURIFICATION OF WATER BY IRON SULPHATE COAGULANT

Fedenko Yu. M., PhD, Ozhinska A. O.

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

Coagulation (from Latin coagulatio-coagulation, condensation), the combination of particles of a dispersed phase in aggregates due to adhesion (adhesion) of particles in their collisions. Collisions occur as a result of Brownian motion, as well as sedimentation, movement of particles in the electric field (electrocoagulation), mechanical action on the system (mixing, vibration), etc [1].

Characteristic features of coagulation are an increase in turbidity (intensity of scattered light), the appearance of flocculent formations - floccula hence the term flocculation, often used as a synonym for coagulation), the separation of the initially stable to sedimentation system (sol), with the separation of the dispersed phase in the form of coagulum (sediment, cream). With a high content of dispersed phase particles, coagulation can lead to the curing of the entire volume of the system due to the formation of spaces, a grid of coagulation structure (see gels, structure formation) [2-4].

So, the aim of presented work was to research regularities and scientifically substantiate coagulation purification of real samples of natural lake water from Kyiv.

The solution of  $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)$  of different concentrations (25, 50, 100, 200, 300, 400 mg/L) had been used as coagulant. The sample of salt  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (ch.p., manufacturer - China) had been dissolved in distilled water for preparation of working solution of the coagulant. Working solution of  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  had the concentration 1 g/L. Iron coagulant had been used because it works at the widest range of pH (4÷11).

Sample of water for coagulation had been taken from one of lakes in Kyiv. The investigated water had been researched without pH correction.

Figure 1 illustrates the dependence of the transparency of water on dosage of the coagulant.

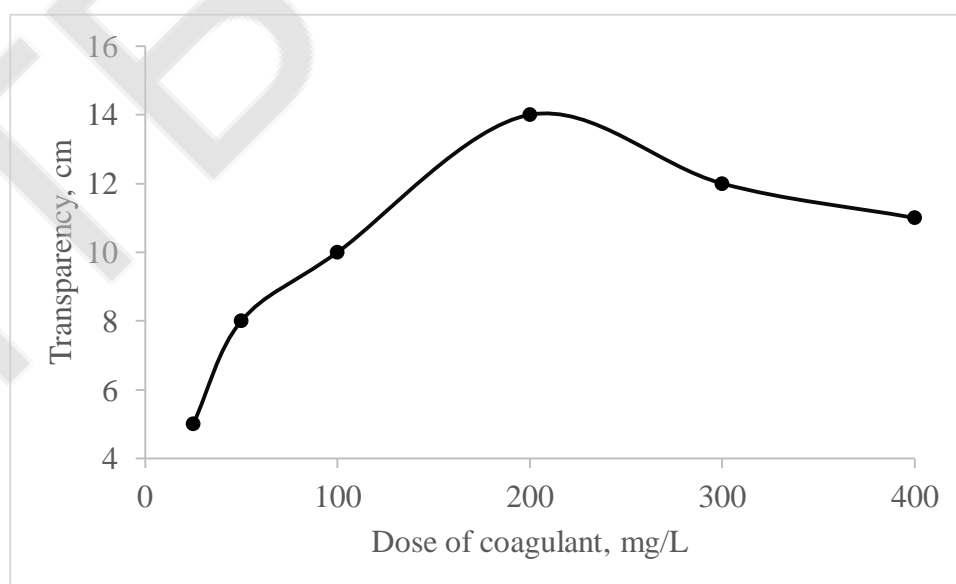


Fig. 1 The dependence of the transparency of water on dosage of the coagulant.

As can be seen from fig. 1, the transparency of water is obviously increased and maximum of it is observed at the dose of coagulant 200 mg/L. If the concentration of coagulant exceeds 300 mg/L, the transparency of water begins to decrease. This connects with additional water pollution by the solution of coagulant and shows that coagulation of investigated samples should be conducted at concentrations of the coagulant 200 mg/L. So, investigated water is related to the category of high-muddy waters.

### References

1. Зонтаг Г., Штрэнге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем, пер. с нем., Л., 1973.
2. Дерягин Б. В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок, М., 1986.
3. Запольский А. К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды, Л., 1987.
4. Vieno N., Tuhkanen T., Kronberg L. Removal of Pharmaceuticals in Drinking Water Treatment: Effect of Chemical Coagulation // Environmental Technology, 2006. – Vol. 27. – p. 183 – 192.

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ДИСКОВЫХ БИОФИЛЬТРАХ**

**Фесик Л. А., к. т. н., доцент, Голубова Д. А., к. т. н., доцент,  
Сорокина Н. В., к. т. н., доцент, Ковальчук В. В., студент, Сухина И. В., студентка**

**Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса**

За последние годы накоплен определенный научно–технический материал о работе полупогружных дисковых биофильтров (ДБ) в различных условиях, который указывает на эффективность применения этого биоокислителя для очистки различного рода сточных вод.

В нашей стране более пятидесяти лет велись исследования по применению ДБ для очистки сточных вод бродильных производств, спиртзаводов, картофеле-крахмальных заводов, целлюлозно-бумажной промышленности, свиноводческих комплексов и других. Результаты этих исследований свидетельствуют об экономической эффективности применения ДБ как перспективных сооружений биологической очистки сточных вод.

Детальный анализ данных зарубежных и отечественных исследователей и результаты собственных теоретических и экспериментальных разработок позволили составить обобщенные представления об основных закономерностях изъятия загрязнений.

1. Прохождение суммарного процесса очистки можно представить в виде параллельно протекающих этапов:

- адгезия нерастворенных веществ на поверхности биопленки;
- сорбция растворенных органических загрязнений на поверхности биопленки;
- изъятие загрязнений, осуществляемое отторгнутой биопленкой при ее движении совместно с потоком очищаемой жидкости;
- окисление загрязнений в биофильтре преимущественно происходит в биопленке и определяется ее возрастом.

2. Особенности конструктивного оформления биомодулей оказывают влияние на гидродинамический режим обтекания активной поверхности, а, следовательно, и на процессы массопереноса.

3. Температурный фактор существенно влияет на скорость протекания процесса очистки.

4. Линейная скорость потока жидкости влияет на толщину диффузионного слоя у поверхности омываемой биологической пленки и, следовательно, на массоперенос загрязнений в целом. При достижении турбулентного пограничного слоя интенсивность массопереноса пропорциональна градиенту концентрации.

5. Растворенный кислород участвует в процессе очистки как функциональный элемент жизнедеятельности микроорганизмов.

6. Общий объем и интенсивность образования биопленки определяют суммарную сорбционно-окислительную мощность биореактора.

7. ДБ могут применяться в условиях больших колебаний загрязнений сточных вод.

8. В установках можно поддерживать большую концентрацию микроорганизмов биопленки, что позволяет обеспечить эффективность очистки стоков в 3-7 раз выше, чем в установках с традиционными аэротенками, и в 40-60 раз выше, чем с традиционными биофильтрами; ДБ требуют 15 % энергозатрат аэротенка.

Проведенный анализ выполненных работ позволяет отметить, что ДБ являются наиболее перспективными как по эффективности очистки сточных вод, так и по технико-экономическим показателям.

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Цапенко О. А., Девятьярова Л. І.

Одеський технічний фаховий коледж ОНАХТ, м. Одеса

Донедавна, через незначний вплив людини на природу, водні системи знаходилися у рівноважному стані. І якщо цей стан змінювався (наприклад через повінь), то через деякий час стан відновлювався самостійно. Але, через зміну гідрологічного режиму, занадто великого впливу НТР на екосистеми, природа вже не справляється. Це призвело до порушення екологічної рівноваги у співвідношенні компонентів екосистем. У результаті цього відбувається заміщення цінних видів рослин і тварин на менш цінні, знижується їхня різноманітність.

Відомо, що водопровідна питна вода збирається з річок, озер чи водосховищ. Погіршення якості води та зменшення водності й біологічної продуктивності річок і озер стало результатом впливу антропогенних явищ на ці водойми. Як приклад подібних явищ можна навести «цвітіння води» через надходження органічних забрудників. Цілеспрямована зміна гідрологічного режиму може зумовити як позитивний, так і негативний вплив на формування якості вод, зокрема призвести до погіршення екологічного стану водних екосистем, або, навпаки, створення сприятливих умов для існування заплавної екосистем і очищення вод пониззя річки від забруднень. І найголовніше, при створенні нових систем використання природних вод необхідно ретельно аналізувати ступінь майбутньої зміни екосистем [1].

Населення України не забезпечується якісною та безпечною для здоров'я питною водою через високий рівень техногенного навантаження на водойми та використання застарілих технологій підготовки питної води. Велика кількість жителів країни використовує неякісну воду для своїх життєвих потреб, що призводить до загроз здоров'ю та має вплив на організм людини в цілому. Основними причинами цих проблем є надходження у питну воду великої кількості неорганічних та органічних забруднювачів через застосування в технології підготовки питної води хлору, відсутність сорбційних фільтрів тощо.

Також велику небезпеку становлять забруднення природних вод побутовими стоками, бо така вода містить у складі збудники різноманітних інфекційних захворювань. В Україні більшість джерел питного водопостачання за рівнем забруднення наблизилися до III класу (дуже забруднена), але все одно незмінними залишаються технології очищення та склад очисних споруд. Тому у наш час великим проблемами залишаються водопостачання населення та якість питної води, потреба їх вирішення має загальнодержавне стратегічне значення.

Ситуація у більш розвинутих країнах врегульовано краще. Для зниження ймовірності аварії використовуються штрафи, введені квоти на викиди шкідливих речовин тощо. У випадку квотування викидів, населення або екологічні організації можуть викупити у підприємства ці квоти та заборонити йому шкідливі викиди, або підприємства також можуть перекупити один в одного дозволи на викиди [2].

На сучасному етапі розвитку існує шість основних груп очищення води для подальшого споживання [3]: біологічні, механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні та фізико-хімічні методи.

Проте наявні засоби не завжди є доступними або достатньо ефективними для забезпечення людства якісною питною водою. Тому постійно створюються нові методи та технології. Наприклад, у нерозвинених країнах питна вода береться зі стічних вод, проте найчастіше вона забруднена (у країнах, що розвиваються, 80 відсотків стічних вод скидається у водні шляхи без очищення [4]). Дана ситуація стала поштовхом до розробки

портативної сонячної й вітрової систем фільтрації води, що може дати протягом дня понад 20 000 літрів очищеної води. Також, іншим методом є уловлювання туману. Багато міст страждає через велику нестачу води, що спричинено вичерпаними запасами ґрунтових вод. Для таких міст був створений проєкт встановлення на схилах гір «збирачів туману», які кожного дня збирали близько 6300 літрів води. Ця технологія становить собою «уловлення» туману у переплетіння великих вертикальних мереж, де він просочується в систему збору, фільтрується і змішується з ґрунтовими водами. Схожим методом є створення конденсату з повітря: сонячна енергія нагріває губчастий матеріал, створюючи конденсат, який збирається у резервуарі. Так можна зібрати приблизно на день до 10 літрів води, що є придатною до споживання після фільтрування та мінералізації. Для індивідуального використання науковці створили портативну соломинку для пиття, що очищає мінімум 1000 літрів води та видаляє 99,9 % бактерій та паразитів завдяки унікальній системі фільтрації [4].

Для індивідуального водопостачання або для невеликої кількості населення безпечним вирішенням проблеми з питною водою є водопостачання з артезіанських свердловин. Артезіанська вода має стабільний склад і при правильно побудованій конструкції не буде містити патологічних мікроорганізмів. Задля постачання води зі свердловин населенню, вона має пройти декілька етапів обробки - очищення і знезараження. Але етап очищення зазвичай можна пропускати через високу якість артезіанської води. Другий етап – знезараження, донедавна єдиним методом якого було хлорування. Однак з покращенням та удосконаленням системи водопостачання почали використовувати інший метод знезараження води – створення насиченого сольового розчину з застосуванням електролізу. І вже після даних етапів вода знезаражується у резервуарах. Але завдяки цьому способу отримана кількість очищеної води буде невелика. Артезіанська система водопостачання, зокрема, має деякі особливості, наприклад: схильність до розмноження заліза та сіркобактерій, розвиток у воді мікроорганізмів, які за своїми морфологічними характеристиками нагадують синьо-зелені водорості, але розвиваються вони у повністю позбавлених світла місцях [5].

Таким чином, людство знаходить все більше розв'язків проблем, пов'язаних з безпечністю питної води, застосовуючи традиційні та нові підходи, та робить все можливе для покращення умов власного існування.

### Джерела інформації

1. Іваненко О. Г. Гідроекологія: Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2008. – 88 с.
2. Гриб О. М., Белов В. В., Отченаш Н.Д. Оцінка, прогнозування та управління якістю водних ресурсів: конспект лекцій. – Одеса: ОДЕКУ, 2015. – 120 с.
3. Гриб О. М. Антропогенний вплив на водні екосистеми: конспект лекцій. – Одеса: ОДЕКУ, 2018. –194 с.
4. Riva Ras B. 7 New Technologies That Create Clean Water for a Thirsty World / Bonnie Riva Ras. – 2019. – URL: <https://www.goodnet.org/articles/7-new-technologies-that-create-clean-water-for-thirsty-world> (Дата звернення: 05.03.2021).
5. URL: <https://aquatoria.kiev.ua/blog/burenje-skvazhin/item/133-kachestvo-vody-artezianskoe-vodosnabzhenie-kieva>

## **РОЗРОБКА МІЖНАРОДНОГО СТАТУТУ ПРИКОРДОННИХ І ТРАНСКОРДОННИХ РІЧОК ТА РІЧКОВИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ**

<sup>1</sup>Цикало А. Л., д. х. н., професор, <sup>2</sup>Крусір Г. В., д. т. н., професор

<sup>1</sup>Асоціація «Екологічна безпека та протидія надзвичайним ситуаціям»  
імені академіка М. І. Андрусова, м. Одеса

<sup>2</sup>Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Як свідчить сучасний міжнародний досвід, бажання досягти економічного успіху шляхом спорудження і експлуатації небезпечних або шкідливих підприємств і об'єктів (які часто-густо розміщуються на березі прикордонних та транскордонних річок), а також прагнення уникнути покарання у разі нанесення шкоди природі, населенню, господарству, природно-рекреаційному потенціалу призводить до міжнародних конфліктів, взаємних звинувачень і судових процесів. Це може ще збільшуватися внаслідок розбіжностей між актами національних законодавств та їхніми нормативними актами. Прикладом може бути судовий процес між Аргентиною і Уругваєм у Міжнародному суді ООН.

Особливо багато потенційно небезпечних та екологічно напружених підприємств і об'єктів розміщено поблизу кордонів Мексики і США, Бразилії та Аргентини, Росії та Китаю, Канади та США, Бельгії та Нідерландів, Німеччини та Франції, Швейцарії та Франції, Румунії та Болгарії, Австрії та Угорщини, Словаччини та Угорщини, Югославії та Румунії, Болгарії та Туреччини, Росії та Литви, Росії та Польщі, України та Румунії, Данії та Швеції, України та Росії, Фінляндії та Естонії, України та Білорусі, України та Росії, Японії та Південної Кореї.

Великі кількості екологічно шкідливих і токсичних речовин несуть води таких великих річок як Дунай (плине територіями або визначає кордони ряду країн Європи, у тому числі України та Румунії), Рейн, Західна Шельда, Меконг, р. Святого Лаврентія та ін. Було чимало випадків, коли води Дунаю та його притік, отруєні стоками підприємств, розміщених на берегах цієї річки в інших країнах, створювали безпосередню загрозу населенню прибережних територій та великих населених пунктів України.

Особливо небезпечні випадки надзвичайних ситуацій, аварій та катастроф, які спроможні безпосередньо впливати на екологічний стан довкілля і на здоров'я населення країн. Яскравим прикладом є Чорнобильська катастрофа, яка дуже негативно вплинула на екологічний та демографічний стан не тільки України і Росії, але й Білорусі та низки країн Північної та Західної Європи. Особливо характерним є приклад Білорусі, яка дуже потерпіла внаслідок цієї катастрофи, хоча ця країна на той час своєї атомної енергетики не мала. При цьому треба мати на увазі можливість не тільки суто техногенних, але і змішаних (природно-техногенних) надзвичайних ситуацій, аварій та катастроф, коли вони викликані та (або) супроводжуються природними катаклізмами (рясні дощові опади, снігопади, повені, цунамі, тощо). Яскравим прикладом таких лих є аварія на Фукусімській АЕС (Японія).

Велику небезпеку можуть створювати об'єкти військового та військово-промислового комплексу (ВПК), особливо – сховища боєприпасів, військового спорядження та військової техніки, бази військового флоту, сухопутних військ, сховища нафтопродуктів, газу, ракетного палива, а також діючі аеродроми, танкодроми, полігони, військові підприємства, які виробляють бойову техніку, вибухові речовини і матеріали, а також морські порти, великі промислові та портові холодильники, діючі військові частини і підрозділи тощо. Це підтверджують масштабні вибухи і пожежі, які сталися протягом останнього десятиріччя на території України та Росії.

Серед інших потенційно небезпечних підприємств і об'єктів – атомні енергетичні станції, великі сховища добрив, нафти і нафтопродуктів, хімічних речовин і матеріалів великотонажної хімії – аміаку, хлору, метану, природного газу, а також кисню, водню, кислот, лугів і т. п., підприємства, на яких діють відповідні виробництва, або здійснюються їх переробка і транспортування, магістральні трубопроводи нафти, аміаку, метану, природного газу, тощо. На жаль, є чимало випадків, коли ці магістральні трубопроводи прокладені вздовж річок або перетинають їхні русла.

Слід мати на увазі, що у випадку аварії або катастрофи відповідна інформація (навіть офіційна, яка, відповідно чинному національному законодавству, має бути оперативномиттєвою) часто затримується. Це стосується навіть великих, транснаціональних техногенних (або змішаних – техногенно-природних) катастроф. У таких випадках відповідна інформація проходить попередній шлях по національним інстанціям, і тільки потім, після відповідних узгоджень на різних рівнях, вона стає відомою для населення та громадськості, та, згодом, доходить до іншої країни (яка також зазнає суттєвих екологічних, економічних та демографічних втрат). Часто-густо це має місце вже тоді, коли зовсім приховати цю подію та масштаб її наслідків - неможливо. Але, як свідчить досвід, на усіх етапах цього процесу країна-винуватець намагається відтермінувати виявлення усіх масштабів лиха, запобігти або зменшити свою відповідальність та компенсаційні виплати постраждалій стороні.

Серед великих міст України (з півмільйонним та більше населенням), що розташовані неподалік кордонів нашої держави і поблизу прикордонних або транскордонних річок, слід назвати Київ, Одесу, Донецьк, Макіївку, Харків, Львів, Луганськ. Зрозуміло, що державні кордони не створюють будь-яких перешкод для розповсюдження небезпек, пов'язаних з викидами екологічно небезпечних, токсичних, вибухо- та пожеже-небезпечних речовин і матеріалів, або радіонуклідів. Але кордони суттєво сповільнюють реагування на надзвичайні ситуації, аварії та катастрофи, у тому числі - оповіщення населення, дії щодо протидії цим лихам та ліквідації їхніх наслідків.

В Україні є чимало прикордонних та транскордонних річок, наприклад, Дністер, Дунай, Дніпро, Сіверський Донець, Десна, Псел, Західний Буг та їхні річкові системи тощо. Тому розробка Міжнародного статуту цих річок та відповідних річкових систем є актуальною сучасною проблемою. Як приклад нижче в скороченому вигляді наведені фрагменти основних положень розробленого проекту Міжнародного Статуту річки Дністер (Україна – Республіка Молдова, у подальшому - Сторони).

*Вступ.* «Міжнародний статут річки Дністер та річок його басейну (Україна – Республіка Молдова) /далі – «Міжнародний статут»/ складено з метою конкретизації принципів і механізмів управління господарською діяльністю за умовами збереження біорізноманіття та інших природних ресурсів регіону.. Після затвердження «Міжнародний статут» підлягає ратифікації, як і інші міжнародні правові акти.

*Загальна частина* «Міжнародний статут» має за мету уточнення та конкретизацію принципів і механізмів управління господарською діяльністю (питне водопостачання, промисловість, транспорт, сільське господарство, рибальство, видобування корисних копалин, рекреація, туризм та ін.) за умовами збереження біорізноманіття та інших природних ресурсів регіону для того, щоб зберегти привабливість краю та можливості соціально-економічного розвитку у майбутньому. При цьому є обов'язковим виконання вимог і рекомендацій інших міжнародних організацій, угод і конвенцій щодо охорони навколишнього середовища та збереження різноманіття (Стокгольмська декларація, Декларація Ріо-де-Жанейро, Конвенція щодо збереження всесвітньої культурної спадщини, Протокол про відповідальність та компенсацію шкоди в результаті транскордонного транспортування небезпечних вантажів, Конвенція про оцінку впливу на природне середовище у транскордонному контексті, Конвенція щодо транскордонного впливу промислових аварій, Конвенція щодо контролю трансграничного транспортування небезпечних вантажів, Конвенція щодо доступу до інформації, участі громадськості в

процесі прийняття рішень та доступу до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища та ін.).

Положення «Міжнародного статуту» не суперечать за своєю суттю положенням і принципам національних законодавчих і нормативних правових актів Сторін. У випадку виникнення окремих суперечностей вони мають бути розглянуті Адміністративною комісією р. Дністер, яка надає відповідні роз'яснення і рекомендації (див. нижче). У разі виникнення конфліктів і спорів, які не знайшли вирішення у взаємо-добровільному порядку, вони вирішуються Міжнародним судом ООН, рішення якого для Сторін є обов'язковим і остаточним.

Обов'язки Сторін. Сторони зобов'язуються: приймати ефективні міри для забезпечення екологічного балансу з метою збереження природних ресурсів р. Дністер, його притік, малих річок, збереження території його басейну; запобігати будь-яких дій, які могли б призвести до негативних наслідків, у тому числі, до забруднення вод річок та прибережних територій; виконувати вимоги і рекомендації міжнародних організацій, угод, конвенцій, протоколів з охорони навколишнього середовища та збереження біорізноманіття; обов'язково надавати проекти будівництва нових споруд, підприємств промислового, агропромислового комплексу, гідроспоруд, та будь-яких інших об'єктів або проекти будь-яких змін, модернізацій, перепрофілювання та ін. на прибережних територіях, а також необхідну іншу технічну та технологічну документацію, висновки щодо можливого впливу на природне довкілля на розгляд Адміністративної Комісії р. Дністер; не здійснювати будівництво гідроспоруд та будь-яких інших підприємств і об'єктів без узгодження та дозволу Адміністративної Комісії.

Про Адміністративну Комісію р. Дністер, його приток, малих річок його басейну та прибережну територію. Ця Комісія створюється згідно цього Міжнародного Статуту. Вона має статус міжнародної організації, є виконавчим органом для забезпечення оптимального використання природних ресурсів. До складу Адміністративної Комісії долучаються спеціалісти в галузі екології, природоохоронної справи, енерго- та ресурсозбереження, представники громадських організацій у галузі охорони прав людини, протидії надзвичайним ситуаціям і транскордонному впливу техногенних аварій. Адміністративна Комісія у своїй діяльності керується спеціальним Положенням, яке передбачає, що у разі планування будь-якої діяльності зацікавлена Сторона повідомляє Адміністративну Комісію з наданням необхідних пояснень, технічної та технологічної документації, висновків щодо впливу цієї діяльності на екологічний стан річок та прибережних територій. Адміністративна Комісія повинна у термін до 30 днів встановити, чи спроможна ця діяльність нанести шкоду іншій Стороні, та чи не буде порушено екологічний баланс річок та прибережних територій. У випадку непогодження з боку Адміністративної Комісії відповідна діяльність оголошується неприпустимою.

Про Міжнародний суд Організації Об'єднаних Націй. Міжнародний суд ООН (International Court of Justice (англ.), Cour internationale de justice (франц.)) – головний судовий орган ООН, до юрисдикції якого відносяться усі питання, які направляються до нього країнами, та усі питання, передбачені Уставом ООН та чинними договорами і конвенціями. Цей суд розміщується у місті Гаазі (Нідерланди). Країни – члени ООН можуть передавати на розгляд цього суду справи по прикордонним суперечкам, правам на рибну ловлю, правам на корисні копалини та інші спірні питання. З Міжнародним судом ООН можуть консультуватися Генеральна Асамблея та Рада Безпеки ООН по будь-яким питанням. Сторонами в справах, що розглядаються Міжнародним судом ООН, можуть бути тільки країни - сторони «Міжнародного статуту» (Україна – Республіка Молдова).

Автори висловлюють подяку студентам ОНАХТ Д. Руссу, І. Балабан і К. Носенко за допомогу у пошуку необхідних матеріалів.

## НАВИЩО «ГОТУВАТИ» ВОДУ ДЛЯ ВИПІЧКИ ХЛІБА

Шаєсламов С. С.

Науковий керівник – Берегова О. М., к. т. н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Виробництво хліба почалось дуже багато років тому. Людина пристосовувалась до примхливих «матеріалів», які то псувалися, то скисали, то висихали, то гнили. Дуже багато з цих перетворень були незрозумілі людям, а часом здавалися загадковими і навіть таємничими. Хліб випікали з незапам'ятних часів, хоча довгий час пекарі й гадки не мали про те, що відбувається у тісті, поки воно не перетвориться у хліб, і майже все робили навмання, на основі одного лише досвіду.

У даний час в Україні якість води централізованого питного водопостачання регламентується ДСанПіН 2.2.4.171-10. На підприємства з виробництва хлібобулочних виробів а також для господарських потреб надходить водопровідна вода або вода з артезіанських свердловин. Відповідно до цього документу вода повинна бути безбарвною, прозорою, без сторонніх запаху і смаку. Якщо у воді присутні будь-які домішки, її потрібно додатково очищувати перед використанням на підприємстві. Значна окислюваність води свідчить про її забруднення органічними речовинами. У питній воді не повинні міститися хвороботворні мікроорганізми. Про безпеку води в епідеміологічному відношенні судять за загальною кількістю мікроорганізмів і числу бактерій групи кишкових паличок; також важливою здатністю води є активація дріжджів [4]. Уся водопровідна вода хлорується для дезінфекції та окислення органічних домішок, тому може мати неприємний запах, який негативно позначатиметься на органолептичних властивостях готового хліба. Так само вода з підвищеним вмістом заліза або сірководню має неприємний присмак, який також буде значно впливати на смакові якості продукту.

Вода використовується як розчинник харчової кухонної солі, цукру, для приготування дріжджової суспензії, біологічних розпушувачів хлібопекарських напівфабрикатів [1, 2]. Розчинення відбувається за рахунок утворення водневих містків з гідроксильних груп цукрів і спиртів, карбонільних груп альдегідів і кетонів [3].

Для випічки хліба і хлібобулочних виробів використовуються печі з подачею пара (вода подається під дією форсунки розпилювачем під тиском або парогенератором, вбудованим у піч.) На обидва елементи дуже негативно впливає жорстка вода (вода так називається через надмірний вміст солей магнію і кальцію, в меншій мірі – стронцію, барію, заліза чи марганцю) – вона утворює накип і може вивести апарат з ладу.

Вода це один з основних продуктів, необхідних для хліба. В першу чергу це гідратація тіста (процентне співвідношення води і муки має бути 50 – 75 %). Дуже важливо використовувати середньої жорсткості воду, адже це прямо впливає на якість хлібобулочних виробів. Якщо вода занадто м'яка – вона буде розслаблювати структуру хліба і знижувати інтенсивність бродіння, не так сильно буде затримуватися в тісті, і при випічці будуть більші втрати (хліб черствітиме сильніше), також можлива деформація хліба. А надто жорстка вода сповільнить ферментацію і зробить хліб більш збитим.

Для випічки хліба вкрай важливо знати рівень рН води. Для отримання ефективного розвитку дріжджової культури необхідна вода з рН 5 – 6 од. Якщо ж вода буде з більш високим рН, то це негативно позначиться на активності ферментів і дріжджових бактерій.

### Джерела інформації

1. Матвеева И. В. Белявская И. Г. Биотехнологические основы приготовления хлеба. – М.: Делприпт, 2001. – 150 с.

2. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность. / Учеб.-справ. пособие под редакцией В. М. Поздняковского. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд.-во, 2005 – 278 с.

3. Бегеулов М. Ш. Рационализация питания человека путем расширения ассортимента хлебо-булочных изделий. // Хлебопечение России – №2. –2002. – С. 24.

4. ДСанПіН 2.2.4.171-10 – Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

## **ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ**

**Шевчук Д. О., магістрант спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура»  
Науковий керівник – Данкевич Є. М., д. е. н., професор**

**Поліський національний університет, м. Житомир**

Сьогодні половина світового населення живе в міських районах. ООН прогнозує, що практично весь демографічний ріст світу протягом наступних 30 років буде зосереджений у міських районах, переважно в країнах з низьким рівнем доходу. До 2050 року мешканці міст становитимуть близько 85 % населення більш розвиненого світу та близько 65% у менш розвинених регіонах - сім з десяти людей проживатимуть у міських поселеннях [1]. З цією міграцією відбувається складний компроміс між екологічними ризиками у сільській та міській місцевості. Мігранти із сільських районів часто залишають поза собою небезпечні запаси води, які піддають їх ризику зараження інфекціями, які передаються через воду, але вони піддаються новим ризикам, таким як забруднення атмосферного повітря в містах, відмова від медичного обслуговування та погані житлові умови та пов'язані з ними інфекційні захворювання.

Американське агентство з охорони навколишнього середовища реалізує Ініціативу міських вод, інвестуючи у водну інфраструктуру, посилюючи застосування та запобігання шкідливим стокам зливових вод. Вона зосереджена на повторному підключенні громад до міських водних шляхів та створенні програм, що стосуються недостатньо обслуговуваних громад у міських районах. Інші ініціативи щодо економії енергії та води - це зелені дахи та децентралізовані системи очищення стічних вод, де це економічно.

Міські центри також залежать від води та енергії. Переробка та остаточна утилізація рідких та твердих відходів досі залишаються складними завданнями для органів охорони здоров'я та громадських робіт більшості міських центрів, насамперед у країнах, що розвиваються. Водопостачання, санітарія, очищення стічних вод, відведення зливових вод та поводження з твердими побутовими відходами були заплановані та надані переважно як окремі послуги. Зазвичай цілий ряд органів влади, кожна з яких керується окремою політикою та законодавчими актами, продовжує наглядати за цими водними підсекторами на рівні міста [2].

Наразі існує необхідність визначити, а потім впровадити способи відновлення міських екосистем. Для цього будуть потрібні інноваційні інституційні механізми та баланс між автономією та співпрацею. Міське планування, розвиток та управління водою потребують нових стратегій, оскільки вода є лише одним із компонентів, хоча і важливим, все більш складної взаємопов'язаної системи, яка включає міське постачання енергії, продовольства, зайнятості, транспорту та створення робочих місць [1-4].

Сільське господарство може підтримувати більшу кількість міських жителів, але фермери повинні мати можливість зберігати доступ до достатньої кількості води для підтримки рослинництва та тваринництва. Взаємодія між містами та селом буде дедалі переплітатися. При правильному управлінні це може запропонувати нові можливості для взаємної вигоди, включаючи переробку та повторне використання води та поживних речовин, що містяться у побутових відходах.

Комплексне управління міськими водами у майбутньому перегляне стосунки міста з водою та іншими ресурсами. Це потребуватиме вдосконалення екологічного моніторингу та інформації шляхом розширення обсягу та фактичної бази комплексних моделей управління міськими водами. Крім того, це вимагатиме основи для переговорів, яка включатиме всі зацікавлені сторони та наголошує на важливості поступових, але всебіч-

них інституційних форматів та чіткості в місцевих, регіональних та національних процесах прийняття рішень.

Завдяки високій продуктивності, міські підприємства приносять значну частку валового внутрішнього продукту. Хоча в минулому промисловий розвиток використовував стільки води, скільки могло бути доступно, сьогодні через ринкові сигнали все більше визнається, що вода має цінність і що альтернативні витрати пов'язані з більшістю видів використання обмежених ресурсів в умовах урбанізації.

### Джерела інформації

1. Іванова Т. В. Державне управління сталим екологічним розвитком України та її регіонів у системі раціонального природокористування: теорія, методологія, перспективні напрями: монографія. Донецьк: Юго-Восток, 2011. 400 с.

2. Водна рамкова директива 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ: Державний департамент з питань адаптації законодавства Міністерства юстиції України, 2006. 244 с.

3. Водний Кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. 6 черв. [№ 213/95]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.

4. Комплексна біоінженерна система для очищення водойм: Пат. 117067 UA, МПК CO2F 3/32 (2006.01), E02B 15/00 (2006.01), № u 201700555; заяв. 20.01.2017; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11, 2017 р.

5. Маджд С. М., Кулинич Я. І. Динаміка змін знаходження речовин та елементів техногенного походження у водах. Проблеми хімотології: матеріали VI Міжн. наук. техн. конф., (Львівська обл., 19–23 червня 2017). Київ – Львівська обл., 2017. С. 401–404.

6. Кулинич Я. І. Оцінка екологічної ємності природних водойм в умовах надмірного антропогенного навантаження. Pure water. Fundamental, applied and industrial aspects: Proceeding of the V International Scientific and Technical Conference (Kyiv, 26–27 October 2017). К.: Видавничий дім «КІЙ», 2017. р.147–148.

7. Dankevych V. Y., Kamenchuk T. O., Kononova O. Y., Nadtochii I. I. and Ohor H. M., Strategic Planning for Sustainable Development of States: Administration Aspect, International Journal of Management, 11 (4), 2020, pp. 511 – 522.

## ЖОРСТКІСТЬ ВОДИ І ВИРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Ярчук Ю. А., Поліщук А. А., к. х. н.

ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса

Жорсткість води – сукупність хімічних і фізичних властивостей води, пов'язаних з утриманням в ній розчинених солей лужноземельних металів, головним чином, кальцію і магнію (так званих солей жорсткості). На українській мові зустрічаються різні синоніми жорсткості води: твердість води, цупкість води.

Сьогодні в Україні існує різночитання, в яких одиницях вимірювати жорсткість води. Хтось дає ще в мг-екв/л, інші вже в ммоль/дм<sup>3</sup>. У табл. 1 показані співвідношення деяких одиниць виміру жорсткості у країнах світу.

Таблиця 1 – Співвідношення одиниць виміру жорсткості у деяких країнах світу

Країна	Од. вим.	Україна	Росія	Німеччина	Англія	Франція	США
		Ммоль/дм <sup>3</sup>	°Ж	°ДН	°Clark	°F	Ppm
Україна	Ммоль /дм <sup>3</sup>	1	2	5,61	7,02	10	100
Росія	°Ж	0,5	1	2,80	3,51	5,00	50,04
Німеччина	°ДН	0,178	0,357	1	1,25	1,78	17,84
Англія	°Clark	0,143	0,285	0,80	1	1,43	14,3
Франція	°F	0,1	0,20	0,56	0,70	1	10
США	Ppm	0,01	0,02	0,056	0,070	0,1	1

Примітки:

- російський (РФ) градус жорсткості води ° Ж = 1 мг-екв/л: відповідає концентрації лужноземельного елемента, чисельно рівній 1/2 його мілімоля на літр, що дає 50,05 мг/л CaCO<sub>3</sub> або 20.04 мг / л Ca<sup>2+</sup>;
- німецькі градуси жорсткості води = ° dH (deutsche Härte = "німецька жорсткість" може бути ° dGH (загальна жорсткість) або ° dKH (для карбонатної жорсткості)): 1 частина оксиду кальцію - CaO в 100000 частин води, або 0.719 частин оксиду магнію - MgO в 100000 частин води, що дає 10 мг/л CaO або 7.194 мг/л MgO;
- англійські градуси жорсткості води = ° e = ° Clark: 1 гран (0.0648 г) CaCO<sub>3</sub> в 1 англійському галоні (4.546 л) води = 14.254 мг/л CaCO<sub>3</sub>;
- французькі градуси жорсткості води (° fH або ° f): 1 частина CaCO<sub>3</sub> в 100000 частин води, або 10 мг/л CaCO<sub>3</sub>;
- американський градус = ppmw = mg / L = American degre: 1 частина CaCO<sub>3</sub> в 1000000 частин води, або 1 мг/л CaCO<sub>3</sub>; також в деяких штатах вживається grg = Grains per Gallon: 1 гран (0.0648 г) CaCO<sub>3</sub> в 1 американському галоні (3.785 л) води, або 17.12 мг/л CaCO<sub>3</sub>.

В Україні відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 [1] прийнятий норматив показника жорсткості водопровідної питної води: до 7,0 ммоль/дм<sup>3</sup> (в окремих випадках з дозволу санітарних служб - до 10 ммоль/дм<sup>3</sup>). Основним способом визначення жорсткості води є титрування проби розчином двонатрієвої солі етілендіамінтетрауксусної кислоти (комплексон Ш, трилон Б) в лужному середовищі в присутності індикатора хромоген чорного спеціального або еріохром чорного. Тому різні титриметричні методики повинні давати однаковий результат вимірювань. По крайній мірі, який можна порівняти, що знаходиться в області похибки. Однак це не так.

Результати, отримані за ГОСТ 4151-72 [2], абсолютно відрізняються від результатів по ДСТУ ISO 6059-2003 [3]. У першому випадку результат отримували в мг-екв/дм<sup>3</sup>, у другому - в ммоль/дм<sup>3</sup>. Однак згідно з ГОСТ 6055-86 [4] г-екв/м<sup>3</sup> чисельно прирівнювався до моль/м<sup>3</sup>. А ГОСТ 2874-82 [5] визначав вимоги до загальної жорсткості води не більше 7,0 моль/м<sup>3</sup>. Тому раніше все це обґрунтовано узгоджувалося.

Сьогодні ДСанПіН 2.2.4-171-10 дає визначення загальної жорсткості: «Загальна жорсткість – показник, що характеризує властивість води, зумовлену наявністю у ній розчинених солей кальцію та магнію (сульфатів, хлоридів, карбонатів, гідрокарбонатів тощо). Подібні визначення присутні в сучасних українських словниках. Ніде не згадуються еквіваленти.

Можна додатково проаналізувати діючий ДСанПіН 2.2.4-171-10 в частині регламентації загальної жорсткості води (див. табл. 2). У частині нормування фасованої води він визначає ГДК для загальної жорсткості, кальцію і магнію. Перерахувавши концентрацію останніх у молярну отримуємо в сумі 6,533 ммоль/дм<sup>3</sup>, що в цілому узгоджується з ГДК для загальної жорсткості. Тут необхідно враховувати, що свій внесок у загальну жорсткість можуть давати і інші елементи, тому сума кальцію і магнію дещо менша. Розрахунок показує однозначно, що одиниці вимірювання жорсткості по ДСанПіН 2.2.4-171-10 слід сприймати в ммоль/дм<sup>3</sup>, а не в мг-екв/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 2 – Аналіз діючого ДСанПіНу 2.2.4-171-10 в частині регламентації загальної жорсткості води

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	Норматив для водопровідної питної води	Норматив для фасованої питної води	Розрахунок
<b>Додаток 2 до ДСанПіН 2.2.4-171-10</b>					
8	Загальна жорсткість	ммоль/дм <sup>3</sup>	≤ 7,0(10,0)	≤ 7,0	Сума = 6,533 ммоль/дм <sup>3</sup>
11	Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>	-	≤ 130	130/40,08=3,2435 ммоль/дм <sup>3</sup>
12	Магній	мг/дм <sup>3</sup>	-	≤ 80	80/24,32=3,2895 ммоль/дм <sup>3</sup>

Для чисельного вираження жорсткості води вказують концентрацію у ній солей кальцію і магнію. Рекомендована одиниця SI для вимірювання концентрації - моль на кубічний метр (моль/м<sup>3</sup>), похідна від неї ммоль/дм<sup>3</sup>. Однак, на практиці для вимірювання жорсткості використовуються мілімоль на літр (ммоль/л), ммоль/дм<sup>3</sup>, градуси жорсткості і міліграм-еквіваленти на літр (мг-екв/л). Остання одиниця виміру застаріла і не правомірна. Рекомендована одиниця SI для вимірювання концентрації - моль на кубічний метр (моль/м<sup>3</sup>), похідна від неї ммоль/дм<sup>3</sup> або ммоль/л, відповідно до [6].

Раніше під еквівалентом розуміли таку кількість масових одиниць речовини, яка з'єднується або заміщує без залишку 1,008 масову одиницю водню. Розмірність еквівалента збігалася з розмірністю маси. Звідси і відбувалася одиниця виміру мг-екв/л. Поняття еквівалента і закон еквівалентів, введені в хімію в кінці 18 - початку 19 століття, є зручними інструментами, методами розрахунку і проведення реакцій. Однак, як одиниці виміру кількості речовини або його концентрації - не однозначні.

IUPAC Compendium of Chemical Terminology Version 2.3.3 2014-02-24 [7] дає визначення equivalent entity: «Entity corresponding to the transfer of a H<sup>+</sup> ion in a neutralization reaction, of an electron in a redox reaction, or to a magnitude of charge number equal to 1 in ions. Examples: 1/2 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1/5 KMnO<sub>4</sub>, 1/3 Fe<sup>3+</sup>». Еквівалент - якийсь об'єкт, сутність, реальна або умовна частка речовини, яка в реакціях з'єднання, заміщення і в кислотно-основних реакціях рівноцінна (тобто здатна з'єднуватися, заміщатися, реагувати) одному атому або одному йону водню, а в окисно-відновних реакціях – одному електрону.

При цьому під реальними частками розуміються атоми, молекули або формульні одиниці, а під умовними - їх частини.

Сьогодні, відповідно до номенклатури IUPAC, еквівалент - це частинка: реальна або деяка її частка. В такому випадку еквівалент - величина безрозмірна. Це дозволяє за загальними правилами ввести поняття моля, кількості речовини (числа молей), мольної маси, мольного обсягу еквівалентів. Так, якщо взяти  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  реальних або умовних частинок, що відповідають еквіваленту, ми отримаємо моль еквівалентів (аналогічно молю атомів, молекул, іонів, електронів і т. д.). Що призводить до рекомендованої одиниці SI для вимірювання концентрації - моль на кубічний метр (моль/м<sup>3</sup>). Також можлива одиниця виміру моль екв/м<sup>3</sup> або ммоль екв/дм<sup>3</sup> як розмірність для вираження нормальної концентрації розчинів.

Моль речовини у вагових одиницях є і виражається в грамах. Це впливає з самого визначення моля. З Наказу Мінекономрозвитку 04.08.2015 № 914: «моль - це кількість речовини системи, яка містить стільки структурних елементів, скільки міститься атомів у вуглецю-12 масою 0,012 кг». Тому тільки г-екв/л можливо перевести як моль/л. А ось мг-екв/л можливо перевести тільки як ммоль/л. Імовірно при створенні діючого ДСанПіН 2.2.4-171-10 так і було зроблено.

Число, що показує, яка частка реальної частки речовини А є у даній реакції еквівалентом, називається фактором еквівалентності фекв. Для хімічної сполуки фекв залежить від стехіометрії реакції, в якій вона бере участь. І в різних реакціях воно може бути різним. В реакції трилону Б з катіоном металу - фактор еквівалентності реагентів, включаючи трилон Б = 1. Також згідно її визначення в ДСанПіН 2.2.4-171-10 загальну жорсткість ми знаходимо як суму концентрацій солей або іонів кальцію і магнію, а не як суму зарядів катіонів кальцію і магнію. Тому в цьому випадку значення результату вимірювання загальної жорсткості води, виражені в ммоль/дм<sup>3</sup> або ммоль екв/дм<sup>3</sup>, будуть однаковими.

Сьогодні все більше лабораторій переходить на альтернативні методи аналізу жорсткості води. Потенціометрія, іонообмінна рідинна хроматографія, капілярний електрофорез, атомно-абсорбційна спектрофотометрія, атомно-емісійна спектрофотометрія на індуктивнозв'язану плазмі, ІСП мас-спектрометрія і навіть рефлектометрія - ось такий чималий перелік. І результати виходять в мг/л кальцію і магнію. У цих методиках ще складніше оперувати еквівалентом. Еквівалент і закон еквівалентів відносяться до титриметричних методів аналізу.

Не можна говорити яка система одиниць жорсткості краща: США, СНД або ЄС. Закони метрології також є результатом суспільного договору. Однак, важливо чітко їх розуміти і виконувати для можливості правильного порівняння результатів різних лабораторій.

Є така історія. В одному договорі сторони не стали проставляти вартість виконаних робіт ні в гривнях (боязнь інфляції), ні в доларах США (порив патріотизму), а в ... масі золота: «За виконані в Договорі роботи Замовник передає Виконавцю 500 (П'ятсот) мкг золота ... ». При розрахунку Замовник приніс Виконавцю півграма золота (в грошовому еквіваленті), але Виконавець не став їх брати, а відкрив Договір і сказав, що мкг це не мікро ( $10^{-6}$ ), перемножені на грами, а мілі ( $10^{-3}$ ) перемножені на кілограми. Адже в SI основною одиницею маси є не грам, а кілограм: вартість договору півкіло, а не півграма золота.

Наказ Мінекономрозвитку 04.08.2015 № 914, чинний ДСанПіН 2.2.4-171-10 та методика ДСТУ ISO 6059-2003 свідчать про вибір в Україні міжнародної одиниці SI моль/м<sup>3</sup> (ммоль/дм<sup>3</sup> або ммоль/л) для вираження результатів вимірювання загальної жорсткості води.

Висновки.

Одиниця виміру мг-екв/л давно застаріла. Сьогодні згідно з правилами IUPAC і SI для вираження концентрації розчинів необхідно використовувати моль/м<sup>3</sup> або її похідну ммоль/дм<sup>3</sup>.

Параметр загальної жорсткості питної води не є токсикологічним і його необхідно переводити в індикаторні параметри. А ще краще взагалі прибрати з нормативу, в ЄС жорсткість води не регламентується. Можливо, залишити в рамках фізіологічної повноцінності питної води. Водоканали будуть самостійно вирішувати питання необхідності контролю жорсткості води для власних чи інших технологічних потреб.

Вся ситуація з визначенням загальної жорсткості показує важливість проведення лабораторіями верифікації та валідації своїх методик. Що було б правильним прописати в новому ДСанПіНі на питну воду. Керівництво по валідації методик в Україні є.

В цілому, діючий ДСанПіН 2.2.4-171-10 сильно не відповідає існуючим сьогодні європейським підходам, наявним в Україні умовам роботи і його треба міняти.

### Джерела інформації

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".
2. ГОСТ 4151-72 Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.
3. ДСТУ ISO 6059-2003 Визначання сумарного вмісту кальцію та магнію. Титриметричний метод із застосуванням етилендіамінтетраоцтової кислоти.
4. ГОСТ 6055-86 «Вода. Единица жесткости».
5. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»
6. Наказ Мінекономрозвитку 04.08.2015 № 914 «Про затвердження визначень основних одиниць SI, назв та визначень похідних одиниць SI, десяткових кратних і частинних від одиниць SI, дозволених позасистемних одиниць, а також їх позначень та Правил застосування одиниць вимірювання і написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин».
7. International Union of Pure and Applied Chemistry, Compendium of Chemical Terminology, Gold Book, Version 2.3.3 2014-02-24.

## **НАШУ КОНФЕРЕНЦІЮ ПІДТРИМАЛИ**

### **• АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ВОДООЧИСНОЇ ТЕХНІКИ ТА ДООЧИЩЕНОЇ ВОДИ (АВТ)**

Створена у 1999 році.

Зареєстрована в Управління юстиції Одеської області.

Свідоцтво № 300 від 18.05.1999 р.

Колективний член МАНЕБ з 2000 р.

Президент АВТ – професор Борис Йосипович Псахис

Мета і основні напрямки діяльності:

- Координація зусиль вітчизняних виробників водоочисної техніки і чистої води; консультації і допомога фахівцям з розробки систем додаткового очищення води;
- Виконання науково-дослідних робіт, проведення експертизи проектів, організація і проведення семінарів, конференцій та виставок, підготовка і видання інформаційних матеріалів для фахівців і населення з проблем оптимізації водозабезпечення;
- Розвиток та зміцнення зв'язків з установами місцевого самоуправління, санітарного нагляду, екобезпеки і захисту прав споживачів щодо рішення задач оптимізації забезпечення населення питною водою, розроблення погоджених підходів та рекомендацій.

### **• ТДВ «ОДЕСЬКИЙ ЗАВОД МІНЕРАЛЬНИХ ВОД «КУЯЛЬНИК»**

Промисловий розлив мінеральної води «Куяльник» розпочато в 1948 році на території Куяльницького курорту. А в 1961 році поряд із курортом був побудований Завод з випуску мінеральної води в склотарі 0,5 л. З 1995 року завод розливає воду в ПЕТ-тару. Зараз вода випускається в пляшках 1,5, 0,5 та 6 л.

На сьогодні Одеський завод мінеральної води «Куяльник» - сучасне підприємство, що відповідає всім міжнародним вимогам виробництва мінеральних вод. На підприємстві діють акредитовані в системі УкрСЕПРО мікробіологічна та хімічна лабораторії, що оснащені високоточним обладнанням та обслуговуються висококваліфікованим персоналом. На заводі встановлено високий рівень контролю за якістю продукції з дотриманням вимог ДСТУ та сертифікації УкрСЕПРО. Директор заводу «Куяльник» – Лариса Сергіївна Зайцева.

В асортименті заводу мінеральні води «Куяльник», «Куяльник Перший», «Сімейна» і «Тонус Кислород» - єдина в Україні питна вода, яка збагачена киснем. Саме вода «Тонус-Кислород» є новим і унікальним за своїми властивостями продуктом, що має ступінь збагачення киснем на рівні 150 мг/дм<sup>3</sup> (показник, якого не можуть продемонструвати виробники мінеральної води, що здійснюють свою діяльність у європейських державах).

Дистриб'ютором ТДВ «Одеський завод мінеральних вод «Куяльник» є Корпорація «Українські мінеральні води», що з 1994 року працює на українському ринку та вже багато років є лідером продажу мінеральних лікувально-столових вод.

## • АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ МІНЕРАЛЬНИХ ТА ПИТНИХ ВОД УКРАЇНИ

Асоціація виробників мінеральних та питних вод України офіційно розпочала свою роботу 24 січня 2012 року з метою створення надійної платформи для забезпечення динамічного розвитку виробництва фасованої природної питної води в Україні. Почесний президент Асоціації – доктор медичних наук, професор Т. В. Стрикаленко. Виконавчий директор Асоціації – Оксана Федорівна Бамбура.

Асоціація виробників мінеральних та питних вод України є членом Європейської Федерації виробників Бутильованих Вод (EFBW).

**Місія Асоціації** – представляти інтереси виробників мінеральних і питних вод України на національному і міжнародному рівнях, впроваджувати та підтримувати європейські стандарти якості виробництва мінеральних і питних вод

### **Завдання Асоціації:**

- Бути авторитетним інформаційним джерелом для членів Асоціації у сфері виробництва та постачання мінеральних та питних вод;
- Сприяти дотриманню професійних і етичних норм у виробництві фасованих мінеральних і питних вод України;
- Представляти інтереси членів Асоціації на рівні законодавчих і регулюючих органів;
- Вчасно інформувати виробників про нововведення та діючі національні і

світові стандарти якості виробництва і допомагати їх виконувати;

- Ініціювати дискусії в зацікавлених колах та залучати широкий загал до обговорення з метою вирішення актуальних проблем галузі;
- Налагоджувати співпрацю з іншими об'єднаннями та організаціями, що становлять взаємний інтерес для виробників і постачальників фасованих мінеральних і питних вод

Членами Асоціації на сьогодні є:

- Миргородський завод мінеральних вод (ТМ «Сорочинська», «Миргородська», «Миргородська лагідна», «Старий Миргород»),
- Моршинський завод мінеральних вод «Оскар» (ТМ «Моршинська»),
- Трускавецький завод мінеральних вод (ТМ «Трускавецька кришталева», «Трускавецька Аква-Еко»), а також компанії
- «Індустріальні та дистрибуційні системи»,
- «ІДС Аква Сервіс»,
- «Кока-Кола Україна Лімітед» (ТМ «BonAqua»)
- «Ерлан» (ТМ «Знаменівська», «Біола», «Два океани», «Каліпсо»),
- «Еконія» (ТМ «Малятко вода», «Аквуля», «Чистий ключ», «Чайкава», «TeenTeam»)

## З М І С Т

<b>Атанасова В. В., Мирончук І. О.</b> ЦІННІСТЬ ВОДИ .....	5
<b>Бабов К. Д., Кисилевська А. Ю., Безверхнюк Т. М., Цуркан О. І., Зайцева Л. С., Коєва Х. О., Арабаджи М. В.</b> ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ НА МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ ДЕЯКИХ ПОКАЗНИКІВ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД .....	7
<b>Безусов А. Т., Доценко Н. В., Нікітчина Т. І., Афанасьєва Т. М.</b> МІКРОБІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ СОРБЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОДИ .....	8
<b>Безусов А. Т., Коваленко О. О., Доценко Н. В.</b> ІММОБІЛІЗОВАНІ ФЕРМЕНТИ ТА КЛІТИНИ АКТИВНОГО МУЛУ .....	12
<b>Антонюк І. В., Данкевич Є. М.</b> СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ ПРІСНОЇ ВОДИ .....	15
<b>Александренко А. І., Девятьярова Л. І.</b> ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СУЧАСНІ РЕАГЕНТИ І МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД .....	17
<b>Безрядіна О. А., Данкевич Є. М.</b> МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ ТА ПРОПОЗИЦІЇ НА ВОДНІ РЕСУРСИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ .....	19
<b>Березюк О. В.</b> ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ТВО ОТ ИХ ВЛАЖНОСТИ ...	21
<b>Бірта Г. О., Бургу Ю. Г., Флока Л. В., Сопітько А. О.</b> СПОСОБИ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ГАЗОВАНИХ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ .....	24
<b>Бобок І. С., Девятьярова Л. І.</b> ФАСОВАНІ ВОДИ І НАПОЇ – АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НОРМУВАННЯ, ВИРОБНИЦТВА І ЯКОСТІ .....	26
<b>Богачик А. С., Берегова О. М.</b> ПАМ'ЯТЬ ВОДИ – ЩО НОВОГО?.....	28
<b>Болгова О. С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ТА ФУНГІЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ .....	29
<b>Верхивкер Я. Г., Мирошніченко Е. М., Петькова О. В.</b> ТРЕБОВАНИЯ К ВОДЕ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОТЛОЖЕННОЙ ВЫПЕЧКОЙ.....	31
<b>Вовченко А. І., Василів О. Б.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛООБМІННИКА БАЙОНЕТНОГО ТИПУ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ .....	33

<b>Григор'єва Т. П., Березецький Р. В.</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ВОДИ У ВИРОБНИЦТВІ ПИВА.....	34
<b>Григор'єва Т. П., Савицька Я. В., Стрікаленко Т. В.</b> ПІГМЕНТНІ ТА ІНШІ ПРОБЛЕМИ ФАСОВАНИХ ПИТНИХ ВОД .....	36
<b>Гуцало К. А., Берегова О. М.</b> ЧОМУ ВОДА – ЦЕ ЖИТТЯ?.....	37
<b>Дерманська Я. І., Данкевич Є. М.</b> ВПЛИВ ЗМІНИ В ЕКОСИСТЕМАХ НА СТАН ВОДНОГО БАЛАНСУ .....	39
<b>Дремух К., Бельтюкова С. В.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ .....	41
<b>Дремух К., Лівенцова О. О.</b> ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ У ЗДІЙСНЕННІ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВОДИ .....	42
<b>Зацеркляний М. М., Столевич Т. Б., Чабан А. А.</b> ДИСКОВІ БІОФІЛЬТРИ У ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ВИРОБ- НИЧИХ СТІЧНИХ ВОД .....	43
<b>Знак З. О., Пиріг М. А., Мних Р. В., Зінь О. І.</b> МОДИФІКУВАННЯ СОКИРНИЦЬКОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ МАНГАНУ(IV) ОКСИДОМ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ .....	46
<b>Кадун Н. М., Данкевич Є. М.</b> ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА СВІТОВІ ТРЕНДИ .....	48
<b>Карашук О. О., Давидова М. Ю., Подопрigor В. О., Донцова Т. А.</b> ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД АНТИБІОТИКАМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ .....	50
<b>Коваленко О. О., Безусов А. Т., Доценко Н. В.</b> ВОДА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ ...	52
<b>Коваленко О. О., Коханська А. В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОСОРБЕНТІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЗАБРУД- НЮЮЧИХ РЕЧОВИН ІЗ ВОДИ .....	55
<b>Коваленко О. О., Мельник І. В., Григор'єва Т. П., Березецький Р. В., Єльніков О. В.</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВОГО ПИВА .....	57
<b>Ковега А. С., Шкоп А. А., Цейтлин М. А.</b> ПОДГОТОВКА ШЛАМОВ СТАНЦІЇ ВОДООЧИСТКИ К ОБЕЗВОЖИВАНІЮ В ОСАДИТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРИФУГЕ .....	59

<b>Копілевич В. А., Максін В. І., Галімова В. М., Суровцев І. В., Заленська Є.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПИТНИХ І БУТИЛЬОВАНИХ ВОДАХ .....	61
<b>Кравченко К. В., Ляпіна О. В.</b> ГРАФЕН – МАТЕРІАЛ МАЙБУТНЬОГО ДЛЯ ПОРЯТКУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	64
<b>Кузнєцова І. О., Крусір Г. В., Гаркович О. Л.</b> ВИВЧЕННЯ КІНЕТИКИ КОРОЗІЇ СТАЛІ У МОРСЬКІЙ ВОДІ .....	66
<b>Лисенко О. Л.</b> ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РЕАГЕНТИ І МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВОДОПІДГОТОВКИ ТА ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД .....	67
<b>Лубешко А. О., Литвиненко О. А.</b> КАВІТАЦІЙНА ВОДОПІДГОТОВКА ДЛЯ МІНІ-БРОВАРЕНЬ .....	69
<b>Любич В. В.</b> ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДОТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ КРУПИ .....	70
<b>Маглевана Т. В., Нижник Т. Ю., Баранова А. И.</b> ВЛИЯНИЕ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА ГИДРОХЛОРИДА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В ВОДЕ .....	71
<b>Маринін А. І., Большак Ю. В., Шпак В. В., Штепа Д. В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИПРОМІНЕННЯ ЗАСОБІВ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ НА СТРУКТУРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАН ВОДИ І ЙОГО БІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ .....	74
<b>Маринін А. І., Большак Ю. В., Штепа Д. В., Шпак В. В., Святненко Р. С.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ВІДНОВНОГО СТАНУ ПИТНОЇ ВОДНЕВОЇ ВОДИ У ПРОЦЕСІ ГІДРОЛІЗУ МАГНІЮ .....	77
<b>Мартинюк Л. С., Палвашова Г. І.</b> ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ ІММОБІЛІЗОВАНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ .....	80
<b>Марченко Є. І., Данкевич Є. М.</b> СУЧАСНІ ГЛОБАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ: ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ .....	83
<b>Мудрицька К. Р., Малинка О. В.</b> ВИКОРИСТАННЯ ХІМІЧНОГО СЕНСОРУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АСКОРБІНОВОЇ КИСЛОТИ У НАПОЯХ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ «FANTA».....	85
<b>Недашковський І. П., Хоружий В. П.</b> ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ БІОРЕАКТОРІВ (БР) ТА КОФ ....	87
<b>Нижник Т. Ю., Стрікаленко Т. В., Нижник Ю. В.</b> ОЦІНКА ФЛОКУЛЮЮЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНУ ГІДРОХЛОРИДУ .....	88

<b>Нижник Т. Ю., Стрікаленко Т. В., Нижник Ю. В.</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗНЕБАРВЛЕННЯ ВОДИ ПРИ ОЧИЩЕННІ ЇЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОЛІГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНІДИНУ ГІДРОХЛОРИДУ .....	92
<b>Ніколенко С. І., Кисилевська А. Ю., Мероняк І. М.</b> АВТОХТОННА МІКРОБІОТА ЯК КРИТЕРІЙ ІДЕНТИФІКАЦІЇ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ФАСОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД .....	96
<b>Новікова Н. В.</b> ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ .....	97
<b>Новосельцева В. В., Коваленко О. О.</b> ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОСОРБЕНТІВ ЗА КОРДОНОМ І В УКРАЇНІ..	99
<b>Олійник Ю. Г., Ковальський В. П., Друкований М. Ф.</b> СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ РАДІАЦІЙНО ЗАБРУДНЕНОЇ ВОДИ .....	102
<b>Осадчук Е. А., Титлов А. С.</b> АНАЛІЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕГИОНОВ ПРЕИМУЩЕСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	105
<b>Осадчук Е. А., Титлов А. С., Васылив О. Б.</b> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДЫ ИЗ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	108
<b>Ocheretnyi V. P., Kovalskiy V. P., Postolatii M. O.</b> STRUCTURES OF COMPOSITE CONCRETE FOR SEWERAGE.....	110
<b>Панченко О. С., Данкевич Є. М.</b> МОНІТОРИНГ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ .....	113
<b>Пахомська О. В.</b> СУЧАСНІ СИСТЕМИ ВОДООЧИСТКИ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	115
<b>Плужник Д. В., Омельченко М. П., Коваленко Л. І.</b> РЕКОНСТРУКЦІЯ СПОРУД БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД .....	117
<b>Поліщук А. А.</b> ПРО ПРИЙНЯТТЯ НОВОЇ ДИРЕКТИВИ 2020/2184/ЄС ПРО ЯКІСТЬ ВОДИ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ .....	120
<b>Поліщук А. А.</b> МІКРОПЛАСТИКИ У ПИТНІЙ ВОДІ .....	122
<b>Проць Б. М., Васи́лів О. Б.</b> НОВА СХЕМА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ТА ОТРИМАННЯ ВОДИ З ПОВІТРЯ .....	127
<b>Псахис Б. И., Псахис И. Б.</b> ЛОКАЛЬНЫЕ ВОДООЧИСТИТЕЛИ – БУДУЩЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ .....	128

<b>Ромась А. А., Донцова Т. А.</b> ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АНТИБІОТИКІВ ФОТОКАТАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ .....	131
<b>Сакара М. В., Донцова Т. А.</b> СИНТЕЗ БІОЦИДНИХ НАНОЧАСТИНОК МІДІ .....	132
<b>Семінська О. О., Балакіна М. М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗДІЛОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИНАМІЧНИХ МЕМБРАН З ПРИРОДНОГО АЛЮМОСИЛКАТУ .....	133
<b>Семко Т. В., Іваніщева О. А.</b> СУЧАСНІ ГІГІЄНИЧНІ ВИМОГИ ДО ПИТНОЇ ВОДИ .....	136
<b>Сергієнко А. О., Донцова Т. А.</b> ВПЛИВ ТЕРМООБРОБКИ НА ФАЗОВИЙ СКЛАД ТА ПОРИСТУ СТРУКТУРУ КАОЛІНУ УКРАЇНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ .....	138
<b>Сердюк Ю. В., Данкевич Є. М.</b> ВПЛИВ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ НА СПЕЦИФІКУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ.....	140
<b>Сердюк В. А., Максін В. І.</b> ЗМІНА ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД: ВІД ГЕОЛОГО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ ДО 5-ТИ РІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СВЕРДЛОВИН (НА ПРИКЛАДІ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ).....	142
<b>Смирнов Л. Ф.</b> ВЫМОРАЖИВАЮЩИЕ ОПРЕСНИТЕЛИ, КОНЦЕНТРАТОРЫ, РАЗДЕЛИТЕЛИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ .....	143
<b>Степанова Г. О.</b> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ .....	147
<b>Степаненко Н. В., Кравченко О. О., Кузьменко Л. П.</b> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ БІОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ БУТИЛЬОВАНОЇ ВОДИ .....	149
<b>Стрікаленко Т. В.</b> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ЯК СКЛАДОВА РЕКРЕАЦІЙНОГО БІЗНЕСУ ВІДПОЧИНКУ .....	151
<b>Стрікаленко Т. В., Псахіс Б. Й.</b> УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДГОТОВЛЕННЯ ВОДИ .....	153
<b>Строкаль В. П., Ковпак А. В.</b> ДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДИНИ: ТОЧКОВІ ТА ДИФУЗНІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ ДНІПРО .....	156
<b>Сухацький Ю. В., Андрєєва А. Ю.</b> ПЕРІОДАТИ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ФЕНОЛУ ТА ЙОГО ГАЛОГЕНОПОХІДНИХ .....	157

<b>Tverdokhlib M., Gomelya M., Shabliy T.</b> REMOVAL OF IRON FROM WATER BY OXIDATION ON MAGNETITE .....	158
<b>Трофімович О. С., Циганкова С. В., Демішева К. Р., Ляпіна О. В.</b> КУЛЬТУРА ВОДОСПОЖИВАННЯ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ .....	161
<b>Fedenko Yu. M., Ozhinska A. O.</b> REGULARITIES OF COAGULATION PURIFICATION OF WATER BY IRON SULPHATE COAGULANT .....	162
<b>Фесик Л. А., Голубова Д. А., Сорокина Н. В., Ковальчук В. В., Сухина И. В.</b> БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ДИСКОВЫХ БИОФИЛЬТРАХ ..	164
<b>Цапенко О. А., Девятьярова Л. І.</b> СУЧАСНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ .....	165
<b>Цикало А. Л., Крусір Г. В.</b> РОЗРОБКА МІЖНАРОДНОГО СТАТУТУ ПРИКОРДОННИХ І ТРАНСКОРДОН- НИХ РІЧОК ТА РІЧКОВИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ .....	167
<b>Шаєсламов С. С., Берегова О. М</b> НАВІЩО «ГОТУВАТИ» ВОДУ ДЛЯ ВИПІЧКИ ХЛІБА .....	170
<b>Шевчук Д. О., Данкевич Є. М.</b> ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ ...	172
<b>Ярчук Ю. А., Поліщук А. А.</b> ЖОРСТКІСТЬ ВОДИ І ВИРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ .....	174
<b>НАШУ КОНФЕРЕНЦІЮ ПІДТРИМАЛИ.....</b>	178

Наукове видання

**Збірник тез доповідей  
XII Всеукраїнської науково-практичної конференції**

**ВОДА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**25 – 26 березня 2021 року**

Під ред. Б. В. Єгорова  
Укладачі Т. В. Стрікаленко, Т. П. Григор'єва