

Міністерство освіти і науки України

Одеський національний технологічний університет



ВОДА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Збірник тез доповідей

**XIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції**

Одеса, 2022

ХІІІ Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей ХІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. 17 – 18 листопада 2022 р., Одеса, ОНТУ. - Одеса: ОНТУ, 2022. – 138 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 Одеського національного технологічного університету від 29.11.22 р., протокол № 6.

За достовірність інформації відповідає автор публікації.

МАГНІЙ У ПИТНІЙ ВОДІ: НОРМУВАННЯ НА ТЛІ МАГНІЄВОГО ДЕФІЦИТУ

Бабієнко В. В., Мокієнко А. В., Горошков О. В., Коболєв Є. В.,
Шейх А. Д. Х., Суворова Г. С.

Одеський національний медичний університет, м. Одеса

Елементний склад організму людини на 99% визначається 12 основними хімічними елементами, серед яких магній займає четверте місце після калію, кальцію та натрію. Магній – один з важливих біогенних елементів, у значних кількостях міститься в деяких рослинних продуктах харчування. Його біологічна роль сформувалася історично в період зародження та розвитку протожиття на нашій планеті у зв'язку з тим, що сольовий склад первинного океану був хлоридно-магнієвий, на відміну від нинішнього – хлоридно-натрієвого.

Враховуючи викладене, мета роботи полягала у гігієнічній та медико-біологічній оцінці магнію як макронутрієнта з погляду його вмісту у різних водах та харчових продуктах з метою обґрунтування недоцільності його нормування у питній воді та значущості дефіциту магнію у населення України.

Аналіз вмісту магнію у питній та природній столовій воді, яку споживає населення України, показав наступне.

Відповідно до ДСТУ 4808:2007 [1] норматив магнію для поверхневих вод залежно від класу якості води 1-4 коливається від 10 до 80 мг/л, для підземних вод від 10 до 30 мг/л. У ДСанПіН 2.2.4-171–10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" [2] магній нормується лише у воді фасованій, з пунктів розливу та бюветів на рівні ≤ 80 мг/л, а у додатку 4 (Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води) норматив становить 10-50 мг/л.

Насамперед слід відзначити безуспішність спроб відповісти на запитання: чим зумовлений такий норматив фізіологічної повноцінності магнію за умови його більш ніж широкого діапазону концентрацій як у першому [1], так і у другому [2] випадку.

Раніше було висловлено сумнів у резонансності такого нормування в Україні [3].

Це коментувалося результатами аналізу концентрацій магнію (мг/л) у поверхневих водах як основного джерела водопостачання населення України: р. Дніпро з притоками – 23,2; р. Дністер 26,9; р. Дунай -11,6 - 13,1.

Гігієнічна оцінка 25 мінеральних природних столових вод (близьких за своїм складом питним) 12 областей України свідчить про рівні магнію від 4 до 41,9 мг/л у 23 зразках і лише у двох 53,5 та 87,6 мг/л [4].

У Керівництві ВООЗ з якості питної води (2017 р.) [5] та Директиві (ЄС) 2020/2184 від 16 грудня 2020 року про якість води, призначеної для споживання людиною [6], магній не нормується.

Ще більш безглуздим є нормування магнію з медико-біологічної точки зору.

Сьогодні магній вважають одним із основних регуляторів обмінних процесів та його фізіологічні ефекти в організмі людини добре вивчені. Магній впливає на енергетичний обмін, окисне фосфорилування, синтез білка, ліпідів, нуклеїнових кислот. Біологічна роль магнію багатогранна, оскільки він є найважливішим фактором багатьох біохімічних процесів, зокрема стабілізації ДНК у процесах мітозу та мейозу. Магній бере активну участь у процесі нервово-м'язової збудливості та впливає на процеси терморегуляції організму; незамінний у вуглеводному, білковому та ліпідному обміні, синтезі нуклеїнових кислот, в організмі людини існує не менше 500 магнійзалежних білків; бере участь у підтримці нормальної функції нервової та серцево-судинної систем, особлива роль відведена магнію у процесах мембранного транспорту іонів кальцію та натрію, а його дефіцит призводить до

дестабілізації мембран. Вплив магнію на серцево-судинну систему є подвійним, він бере участь у процесі згортання крові як антитромботичний фактор та здійснює безпосередній вплив на серцевий м'яз, оскільки є потужним вазодилатором, стабілізатором роботи кальцієвих каналів та ритмом скорочень міокарда.

За даними дослідження, проведеного Німеччини, поширеність дефіциту магнію у загальній популяції становить 14,5 %, а субоптимальний рівень спостерігається у 33,7 % населення. Відомий дослідник магнію як засобу натуральної алопатії Марк Сіркус піднімає планку магнієвого дефіциту для американців ще вище - до 80% населення. Тому не дивно, що дефіцит магнію є самостійною нозологічною одиницею у Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10) (код E61.2).

Відомо, що добова потреба у магнії коливається від 30 мг/день для немовлят від 0 до 6 місяців до 420 мг/день для чоловіків віком 31 рік і більше.

У світі дефіцит магнію в організмі — один з найпоширеніших дефіцитних станів людини. Концентрація магнію в організмі знижується під впливом різних факторів: умови життя та харчування, вік, фізичні навантаження, стреси, фізіологічні (вагітність, лактація) та патологічні стани (захворювання серцево-судинної, сечовидільної систем, органів травлення, ендокринних залоз) [3].

В останньому (2021 рік) огляді літератури (392 джерела) [7] італійські вчені узагальнили відомі сьогодні біохімічні та фізіологічні ефекти магнію. Він є кофактором у всіх реакціях, пов'язаних з використанням та переносом АТФ; необхідний для реплікації ДНК, транскрипції РНК та утворення білків, тобто для контролю клітинної проліферації; індукуює проліферацію остеобластів; діє як фізіологічний антагоніст кальцію в клітинах (це вплив на серцево-судинну систему, м'язи і мозок); забезпечує синаптичну передачу та пластичність нейронів у процесі навчання та запам'ятовування; є кофактором для більш ніж 600 та активатором для 200 ферментів.

Аналіз літератури показав відсутність узагальнюючої інформації щодо кількості магнію, яку щодобово споживає пересічний житель України. Тому, виникла необхідність характеристики вмісту магнію в продуктах харчування, як основному джерелі його надходження в організм.

Вітчизняні дані про вміст магнію у харчових продуктах знаходяться у двотомному довідковому виданні «Хімічний склад харчових продуктів» (1987 р.) [8, 9]. На думку авторів, потреба дорослих у магнії – 400 мг на добу.

Загалом проаналізовано на вміст магнію 58 груп харчових продуктів (823 найменування). Проведено перерахунок на одну добу вмісту магнію у продуктах харчування, які входили у місячний споживчий кошик пересічного працездатного українця у 2021 році (згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2016 р. № 780). Всього в 44 харчових продуктах міститься 441 мг магнію.

Аналіз літератури [10] показав суттєві втрати макро- і мікроелементів, зокрема магнію, заліза, в процесі різної кулінарної обробки харчових продуктів. Загалом у процесі приготування втрачається 60-70 % їх вмісту у сирих або необроблених продуктах.

Довідкові данні свідчать, що середня узагальнена величина втрат харчових речовин при тепловій кулінарній обробці складає 13 %. Всього із 44 харчових продуктів споживчого кошика кулінарній обробці підлягають 14. При цьому загальний вміст магнію зменшується від 441 до 379 мг, тобто на 14 %, що співпадає із довідковими даними – середня для рослинних та тваринних продуктів 13 %.

Аналіз проблеми абсорбції магнію в кишечнику та впливу цього процесу на біодоступність магнію показав, що від загальної кількості спожитого з їжею магнію абсорбується приблизно від 30% до 40% [11].

Вітчизняний документ («Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії») регламентує добову потребу магнію для дорослих чоловіків та жінок 400 та 500 мг відповідно. Таким чином, «нетто» спожитого магнію при зазначених

умовах розрахунків складає 133 мг/добу, а саме 33 і 27% від нормативних величин відповідно.

Окремого розгляду потребує проблема «магній і стрес» [12]. Сьогодні Україна знаходиться у стані війни. Населення потерпає від всіх можливих і відомих видів стресу. В цих умовах одним із наслідків є персистуючий дефіцит магнію, обумовлений як його нестачею (кількісною і якісною) в продуктах харчування, так і постійним (більш або менш вираженим) виведенням магнію за рахунок його включення в різні стрес-мінімізуючі реакції.

Висновок.

Слід вважати надзвичайно актуальними не нормування магнію у питній воді, а діагностику магнієвого дефіциту у різних категорій населення України і розробку дієвих заходів мінімізації такого стану [13].

Джерела інформації

1. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : ДСТУ 4808-2007 : К. : Держспоживстандарт України, 2007. [Чинний від 01.01.2009]. 36 с.
2. ДСанПіН 2.2.4-171–10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.
3. Мокиєнко А.В. Магний в питьевой воде: гигиенические и медико-биологические аспекты. Вода: гигиена и экология. 2018. №1-4. С. 3-10.
4. Мокієнко А.В., Нікіпелова О.М., Солодова Л.Б. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних та мінеральних вод на здоров'я населення. В кн. Медико-гідрогеохімічні чинники геологічного середовища України. За ред. Г.І. Рудька. Київ – Чернівці: Букрек. 2015. С. 259-293.
5. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. 631 p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>
6. Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption. 16 December 2020.
7. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases. Linked to Its Deficiency. D. Fiorentini, C. Cappadone, G. Farruggia, C. Prata. *Nutrients*. 2021. V. 13(4). 1136.
8. Химический состав пищевых продуктов: Книга 2: Справочные таблицы аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ВО «Агропромиздат». 1987. 198 с.
9. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. Под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ВО «Агропромиздат». 1987. 240 с.
10. Характеристика вмісту магнію в продуктах харчування до та після кулінарної обробки В.В. Бабієнко та ін. *Вісник морської медицини*. 2022. №2(95). С. 156-159.
11. Аналіз проблеми абсорбції магнію у контексті його біодоступності для організму. В.В. Бабієнко та ін. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2022. № 2(68). С. 100-105.
12. Cuciureanu M. D., Vink R. Magnesium and stress. Magnesium in the Central Nervous System [Internet]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507250/#ch19>.
13. Характеристика вмісту магнію в продуктах харчування та рівнів його надходження в організм. В.В. Бабієнко та ін. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2022. № 3(69). С. 27-38.

ЗАЛЕЖНІСТЬ РІВНЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ ВОД ВІД ВІДСТАНІ ДО ПОЛІГОНУ ТПВ

Березюк О. В., д. т. н., доцент

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Безпеці навколишнього середовища та охорони здоров'я загрожують тверді побутові відходи (ТПВ) [1], що є сумішшю компонентів, на відміну від будівельних відходів, які є, переважно, однорідними й відносно легко перероблюються [2, 3]. В Україні щорічний об'єм утворення ТПВ перевищує 54 млн. м³, основна частина яких захоронюється на 6107 полігонах та сміттєзвалищах площею майже 7700 га та лише частково переробляються або утилізуються на сміттєспалювальних заводах, на відміну від високорозвинутих країн, в яких широкого впровадження набули сучасні технології переробки та утилізації ТПВ. За період часу 1999-2014 рр. в Україні втричі збільшилась сумарна площа полігонів та сміттєзвалищ. Майже вдвічі зросла площа перевантажених та більше ніж втричі тих полігонів і сміттєзвалищ, що порушують норми екологічної безпеки, загрожуючи забрудненням навколишнього середовища (атмосфери, гідросфери та літосфери), зокрема й через бактеріологічне забруднення ґрунтів та ґрунтових вод мікроорганізмами (бактеріями кишкової палички, стрептококами, стафілококами та аскаридами), що є збудниками та переносниками хвороб [4], прилеглих земельних ділянок [5, 6], ґрунтових вод та джерел питної води. Через проходження біологічних процесів в товщі ТПВ, місця їхнього захоронення є також джерелами тривалого негативного впливу на навколишнє середовище звалищним газом, який містить парникові гази та токсичні речовини та високотоксичним фільтратом [7], тому для зменшення темпів зростання площ полігонів та їхнього негативного впливу на навколишнє середовище виконують технологічну операцію ущільнення ТПВ під час завантаження в сміттєвоз [8]. Зменшенню темпів зростання площ полігонів також сприятиме зневоднення ТПВ [9].

Прогностичні математичні моделі об'ємів утворення ТПВ та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні наведено в статті [10], за допомогою яких встановлено, що загальна площа полігонів та сміттєзвалищ, а також тих, що не відповідають нормам екобезпеки збільшується з часом приблизно за експоненціальним законом, а площа перевантажених полігонів та сміттєзвалищ, як тих, що відповідають, так і тих, що не відповідають нормам екобезпеки зростає щорічно майже лінійно. Для зменшення темпів зростання площ полігонів виконується технологічна операція ущільнення ТПВ під час завантаження у сміттєвоз [11]. Більш ефективне використання площі полігона забезпечує високий коефіцієнт ущільнення ТПВ [12]. В статті [13] наведені дані щодо концентрацій сапрофітних бактерій у 0-20 см шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту, прилеглого до полігонів захоронення ТПВ. Автори роботи [14] наводять дані щодо зміни санітарно-бактеріологічного складу ТПВ під час компостування. В матеріалах статті [6] виявлено ширшу номенклатуру санітарно-бактеріологічного складу ТПВ навесні (бактерії кишкової палички, стрептококи, стафілококи та аскариди) завдяки наявності стафілококів та аскарид, відсутніх у ТПВ під час літнього компостування. У середовищі ТПВ поруч із сапрофітними розвиваються патогенні бактерії, які є носіями різних захворювань, таких як гепатит, туберкульоз, дизентерія, аскаридоз, респіраторні, алергійні, шкірні та інші захворювання [15]. В статті [16] за допомогою методу планування багатофакторного експерименту Бокса-Уїлсона визначено регресійну залежність активності біологічних процесів у ТПВ від ступеня їхнього ущільнення з плином часу, за допомогою якої встановлено, що найбільше активність біологічних процесів у ТПВ залежить від їхньої густини, найменше – від часу. В роботі [17] визначено регресійні степеневі залежності поширеності хвороб різних класів у дорослого населення населених пунктів, приле-

глих до місця видалення ТПВ від відстані до полігону, які використані для визначення безпечної відстані розміщення полігонів ТПВ від населених пунктів за показниками поширеності патології органів дихання та хвороб системи кровообігу. В статті [18] побудовано математичні моделі залежності концентрацій лише сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення ТПВ, які дали змогу встановити, що з наближенням полігону суттєво знижується концентрація сапрофітних аеробних бактерій, необхідних для біохімічних реакцій розкладання органічної фракції ТПВ в місцях їхнього захоронення та самоочищення ґрунту від чужорідних органічних речовин. В роботі [19] зазначено, що традиційно міське середовище проблему накопичення відходів вирішує за рахунок сільських територій, внаслідок чого виникає проблема забруднення останніх, а саме погіршення якості ґрунтів, води, повітря, а також встановлено, що полігон ТПВ може бути причиною погіршення якості питних вод та санітарно-гігієнічного стану ґрунтів на прилеглих сільських територіях.

У таблиці 1 показані рівні забруднення за мікробіологічним показником – загальними коліформами ґрунтових вод від відстані до Миронівського полігону ТПВ [19]. Дані наведено для загальних коліформ (ЗК), що визначається числом колонієутворювальних одиниць (КУО) на 100 см³ сухої маси досліджуваного матеріалу.

Таблиця 1 – Рівні мікробіологічного забруднення загальними коліформами ґрунтових вод від відстані до полігону ТПВ [19]

Відстань від полігону, ТПВ, м	700	800	1100	1500
ЗК, КУО/100см ³	291	258	50	0

Наведені в таблиці 1 дані можуть бути оброблені для визначення парної регресійної залежності рівня мікробіологічного бактеріологічного забруднення ґрунтів від відстані до полігону ТПВ за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [20] і детально описана в роботі [21].

Висновки

Визначено залежність рівня мікробіологічного бактеріологічного забруднення ґрунтів від відстані до полігону ТПВ, що може бути оброблена для визначення парної регресійної залежності рівня мікробіологічного бактеріологічного забруднення ґрунтів від відстані до полігону ТПВ за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz".

Джерела інформації

1. Сагдеева О. А. Оцінка рівня екологічної небезпеки звалищ твердих муніципальних відходів / О. А. Сагдеева, Г. В. Крусір, А. Л. Цикало // Екологічна безпека. – 2018. – № 1. – С. 75-83.
2. 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.
3. Лемешев М. С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. – С. 381.
4. Піскун Р. П. Функціональна морфологія головного мозку при атеросклерозі в експерименті та під впливом вінпоцетину / Р. П. Піскун, С. М. Горбатюк // Таврический медико-биологический вестник. – 2006. – Т. 9. – № 3. – С. 100-113.
5. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 4. – С. 17-20.

6. Березюк О. В. Моделирование динамики санитарно-бактериологического состава твердых бытовых отходов под час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник ВПІ. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
7. Попович В. В. Екологічна небезпека фільтрату сміттєзвалищ / В. В. Попович // Матеріали ІІ Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів, 2015. – С. 165-166.
8. Березюк О. В. Методика инженерных расчетов параметров навесного подметального оборудования экологической машины на основе мусоровоза / О. В. Березюк // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2016. – № 2. – С. 39-45.
9. Березюк О. В. Експериментальне дослідження процесів зневоднення твердих побутових відходів шнековим пресом / О. В. Березюк // Вісник ВПІ. – 2018. – № 5. – С. 18-24.
10. Березюк О. В. Математичне моделювання прогнозування об'ємів утворення твердих побутових відходів та площ полігонів і сміттєзвалищ в Україні / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2009. – № 2. – С. 88-91.
11. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
12. 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.
13. Гринчишин Н. М. Вплив важких металів на мікробіоценоз дерново-слабопідзолистого ґрунту / Н. М. Гринчишин, Т. М. Лозовицька // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – Т. 11, № 2(41), Ч. 4, 2009. – С. 54-57.
14. Deportes I. Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting / I. Deportes, J.-L. Benoit-Guyod, D. Zmirou, M.-C. Bouvier // Journal of Applied Microbiology. – 1998. – No 85. – P. 238–246.
15. Лехмус О. О. Методи та технології переробки побутових і суднових відходів / О. О. Лехмус. – Миколаїв : НУК, 2004 – 48 с.
16. Березюк О. В. Регресійна залежність активності біологічних процесів у твердих побутових відходах від ступеня їхнього ущільнення з часом / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Наукові праці ВНТУ. – 2020. – № 2. – 5 с. – Режим доступу до журналу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/600/568>
17. Березюк О. В. Залежність поширеності хвороб від відстані між населеним пунктом і полігоном твердих побутових відходів / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2020. – № 4. – 6 с. – Режим доступу до журналу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/618/580>
18. Березюк О. В. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 36-39.
19. Макаренко Н. А. Вплив полігонів твердих побутових відходів на прилеглі сільські території / Н. А. Макаренко, О. О. Будак // Таврійський науковий вісник. – 2015. – № 93. – С. 227-233.
20. Березюк О.В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") / О. В. Березюк // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. К.: Державна служба інтелектуальної власності України. Дата реєстрації: 03.06.2013.
21. Березюк О. В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы "RegAnaliz" / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43-45.

ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЙ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ КРЕМНІЄВИХ ВОД

Березецький Р. В., аспірант, Коваленко О. О., д. т. н., професор,
Мельник І. В., к. т. н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Світовий ринок безалкогольних напоїв постійно розвивається. Все більшим попитом у споживачів користуються напої, які відповідають тренду здорового харчування. Бажання вживати напої з мінімальним вмістом цукру або повною його відсутністю, а також фізіологічна необхідність в регулярній підтримці водного балансу в організмі людини обумовлюють зростання такого сегменту ринку напоїв, як «вода +». До цієї категорії харчової продукції відносять води питні ароматизовані, води з екстрактами з нехарактерної для щоденного харчування рослинної сировини, води з екстрактами з лікарських рослин, води, збагачені мінеральними елементами. Зокрема зростає попит на води з підвищеним вмістом кремнію. Основою для виробництва такої продукції є підготовлена питна вода або мінеральні води. Фасують напої категорії «вода+» зазвичай в жерстяну або ПЕТ-тару малого об'єму.

Кремній – неметалічний хімічний елемент, другий за поширеністю в земній корі. Відомими представниками кремнійвмісних природних мінералів є кварц, алюмосилікати, польовий шпат, кремнезем. Вода розчиняє кремнійвмісні мінерали, в результаті чого утворюються різні форми кремнієвих кислот. В загальному випадку, кремнієва кислота є гідратованою формою оксиду кремнію та виявляє властивості слабкої кислоти. Відомо, що при $\text{pH} < 9$ і концентрації кремнію у водному розчині від $0,03 \text{ ммоль/дм}^3$ до 1 ммоль/дм^3 він перебуває у формі ортокремнієвої кислоти. За таких умов ця форма перебування кремнію у водному розчині є стабільною. При підвищенні концентрації кремнію у водному розчині від 1 ммоль/дм^3 до 2 ммоль/дм^3 відбуваються реакції полімеризації та поліконденсації ортокремнієвої кислоти. Продуктами таких реакцій є полікремнієва кислота та інші лінійні, розгалужені та змішані структури. В лужному середовищі ця кислота утворює солі – силікати. Внаслідок їх гідролізу в розчині утворюється метакремнієва кислота, розчинність якої нижче за розчинність полікремнієвої кислоти. На швидкість протікання реакцій полімеризації та поліконденсації ортокремнієвої кислоти впливають крім pH та концентрації розчину, також температура води, зовнішній тиск, присутність у воді інших домішок як неорганічного, так і органічного походження. При pH водного розчину в межах від 6 од. pH до 8 од. pH та концентрації кремнію більше 2 ммоль/дм^3 формуються колоїдні частки, які після агрегації утворюють аморфний осад. А за цих значень pH та при концентрації кремнію у водному розчині більше 3 ммоль/дм^3 утворюються гелеподібні форми кремнію. Тобто, полімеризація ортокремнієвої кислоти, яка відбувається при зміні pH середовища та концентрації розчину призводить до зменшення розчинності сполук кремнію. А це безпосередньо відображається і на їх біодоступності для живих організмів.

Кремній поглинається із води природних водойм діатомовими водоростями, вищими рослинами, примітивними тваринами і бактеріями та використовується ними для формування кремнеземних скелетів і біогенного кремнезему.

Людський організм насичується кремнієм при споживанні їжі та води. Вміст кремнію в продуктах рослинного походження більший, ніж в продуктах тваринного походження. У воді із підземних джерел вміст кремнію вищий, ніж у воді із поверхневих джерел. Якщо вода піддається обробленню, наприклад на установках зворотного осмосу, то вміст цього мікроелементу зменшується. Найбільше кремнію з харчовими продуктами і напоями люди отримують в країнах Азії. Це пов'язано з регіональними дієтами, де переважають продукти із рослинної сировини, зокрема зерна і рису. Менше кремнію, в порівнянні з людьми з країн

Азії і навіть з рекомендованим добовим споживанням, отримують з їжею люди в Європі. Тому європейцям лікарі і дієтологи радять включати в раціон більше харчових продуктів і напоїв, що містять кремній. Адже нестача кремнію в організмі людини може призвести до розвитку хронічних метаболічних захворювань, пов'язаних із зниженням міцності і щільності кісток, а також втратою сполучної тканини. Кремній також впливає на забезпечення цілісності і міцності нігтів, шкіри та волосся, на синтез колагену та тканин з глікозамінгліканами, процеси розвитку і регенерації кісткової тканини у людей різного віку. Вживання продуктів і напоїв, збагачених кремнієм сприяє зменшенню накопичення в організмі людей важких металів, зокрема алюмінію, чинить позитивний вплив на імунну систему та запобігає атеросклерозу. Для підтримання здоров'я в нормі важливо не лише споживати їжу і пити воду, в якій є кремній. Важливо, щоб форма, в якій він перебуває в харчовому продукті чи напої, була біодоступною, тобто добре засвоювалася організмом. Відомо, що рослини і примітивні живі організми поглинають кремній із води саме у формі ортокремнієвої кислоти. Медичними дослідженнями на тваринах і людях встановлено, що із зазначених вище форм кремнієвих кислот найбільшу біодоступність для їх організмів також має ортокремнієва кислота. Такий висновок зроблений на основі аналізу вмісту кремнію в сироватці крові і сечі осіб, які споживали різні харчові продукти і напої з природним вмістом кремнію, а також штучно збагачені цим елементом.

На біодоступність кремнію для живого організму чинять вплив ще інші хімічні компоненти, присутні в їжі, напоях чи воді. Так, наприклад сухі фрукти, мають високий вміст кремнію, але біодоступність його низька. А зелені боби, хоча і містять кремнію менше, та біодоступність його вища. Найбільш біодоступним є кремній із питної та природної мінеральної води.

В Україні відомі три зони залягання джерел природних кремнієвих мінеральних вод: Закарпатське, Подільське та Дніпровське. Вміст кремнію в них (в перерахунку на діоксид кремнію) коливається в межах від 10 до 55 мг/дм³. Здійснюється промисловий розлив деяких з них. Згідно інформації від виробників, їх мінеральні води мають приємний смак і окремі з них дозволені для щоденного вживання.

Враховуючи перелічений позитивний вплив кремнію на організм людини, наявність в Україні кремнієвих природних мінеральних вод, потребу в збагаченні дієти українців харчовими продуктами і напоями із підвищеним вмістом кремнію, а також враховуючи теперішній воєнний та наступний повоєнний періоди в Україні, що відрізнятимуться значною кількістю людей з погіршеним станом здоров'я, зокрема і з травмами кісток та захворюваннями, обумовленими техногенним впливом на навколишнє середовище, вважаємо актуальною розробку технології напоїв категорії «вода+» з підвищеним вмістом кремнію. Основою для виробництва таких напоїв будуть природні мінеральні кремнієві води та добавки з рослинної сировини. Серед завдань, які будуть вирішуватися при розробці технології такого продукту харчування, будуть наступні:

- вибір рослинної сировини для виробництва напоїв на основі природних мінеральних вод з підвищеним вмістом кремнію;
- дослідження впливу вихідної концентрації сполук кремнію у мінеральній воді, рН, мінералізації і температури води, наявності в складі рослинної сировини компонентів, що можуть вступати у взаємодію з активними формами кремнію у водному розчині, технологічних режимів оброблення води і сировини, умов зберігання продукції на показники якості готових напоїв;
- узагальнення результатів експериментального дослідження та розробка технологічної схеми, режимів та підбір обладнання для виробництва напоїв на основі природних мінеральних вод з підвищеним вмістом кремнію;
- оцінка економічної привабливості запропонованої технології для вітчизняних підприємств.

WHEY IMPACT ON CHEESE INDUSTRY WASTEWATER TREATMENT PROCESSES

**Besediuk V. Y., PhD student, Yatskov M. V., PhD, senior researcher,
Korchyk N. M., PhD, associate professor, Kucherova A. V., senior lecturer,
Maletskyi Z. V., PhD, associate professor**

**National University of Water and Environmental Engineering, Rivne
Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway**

In the dairy industry, the most environmentally dangerous is cheese production of various types. Wastewater comes after washing equipment and devices, as well as after main production process. Whey makes up to 90% of the all wastewater volume and enter treatment plants, which leads to disruption of their work and further pollution of the environment.

Whey contain in large quantities organic abiotic impurities, in particular: milk fats, proteins of various groups, and sugar. Therefore, high values of BOD and COD indicators are characteristic of effluents, in particular, the highest values are characteristic of cheese factories and casein productions. The values of these indicators are on average 580-3000 mg/dm³, however, the presence of whey in the effluent significantly affects the indicators, which can reach 60000 mg/dm³ and even higher. Organic impurities also enter the effluent as a result of washing equipment, in particular surfactants: anionic, cationic, nonionic. [1]

Whey content in wastewater determines the instability of flows according to the main indicators, which is caused by differences in the production technologies of the main products. Moreover, it is important to note that the oxidation-reduction conditions of the environment are not regulated - Eh is not included in the list of the main regulated parameters of environmental control, which can become a determining factor of the impact on the biological treatment unit.

Studies have shown that after the production of certain types of cheeses, whey can acquire an acid-reducing environment (pH = 4,2-5,5; Eh = -0,05... -0,2 V) and a weakly acid-reducing environment (pH = 5,5-6,5; Eh = -0,05... -0,2 V). Whey with a reducing medium leads to a violation of the optimal conditions for the functioning of activated sludge microflora in both aerobic and anaerobic conditions, and as a result - a reduction in the cleaning effect (aeration tanks, biofilters) [2]. This explained by the high level of redox sensitivity of aerobic microorganisms involved in the processes of oxidation and mineralization of organic wastewater pollutants. Furthermore, the results of research are known, which indicate a general tendency to decrease the effect of biological treatment according to the COD parameter at lower Eh values, in particular up to 29% for samples with a difference of 0,1-0,15 V in Eh. [3]

Experimental studies were conducted on the level of physic-chemical purification of cheese industry wastewater of different concentrations, in particular: a highly concentrated sample (containing whey, COD = 46800 mg/dm³), a weakly concentrated sample (washing effluents, COD = 1240 mg/dm³). The samples were subjected to sequential FeCl₃ coagulation, addition of H₂O₂ oxidant (Fenton reaction), liming and flocculation. The results of the research shown in Table 1.

Table 1 – Results of experimental studies

Processing	Parameters	Visual effect	Treatment degree
1	2	3	4
Highly concentrated sample			
10% FeCl ₃ + H ₂ O ₂	pH = 3,8-2,2, Eh = +0,48 V COD = 46800 mg/dm ³	No changes relative to the initial state	
1	2	3	4

10% Ca(OH) ₂	pH = 8,6-11,4 Eh = + 0,02 V	Formation of flakes	24 %
Flocculant AN 913 SH	Immutable	Sediment formation in quantity 15%	
Filtering	COD = 35600 mg/dm ³	Slow filtering	
Weakly concentrated sample			
10% FeCl ₃ + H ₂ O ₂	pH = 4,2 - 2,5 Eh = +0,56 V COD = 1240 mg/dm ³	More saturated color	74 %
10% Ca(OH) ₂	pH = 8,6-11,4 Eh = + 0,04 V	Formation of flakes	
Flocculant AN 913 SH	Immutable	Sediment formation in quantity 15%	
Filtering	COD = 320 mg/dm ³	Fast filtering	

Results from Table 1 indicate that treatment degree of highly concentrated sample containing whey is worse by 50% compared to the results obtained for weakly concentrated sample. Thus, during highly concentrated sample treatment, the consumption of reagents increases: lime, which regulates the pH of the environment - by 30% and hydrogen peroxide, which regulates the Eh of the environment - by 15%, which in turn leads to an increase in financial costs.

Overall, results show that whey content in wastewater leads to decrease in treatment efficiency at both physic-chemical and biological treatment blocks. In order to reduce the load on dairy treatment plants, it is necessary to provide individual treatment processes for highly concentrated streams containing whey, which will provide low COD values at the outlet in combination with an oxidizing environment.

Furthermore, whey contains carbohydrates, vitamins, minerals and proteins, which include essential amino acids. Thus, whey can be considered as a component of mass consumption products, which include physiologically functional ingredients that can have positive biological effects on the living organism. According to this fact, whey should be separated from the wastewater streams and processed for further extraction of valuable components.

Conclusion. Whey makes significant impact on cheese industry wastewater treatment processes in case of its discharge with the main stream. Whey presence in effluent leads to decrease in treatment efficiency at both physic-chemical and biological treatment blocks. This state indicates need in individual pre-treatment block and as a results need in additional costs. Taking into account content of physiologically functional ingredients in whey, it is advisable to protect it from entering treatment plant together with the main stream and to direct it for further processing.

References

1. Sabliy L.A. Physico-chemical and biological treatment of highly concentrated wastewater. – Rivne, 2013. - p. 17-22.
2. Yatskov, M., Korchyk, N., & Besediuk, V. (2021). Design of systems for integrated processing of dairy raw materials in the cheese industry. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(11 (111), 80–87. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.234818>
3. Korchyk N.M., Besedyuk V.Y., Shugaylo V.A. Wastewater treatment of hotel and restaurant complexes. Bulletin of NUWEE, Technical Sciences, Issue 1(97), 2022. - p. 13-19.

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ХІТОЗАНУ ДЛЯ СОРБЦІЇ ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Бохан Ю. В., к. х. н., доцент

Центральноукраїнський державний університет ім. В. Винниченка,
м. Кропивницький

Процеси сорбції на полімерних сорбентах природного та синтетичного походження використовуються у різних галузях. Унікальними сорбційними властивостями володіє хітозан, безпека якого для людини та навколишнього середовища безперечно робить його перспективним матеріалом для створення сорбентів на його основі, що застосовуються для вирішення екологічних та біомедичних проблем. Відомо, що хітозан має добрі сорбційні властивості. На відміну від рослинної клітковини та інших сорбентів природного походження, хітозан діє більш ефективно завдяки своїй унікальній молекулярній структурі. Молекула хітозану містить велику кількість аміногруп, що дозволяє йому зв'язувати іони гідрогену та набувати надлишкового позитивного заряду. Крім того, вільні аміногрупи та координаційно зв'язані метали у його складі, визначають хелатоутворюючі та комплексоутворюючі властивості хітозану. Первинні аміногрупи хітозану або його комплексів щодо ефективності зв'язування іонів важких металів і радіонуклідів у десятки разів перевершують іонообмінні смоли (Тесленко та ін., 1992). Цим пояснюють здатність хітозану виводити з організму важкі метали та володіти радіопротекторною дією за рахунок різноманітних хімічних та електростатичних взаємодій. Біополімер хітозан, на відміну від хітину, є продуктом його деацетилювання та має ширший спектр корисних властивостей. Висока реакційна здатність хітозану, що зумовлює схильність до хімічної модифікації, розчинність у доступних та дешевих розчинниках (навіть у розведених органічних кислотах, наприклад у водному розчині оцтової кислоти), роблять його дуже привабливим матеріалом для практичного застосування. Відоме використання сорбентів на основі хітозану для очищення водних розчинів лікарських засобів, питної води та напоїв, технологічних розчинів та ґрунтів для виведення з природного кругообігу розсіяних важких металів, радіонуклідів, кислих газів, органічних домішок, пестицидів тощо [1]. Між тим, теорія та практика процесів створення та використання конструкційних сорбентів на основі хітозану ще не достатньо розвинута та потребує вдосконалення й подальшого дослідження. Метою роботи є вивчення процесу одержання конструкційних гранульованих сорбентів на основі звичайного та модифікованого хітозану і проведення порівняльного дослідження їх сорбційних властивостей по відношенню до важких металів.

Як конструкційний матеріал для проектування функціонального шару композиційного сорбенту використовували хітозан різного ступеня деацетилювання (Chitosan HMW, (extracted and purified from crab shell, deacetylation $\geq 75\%$ and Mw of ca. 310-375 kDa); Chitosan MMW, (extracted and purified from crab shell, deacetylation $\geq 85\%$ and Mw of ca. 370 kDa); Chitosan LMW, (extracted and purified from crab shell, deacetylation 75-85% and Mw of ca. 50-190 kDa) was purchased from Sigma-Aldrich (Merck), Algés, Portugal). Хітозан середньої молекулярної маси розчиняли у кислих водних розчинах, використовуючи етанову кислоту (1%) та одержуючи розчини хітозану в різних концентраціях від 0,5 до 5,0 мас. %, перемішуючи суміші до отримання однорідного розчину. Після повного розчинення, розчини хітозану центрифугували при фільтрували для видалення будь-якої кількості залишкового нерозчиненого полімеру та використовували для виготовлення гранул. Для підвищення селективності одержаних розчинів хітозану окремо провели додаткову модифікацію (зшивання) готових розчинів додаванням вуглекислого газу або розчинів глутарового альдегіду, різної концентрації, гомогенізували та перемішували ще 10 хв.

У нашому дослідженні було обрано два типи крос-лінкінгу хітозану. У першому способі в якості зшиваючого агента був обраний глутаровий альдегід [2] і вуглекислий газ в іншому. Метод поперечного зшивання вуглекислим газом був розроблений доктором Робертом Тайлінго (Гданський технологічний університет, кафедра харчової хімії та технології) і дозволяє отримувати полімери з більш впорядкованою та щільною органічною структурою. Деякі розчини хітозану в концентраціях від 0,5 до 5,0 мас. % готували також із використанням методу надкритичної солюбілізації та атомізації за допомогою CO₂, який є одним із передових екологічних методів, оскільки включає процеси, які не вимагають застосування кислоти чи шкідливого розчинника та використовує тільки воду та CO₂ під час приготування. Розчинення хітозану у воді відбувається через підкислюючу дію CO₂ та застосування підвищеного тиску. Як зразки, зшиті вугільною кислотою, використовували гелі з вмістом хітозану 1% і 5%.

У другому способі було одержано шість різних гелів для отримання гранул хітозану, зшитого глутаровим альдегідом з різною концентрацією хітозану та молярним відношенням хітозану до зшиваючого агента.

Синтез проводили разом з доктором Юстиною Савицькою (Гданський університет, кафедра біомедичної хімії) (табл.1).

Таблиця 1 – Склад гелів хітозану та зшиваючого реагенту глутарового альдегіду

№	Chitozan,%	Aldegid glutarowy,25% molar ratio(chitosan:crosslinker)	Wskazanie ilości aldehydu glutarowego
1a	0,5	1:0,063	L
1b	0,5	1:0,307	H
2a	1	1:0,063	L
2b	1	1:0,307	H
3a	2	1:0,063	L
3b	2	1:0,307	H
4a	3	1:0,063	L
4b	3	1:0,307	H
5a	4	1:0,063	L
5b	4	1:0,307	H
6a	5	1:0,063	L
6b	5	1:0,307	H

Одержано два типи хітозанових модифікованих гелів (рис.1): (1) гелі модифікованого хітозану, виготовленого із використанням методу поперечного зшивання за допомогою CO₂, який є одним із передових екологічних методів, оскільки включає процеси, які не вимагають застосування кислоти чи шкідливого розчинника та використовує тільки воду та CO₂ під час приготування (CHIT-CO₂), (2) гелі модифікованого хітозану, зшитого глутаровим діальдегідом (CHIT-GDA). Іонотранспортні та іонообмінні властивості таких гелей досліджували аніонною системою [Fe(CN)₆]^{3-/4-} в 0,1 М Na₂SO₄ за допомогою електрохімічних методів (методи циклічної вольтамперометрії та імпедансної техніки). Далі досліджено умови перетворення одержаних гелів у гранули за допомогою сольово-лужних осаджуючих розчинів. Промивку гранул проводили водою, потім одержані гранули сушили [3].

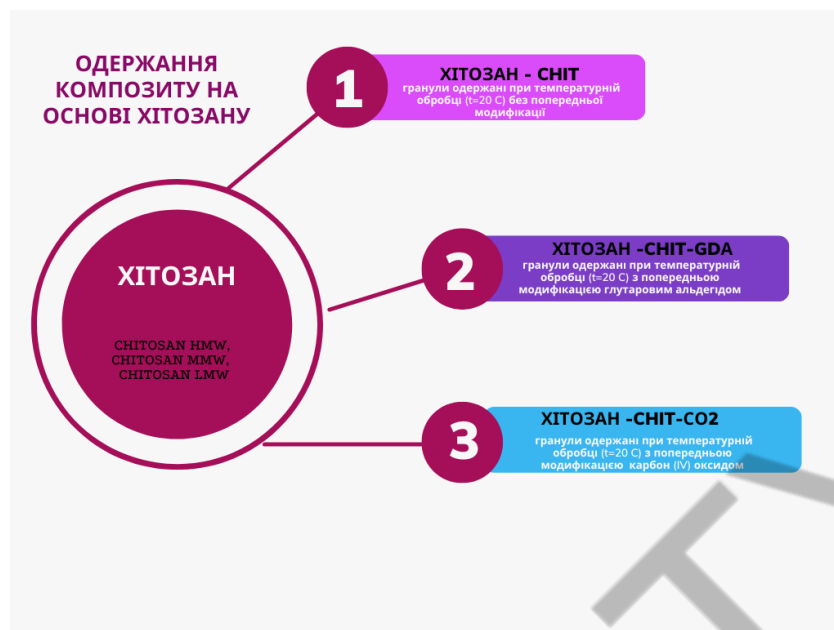


Рис. 1. Одержання композиційних хітозанових сорбентів

При вивченні процесів сорбції на свіжосформованих гранулах немодифікованого хітозану з найбільш аморфізованою структурою, що забезпечує квазіізогенні умови, встановлена можливість реалізації сорбційної ємності немодифікованого хітозану по відношенню до йонів Cu^{2+} , рівною вмісту в полімері аміногруп (5,6 ммоль/г), що вказує на утворення в цих умовах комплексів NH_2 : Cu еквімолярного складу. Доведено, що недоступність сорбційних центрів в об'ємі гранули з рекристалізованою структурою обумовлює зниження сорбції йонів Cu^{2+} в 1,5 рази. Модифікація хітозану глутаровим альдегідом призводить до зниження сорбційної здатності гранул по відношенню до йонів Cu^{2+} ; їх сорбційна здатність (2,5-3,5 ммоль/г) корелюється із сорбційною ємністю вихідного порошкоподібного хітозану. Безперечно, модифікування хітозану глутаровим діальдегідом призводить до підвищення стійкості та стабільності сорбційного композиту у кислих розчинах, але знижує ємність сорбенту, при збільшенні швидкості досягнення сорбційної рівноваги. Між тим, при модифікації хітозану за допомогою CO_2 сорбційна ємність незначно зростає по відношенню до йонів Cu^{2+} .

Отже, досліджено процеси сорбції йонів важких металів, наприкладі Cu^{2+} , на одержаному композиційному сорбенті на основі модифікованого та немодифікованого хітозану. Доведено, що досліджуваний сорбент здатний ефективно утримувати іони Cu^{2+} і може бути використаний для очищення водних розчинів, включаючи харчові середовища.

Джерела інформації

1. Гальбрайт Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // Соросовский образовательный журнал. 2001. Т. 7, №. 1. С. 51–56.

2. E. Mirzaei B. , A. Ramazani S. A. , M. Shafiee & M. Danaei Studies on Glutaraldehyde Crosslinked Chitosan Hydrogel Properties for Drug Delivery Systems, International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials, 62:11, 605-611, DOI:10.1080/00914037.2013.769165// International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials – 2013. – № 62. – С. 605–611.

2. Получение гранулированного хитозана и исследование его сорбционных свойств / Е.В. Румянцева, Г.А. Вихорева, Н.Р.Кильдеева, А.А. Неборако, // В сб.статей Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль 2005)» //Москва. – 2005. – С. 166 – 167.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ТА ОТРИМАННЯ ВОДИ З ПОВІТРЯ

Василів О. Б., к. т. н., доцент, Проць Б. М., аспірант

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

За останні десятиліття було проведено численні дослідження для розроблення більш стійких технологічних рішень, які б задовольнили зростаючий попит на воду. Постійною метою все ще є вдосконалення конструкції, режимів експлуатації та контролю процесів опріснення для отримання якісної води з меншою вартістю і меншим впливом на довкілля.

Одним із напрямів зменшення споживання енергії у виморожувальних установках є створення комбінованих установок, що поєднують використання енергії плавлення льоду в інших технологічних процесах, наприклад, для процесу конденсації води з атмосферного повітря. На кафедрі нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики була запропонована схема такої установки. Як базова, використана установка для опріснення води шляхом виморожування [1]. Вона доповнена ще одним теплообмінником «повітря-рідина», у якому відбувається процес конденсації атмосферної вологи з повітря, що подається вентилятором, з однієї сторони та холодного теплоносія із ємності для розчину, що концентрується з іншої.

Отримання прісної води в цій установці здійснюється внаслідок формування блоків льоду з низьким вмістом солей через наморозування води на стрижневих робочих органах. Далі відбувається їх плавлення завдяки циркуляції проміжного теплоносія через стрижневі робочі органи і другий теплообмінник, у якому проміжний теплоносій нагрівається внаслідок проходження через його поверхню повітряного потоку, який містить, у тому числі, водяну пару. Водяна пара конденсується з використанням енергії плавлення льоду, що дає змогу одержати додаткову кількість прісної води та зменшити енерговитрати.

Робота установки здійснюється у двох послідовних режимах: 1) режим опріснення та формування льоду; 2) режим плавлення льоду та конденсації водяних парів.

На першому етапі відбувається кристалізація води із розчину на зовнішній поверхні стрижневих робочих органів, які виконані у вигляді трубок Фільда. Відвід теплоти здійснюється проміжним холодоносієм, який з регульованою швидкістю рухається всередині стрижневого робочого органу. Необхідна температура проміжного холодоносія забезпечується низькотемпературною холодильною машиною.

Після закінчення процесу виморожування низькотемпературна холодильна машина відключається, і циркуляція проміжного холодоносія здійснюється через внутрішню поверхню другого теплообмінника «повітря-рідина» за допомогою переключення відповідних вентилів. Потік атмосферного повітря, який містить у своєму складі водяну пару, за допомогою вентилятора надходить до другого теплообмінника «повітря-рідина», де охолоджується на його зовнішній поверхні до температури нижче точки роси, і водяна пара за такої умови конденсується. Охолодження проміжного холодоносія здійснюється завдяки енергії плавлення льоду, тим самим забезпечується використання цієї теплоти для отримання додаткової кількості прісної води та зменшення сумарних енерговитрат.

Джерела інформації

1. Василів, О. Б. Опріснення води виморожуванням в установці із змінною в циклі температурою холодоносія [Текст] / О. Б. Василів, О. С. Тітлов, С. В. Іщенко // Харчова наука і технологія. – 2011. – №4(17). – С. 103-106.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОПРІСНЕННІ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ

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

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Для опріснення води використовуються, як мембранні методи, так і термічні методи, зокрема, метод виморожування. Кожен із них має свої переваги та недоліки. Останнім часом значно збільшилося число публікацій, що містять дослідження про опріснення методом виморожування або кристалізації. У розробленій в ОНТУ установці для опріснення води отримання прісної води здійснюється через наморозування льоду на теплообмінній поверхні з подальшим плавленням цього льоду [1].

Для опріснення можуть бути використані морська вода, високомінералізовані розсоли та ін. Як теплообмінна поверхня використовується трубка Фільда чи, іншими словами, байонетний теплообмінник. Це теплообмінник, який складається з двох концентричних трубок. Обидві труби розділяють потік рідини на два зустрічні потоки: (I) кільцевий прохід, утворений зазором між зовнішньою трубою і та внутрішньою трубою, і (II) круговий прохід всередині внутрішньої труби. Обидва проходи з'єднані у верхній частині труби, де торцева кришка блокує вихід рідини в цій точці.

Наявність внутрішньої труби зменшує площу поперечного перерізу, через яку рухається потік, і приблизно подвоює довжину шляху потоку між входом і випуском. Тому гідравлічний опір більший, ніж у зовнішній трубі, якби вона була порожньою. Крім того, протитечія всередині байонетної труби забезпечує внутрішній теплообмін між кільцевим і внутрішнім потоками труби, особливо поблизу основи, що зменшує здатність кільцевого потоку до зовнішнього теплообміну. Залежно від положення внутрішньої труби можливі дві конфігурації байонетної труби: концентрична та ексцентрична. Завдяки ексцентриситету в потоці створюється асиметрія, за допомогою якої можна збільшити коефіцієнт тепловіддачі в найширшому зазорі кільцевого перерізу. Цей факт відкриває можливість подальшого зменшення температурних градієнтів стінки труби без збільшення перепаду тиску, що підвищує ефективність процесів тепло- і масообміну.

Проведені низкою авторів дослідження умов теплообміну дозволили визначити значення коефіцієнту конвективної теплопередачі в залежності від різних конфігурацій: концентричних і ексцентричних труб. Дослідження проводилися для різних рідин (повітря, повітря, вода, олія, нанофлюїди, тощо) та різних режимів руху рідин (ламінальний, перехідний, турбулентний). Певні роботи були присвячені експериментальним визначенням локального числа Нуссельта. Ці кореляції необхідні для моделювання методами кінцевих різниць, оскільки поверхня теплообміну ділиться на окремі ділянки, які мають свою геометрію і відповідні умови теплообміну. Висока ефективність процесу розділення може бути досягнута завдяки мінімізації градієнтів температур на зовнішній теплообмінній поверхні. Для забезпечення такого перепаду температур за довжиною байонетного теплообмінника було запропоновано здійснити перфорацію внутрішньої труби. Це дозволить здійснити перепуск частини потоку з внутрішньої труби в кільцевий канал не тільки через U подібний поворот, а раніше. Для визначення геометричної конфігурації, яка забезпечить бажаний градієнт температур, розроблена математична модель процесу теплообміну та проведено чисельне моделювання.

Джерела інформації

1. 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.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗОВАНИХ ІОННИХ РІДИН

Воробйова В., к. т. н., доцент, Васильєв Г., к. т. н., доцент, Трус І., к. т. н., доцент

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

Концепція екологізації і впровадження «зелених» технологій є однією із ключових тенденцій у розвитку сучасної хімічної технології та інженерії.

Основна частина хімічних технологій проходить за участю токсичних реагентів/прекурсорів, каталізаторів та є малоефективними і досить небезпечними для навколишнього середовища. Ця проблема набуває все більшого значення не лише для України, а й для всього світу. Найбільш вдалим прикладом енерго- і ресурсозберігаючих технологій, що є безпечними для екології і ефективними для підприємств, є використання так званих біодеградабельних «зелених» технологій отримання речовин/матеріалів. Актуальним є використання «зелених» розчинників для різних галузей виробництва, а саме вилучення/синтезу органічних сполук, синтез наноматеріалів та інші що дасть змогу отримати насправді екологічно безпечні речовини та матеріали/продукти на їх основі.

Низькотемпературні евтектичні розчинники (НЕР) (deep eutectic solvents, DES) є новітніми, дешевими та екологічними розчинниками, яким в даний час закордонними науковими товариствами приділяється особлива увага [1–4]. Рідкі системи іонної природи, які отримані у результаті змішування у певному співвідношенні деяких індивідуальних органічних і(або) неорганічних речовин, мають низку практично корисних властивостей, а саме більш широкий спектр екстракційної здатності, термічна та хімічна стійкість, полярність, варіативність складових, відносно високі плинність і електропровідність (порівняно з органічними розчинниками), нелеткість, непальність. Причому області їх потенційного застосування варіюються від промислових багатотонних виробництв, які можливо використовувати у різних галузях хімічної промисловості (фармацевтичних, косметичних та харчових виробництв) та хімічного матеріалознавства (отримання нанодисперсних та наноструктурованих матеріалів), у природоохоронній галузі [5, 6].

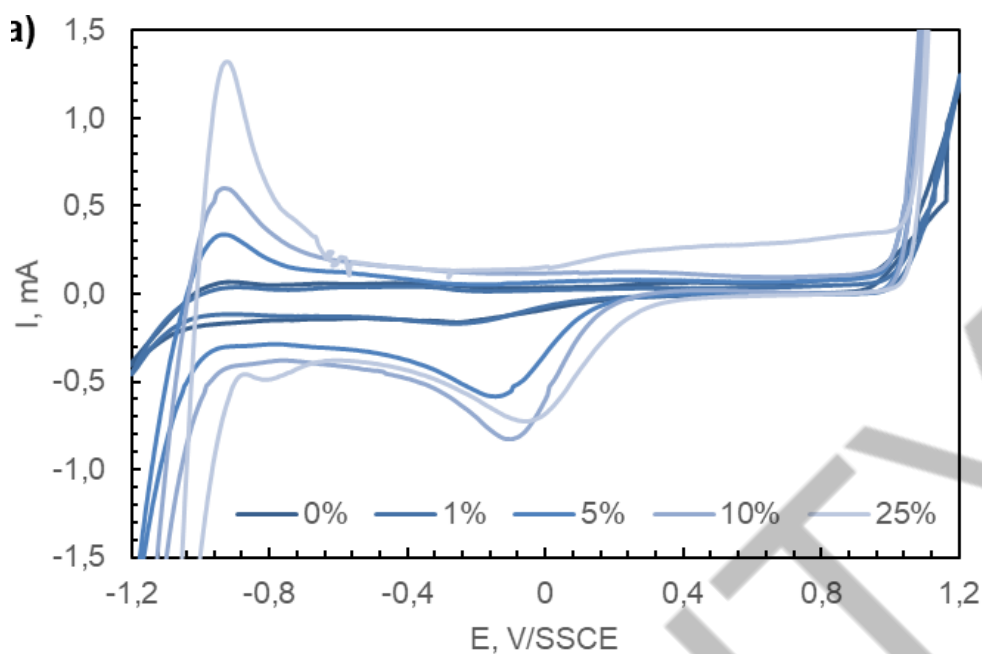
В даний час зв'язок між складом і властивостями НЕР не описано адекватно і їх розробка здійснюється методом проб і помилок. Тому актуальним завданням сьогодення є вивчення фізико-хімічних властивостей нових НЕР.

Метою роботи є підбір реагентів для синтезу нових високоефективних низькотемпературних іонних розчинників та проведення досліджень щодо визначення електрохімічних характеристик синтезованих іонних рідин.

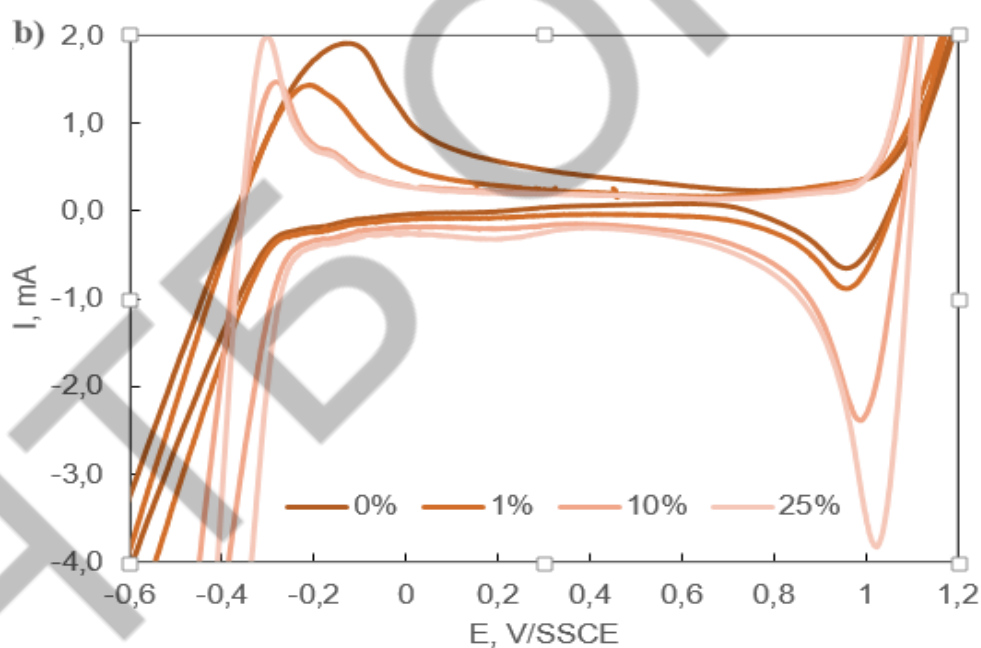
В роботі проведено дослідження електрохімічних характеристик низькотемпературних евтектичних розчинників [7].

Для застосування в деяких областях хімічної технології до НЕР додають 10-30% води для поліпшення властивостей. При визначенні опору систем НЕР в залежності від вмісту води було показано здатність проводити електричний струм, що в основному пов'язана з типом НВД в НЕР.

Дослідження вікон електрохімічної стабільності та вплив на його ширину вмісту води в системі наведені на рисунку 1.



хлорид холіну – сечовина



холіну хлорид – молочна кислота

Рис. 1. Вплив вмісту води на вікно електрохімічної стабільності НЕР

Ширину вікна визначали в межах потенціалів коли струм не перевищував 10-100 мкА в залежності від провідності розчину. Вікна електрохімічної стабільності для всіх випробуваних розчинів наведені в таблиці 3. Чисті розчинники демонструють найширше вікно ста-

більшості, наприклад, холін хлорид – сечовина ESW перевищує 2 В. Додавання води призводить до звуження електрохімічного вікна. Однак залежність ширини вікна від вмісту води залежить від системи.

Таблиця 1 – Вікна електрохімічної стабільності НЕР залежно від вмісту води в їх складі

НЕР	Вікна електрохімічної стабільності, В				
	Вміст води, % мас.				
	0	1	5	10	25
<i>хлорид холіну – сечовина</i>	2,01	1,98	0,86	0,81	0,70
<i>холіну хлорид – молочна кислота</i>	1,33	1,32	-	1,22	1,21

Таким чином, отримані результати досліджень показують, що більш придатними сполуками для утворення НЕР є сечовина і молочна кислота. Дослідження провідності та вікна електрохімічної стабільності НЕР показали вищу стабільність НЕР на основі молочної кислоти в якості акцептора електронів. Додавання 25% мас. води збільшує провідність з 0,39 до 2,07 См/м, а ESW змінюється з 1,33 до 1,21 В.

В роботі синтезовано низькотемпературні іонні розчинники при використанні холін хлориду, молочної кислоти та сечовини. Методом ІЧ-спектроскопії підтверджено формування водневих зв'язків між компонентами іонних рідин. Визначені електрохімічні характеристики синтезованих іонних рідин. НЕР на основі молочної кислоти є найбільш електропровідними та проявляють найбільшу електрохімічну стабільність. Додавання води в кількості 1...25% призводить до зменшення ширини електрохімічного вікна з 1,33 до 1,21 В та збільшення електропровідності з 0,39 до 2,07 См/м.

Джерела інформації

1. Abbott A. P. Solubility of metal oxides in deep eutectic solvents based on choline chloride / A. P. Abbott, G. Capper, D. L. Davies, K. J. McKenzie, & S. U. Obi // Journal of Chemical & Engineering Data. – 2006. – 51(4). – P. 1280-1282.
2. Liu Y. Natural deep eutectic solvents: properties, applications, and perspectives / Y. Liu, J. B. Friesen, J. B. McAlpine, D. C. Lankin, S. N. Chen, & G. F. Pauli // Journal of natural products. – 2018. – 81(3). – P. 79-690.
3. Kovács A. Modeling the physicochemical properties of natural deep eutectic solvents / A. Kovács, E. C. Neyts, I. Cornet, M. Wijnants & P. Billen // ChemSusChem. – 2020. – 13(15). – P. 3789-3804.
4. Mišan A. The perspectives of natural deep eutectic solvents in agri-food sector / A. Mišan, J. Nađpal, A. Stupar, M. Pojić, A. Mandić, R. Verpoorte & Y. H. Choi // Critical reviews in food science and nutrition. – 2020. – 60(15). – P. 2564-2592.
5. Воробйова В. Дослідження компонентного складу та антиоксидантних властивостей екстракту продукту переробки томата / В. Воробйова, М. Скіба, І. Трус, С. Кирій, С. Сіренко // Технічні науки та технології. – 2021. – № 1(23). – С. 145-151.
6. Воробйова В.І., Скіба М.І., Трус І.М., Васильєв Г.С. Екстракція жмиху томату «зеленим» розчинником та оцінка антиоксидантних властивостей / В.І. Воробйова, М.І. Скіба, І.М. Трус, Г.С. Васильєв // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2021. – № 2. – С. 59–65.
7. Воробйова В. Визначення електрохімічних властивостей природних іонних рідин нового покоління / В. Воробйова, Г. Васильєв, І. Трус, О. Ліночєва // Технічні науки та технології. – 2022. – № 2(28). – С. 88-95.

ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ ЩОДО НАФТОПРОДУКТІВ

Гринишин С. О., Знак З. О., д. т. н., професор

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Під час видобування, перероблення та транспортування часто трапляються її розливи. Загрозу довкіллю спричиняють аварії комунікацій чи технологічного обладнання. Воєнні дії, спричинені повномасштабною агресією росії, спричинили нове, серйозне навантаження на природні водойми та їх екосистеми. Одночасно різко погіршились показники природних поверхневих вод як джерел водопостачання для населення територій, де відбувались чи ще відбуваються воєнні дії. Процеси природного самоочищення цих водойм може розтягнутись на довгі роки. Відтак необхідно терміново запропонувати доступні й відносно дешеві способи очищення вказаних вод від нафтопродуктів. Натепер практично єдиними методами, якими можна ефективно очистити природні води від нафтопродуктів, є сорбційні. Суттєвою їх перевагою є можливість уникнути вторинного забруднення довкілля.

Для очищення природних вод методом сорбції запропоновано використовувати природний клиноптилоліт Закарпатського родовища. Ураховуючи, що під час воєнних дій забрудненню піддалися не тільки природні води, але й ґрунти, то вирішення проблеми очищення від нафтопродуктів стало комплексним. Саме тому у дослідженнях використовували клиноптилоліт різних фракцій у діапазоні від 0,1 до 2,0 мм, якими заповнювали скляні картриджі, що дало змогу візуально спостерігати переміщення фронту сорбції нафтопродуктів за шаром цеоліту. Кількісно сорбційну здатність окремих фракцій клиноптилоліту визначали ваговим методом. У дослідженнях використовували нафту Бориславського родовища, що на Львівщині.

Встановили, що сорбція нафти починається зразу після її контакту з клиноптилолітом. При чому, зауважено, що у разі, якщо картридж розташований над шаром нафти, лише на 5 мм занурений у рідке середовище, фронт сорбції переміщується вгору. Водночас виявили, що спочатку формується зона, де відбувається сорбція – так званий «працюючий» шар цеоліту. Спершу він має забарвлення від сірого до темносірого і впродовж 25-30 год. переміщується вгору. Лише через певний час (від 0,5 до 1 год.) спостерігається виникнення й переміщення шару адсорбату практично чорного забарвлення. Отже, можна зробити висновок, що у разі сорбції нафти, яка є багатокомпонентною речовиною, спершу сорбуються легші, рухливіші фракції. Вони слугують своєрідним розчинником чи елюентом, який забезпечує дифузію шаром клиноптилоліту важчих фракцій нафти, тобто відбувається своєрідне хроматографування фракцій нафти на клиноптилоліті.

Виявлено дещо неочікуваний ефект: вища сорбційна ємність притаманна фракціям з більшими розмірами. Наприклад, сорбційна ємність фракції з еквівалентним діаметром 0,174 мм дорівнює 0,59 г/см³, а для фракцій 1,25 і 1,75 мм – 0,7 і 0,65 г/см³ відповідно. Ці дані підтверджують припущення про своєрідне хроматографування фракцій нафти.

Окрім того, виявили, що більшими інтегральною та питомою сорбційною ємністю володіє вихідний природний клиноптилоліт, тоді як попередньо дегідратований за температури 105±5 °С має нижчу ємність на 10...15 %. Ураховуючи, що до того ж дегідратація потребує енерговитрат, очевидна доцільність застосування нативної форми клиноптилоліту. Попередньо встановлено, що регенерація насиченого нафтою клиноптилоліту є недоцільною, бо потребує застосування органічних елюентів або підвищеної температури. Показано, що відпрацьований цеоліт можна використовувати як пуцолановий додаток у виробництві цементу, а нафта є додатковим джерелом теплової енергії під час її спалювання.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДОЗУВАННЯ КОАГУЛЯНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Гусятинська Н. А., д. т. н., професор, Деменюк О. М., к. т. н., доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Якість питної води залежить від ступеню її очищення, а отже, від використання ефективних реагентів у водопідготовці. Одним із поширених фізико-хімічних методів очищення води є коагуляція із застосуванням солей алюмінію та заліза[1, 2]. На вибір коагулянту впливає багато факторів. Переваги неорганічних коагулянтів полягають у відносно низьких цінах та універсальності застосування. Органічні флокулянти не змінюють рН оброблюваної води і використовуються в обсягах, у десятки і сотні разів менших, ніж неорганічні коагулянти. Внаслідок зазначених переваг кожного з типів коагулянтів все частіше використовують комбіновані схеми, які дозволяють досягти набагато кращих результатів як стосовно економічних витрат, так і щодо ефективності процесу очищення води.

Вибір виду і дози коагулянту має велике значення при очищенні води. Сульфат алюмінію в якості коагулянту для очищення води використовують більше 100 років, проте незважаючи на ряд переваг, в багатьох випадках він не завжди задовольняє вимоги, що висуваються до якості води. Дослідження та промислове використання оксихлоридів алюмінію для очищення поверхневих вод для питного водопостачання розпочалося в 70-80 рр. минулого століття. Наразі виробляється ряд засобів різних торгових марок, до складу яких входить основний хлорид алюмінію[3].

Незважаючи на той факт, що проблемі підвищення ефективності очищення води приділяється велика увага як науковців, так практиків, питання вибору ефективного й економічно вигідного коагулянту залишається актуальним і потребує подальших досліджень.

Технологічні схеми очищення природних вод для питного та промислового водопостачання не завжди забезпечують необхідну якість очищення води і вимагають підвищення витрат реагентів. В той же час, необхідно зазначити, що на ефективність очищення природних вод коагуляцією впливають багато чинників: кількість і склад розчинених у воді домішок, концентрація колоїдних міцел, температура, інтенсивність перемішування, магнітні та електричні поля, тощо [4]. Створення оптимальних умов для утворення твердої фази гідрооксидів алюмінію, коагуляції та повного вилучення з води утворених пластівців є основою розв'язання одного зі складних завдань, що виникають під час підготовки питної води, — зменшення концентрації в ній залишкового алюмінію. Концентрацію залишкового алюмінію віднесено до токсикологічних показників, а її гранично допустиме значення становить 0,2 мг/дм³. Коагулянти на основі металів особливо чутливі до величини рН і лужності. Якщо значення рН не відповідає заданим межам, то якість прояснення води буде низькою, а залізо й алюміній у такій воді можуть стати розчинними.

При встановленні раціональних витрат коагулянту для очищення води використано метод однопараметричної оптимізації з узагальненим критерієм в середовищі Mathcad. Нижче представлено приклад розрахунку за наступних вихідних умов процесу коагуляційного очищення: температура 1-3 °С, каламутність води 2,6-2,8 мг/дм³, забарвленість 22-26 град., лужність 4-4,5 ммоль/дм³, рН 7,2-7,3, перманганатна окиснюваність 5,2-5,5 мг/дм³. На основі математичної обробки експериментальних даних одержано критеріальні рівняння регресії, що описують залежності показників якості води від витрат коагулянту оксихлориду алюмінію (р, мг/дм³):

- вміст залишкового алюмінію у воді:

$$ff1 = -0,0033 + 0,054 \cdot p_1 - 0,00136 \cdot p^2 + 0,00001 \cdot p^3, \quad (1)$$

- каламутність:

$$ff2 = 2,7333 - 0,00011 \cdot p_1 - 0,001 \cdot p^2 + 0,00001 \cdot p^3, \quad (2)$$

- забарвленість:

$$ff3 = 22,66 - 0,135 \cdot p_1 - 0,0032 \cdot p^2 + 0,000037 \cdot p^3, \quad (3)$$

- перманганатна окиснюваність:

$$ff4 = 5,2 - 0,00123 \cdot p_1 - 0,00019 \cdot p^2 - 0,000003 \cdot p^3, \quad (4).$$

Цільовою функцією є узагальнений критерій оптимізації $F(p)$, який включає також функцію мінімізації витрат $ff5_j$:

$$F(p)_j := (ff1_j)^{0.1} \cdot (ff2_j)^{0.1} \cdot (ff3_j)^{0.2} \cdot (ff4_j)^{0.2} \cdot (ff5_j)^{0.4},$$

де $ff1_j$ – вміст залишкового алюмінію, $ff2_j$ – каламутність, $ff3_j$ – забарвленість, $ff4_j$ – перманганатна окиснюваність.

Для переведення натуральних значень локальних критеріїв оптимальності (рівняння 1-4) в безрозмірну форму використано метод Харрінгтона. Графічне зображення узагальненого критерію оптимізації наведено на рис. 1.

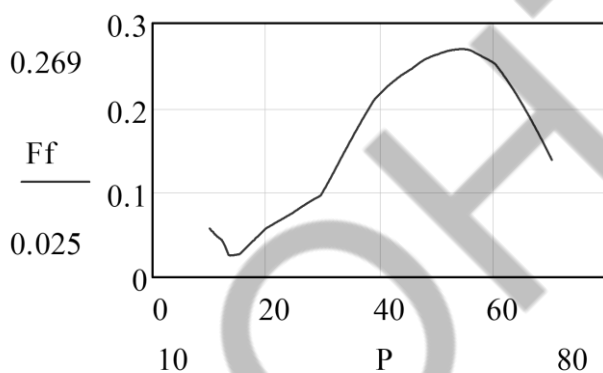


Рис.1. Залежність узагальненого критерію оптимізації від витрат коагулянту.

Отже, за одержаними розрахунками раціональні витрати коагулянту оксихлориду алюмінію становлять 54-58 мг/дм³.

Програма розрахунку коефіцієнтів рівнянь регресії, середньоквадратичних похибок одержаних рівнянь, вирішення задачі оптимізації може бути використана для обробки експериментальних даних за конкретних вихідних умов процесу коагуляційного очищення води.

Застосування математичних методів оптимізації при встановленні раціональних витрат реагенту дозволить більш об'єктивно встановлювати дозування коагулянту, що в кінцевому варіанті сприятиме підвищенню ефективності процесу коагуляційного очищення та покращенню якості води.

Джерела інформації

1. Запольский А. К. Физико-химическая теория коагуляционной очистки воды. Житомир. ЖНАЭУ, 2013. 72 с.
2. Особенности применения алюможелезных композиционных коагулянтов в очистке воды с высоким содержанием природных органических веществ / А.Е. Кулишенко и др.. *Химия и технология воды*. 2020. Т. 42, №1(273). С. 83-96.
3. Радовенчик Я. В., Костриця А. О., Радовенчик В. М. Оцінка ефективності алюмовмісних коагулянтів в процесах освітлення природних вод. *Східно – Європейський журнал передових технологій*. 2013. Т. 4, № 6 (64). С. 23-26.
4. Корінько І. В., Панасенко Ю. О. Інноваційні технології водопідготовки: монографія. Харків: ХНАМГ, 2012. 208 с.

СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ШУНГІТУ І КРЕМЕНЮ У ВОДООЧИЩЕННІ

Деменюк О. М., к. т. н., доцент, Бабич І. М., к. т. н., доцент

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Біогенні елементи – речовини, що найбільш активно беруть участь в життєдіяльності водних організмів. До них відносяться мінеральні сполуки азоту (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), фосфору (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}), кремнію (HSiO_3^- , SiO_2^{3-}), заліза (Fe^{2+} , Fe^{3+}) і сполуки деяких мікроелементів [1]. Надходження біогенних елементів до поверхневих вод відбувається як через природні чинники (вимивання з верхнього шару ґрунту, атмосферні опади, протікання внутрішньоводоймових процесів), так і через антропогенні (надходження з промисловими та господарсько-побутовими стічними водами, стоками сільськогосподарських угідь та тваринних комплексів). Азот та фосфор в природних водах існує у вигляді різноманітних органічних та неорганічних сполук з концентраціями в межах десятих або сотих часток мг/дм³. Зростання концентрацій зазначених речовин призводить до евтрофікації природних вод, яка проявляється в збільшенні біомаси фітопланктону, масового розвитку водоростей та "цвітіння" води, що погіршує екологічний стан та якість природних вод.

Досліджували три типи води: бюветну (парк ім. Т.Г. Шевченка), дніпровську (с. Корчувате), водопровідну. Очищення здійснювали з використанням мінералів шунгіту та кременю. Визначення нітратів здійснювали фотометричним методом із застосуванням саліцилату натрію, нітритів – фотометрично із реактивом Грісса, ортофосфатів і поліфосфатів – колориметричним методом.

Для видалення із природних вод біогенних елементів було випробувано два типи мінералів – шунгіт і кремень. Шунгітові породи – унікальні за складом, структурою і властивостями утворення. Вони являють собою незвичайний за структурою природний композит – рівномірний розподіл високодисперсних кристалічних силікатних частинок в аморфній вуглецевій матриці. Середній розмір силікатних частинок близько 1 мкм. Існує припущення, що очистка води шунгітом здійснюється головним чином за коагуляційним механізмом, який відбувається в результаті взаємодії забруднюючих воду компонентів з продуктами екстракції з шунгіту різних молекулярних і надмолекулярних форм. Такими формами можуть бути фуллерени, які входять до складу водорозчинного комплексу, а також вуглеводні мікроглобули з адсорбованими на них фуллеренами [2]. Однак, відомості щодо цього питання доки обмежені. Фуллерени – унікальні кулеподібні порожнисті молекули, що складаються з декількох десятків атомів Карбону. Шунгіт – єдиний у світі природний мінерал, що містить фуллерени. Фуллерени і надають каменю бактерицидних та лікувальних властивостей. Шунгіт сорбує (поглинає) наявні у воді шкідливі для організму людини домішки – хлор, важкі метали, феноли, ацетон. Було доведено, що шунгіт виводить вільні радикали майже повністю і набагато краще, ніж активоване вугілля. У той же час камінь коригує склад води, виділяючи корисні для організму елементи [3].

Кремень – мінерально-органічне утворення, у складі якого присутні опал і халцедон – різновиди кварцу. Основу цих мінеральних компонентів кременю становить кремнезем – двоокис кремнію SiO_2 , а також входять більше 20 хімічних елементів і значна кількість скам'янілих одноклітинних мікроорганізмів. Саме із скам'янілою органікою пов'язані виражені бактерицидні властивості цього мінералу, а також його потужна каталітична активність (у присутності кременю у воді значно підвищується швидкість різних окисно-відновних реакцій) [4].

Очищення різних видів води даними мінералами здійснювали шляхом настоювання вод з різною кількістю мінералів протягом доби. До і після очищення визначали у пробах води

вміст нітратів, нітритів, ортофосфатів і поліфосфатів. Лише за вмістом нітритів отримали наступні залежності (рис. 1 і рис. 2).

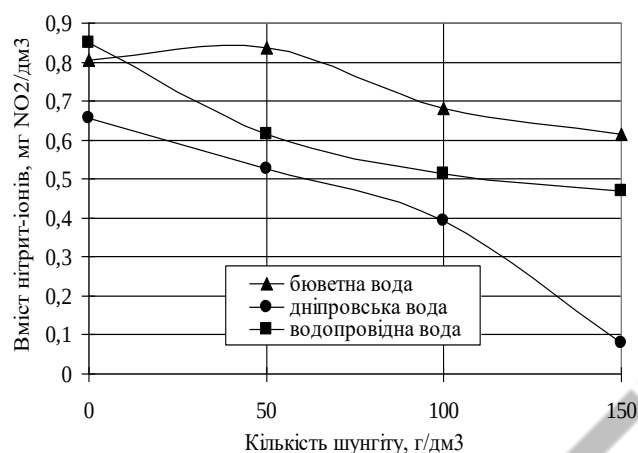


Рис.1. Залежність вмісту нітритів від кількості шунгіту

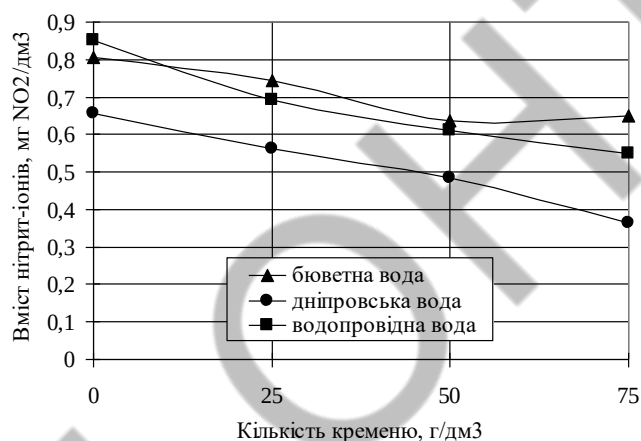


Рис.2. Залежність вмісту нітритів від кількості кремнію

Після обробки води природними мінеральними сорбентами, було виявлено, що зі збільшенням їх концентрації зменшується вміст біогенних елементів і ефект їх видалення шунгітом складає для нітратів і нітритів 23,7...87,8%, ортофосфатів і поліфосфатів – 44,2...62,3%. Ефект очищення води кременем від нітратів і нітритів складає 19,2...44,6%, а ортофосфатів і поліфосфатів – 48,9...65,4%.

Висновок. Шунгіт та кремій є високоефективними природними сорбентами. Їх застосування дозволяє досягти високих показників ефекту видалення біогенних елементів, хлорорганічних речовин (діоксинів, радикалів) та чинити бактерицидний вплив. Завдяки цим властивостям шунгіт і кремій можна використовувати у підготовці питної води високої якості в проточних системах будь-якої продуктивності, в колодязях та ін.

Джерела інформації

1. Аналітична хімія поверхневих вод: монографія / Б.Й. Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. Київ: Наукова думка, 2007. 455 с.
2. Мельник Л.М., Громовий Т.Ю. Дослідження шунгіту методами десорбційної мас-спектрометрії. *Фізика і хімія твердого тіла*. Т. 16, № 2 (2015) С. 383-387.
3. Получение углеродминеральных сорбентов на основе шунгита и использование их для очистки пищевых и сточных вод / С. Ефремов и др.. *Вестник КазНУ*, 2011, №4, С.85.
4. Влияние кремня на минеральный состав воды / В.В. Гончарук і ін.. *Хімія і технологія води*. 2012, Т. 34, №3, С 249-259.

POLLUTION OF WATER RESOURCES BY BAUXITE SLUDGE

¹Drukovanyy M. F., doctor of technical sciences, professor, ²Voznyuk I. M., teacher

¹Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

²State Vocational and Technical Educational Establishment "Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education", Khmelnyk

In some countries of the world (China, Australia, Ukraine, India, etc.), approximately 70 million tons of "red sludge" is formed annually during the processing of bauxite ores into aluminum oxide [1-3].

Every year, natural resources are depleted, and production waste, both in the world and in Ukraine, is significantly increasing [4-7]. The largest amount of waste is accumulated by mining, metallurgical and thermal energy enterprises. The colossal accumulation of such waste disrupts the ecological balance in nature, is a source of environmental pollution, and most often the land necessary for the national economy is used for landfills [8-11].

Alumina production wastes are usually left untreated and accumulated in mud ponds or near the plants in sludge storage facilities. The intensification of production increases the accumulation of waste, and without proper disposal, the growth of their volume is a worldwide problem [12-14]. That is why given industrial development trends require the development and implementation of various economic methods of reuse and disposal of "red sludge".

The accident at the Ajkai aluminum plant is an environmental disaster that occurred on October 4, 2010 at the large aluminum plant of Ajkai Timfoldgyar Zrt in the area of the city of Ajka, 160 kilometers from Budapest. As a result of the explosion at the plant, the dam surrounding the sedimentation tank and containing the red sludge tank was destroyed. The volume of the leak was approximately 1.1 million red mud. As a result of the breach of the dam, the territories of three oblasts (Veszprém, Vas and Győr-Moson-Sopron) were flooded. A state of emergency was declared by the Hungarian authorities in the disaster area.

Red sludges are quite dangerous due to their high dispersion and residual alkalinity. It is a caustic pulp that is difficult to dry and impossible to transport. Therefore, it is sent to sludge storage facilities, which occupy huge areas and are quickly filled, because the peculiarities of the technological process of aluminum extraction are such that much more red sludge is produced than non-ferrous metal [15-18]. Not only that, large areas of fertile land are removed from economic turnover. Penetrating into the soil and water drains, the sludge contaminates them with alkali metal compounds, and gradually drying out, they begin to sprinkle.

Accidents at sludge storage facilities lead to real man-made disasters. In 2010, a sludge storage dam burst at a factory in Hungary, and 700,000 cubic meters of caustic substance flooded the cities of Kolontar and Decever with a mudflow, all living things died in the Markal River, red sludge even flowed to the Danube. This global problem is also relevant for Ukraine.

The main scheme of transformation of natural substances in the process of social production: natural resources - raw materials - final consumer products or semi-finished products. There is no such field of material production where the process of transformation of the used resources reaches 100%. Extraction and processing of material and energy resources, even within the framework of separate technological processes, also cause the formation of by-products of production.

There are more than 16.5 million tons of bauxite sludge waste in the sludge accumulators of the Mykolaiv Alumina Plant (MAP). They are stored in the open air in special sludge accumulators, which occupy hundreds of hectares [5-9]. For example, the area of the sludge accumulator of the MAP occupies 188 hectares out of the total plant area of 480 hectares. The government's decision on the construction of the MAP provided for its complete overhaul with the start of operation of the plant. But this was not done. The sludge storage facility is already close to being filled and

the problem of secondary use of sludge is very acute. These sludge accumulators dry out on the surface, and the wind carries the dust to the areas adjacent to the plant.

The waste also infiltrates the soil and enters the groundwater, polluting it. This means not only the use of its valuable components, but also the reduction of man-made pressure on the environment. The purpose of this work is to identify the most promising directions for the use of red sludge from the MAP. The use of waste from enterprises of these branches in the construction industry will allow solving a number of problems: environmental (elimination of production waste), economic (the cost of solutions, concrete and products from secondary raw materials is much cheaper), and social (increase in the construction of housing and other objects from cheap materials).

The constant increase in energy prices in Ukraine causes the search for new energy- and resource-saving technologies in the production of concrete and reinforced concrete products. A prominent place in this series is occupied by mechanical methods of activation of mineral binders. As a result of additional activation in mills of dispersed industrial waste, it is possible to obtain conditioned building materials with minimal cement consumption. In the laboratory of construction materials and products of VNTU, the compositions of mixtures for the production of mud-zolocarbonate pressed concrete with minimum consumption of cement up to 8%, depending on the brand and activity of cement, were calculated and studied.

As a basis for calculating the technical and economic efficiency of the use of the specified industrial waste, it is necessary to take into account the profit from the reduction of economic damage caused to the environment by the storage of waste products in landfills and the profit from the sale of products from secondary resources.

The peculiarities of the impact of bauxite sludge on environmental safety and directions of its use in construction are considered. In our opinion, the use of the specified waste of enterprises in the construction industry will allow solving a number of problems: environmental (disposal of production waste), economic, and social.

Thanks to the conducted research, it became possible to improve and create new composite materials by introducing bauxite sludge into the composition of binding materials as an active mineral additive, and also provides an opportunity to solve one of the most dangerous environmental problems - the disposal of production waste.

References

1. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.
2. Kalafat K. Technical research and development [Text]: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. – International Science Group. – Boston, : Primedia eLaunch 2021. – 616 p.
3. Очеретний В. П. Дрібноштучні стінові матеріали з використанням відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2005. - № 1. - С. 16-21.
4. Використання відходів промисловості для виробництва ефективних будівельних матеріалів / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, А. Ф. Діденко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 53-55.
5. Ковальський В. П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов [Текст] / В. П. Ковальський // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.
6. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K.

Nurseitova, A. Bugubayeva // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150.

7. Березюк О. В. Структура машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 3-7.

8. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 4. – С. 5-19.

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

11. Очеретний В. П. Комплексна активна мінеральна добавка на основі відходів промисловості [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Сборник научных трудов по материалам IV международной научно-практической Интернет-конференции „Состояние современной строительной науки – 2006”. – Полтава : Полтавский ЦНТЭИ, 2006. – С. 116-121.

12. 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.

13. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, М. С. Лемешев, В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Структура, властивості та склад бетону : збірник наукових праць : матеріали VIII науково-практичного семінару "Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди. Низькоенергоємні в'язучі, бетони і розчини", м. Рівне, НУВГП, 30-31 жовтня 2013 р. – Рівне : Видавництво НУВГП. 2013. – Вип. 26. – С. 186-193.

14. В'язуче з відходів для дорожнього будівництва [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, В. П. Чепуренко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – Т. 1. – С. 50-54.

15. Лемешев М. С. Строительные изделия с использованием промышленных отходов [Текст] / 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 : ФГБОУ ВО “Тюменский индустриальный университет”, 2017. – С. 41-44.

16. Ковальський В. П. Звукоизоляционные сухие строительные смеси на основании отходов производства [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, А. В. Бондарь // Инновационное развитие территорий: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец, 2016. – С. 73–78.

17. Очеретний В. П., Ковальський В. П. Определение факторного пространства для построения математической модели карбонатного прес-бетона // Материалы к 43 Международному семинару по моделированию и оптимизации композитов (22—23 апреля 2004 г.) — Одеса: Астропринт. — 2004. — С. 149.

18. Бондарь А. В. Использование отходов для производства строительных материалов [Текст] / А. В. Бондарь, В. П. Ковальський // Сборник научных трудов IX Молодежной экологической конференции «Северная Пальмира», 22–23 ноября 2018 г. – Санкт Петербург : НИЦЭБ РАН, 2018. – С. 148-151.

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКА ТВЕРДОСТІ ВОДИ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ТА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Заленська Є. А., аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Вода є основною сировиною для харчових продуктів, починаючи від первинного виробництва і далі, через усі етапи ланцюга створення цінності харчових продуктів, закінчуючи їхнім споживанням. Найбільш доцільний варіант у виробництві харчових продуктів - використання води тільки питної або доочищеної до питної якості. Інколи, виходячи із економічних міркувань, можна допустити використання води більш низької якості для окремих технологічних операцій, за умови, що це не ставить під загрозу безпеку кінцевого продукту споживання.

Звичайно, базисною вимогою до якості води, яка використовується у харчовому виробництві, і, особливо тієї, що входить до складу готової продукції, є її мікробіологічна, мікологічна та паразитологічна безпека [1].

Не існує окремого нормативного документу державного рівня (ДСТУ), який би нормував якість води для харчового виробництва. Тому нормативною базою до якості води для харчових виробництв слід вважати існуючі документи державного та відомчого рівнів, а саме: ДСТУ 4808:2007, ДСТУ 7525:2014, ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Є своя специфіка вимог до якості води для виробництва хлібобулочних та макаронних виробів. У цілому якість води повинна відповідати питній для споживання людиною. Проте є один важливий момент – використання води з дуже низьким вмістом солей твердості робить тісто надто м'яким та липким, а з високою – твердим та нееластичним. Очевидно, що катіони кальцію та магнію впливають на утворення подвійного електричного шару на поверхні колоїдів (міцел) зерен крохмалю та білку. Крім того, твердість води впливає на консистенцію тіста, на форму виробів, його запах [2, 3]. Для прикладу, проаналізуємо дані роботи [3] щодо впливу таких показників якості води, як твердість, рН та загальна мінералізація, на реологічні характеристики тіста. Результати дослідження представляють у вигляді так званих фаринограм.

За допомогою кривої фаринографа можна оцінити наступні характеристики замішування тіста: час початкового етапу (утворення клейковини); стійкість тіста; ступінь розм'якшення; індекс якості фаринографа (FQN). Таким же методом можна визначити водопоглинання борошна, тобто кількість води, необхідне для формування стандартної консистенції тіста – 500 FU або UB ($1 \text{ BU} \approx 10^{-3} \text{ даН}\cdot\text{м}$) [3]. Початковий етап (формування тіста) – це період часу, протягом якого утворюється клейковинна сітка та нормальна консистенція тіста досягає 500 БО. Стійкість тіста - це період часу, протягом якого тісто зберігає нормальну консистенцію з продовженням процес змішування. Ступінь розм'якшення тіста – це різниця між стандартною консистенцією (500 БО) і консистенцією, яка досягається через 12 хв. (або більше) після досягнення стандартної консистенції. Індекс якості фаринографа (FQN) вимірює так звану «міцність борошна», яка встановлює якість борошна (слабке або сильне борошно)

На рис. 1 показано дослідження характеристик процесу замішування та якості тіста при використанні чотирьох різних видів води:

- Дистильована вода: твердість – 1,01 °D (0,18 ммоль/дм³), рН – 5, загальна мінералізація – 0.3 мг/дм³ (0.3 ppm);

- Вода Borsec: твердість - 4,7 °D (0,84 ммоль/дм³), pH – 7,42, загальна мінералізація – 235 мг/дм³ (235 ppm);
- Вода Saguaro: твердість - 5,0 °D (0,89 ммоль/дм³), pH – 5,87, загальна мінералізація – 244 мг/дм³ (244 ppm);
- Вода Gradistea: твердість - 48 °D (8,56 ммоль/дм³), pH – 6,70, загальна мінералізація – 1120 мг/дм³ (1120 ppm).

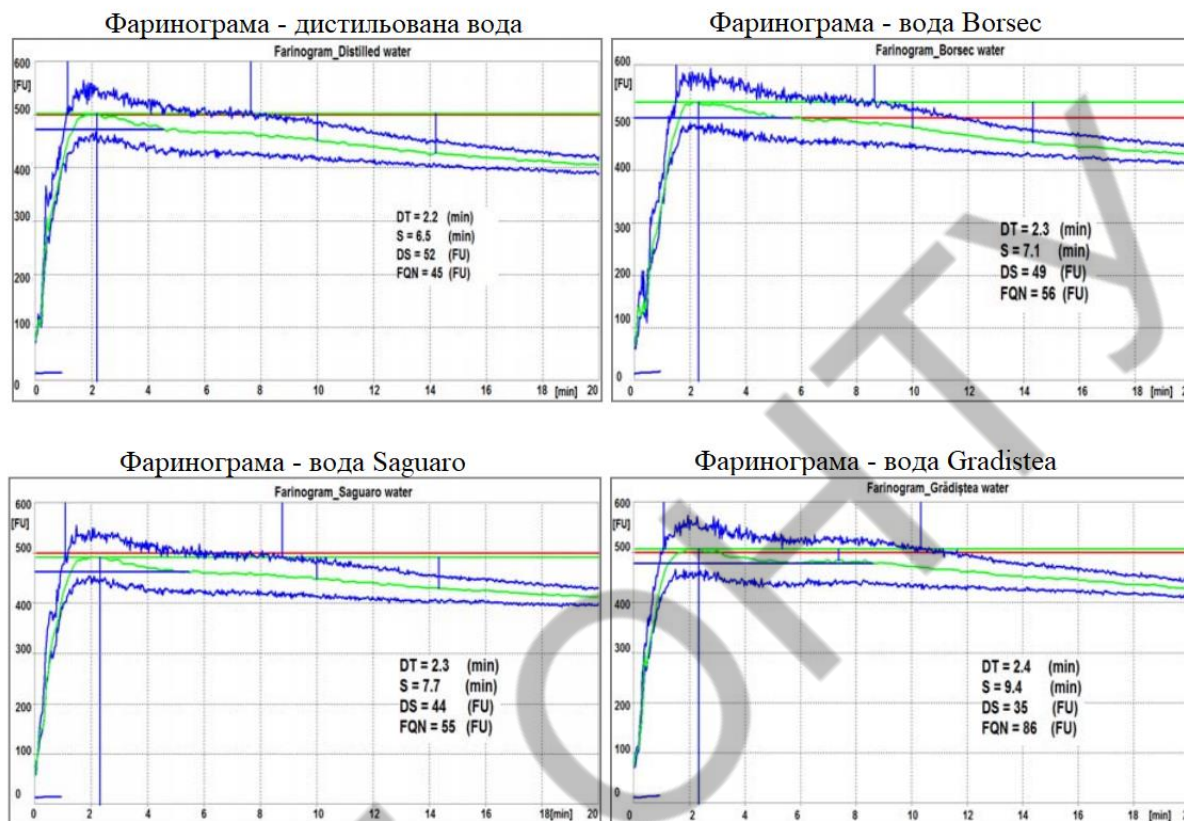


Рис. 1. Криві фаринограми, отримані для типу борошна FA 650 і чотирьох різних типів води [3]

Аналіз представлених результатів свідчить про наступне. Твердість води для тіста впливає на потужність замішування борошна та загальне споживання енергії, тривалість процесу значно збільшується. Тісто, виготовлене з води, твердість якої підвищена, довше зберігає стандартну консистенцію: період стабільності збільшується від 6,5 хв. до 9,4 хв.

Висновки

Отже, ступінь розм'якшення тіста обернено пропорційна твердості води. Спостерігалося збільшення FQN із підвищенням твердості води, тобто тісто довше зберігає нормальну консистенцію. Для твердості від 5 до 48 °D ступінь розм'якшення зменшується на 7-20 одиниць, а індекс FQN зростає з 56 до 86 FU. Крім того, виявлено, що існує кореляція між pH води та значеннями параметрів фаринографа.

Джерела інформації

1. FAO and WHO. Safety and Quality of Water Used in Food Production and Processing [Electron source]. 2019. Meeting report. *Microbiological Risk Assessment Series*. Rome. 2019. No. 33. Available at: <https://www.fao.org/3/ca6062en/ca6062en.pdf>.
2. Wujie, Zhufei, Xujing. The Influence of Water Quality on Food Quality and the Treatment of Water for Food Processing. *Procedia Environmental Sciences*. 2011. Vol. 10. P. 2671-2676.
3. The effect of water hardness on rheological behavior of dough [Electron source] / E.-M. Ștefan, V. Gheorghe, A. Gabriel [et al.]. *Journal of Engineering Studies and Research*. 2015. Vol. 21, Issue 1. P. 99-104.

ЗАСТОСУВАННЯ ЯВИЩА КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ОЛЕФІНОВИХ СТІЧНИХ ВОД ГІПОХЛОРИТНИМИ РІДКИМИ ВІДХОДАМИ

Знак З. О., д. т. н., професор, Гнатишин Н. М., к. т. н.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

В Україні спостерігається стійка тенденція до погіршення якості природних вод, що зумовлено скиданням у довкілля недостатньо або взагалі неочищених стічних вод, зокрема, промислових. Головною причиною цього є висока вартість очищення стічних вод та рідких відходів традиційними технологіями. До таких відходів належать гіпохлоритні та органовмісні стічні води олефінового виробництва, що утворюються на ЗАТ «Карпатнафтохім». За існуючою технологією їх знешкодження здійснюють в окремих технологічних процесах. Тому перспективним є застосування в технологіях знешкодження відходів та стічних вод методів, що ґрунтуються на високо енергетичних впливах на середовище, зокрема, кавітаційних. Передусім ці методи доцільно застосовувати на тих підприємствах, де утворюються антагоністичні за своїми властивостями відходи чи стічні води, як от, гіпохлоритні з окисними властивостями та органовмісні – з відновними.

Мета роботи – дослідження взаємодії натрію гіпохлориту як компоненту рідких відходів з органічними сполуками, що містяться у стічних водах олефінового виробництва, під дією кавітації та встановлення їх раціонального співвідношення для досягнення повного перетворення обох сполук. Дослідження проводили з використанням потенціометричного та спектроскопічного методів аналізу в ізотермічних та адіабатичних умовах.

Встановлено, що у кавітаційних полях, які збуджували за допомогою ультразвукового випромінювача магнітострикційного типу “Ultrasonic Disintegrator UD-20” (частота випромінювання 22 кГц, потужність 8 Вт) швидкість окиснення органічних сполук в ізотермічних зростає щонайменше утричі. При цьому витрата розчину натрію гіпохлориту як окисника зменшується на 40...60 %, порівняно із процесом, який здійснювали за механічного перемішування реакційного середовища. Такий ефект можна пояснити дією кавітації на компоненти реакційної системи. По-перше, під час колапсу кавітаційних каверн виділяється теплова енергія, яка спричиняє локальне підвищення температури, що спричиняє збільшення швидкості процесів, хоча середньомасова температура зв. ізотермічних умов стала. По-друге, відбувається розклад натрію гіпохлориту за кисневим механізмом, тобто з виділенням атомарного кисню, який є дуже сильним окисником. По-третє, відбувається розривання подвійних зв'язків у молекулах ненасичених сполук як компонентів олефінових стічних вод. По-четверте, інтенсифікуються дифузійні процеси у середовищі. Усе це зумовлює суттєве пришвидшення процесу окиснення органічних сполук. Водночас, зменшення витрати натрію гіпохлориту зумовлене повнішим його розкладом, тоді як за механічного перемішування цей процес є значно тривалішим.

В адіабатичних умовах, коли температура середовища зростає пропорційно до кількості внесеної акустичної енергії, швидкість процесів збільшується на 15...20 % до досягнення температури 55...60 °С, що безумовно пов'язане з позитивним впливом температури на швидкість реакції. Однак з подальшим збільшенням температури приріст інтегральної швидкості окиснення органічних сполук суттєво зменшується. Це зумовлене утворенням відносно стійких кавітаційних бульбашок, що призводить до зменшення питомої енергії, внесеної у систему. Загалом, виконані дослідження дають підстави стверджувати, що застосування навіть малопотужних кавітаційних пристроїв дає змогу суттєво пришвидшити процес взаємного знешкодження гіпохлоритних та олефінових стічних вод.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТИВ ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Знак З. О., д. т. н., професор, Мних Р. В., к. т. н., Уласович Н. О., студент

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Львівський полігон твердих побутових відходів поблизу села Великі Грибовичі почав діяти майже 65 років тому. За цей час на полігоні накопичено 14,3 млн т твердих побутових відходів [1]. У 2011 році Львівська міська рада визнала ситуацію на сміттєзвалищі у Великих Грибовичах та на прилеглих територіях «екологічно недопустимою та такою, що потребує невідкладного вирішення». Після пожежі у травні 2016 року, роботу звалища остаточно зупинили. Відтак восени 2020 року розпочалася технічна рекультивація сміттєзвалища, яка триває до сьогодні. З-поміж різних технічних рішень з дегазації, технічної та біологічної рекультивації, встановлено систему збору фільтратів полігону.

Фільтрат – рідина, що утворюється на полігоні при захороненні твердих побутових відходів з вологістю більше 55% та внаслідок атмосферних осадів [2]. Фільтрат сміттєзвалища є різноманітним за складом висококонцентрованим розчином органічних і неорганічних речовин [3]. Перед скиданням у міську каналізаційну мережу необхідне його попереднє очищення. Для цього на полігоні задіяно дві установки, робота яких ґрунтується на різних методах очищення: з допомогою мембран та хімічних реагентів. Фізико-хімічне очищення відбувалося з використанням традиційних коагуляторів феруму та алюмінію сульфатів, поліакриламідів (ПАА), а також кальцію гідроксиду. Слід зазначити, що з плином часу та браком кваліфікованого персоналу, неодноразово відбувалися втручання у технологічний режим роботи реагентного очищення фільтратів. Це призвело до погіршення якості очищеного фільтрату, зросла кількість позапланових зупинок, ремонтів, тобто по суті, переведення роботи у періодичний (замість неперервного) режим роботи, відтак – до суттєвого зменшення продуктивності установок.

Авторами було виконано огляд ділянки фізико-хімічного очищення фільтрату, відтак визначено причини погіршення її роботи, а саме: необґрунтовано високі дози кальцію гідроксиду для коректування рН, одночасне додавання двох коагулянтів (феруму та алюмінію сульфату) які проявляють коагулюючі властивості у різних діапазонах рН.

Нераціональне використання вапна-пухлянки, основна функція якого – коректування рН, а на це впливає лише розчинений $\text{Ca}(\text{OH})_2$, призводило до утворення осаду в приямках і трубопроводах, забивання трубопроводів та крильчаток насосів. Це зумовлено малою розчинністю $\text{Ca}(\text{OH})_2$, яка дорівнює всього $1,5 \text{ г/дм}^3$, малою лінійною швидкістю рідини, особливо у приямках, а також періодичністю роботи установки очищення фільтратів. Відтак виникала необхідність регулярного очищення приямків та трубопроводів від вапна, що осіло в них. Крім того, під час тривалого перемішування суспензії вапна-пухлянки повітрям можливе утворення малорозчинного кальцію карбонату, який сприяє осадженню твердої фази, її накопиченню та скріпленню за рахунок утворення кальцію карбонату. Після коректування рН до очищуваної води одночасно додавали суміш коагулянтів заліза(II) сульфат (залізний купорос) та алюмінію сульфат. Але у лужному розчині з рН близько 12-13, яке створюється вапном, утворюється $\text{Al}(\text{OH})_3$, який осаджується за рН близько 11, створюючи додатковий осад. Зі збільшенням рН починають утворюватись розчинні алюмінати. Обидві сполуки роль коагулянтів практично не відіграють.

На основі виконаних досліджень запропоновано використовувати для очищення фільтрату більш ефективний коагулянт – алюмінію дигідроксосульфат (АДГС). Товарний АДГС має високу вартість, тому розроблено рекомендації щодо його приготування з наявних на

підприємстві реагентів і з урахуванням можливості їх подальшого придбання, а саме: алюмінію сульфату та вапна-пухлянки. Приготування розчину АДГС потребує використання вапна в кількостях, що знаходяться в межах його розчинності. Відтак потреба у дороговартісному систематичному очищенню приямків та трубопроводів відпадає; при цьому створюються умови для здійснення практично безперервного технологічного процесу очищення фільтрату, підвищення продуктивності роботи дільниці.

Окрім того, АДГС має такі переваги:

- він працює в ширшому інтервалі рН очищуваної води;
- потребує меншого лужного резерву;
- має значно кращу здатність до пластівцеутворення, особливо за низьких температур очищуваної води;
- міцели, що утворені в результаті гідролізу, мають вищий позитивний заряд і кращу адсорбційну здатність;
- його розчини менш агресивні, завдяки чому різко знижується кислотна корозія обладнання та комунікацій [4, 5].

Після лабораторних та випробувань на станції очищення фільтратів було запропоновано технологічну схему процесу з максимальним використанням наявного обладнання. Це дало змогу суттєво покращити якість очищеного фільтрату, зокрема значення показника ХСК, не нижче 75 % та підвищити продуктивність більш ніж у двічі.

Джерела інформації

1. Reconstruction of a landfill in the city of Lviv with. Gribovychi, Zhovkivskiy district, Lviv region in the volume of emergency measures for the prevention of emergencies, liquidation of the negative consequences of the accident on the lands of Malekhiv village council, Environmental Impact Assessment Report №20189141712, 2018. – 141 p. [in Ukrainian].

2. ДБН В.2.4-2-2005. Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування. Київ, 2005. 40 с.

3. Melnyka A., Kuklinska K., Wolska L., Namiesnik J. Chemical pollution and toxicity of water samples from stream receiving leachate from controlled municipal solid waste (MSW) landfill. *Environmental Research*. 2014. Vol. 135. P. 253–261.

4. Н.Д. Гомеля, Т.Н. Красильников, П.А. Яцюк. Получение и оценка эффективности новых алюминиевых коагулянтов в процессах обесцвечивания воды. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2006. – No 3. – С. 51–55.

5. А.В. Мамченко, В.М. Пустовит, І.І. Дешко, Н.А. Павлова. Комплексний реагент для очистки стічних вод. Синтез. *Хімічна промисловість України*. – 2006. – No 6. – С. 44–48.

НАНОТЕХНОЛОГІЯ - НАУКА, ІННОВАЦІЇ І МОЖЛИВОСТІ

¹Калініна Г. П., к. т. н., доцент, ²Крижак Л. М., к. т. н., доцент

¹Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква

²Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ, м. Вінниця

Вода на землі є одним із найпоширеніших природних ресурсів, але лише близько 1% цього ресурсу доступний для споживання людиною. Основною проблемою в ланцюзі водопостачання є постійне забруднення ресурсів прісної води органічними та неорганічними забруднювачами.

Методи очищення стічних вод недостатньо ефективні, тому показники якості води не відповідають вимогам стандарту. Основні недоліки існуючих технологій очищення стічних вод: високі енерговитрати, неповне видалення забруднюючих речовин і токсичного осаду [1].

Широко застосовується біологічне очищення стічних вод, але це повільний процес і обмежений через наявність речовин, що не піддаються біологічному розкладанню. Часто за біологічного очищення токсичні забруднюючі речовини спричиняють загибель мікроорганізмів-очищувачів, що унеможливорює сам процес очищення [2].

Фізичні процеси, такі як фільтрування, можуть видалити забруднювачі шляхом відокремлення грубої частки або шляхом перетворення однієї фази в іншу, при цьому утворюється висококонцентрований осад [2], який є токсичним і його важко утилізувати. Тому гостро стоїть потреба пошуку альтернативних дієвих способів очищення, що вирішується шляхом розроблення абсолютно нових методів або шляхом удосконалення існуючих методів.

Технологій прогрес у нанотехнологіях довів неймовірний потенціал для відновлення стічних вод та вирішення багатьох інших екологічних проблем [3].

Нанотехнологія вважається у всьому світі ключовою темою технологій XXI століття – можливості їх різностороннього застосування несуть в собі величезний потенціал. Застосування продукції нанотехнологій дозволить заощадити на сировині і енергоносіях, скоротити викиди в атмосферу і сприятиме тим самим сталому розвитку [4].

Нанотехнології – це галузь нанонауки, явища, що застосовуються на рівні нанометрового масштабу. Наноматеріали – це найменші структури, створені людиною, розмір яких становить кілька нанометрів. Точніше, наночастинки – це ті, які мають структурні компоненти з одним виміром принаймні менше 100 нм. Наноматеріали були розроблені різних форм: нанодропи, нанотрубки, плівки, частинки, квантові точки та колоїди тощо [5].

З метою очищення стічних вод було розроблено ефективні екологічно чисті та економічно вигідні наноматеріали, які мають унікальні функціональні можливості для потенційного знезараження промислових стоків, поверхневих вод, ґрунтових вод і питної води.

Залежно від природи наноматеріалів їх можна класифікувати на три основні категорії: нанoadсорбенти, нанокаталізатори та наномембрани. Нанoadсорбент виготовляють з використанням атомів тих елементів, які є хімічно активними та мають високу адсорбційну здатність на поверхні наноматеріалу [6].

Використовувані матеріали для розробки нанoadсорбентів включають активоване вугілля, кремнезем, глинисті матеріали, оксиди металів і модифіковані сполуки у формі композитів.

Другий клас наноматеріалів це нанокаталізатори: оксиди металів і напівпровідники. Саме вони привернули увагу вчених у розробленні технологій очищення стічних вод, їх використовують для розкладання забруднюючих речовин. Наприклад, електрокаталізатори

застосовують для покращення хімічного окислення органічних забруднювачів. Також є нанокаталізатори з антимікробними властивостями, які можна поєднувати в одному процесі [7].

Третій клас наноматеріалів, які застосовують для очищення стічних вод, це наномембрани. У цій технології науковцями доведено, що очищення стічних вод під тиском є ідеальним для покращання показників якості води.

Нанофільтрацію широко використовують в промисловому очищенні стічних вод через малі розміри пор, низьку вартість, високу ефективність і зручність застосування. Наномембрани можна розробити з наноматеріалів, таких як наночастинки металів, неметалічні частинки та нановуглецеві трубки.

Численні дослідження підтверджують ефективність розроблених наноматеріалів (наноадсорбенти, нанокаталізатори, наномембрани) для очищення стічних вод. Наночастинки, які використовують як адсорбент для видалення важких металів, повинні бути нетоксичними, мати високу адсорбційну здатність, здатність адсорбувати забруднювачі в меншій концентрації (ppb), адсорбовані забруднювачі, які можна легко видалити з поверхні адсорбенту та мати можливість повторного використання.

Наноадсорбенти поділяють на групи залежно від їх ролі в процесі адсорбції: металеві наночастинки, наноструктуровані змішані оксиди, магнітні наночастинки та наночастинки оксидів металів.

Нанокаталізатори, особливо з неорганічних матеріалів, таких як напівпровідники та оксиди металів, привертають значну увагу дослідників у застосуванні для очищення стічних вод: фотокаталізатори, електрокаталізатори та каталізатори для покращення хімічного окислення органічних забруднюючих речовини та мають антимікробну дію [7].

Серед сучасних методів очищення стічних вод технологія мембранної фільтрації з застосуванням наноматеріалів є однією з найефективніших. Концепції нанотехнологій виходять за рамки найсучасніших характеристик мембран для очищення води та забезпечують нові функції, такі як каталітична реактивність, висока проникність і стійкість до забруднення. Перевагами є ефективна дезінфекція та економічність.

Для очищення стічних вод використовують технологію розділення наномембран для видалення барвників, важких металів та інших забруднень. Окрім відділення частинок від стічних вод наноматеріали в новій мембрані також відіграють важливу роль у хімічному розкладанні органічних забруднюючих речовин. Композиція цих типів мембран складається з одновимірних наноматеріалів (включаючи органічні та неорганічні матеріали), таких як нанотрубки, нанострічки та нановолокна.

Викладений матеріал наголошує на потребі в передових технологіях очищення води для забезпечення високої якості води, усунення хімічних і біологічних забруднювачів та інтенсифікації промислових процесів використання стічних вод.

У зв'язку з цим нанотехнології є одним з ідеальних варіантів передових процесів очищення стічних вод. Науковцями були розроблені та успішно досліджені наноматеріали для очищення стічних вод: наноадсорбенти (на основі оксидів Fe, MnO, ZnO, MgO, CNT), фотокаталізатори (ZnO, TiO₂, CdS, ZnS:Cu, CdS:Eu, CdS:Mn), електрокаталізатори (Pt, Pd) і наномембрани.

Кожна технологія має свої переваги та певну ефективність видалення забруднюючих речовин. Наноадсорбенти мають ефективний потенціал для видалення важких металів, таких як Cr, As, Hg, Zn, Cu, Ni, Pb і Vd, зі стічних вод.

Фотокаталізатори на основі наночастинок можна використовувати для обробки як токсичних забруднювачів, так і важких металів, де модифікація матеріалу каталізатора забезпечує використання видимої області сонячного світла замість вартісного штучного ультрафіолетового випромінювання.

При електрокаталітичній обробці стічних вод процес можна вдосконалити, використовуючи наночастинки, що збільшує площу поверхні та рівномірного розподілу каталізатора в реакційному середовищі.

Під час фільтрації стічних вод використання наномембран має високу ефективність для зменшення забруднюючих речовин, важких металів і барвників.

Крім того, не викликає сумнівів ефективність використання наноматеріалів в очищенні стічних вод; однак ця технологія має деякі серйозні недоліки, які необхідно обговорити, оскільки наночастинки можуть потрапляти в навколишнє середовище під час процесів підготовки та обробки, де вони можуть накопичуватися протягом тривалого часу та спричиняти серйозні ризики. Щоб зменшити ризик для здоров'я, необхідні майбутні дослідження для отримання таких каталізаторів, які мають найменшу токсичність для навколишнього середовища. Потрібна додаткова робота для переоцінки потенціалу екоотоксичності для кожної нової модифікації каталізатора та для існуючих матеріалів.

Також, оцінка життєвого циклу наноматеріалів вкрай необхідна для розгляду їхніх загальних переваг і ризиків.

Нанотехнології рідко застосовуються в масових процесах. Тому є потреба у розробленні маловитратних методів синтезу наноматеріалів з наступним тестуванням ефективності їх промислового застосування.

Джерела інформації

1. Ferroudj N., Nzimoto J., Davidson A., Talbot D., Briot E., Dupuis V., Abramson S. Maghemite nanoparticles and maghemite/silica nanocomposite microspheres as magnetic Fenton catalysts for the removal of water pollutants. *App. Catal. B: Environ.*, 136 (2013), pp. 9-18.
2. Anjum M. et al. Remediation of wastewater using various nano-materials // *Arabian Journal of chemistry*. 2019. Т. 12. №. 8. С. 4897-4919.
3. Catalkaya E.C., Bali U., Sengul F. Photochemical degradation and mineralization of 4-chlorophenol. *Environ. Sci. Poll. Res. Int.*, 10 (2003), pp. 113-120,
4. Пахомська О. В. Нанотехнології: реальність харчової промисловості // *Editorial board*. 2022. с. 672.
5. Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. Litres, 2022.
6. Kyzas G.Z., Matis K.A.. Nanoadsorbents for pollutants removal: a review. *J. Mol. Liq.*, 203 (2015), pp.159-168
7. Dutta A.K., Maji S.K., Adhikary B. γ - Fe_2O_3 nanoparticles: an easily recoverable effective photo-catalyst for the degradation of rose bengal and methylene blue dyes in the waste-water treatment plant *Mater. Res. Bull.*, 49 (2014), pp. 28-34

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Квашук О. В., викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист

ВСП Уманський фаховий коледж технологій та бізнесу УНУС, м. Умань

Над питаннями екологічної безпеки науковці почали працювати ще в XIX–XX століттях. Екологічну безпеку можна розглядати як комплекс станів, явищ і дій, що забезпечують екологічний баланс на Землі і в будь-яких її регіонах на рівні, до якого фізично, соціально-економічно, технічно і політично готове (може без серйозних збитків адаптуватися) людство. Екологічну безпеку можна віднести до складу національної безпеки, що забезпечує захищеність життєво важливих інтересів людини, суспільства, довкілля та держави від реальних або потенційних загроз, що створюються антропогенними чи природними чинниками стосовно навколишнього середовища. Метою екологічної безпеки будь-якої системи першочергово є зниження захворюваності, смертності, збільшення тривалості життя та покращення його якості [3].

В Україні та за кордоном здійснюються роботи, що спрямовані переважно на підвищення надійності та ефективності функціонування систем водопостачання. Поняття безпеки екологічних систем невід’ємно пов’язано з принципами сталого розвитку. Більше того, до основних складових, які повинні забезпечувати сталий розвиток суспільства, належать: соціальна справедливість, екологічна безпека та економічна доцільність. У 2015 році було затверджено нові Цілі сталого розвитку (ЦСР) людства на саміті ООН з питань сталого розвитку. Цілі сталого розвитку налічують 17 напрямків і 169 завдань, яких повинні дотримуватися всі країни світу. 15 вересня 2017 року було презентовано Національну доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» [2], в документі представлено суть цілей та різні адаптивні механізми, яких необхідно дотримуватися для досягнення сталого розвитку. Серед перелічених ЦСР особливе місце займають ті, що стосуються питання раціонального водокористування та безпеки для споживачів, а саме: – ціль № 6 Clean water and sanitation Забезпечення наявності та раціонального використання ресурсів і санітарії для всіх; – ціль № 14 Life below water Збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку [1, 2]. У завданнях ЦСР в основному порушується питання рівноправного доступу до безпечної питної води та раціонального використання води як ресурсу. Безпечний стан в екологічних системах не можливий без дотримання основних принципів сталого розвитку людства, тому для визначення ступеню безпеки необхідно проводити оцінку появи негативних наслідків через розрахунок ризиків для елементів екосистеми.

Шлях до сталого розвитку має формуватися з численних етапів: від визначення джерела небезпеки, оцінювання ризиків, експертизи безпечності впливу до прийняття управлінських рішень різного характеру. Оцінювання ризику є інструментом визначення небезпеки, ідентифікатором рівня впливу у порівнянні з нормативними значеннями критеріїв безпеки. Використовуючи розрахункові дані оцінювання ризику, можна планувати заходи та приймати управлінські рішення для досягнення екологічно безпечного стану та забезпечення сталого розвитку системи. Аналізуючи сталий розвиток людства з точки зору безпеки систем питного водопостачання, необхідно в першу чергу формувати критерії визначення рівня впливу якості питної води на організм людини, на основі яких розробляти стратегічне бачення змін, як в технічних аспектах водопідготовки, так і в доцільності використання води, доведеної до стандартів питної для технічних потреб. Екологічна безпека систем питного водопостачання – це такий стан питного водопостачання, при якому забезпечено максимально безпечне та ефективне функціонування даної системи, при зведенні до мінімуму

негативного впливу на навколишнє середовище та виправданих економічних витратах. Під поняттям екологічної безпеки питного водопостачання варто розуміти, що: Екологічна безпека питного водопостачання – це такий стан питного водопостачання, при якому встановлено діапазони безпечності ризику прояву негативних ефектів (захворюваність, смертність та ін.), при зведенні до мінімуму несприятливого впливу на компоненти екосистем, насамперед на людину, за умови використання необхідних, науково обґрунтованих економічних та енергетичних витрат. Необхідно розуміти, що досягнення абсолютно безпечного стану в будь-якій системі, що пов'язана з природним середовищем, є недосяжною ціллю. Винятком можуть стати хіба що технологічні процеси, які мають чітко сформульовані параметри та за своєю природою є замкнутими, закритими системами, які можуть повністю контролюватися людиною. Порушення стану безпеки, відхилення від діапазонів, в яких не спостерігається несприятливих ефектів – це перехід до небезпечного стану, який може приймати форму явища або дії потенційно шкідливої для людини. Виявлення причин і наслідків відхилення від стану безпеки, пошуки механізмів оцінювання негативного впливу на всі компоненти екосистем та його зменшення, має бути основним завданням не тільки в наукових дослідженнях, а й на рівні державних управлінських рішень, дій та носити не тільки декларативний характер, а й практичний.

Висновки. Підсумовуючи вищевикладене необхідно зауважити, що головним фактором впливу на людину в системі екологічної безпеки питного водопостачання є питна вода, її якість, яка залежить від низки чинників: технології водопідготовки, первинної якості води з джерела водопостачання, технічного стану водопровідних мереж та ін. Технології водопідготовки є тим чинником, зміни якого можна чітко системно відслідковувати та вносити необхідні корективи з метою дотримання діапазону безпечності. Всі водні об'єкти, в тому числі і ті, що є джерелами водопостачання, піддаються колосальному антропогенному впливу, підтвердженням цьому є статистичні дані національних та регіональних доповідей з водокористування та скидів стічних вод. Окрім того, водні об'єкти, які є джерелами питної води для міст, здебільшого за своїм географічним розташуванням, знаходяться в межах не однієї адміністративної одиниці, тому контроль за рівнем антропогенного впливу на них потребує загальнодержавних рішень. Технічний стан систем водопостачання є причиною вторинного забруднення водопровідної води та значних втрат води в мережах розподілу, проте усвідомлюючи всю гостроту та актуальність цього питання як на регіональному, так і на державному рівні не проводиться постійного моніторингу цієї проблеми. Головним перспективним завданням для подальших наукових досліджень, є створення методології оцінювання із врахуванням всіх вказаних вище чинників впливу на якість питної води, з метою створення моделі комплексного оцінювання рівня екологічної безпеки питного водопостачання.

Джерела інформації

1. Крисінська Д. О. Імплементация екологічних аспектів Угоди про асоціацію між Україною та ЄС як головний фактор екологічної безпеки України. Екологічна безпека поселення та регіону як основа державної безпеки: зб. матеріалів наук.-практ. конф., м. Миколаїв, 23–24 листоп. 2016 р. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2016. С. 88–90.
2. Національна доповідь «Цілі сталого розвитку : Україна» : електронна версія / 2017. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/cili-stalogo-rozvitku-taukrayina>. (дата звернення: 01.01.2021).
3. Про затвердження методичних рекомендацій «Оцінювання ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» : наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.04.2007 р. № 184. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07#Text>. (дата звернення: 01.01.2021).

ВОДОПОСТАЧАННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ НА ХАРЧОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Коваленко О. О., д.т.н., професор, Василів О. Б., к.т.н., доцент, Шаповал Є.О., магістр

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

В сучасному світі людство все частіше стикається з проблемами доступу до водних ресурсів і все більше відчуває дефіцит якісної і безпечної питної води. Це відбувається через демографічні, економічні, соціальні причини, погіршення стану навколишнього середовища, кліматичні зміни та техногенні впливи в глобальному масштабі. За прогнозами експертів існуючі темпи розвитку виробництва та росту населення планети лише загострюватимуть ці проблеми. Дуже відчує це аграрний сектор. Бо саме на зрошування сільськогосподарських насаджень витрачається найбільше прісної води. Більшість країн намагається розширити доступ до води за рахунок підземних вод. Але вони також вичерпуються. Тому актуальними завданнями сьогодні є впровадження технологій раціонального використання водних ресурсів, державне регулювання і контроль за видобутком підземних вод, застосування більш ефективних технологій оброблення води, розробка і впровадження технологій альтернативного водопостачання.

Традиційними джерелами водопостачання населення і промисловості є прісні поверхневі і підземні води. До альтернативних джерел води відносять опріснену морську воду чи воду з підземних джерел з високою мінералізацією, очищені стічні води, дощову воду, конденсати атмосферної вологи, воду з льодовиків, сконденсовані випари з ґрунту та сконденсовану воду, утворену при транспірації рослин. Зрозуміло, що замінити повністю традиційне водопостачання такі технології не зможуть. Але задовольнити окремі потреби у воді як в приватному секторі, так і в промисловості – це реально.

Опріснена морська вода за останні два десятиліття стала важливим джерелом водопостачання для країн Близького Сходу, Австралії, Сполучених Штатів Америки, Південної Африки, Іспанії, Індії і Китаю. За статистичними даними, в 2019 році в світі працювало близько шістнадцяти тисяч опріснювальних заводів, які виробляли біля сто мільйонів метрів кубічних прісної води за добу. Разом з тим, процес опріснення води є досить енерговитратним. Інженери намагаються покращити технологію зворотного осмосу, як найбільш поширену сьогодні у застосуванні для опріснення морської води. Використовують енергоефективні насоси, розробляють мембрани з нових матеріалів та з кращими характеристиками, переходять на використання енергії з відновлюваних джерел тощо. Та навіть із усіма цими удосконаленнями, опріснення морської води поки що залишається для багатьох країн дорогою технологією.

Стічна вода повинна бути очищена, адже скидання неочищених побутових і промислових стічних вод згубно впливає на навколишнє середовище. Забруднені стічні води призводять до погіршення стану води в природних водоймах. Через низьку якість води з природних водойм зростають економічні витрати на водопідготовку та тарифи на водопостачання. За економічними розрахунками очищення стічної води до вимог, що дозволяють її повторно використовувати для господарсько-питного споживання є дешевшим, ніж опріснення морської води. Та не зважаючи на це, сьогодні ще незначна частина очищених стічних вод повторно використовується. Найбільша частка використання очищених стічних вод припадає на зрошення. Покращення стану навколишнього середовища визначається, зокрема, поповненням за рахунок очищених стічних вод джерел ґрунтових вод, озер, ставків. У промисловості очищені стоки використовуються повторно в технологічних процесах та для невищо-

бничих цілей. Очищені стічні води повторно використовують в нафтопереробній, енергетичній, текстильній та целюлозно-паперовій промисловості. В питному водопостачанні та харчовій промисловості така практика лише починає впроваджуватися. І це перспективний напрямок для наукових досліджень і розробок.

Стічні води – це не лише альтернативне джерело води для господарсько-питних чи технологічних потреб. Це і джерело альтернативної енергії. Отримувати такі ресурси можна за допомогою фотобіореактору. Фотобіореактор кріпиться на фасадах будівлі та складається із системи труб спеціальної конструкції і збірників водоростей. У фотобіореактор подаються побутові стічні води, які виступають поживним середовищем для водоростей, що ростуть в трубках. Якість очищених в біореакторі стічних вод є такою, що вони використовуються повторно для технічних потреб будівлі. А анаеробне зброджування суміші біомаси мікробів і стічних вод дозволяє отримувати біогаз, який в свою чергу використовується для генерації електричної енергії для потреб будівлі.

Прикладом комбінованого водопостачання з різних альтернативних джерел є пілотне тепличне господарство Катару. Більша частина території цієї країни є пустелею. Існує значний дефіцит прісних вод. Та незважаючи на такі умови фермери вирощують в теплицях овочі. Опріснену морську воду рівномірно розподіляють по стінкам теплиці. Внаслідок випаровування води з нагрітих сонцем поверхонь повітря в теплиці зволожується і його температура знижується. Водяна пара, що виділяється внаслідок дихання рослин та зволожене повітря конденсуються на стінках теплиці вночі внаслідок добової різниці температур в навколишньому середовищі. Конденсат використовують для поливу рослин та господарсько-питних потреб. Необхідна для всієї системи електроенергія виробляється від сонячної батареї.

Збирати і використовувати можна не тільки конденсати води, що утворюються при диханні рослин. Тумани, що характерні для певних періодів року та регіонів, а також атмосферне повітря, яким ми дихаємо, також можуть бути додатковим джерелом води. Просту технологію отримання води із туману давно використовують в гірських районах Перу. Велика вертикальна сітчаста панель затримує краплинки води. Спочатку вони дуже дрібні, але потім зливаються разом і стікають донизу у резервуар. Такі технології перспективні для населених пунктів, розташованих на висоті понад три тисячі метрів над рівнем моря. Покращити роботу панелей для збору води з повітря дозволяє застосування сучасних волокон, що поглинають воду. Прискорити збір води з атмосферного повітря можуть і спеціальні пристрої. Відомо, що в 1 м³ повітря міститься (залежно від вологості і температури) від 4 до 25 грамів водяної пари. Існуючі промислові установки можуть зібрати в середньому близько від 20 до 30 % від її кількості. Прикладом пристрою, який не лише конденсує атмосферну вологу, а і виробляє електричну енергію, є пристрій типу вітрової турбіни (вітрогенератора). Її додатковим конструктивним елементом є блок для охолодження повітря і конденсації вологи. Також із конденсують воду з атмосферного повітря побутові кондиціонери. Тут конденсат води утворюється в процесі кондиціонування повітря в приміщенні в жаркий період року. Відомі офісні установки для отримання води з атмосферного повітря та технології очищення такого конденсату.

В останні десятиліття все більше країн світу підтримують повернення до технології збору і використання дощової води. В низці країн світу є і відповідне законодавство. Основна мета цього – частково вирішити проблему дефіциту води, а також проблему пікових навантажень для систем водовідведення стоків в містах і з промислових територій під час дощів. Хімічний склад дощових стоків залежить від місця їх утворення і умов збору. Концентрація домішок може змінюватися в широких діапазонах. Відповідно, різними будуть і технології оброблення таких вод. Наприклад, технологія очищення суміші дощових вод, зібраних із промислових і транспортних площадок включає процеси вилучення завислих речовин, колоїдних, дрібнодисперсних, органічних і токсичних домішок, застосовують процеси коагуляції і флокуляції, механічної фільтрації, біологічні процеси. Економічні розрахунки показують, що очищати і повторно використовувати дощові води більш раціонально, ніж доочищати їх до норм для скидання у поверхневі водойми.

Слід зазначити, що збір і використання дощової води – це простий і дуже давній спосіб водопостачання. Наприклад, в Ефіопії і досі використовують технологію з назвою «канат», якій понад дві тисячі років. Це система невеликих кам'яних каналів, розміщених на схилах гір і якими в низину до населених пунктів потоками спрямовується дощова вода. Ця вода також просочується в підземні водоносні горизонти і збагачує їх запаси. Населення отримує воду для питних та господарських потреб, зокрема і ведення сільського господарства.

Встановлення систем збору, резервування і використання дощових стоків з дахів житлових і офісних будівель також є перспективним. Такі сучасні системи складаються із жолобів і водостічних труб для відведення води з дахів, металевої сітки чи фільтру для вилучення листя і камінців, резервуару для накопичення води, насосної станції для подачі води споживачу, за потреби – системи більш глибокого доочищення води. Із їх застосуванням в сезон дощів можна до 50 % знизити споживання води із систем централізованого водопостачання. Рекомендують використовувати дощову воду для змиву в унітазах, на прання, на полив зелених насаджень, на мийку машин. При відповідній обробці з дощової води можна отримувати і воду питної якості.

В нашій роботі за мету було оцінити ефективність на поточний момент організації часткового водопостачання із альтернативних джерел на харчовому підприємстві. Об'єктом для дослідження було підприємство ТДВ «Одеський завод мінеральної води «Куяльник». Враховуючи великі площі дахів, які вкривають промислові будівлі на території підприємства та кількість опадів в регіоні за даними Гідрометцентру, вважаємо доцільним впровадження на підприємстві технології збору, оброблення і використання дощової води. А збільшити кількість води для альтернативного водопостачання можна, збираючи і обробляючи разом із дощовою водою конденсат атмосферної вологи. Аналіз генплану підприємства показав, що місця для розташування накопичувальних резервуарів та системи очищення води є достатньо.

Було виконано експериментальні дослідження низки органолептичних і фізико-хімічних показників якості зразків зібраної води, розраховано показник стабільності води. З врахуванням отриманих результатів запропоновано технологічну схему оброблення води, яка включає: збір дощової води і конденсату атмосферної вологи, макрофільтрацію, накопичення і зберігання зібраної дощової води, подачу води на обробку, механічну фільтрацію від дрібнодисперсних домішок, ремінералізацію і нейтралізацію води, знезараження води і окиснення органічних домішок, видалення залишкового хлору і покращення органолептичних показників якості води, вилучення кисню з води, додаткову механічну фільтрацію, накопичення і подачу на використання підготовленої води. Здійснено підбір необхідного обладнання, резервуарів, розраховано необхідну кількість реагентів та виконані інженерні розрахунки. Продуктивність лінії становить 3,5 м³/год, а тривалість її експлуатації протягом доби – 8...8,5 год. Підготовлена вода придатна у використанні для господарських та технічних потреб підприємства. І що важливо, її використання дозволяє скоротити витрати на забір питної води із мережі централізованого водопостачання населеного пункту.

В результаті виконання економічного розрахунку визначено собівартість обробки води, а саме суміші зібраної з дахів дощової води та конденсату з побутових кондиціонерів. Вона становить 4,51 грн/м³. Розраховано також інвестиції у проект як суму інноваційного бюджету і інвестицій у виробництво. Визначено, що інноваційні витрати становлять 539396 грн, а термін окупності – 9,5 років. Це при витратах на централізоване водопостачання водопровідної води і каналізування стоків в м. Одесі, рівному 29,2 грн/м³. Якщо ж ці витрати зростуть, і становитимуть, наприклад 40 грн/м³, то термін окупності скоротиться вдвічі і становитиме п'ять років. В Україні спостерігається лише зростання ціни на воду, і вже сьогодні в деяких регіонах України витрати на централізоване водопостачання і каналізування вище 40 грн/м³.

В зв'язку з цим вважаємо, що впровадження технологій збору, резервування, очищення і використання дощової води, а також її суміші з конденсатом атмосферної вологи є перспективним не лише для приватних домогосподарств, а і для офісних і промислових будівель в Україні.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ СТОЛОВОЇ ВОДИ В ПРОЦЕСІ ЇЇ ЗБЕРІГАННЯ В ПЛАСТИКОВІЙ ТАРИ

Коваленко О. О., д. т. н., професор, Григор'єва Т.П., інженер

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Використання пластикової тари для фасування води є досить зручним, та чи безпечним? Поширеною є думка, що поліетилентерефталат (ПЕТ(Ф)), з якого виготовляють преформи для пластикової тари, - хімічно і біологічно інертний матеріал, який не вступає в реакцію із вмістом пляшки і стійкий до дії мікроорганізмів. Однак з літературних джерел відомо, що в залежності від використаних каталізаторів і стабілізаційних добавок, використаних при синтезі полімерів, від температур, при яких здійснюють лиття преформ і видув пляшок, від хімічного складу води, від умов зберігання фасованої води, можливий різний ступінь міграції домішок від внутрішніх поверхонь пляшки у воду в процесі її зберігання.

Останнім часом, з метою зменшення навантаження на навколишнє середовище пластиковими відходами, вміст пластику при виготовленні преформ і кришок для тари знизили. Натомість, для забезпечення необхідних фізико-механічних та фізико-хімічних властивостей тари необхідним стало додаткове використання різних реагентів. Серед них сульфати, фосфати, хлориди, солі кальцію і магнію, хром, алюміній, залізо, цинк та інші метали. А це, в свою чергу, збільшує можливість потрапляння шкідливих речовин із стінок пляшки у воду, що в ній зберігається. Крім того, ПЕТ(Ф) є нестійким до дії сонячних променів, пропускає всередину кисень, а назовні – вуглекислий газ. Тому виникає питання стосовно того, чи дійсно не впливає зміна характеристик преформи і кришки для тари на показники якості фасованої води в процесі її зберігання, чи не доцільно змінити умови і терміни зберігання продукції, внести корективи в технологічний процес.

В Україні діють нормативні документи, що регламентують питання виробництва пластикової тари та її використання для фасування води. Встановлені рекомендації щодо допустимої концентрації міграції шкідливих речовин з ПЕТ(Ф) тари та поліетиленової кришки у воду, що в ній зберігається. Тому слід контролювати у фасованій воді в процесі її зберігання вміст таких речовин, як формальдегіди, ацетон, гептан, гексан, сульфати, хлориди, фосфати, кадмій, марганець, мідь, цинк, свинець, залізо, хром, алюміній, ртуть, миш'як та інші домішки.

В лабораторії Одеського національного технологічного університету проводяться наукові дослідження, спрямовані на визначення впливу ПЕТ(Ф) тари з новими технічними характеристиками на показники якості фасованої мінеральної природної води в процесі її зберігання за різних умов в навколишньому середовищі та з метою внесення, за необхідності, коректив в режими і умови зберігання продукції. Об'єктом дослідження обрано фасовану у ПЕТ(Ф) тару різного об'єму природну мінеральну і питну воду. Тара мала не лише різний об'єм, а і мала різне забарвлення пластику (безбарвний пластик, із синім і зеленим забарвленням). Води мали різний хімічний склад, серед них були негазовані і штучно насичені вуглекислим газом. Зразки зберігали за різних умов в навколишньому середовищі: під впливом сонячних променів, в затемненому приміщенні та в охолоджуваній камері.

В ході експериментальних досліджень вивчали зміну органолептичних та фізико-хімічних показників якості води, фасованої в ПЕТ(Ф) тару впродовж зазначеного виробниками терміну зберігання. Отримані дані аналізували та описували характер змін.

Протягом шести місяців зберігання фасованої мінеральної природної негазованої столової води відбулися наступні зміни:

- Інтенсивність запаху води, визначена при 20 °С, не змінилася, а от інтенсивність запаху води, визначена при 60 °С – дещо погіршилася (від 0 до 1 балу через один місяць зберігання). В подальшому інтенсивність запаху води не змінювалася.

- Спостерігалися зміни забарвленості води. Погіршення, тобто зростання значення показнику з 4,5 градусів до 5 градусів відмічено в зразках води, що зберігалися в приміщенні і знаходилися під дією сонячних променів. А ось в зразках, що зберігалися в затемненому приміщенні при температурі навколишнього середовища і в охолоджуємі камері - навпаки забарвленість зменшилася з 4,5 градусів до 2,5 градусів.

- рН води в процесі зберігання підвищилася з 8,0 од. рН до 8,6 ... 9,2 од. рН. Менш інтенсивно змінювалася рН зразків води, що зберігалися в затемненому приміщенні.

- Загальна жорсткість води в процесі її зберігання в ПЕТ(Ф) за всіх умов зберігання зросла від 5,0 у оброблені воді до 5,75 – 5,9 у воді після зберігання в ПЕТ(Ф). Пік підвищення показнику спостерігався після двох місяців зберігання води. Потім вміст солей жорсткості дещо зменшився. В деяких зразках води саме за рахунок зменшення вмісту у воді солей магнію.

- Із солей жорсткості у воді перед фасуванням переважають солі карбонатної жорсткості. В процесі зберігання води у воді підвищується вміст солей некарбонатної жорсткості.

- Найбільш інтенсивною є міграція кальцію, магнію, сульфатів і хлоридів протягом перших двох місяців зберігання води у ПЕТ(Ф) тарі. Ці процеси відбуваються не залежно від умов зберігання тари, але більш повільно вони протікають при зберіганні тари з водою в затемненому приміщенні.

Аналіз графічних залежностей зміни фізико-хімічних показників якості води природної мінеральної негазованої столової сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатної різного катіонного складу з початковою мінералізацією до 1 г/дм³, фасованої у безбарвну пластикову тару об'ємом 1,0 дм³ показав такі тенденції: збільшенні загальної лужності від 5,6 до 6,4 ммоль/дм³ та рН від 8,4 до 9,2 за різних умов зберігання; часткове збільшення вмісту сухих речовин від 0,73 до 0,95 г/дм³ у зразках, що зберігались під дією прямих сонячних променів та в затемненому приміщенні, а загальна жорсткість для цих зразків навпаки дещо зменшувалась від 6,9 до 4,0 ммоль/дм³, зокрема і за рахунок зниження вмісту у воді солей магнію.

Загалом, зміна зазначених вище фізико-хімічних показників протягом регламентованих виробником термінів зберігання відбувалася в допустимих межах і тому загрози здоров'ю людей не становлять. Інша справа – важкі метали. Вони можуть внаслідок дифузії потрапляти у воду в процесі її зберігання із стінок пляшки і можуть накопичуватись в організмі людини при регулярному вживанні такої води та чинити на нього токсичний вплив. Тому в ході експериментальних досліджень також визначали зміну вмісту у воді низки таких домішок. Зокрема, спостерігали зростання вмісту алюмінію у воді від 0,08 до 0,09 мг/дм³ та амонію – від 0,05 до 0,09 мг/дм³ за різних умов зберігання. В зразках, що зберігались в затемненому приміщенні, збільшувався вміст молібдену від 0,04 до 0,06 мг/дм³, а в зразках, що знаходились під впливом сонячного проміння, збільшувався вміст хрому загального від 0,02 до 0,04 мг/дм³.

Схожі тенденції спостерігались у зразках води з таким самим хімічним складом, але насичених СО₂, фасованих у пластикову тару синього забарвлення об'ємом 1,0 дм³, а також у зразках води природної лікувально-столової хлоридно-натрієвої штучно насиченої СО₂ з початковою мінералізацією 3,27-3,29 г/дм³ та фасованої у пластикову тару синього забарвлення об'ємом 1,5 дм³. Діапазони зміни концентрацій зазначених вище важких металів у газованій воді більш широкі. Це може бути пов'язано з вищою кислотністю газованої води.

Хоча певні тенденції в результаті виконаних досліджень виявлені, все ж ще недостатньо інформації для формування більш цілісного уявлення про системні зміни якості фасованих мінеральних і питних вод в процесі зберігання в ПЕТ(Ф)-тарі. Тому робота експериментальна в даному напрямку буде ще проводитися.

АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З РОЗЛИВУ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ В СМТ. СЕРГІЙКА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Коваленко О. О., д. т. н., професор, Литвин О. О., бакалавр

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Близько п'ятсот джерел мінеральних вод зареєстровано на території України. Мінеральні води використовують на курортах та в бальнеологічних лікарнях, вони є сировиною для виробництва фасованих лікувальних і лікувально-столових мінеральних вод. Природні мінеральні води добувають з природних джерел та здійснюють їх промисловий розлив біля місця видобутку води. На початок військових дій на території України в 2022 році функціонувало понад триста виробництв мінеральних вод. Розміщувалися виробництва в різних регіонах, випускали продукцію під різними торговими марками та були об'єднані у великі компанії.

Ринок мінеральних вод України є перспективним для подальшого розвитку. Відомо, що середньо статистичний громадянин країн ЄС споживає в середньому до 100 літрів мінеральної води за рік, а середньо статистичний українець від 30 до 40 літрів за рік. Це свідчить про потенціал вітчизняного ринку мінеральних вод, який можна розвинути шляхом збільшення обсягів виробництва мінеральних вод, а також шляхом розширення їх асортименту. Тому метою роботи було виконання теоретичних досліджень стосовно наявності і хімічного складу мінеральних вод в Одеській області та обґрунтування доцільності створення нового виробництва фасованих мінеральних вод.

Південні регіони України мають обмежені ресурси підземних вод. Антропогенний вплив, а також відсутність належного контролю за їх використанням вже призвело до вичерпання і забруднення деяких з них. До підземних вод відносяться і природні мінеральні води. На території Одеської області розвідані та затверджені експлуатаційні запаси природних мінеральних вод. В Одеському регіоні наявні мінеральні води без специфічних компонентів і властивостей, а також бромні мінеральні води. Відомі родовища мало мінералізованих хлоридних натрієвих вод, розташованих на території м. Одеси.

В смт. Сергіївка є три розвіданих джерела мінеральних вод. Забір води здійснюється із водоносного горизонту олігоценівих відкладів та водоносного горизонту відкладів нижнього сармату. За хімічним складом мінеральну воду із однієї зі свердловин віднесено до маломінералізованої натрієвої без специфічних компонентів. Її загальна мінералізація знаходиться в межах від 3,7 до 4,0 г/дм³. Мінеральні води з двох інших свердловин за хімічним складом є високо мінералізовані з підвищеним вмістом броду слабо термальні хлоридні натрієві. Їх загальна мінералізація знаходиться в межах від 22,9 до 28,0 г/дм³. Завдяки такому хімічному складу всі розвідані мінеральні води смт. Сергіївка Одеської області рекомендовані для лікування хронічних захворювань шлунку, печінки та жовчного міхура, а також для лікування порушень обміну речовин. Саме з такою метою сьогодні мінеральні води і використовують в санаторіях, розташованих на території населеного пункту. А ось промислового виробництва фасованих мінеральних вод там немає.

Вважаємо, що джерело з мало мінералізованою мінеральною водою є хорошою сировинною базою для створення виробництва з її промислового розливу. Це сприятиме розширенню асортименту регіональних мінеральних вод, створить додаткові робочі місця та сприятиме розвитку туристично-рекреаційних комплексів України.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМИ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ДІЛЯНЦІ «БАРОМЕТРИЧНИЙ КОНДЕНСАТОР ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ – ГРАДИРНЯ» КОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ

Коваленко О. О., д. т. н., професор, Луппа О. С., бакалавр

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

На консервних заводах частина стічних вод використовується в оборотному водопостачанні. Конденсат з теплообмінників повертається в котельню для виробництва технологічної пари. А конденсат з випарної установки після градирні повторно використовується для охолодження вторинної пари у барометричному конденсаторі цієї ж випарної установки. Технологію оброблення води при оборотному водопостачанні на підприємствах переважно здійснюють в котельнях. Очищення стічних вод після барометричних конденсаторів випарних установок менш поширене. Оскільки остання оборотна система є відкритою, то в неї можуть потрапляти різні домішки із навколишнього середовища. Крім того стічні води можуть бути забруднені сполуками органічного і неорганічного походження, які в процесі конденсації сокових парів потрапляють у стічні води. Все це може бути причиною формуванню біоплівки та механічних осадів на внутрішніх поверхнях обладнання, протікання процесів корозії металічних поверхонь, зменшення поперечного перерізу труб, зниження швидкості потоку води, зниження ефективності процесів теплообміну, скорочення термінів експлуатації обладнання, погіршення якості оборотної води. Тому актуальною є розробка технології очищення таких стічних вод.

Об'єктом дослідження був консервний завод, на якому шляхом уварювання томатної пульпи виробляють томатну пасту. Вивчено показники якості стічної води із барометричного конденсатору і порівняно їх із вимогами до води для оборотного водопостачання. Встановлено, що стічні води необхідно очищувати від грубо- і дрібнодисперсних домішок, домішок органічного походження, колоїдних речовин, мікроорганізмів, розчинених газів. З врахуванням цього запропоновано технологію оброблення води, основними процесами якої є: накопичення стічної води, дозування в неї органічного коагулянту, механічна фільтрація, дозування інгібітору корозії, дозування відновника кисню, УФ-знезараження води.

Запропоновано застосовувати органічний коагулянт EXTRA FLOCK™. Він забезпечує ефективний результат при значному зниженні дози, не змінює рН оброблюваної води, мінімізує обсяг утворюваного осаду. Для вилучення грубодисперсних домішок із барометричного конденсату пропонується застосовувати механічну фільтрацію на піщаних фільтрах, а процес вилучення дрібнодисперсних домішок здійснювати на картриджних фільтрах. В якості інгібіторів корозії пропонується використання комплексного реагенту на лужній основі. А в якості відновлювача кисню - сульфід натрію. З врахуванням високої здатності барометричного конденсату до поглинання УФ-проміння для його знезараження запропоновано застосовувати спосіб УФ-опромінення. Це й дозволить уникнути утворення токсичних побічних продуктів, спричинених використанням окислювальних хімічних дезінфікуючих засобів, таких як хлор. У воду не додається додатковий запах чи смак, немає небезпеки передозування дезінфікуючого засобу та немає необхідності зберігати небезпечні матеріали на місці. Але треба застосовувати УФ-лампу спеціальної конструкції для стічних вод, робочі поверхні якої не будуть швидко забруднюватися. Доза ультрафіолету має бути в діапазоні від 60 мДж/см² до 330 мДж/см².

ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ

Ковальський В. П., к. т. н., доцент, Очеретний В. П., к. т. н., доцент,
Го Мінцзюнь, аспірант, Бондар М. Д., студент

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

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 [1-4]. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення. Потенційні запаси поверхневих вод України становлять близько 209,3 куб. кілометра на рік, з яких лише 25 % формуються в межах держави. Водночас більшість басейнів річок можна віднести до забруднених та дуже забруднених [5-9].

Економіці України притаманна висока питома вага водомістких та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося найбільш «дешевим» способом — без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективних діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування, без урахування вимог охорони навколишнього середовища, що призвело до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, нагромадження шкідливих відходів виробництва [10-13].

До 20% добрив та пестицидів, що використовують на полях, потрапляють у водні об'єкти. Поява таких домішок у воді погіршує її органолептичні показники, а в багатьох випадках створює пряму загрозу здоров'ю і життю людей. Також у водні об'єкти міського середовища потрапляє велика кількість солі, яку використовують як протиожиледну добавку в зимовий період [14-17].

Існуюча практика видалення радіоактивних відходів в 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 [18-21].

В Україні вже давно назріває проблема питної води, оскільки за запасами доступних до використання водних ресурсів країна належить до малозабезпечених. У маловодні роки на території України формується лише 52,4 км³/рік стоку, тобто на одну людину припадає близько 1 тис. м³. Тим часом, за визначенням Європейської економічної комісії ООН, держава, водні ресурси якої не перевищують 1,7 тис. м³ стоку на рік на одну людину, вважається незабезпеченою водою. У Канаді, наприклад, ця величина дорівнює 94,3, в Росії — 31,0, Швеції — 19,7, США — 7,4, Білорусі — 5,7, Франції — 3,4, Англії — 2,5, Німеччині — 1,9, Польщі — 1,6 тис. м³/рік.

На сьогодні міське водопостачання забезпечується в Україні за рахунок підземних вод лише на 25%. Для більшості країн Європи використання підземних вод сягає 90%, що забезпечує задоволення потреб населення високоякісною питною водою.

Проблема забруднення річкових вод у нашій країні давно придбала загальнонаціонального масштабу. Практично усі водойми країни наближаються до III-го і IV-го класів якості, тобто характеризуються як забруднені і брудні. Найгостріша ситуація спостерігається в басейнах Дніпра, Сіверського Дінця, річках Приазов'я, окремих притоках Дністра і Західного Бугу, де якість води класифікується як «дуже брудна» (V клас).

Експерти вважають, що, найперше, для покращення стану водойм необхідно забезпечити навколо водних об'єктів оптимальне поєднання лісових насаджень та лук, здійснити комплекс заходів з припинення скидання до них неочищених стічних вод, ренатуралізації

осушних заплав, рекультивації порушених земель, а також провести моніторинг стану гідротехнічних споруд на річках, переробки берегів, що призводить до обміління та замулення річок.

Крім того, варто посилити державний нагляд і контроль за скидами з підприємств і дотриманням режиму господарювання у водоохоронних зонах річок і дренажних каналів згідно зі ст. 18 Закону України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного добробуту населення». Адже сьогодні власники підприємств фактично безкарно зливають відходи у водойми. Або ж як варіант, підприємства, які здійснюють виробничу діяльність, обладнати системою дощової каналізації з очисними спорудами для запобігання забрудненню водойм міста неочищеними дощовими водами. Втім, тут виникає проблема, забезпечення підприємств необхідними системами. Держава не має можливості, а добровільно витратити на це гроші підприємці не візьмуться. Таким чином, залишається єдиний варіант – змусити власників великих підприємств встановити систему на законодавчому рівні, або ж ввести систему штрафів, як це є в країнах Європи.

Висновок

Отже, відсутність ефективних діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування, без урахування вимог охорони навколишнього середовища, призвело до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод промисловими відходами

Джерела інформації

1. 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>.
2. Ковальський В. П. Перспективні технології, сучасні реагенти і матеріали для очищення стічних вод [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Збірник тез доповідей Х Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 21 – 22 березня 2019 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 54-56.
3. Березюк О.В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О.В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – No 2. – С. 14-18.
4. Lysenko, Vitaliy P., et al. "Mobile robot with optical sensors for remote assessment of plant conditions and atmospheric parameters in an industrial greenhouse." Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2021. Vol. 12040. SPIE, 2021.
5. Kalafat K. Technical research and development [Text]: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V., etc. – International Science Group. – Boston, : Primedia eLaunch 2021. – 616 p.
6. 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.
7. Ocheretnyi V.P. Structures of composite concrete for sewerage [Текст] / V.P. Ocheretnyi, V.P. Kovalskiy, М. О. Postolatii // Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 25 – 26 березня 2021 р. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – С. 110-112.
8. Ковальський В. П. Применения красного бокситового шлама в производстве строительных материалов [Текст] / В. П. Ковальський // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2005. – № 1(49). – С. 55-60.

9. Друкований М. Ф. Комплексне золошлакове в'язуче / М. Ф. Друкований, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2006. – № 21. – С. 94–100.
10. Mingjun, Guo, Xu Yiming, and V. P. Kovalskiy. "Research progress of high salinity wastewater treatment methods." (2020).
11. Mingjun G. Review of road geothermal snow melting technology [Електронний ресурс] / G. Mingjun, V. Kovalskiy // Матеріали І науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/12635>.
12. Mingjun G. Application prospect of waste vegetable oil used in asphalt recycling [Електронний ресурс] / G. Mingjun, V. Kovalskiy, Z. Hongjuan // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві, Вінниця", 10-12 листопада 2020 р. – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10879>.
13. Очеретний В. П. Комплексна активна мінеральна добавка на основі відходів промисловості / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Состояние современной строительной науки – 2006 : IV междунар. науч.-практ. интернет-конф, 12–20 мая 2006 г. : сб. научных трудов. – 2006. – С. 116–121.
14. Очеретний В. П. Мінерально-фазовий склад новоутворень золошламового в'язучого [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. П. Машницький // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2006. – № 3. – С. 41–45.
15. Ковальський В. П. Методы активации золы уноса ТЕС / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
16. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково -практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.
17. Ковальський В. П. Композиційні в'язучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128>
18. Олійник Ю. Г. Способи очищення радіаційно забрудненої води [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, Друкований М.Ф. // Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 25 – 26 березня 2021 р. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – С. 102-104.
19. Постолатій М. О. Радіаційна небезпека будівельних матеріалів [Текст] / 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.
20. Войтюк Д. О. Вплив опромінення джерел природного походження на людину [Текст] / Д. О. Войтюк, 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. 16-17 с.
21. 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.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА РІЧКУ ВОРСКЛА В МЕЖАХ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Кравченко І. І., студент, Кравченко О. О., к. б. н., доцент,
Чурилов А. М., к. б. н., доцент**

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Зважаючи на виняткову роль води у підтриманні життєдіяльності організмів та зростання темпів антропогенної трансформації довкілля і як наслідок забруднення водних ресурсів, дослідження якості води, нині, є одним із найактуальніших завдань.

Оскільки Україна має значимий аграрний потенціал та інтенсивно нарощує обсяги сільськогосподарського виробництва, то для отримання якісної продукції передбачається використання великих обсягів водних ресурсів, що неодмінно потягне за собою необхідність очищення стічних й відпрацьованих вод. Сумщина є одним із розвинених аграрних регіонів України, що обумовило вибір території дослідження у межах Охтирського району, де поблизу населеного пункту Кириківка, через який протікає річка Ворскла, за наявними відомостями (Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища, 2020) й результатами власних спостережень потенційно відбувається забруднення води пестицидами та добривами.

З метою підтвердження цього припущення та оцінки сучасного стану водозбору Ворскли у межах Охтирського району, ми пропонуємо здійснити відбір проб води для аналізу за гідрохімічними, біологічними, у тому числі й біоіндикаційними показниками. У теплий період року, коли здійснюють обробку на полях хімічними речовинами, спостерігається зміна органолептичних показників води, таких як колір, запах, прозорість. Можна припустити, що відбувається перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) пестицидів та мінеральних добрив. Через поля проходить система іригаційних каналів, яка з'єднана з річкою, тому у водне середовище, з високою ймовірністю, потрапляють небезпечні рівні концентрацій отруйних речовин.

Інтенсивне застосування добрив та пестицидів, може призвести до значимих рівнів забруднення та погіршення характеристик навколишнього середовища.

Основними причинами є:

- змив до водотоку надлишку мінеральних добрив, пестицидів та їхніх метаболітів за рахунок поверхневого стоку з полів;
- їхнє надлишкове накопичення в орному шарі за рахунок надмірного внесення.

Тому, дослідженням передбачено протягом року відбір проб води річки Ворскли, з метою виявлення сезонної динаміки концентрації поллютантів та виявлення основних джерел їхнього утворення. Серед основних поллютантів, передбачено виявлення нітратів, фосфатів та сполук біогенних металів.

Локалізацію відбору проб приурочено до місця відпочинку та купання населення, зі свердловини, з місця яке розташовується безпосередньо поблизу земель сільськогосподарського призначення та на прибережних луках Ворскли з розвиненим рослинним покривом.

Отже, розподіл відбору проб та різноманіття показників для аналізу й методи, які передбачено використати дозволять досягти оптимального результату й оцінити вплив сільськогосподарського виробництва на водні ресурси Сумського регіону.

Джерела інформації

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2020 році. Режим доступу: <http://surl.li/cfpkxk>

USE OF BIOMONITORING TO ASSESS ENVIRONMENTAL RISKS IN WASTEWATER USE ON A MULTI-CRITERIA BASIS

**^{1,3}Khliestova O. A., ²Panwar B. S., ^{1,4}Katarzyna Ewa Buczkowska, ¹Baturalp Yalcinkaya
¹Milan Bousa**

¹ Technical University of Liberec, Studentská 2, 461 17 Liberec, Czech Republic

² Department of Soil Sciences, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, India.

³ Department of Primary Science Institute of Modern Technologies, Pryazovskyi State Technical University, Dnipro, Ukraine.

⁴ Department of Materials Technology and Production Systems, Faculty of Mechanical Engineering, Lodz University of Technology, Poland.

1. Abstract

Food industry facilities can have a significant impact on the environment, and when assessing the level of their impact, it is necessary to consider the state of the environment. In addition, it is necessary to assess environmental risks and forecasts, taking into account the cumulative impact (direct and indirect) of other business entities on the environment, including flora, fauna, biodiversity, and soil.

Technological processes of various food industries differ both in the variety of processed raw materials and manufactured products and in the level of negative impact on the environment. The food industry is characterized by a very high-water consumption per unit of production, which leads to the formation of large volumes of highly polluted wastewater. The reuse of wastewater has undeniable advantages in the circulation scheme of water supply. However, it may be equally important to reuse wastewater at facilities located in warm, dry areas where natural water resources are often scarce.

At present, one such consumer of wastewater, as international experience shows, is agriculture, which uses not only the water itself for irrigating the land but also, to a certain extent, the fertilizers contained in wastewater, absorbed by plants. The use of wastewater for irrigation has many advantages. Wastewater can act as a fertilizer, a source of organic matter that activates microbes [1]. However, it is necessary to constantly monitor the level of soil pollution in order to make a timely decision to reduce a load of irrigation water on the territory.

To assess the current state of the environment in order to predict its likely change as a result of economic activity, it seems appropriate to use a multi-stage approach on a multi-criteria basis. In the first stage, the selection of criteria for assessing the environmental risk associated with the health of the population, the state of fauna, flora, biodiversity, the state of the territories of the earth (including the withdrawal of land plots), soils, water, air, climatic factors (including climate change and greenhouse gas emissions), physical objects, including architectural, archaeological and cultural heritage, landscape, socio-economic conditions and the relationships between these factors. Therefore, at the first stage, for generalization and simplification, one can limit oneself to an assessment of environmental risk on criteria selected with the involvement of environmental specialists. This requires, first of all, an assessment of environmental factors that may be significantly affected, such as the safety of human life (labor resources), the state of soil (lithosphere), land (territory), water (hydrosphere), material objects, etc. For each of these criteria, its possible change as a result of the negative impact of economic activity is considered. (Table 1)[2].

Table 1 – Directions of the negative impact of economic activity on the environment, contributing to the formation of environmental risks.

Criteria for assessing environmental risk at a particular source of exposure	Sources of negative impact (types of economic activity)			
	1	2		N
Atmosphere	Changes in the physical and chemical composition of the air, taking into account the level of background air pollution, climatic conditions, emissions of pollutants under adverse meteorological conditions, changes in the aeration characteristics of the territory (build-up), taking into account the characteristics of the dispersion of pollutants, taking into account the wind rose, greenhouse gas emissions, the presence of acoustic impact and thermal radiation. Atmospheric air pollution due to the release of gases during evaporation, sublimation, chemical reactions (including combustion); wind entrainment of finely dispersed components and larger fractions of waste (with strong wind).			
Biosphere	Changes in the species composition of the fauna of mammals, birds, reptiles, amphibians and fish living in the territory, their spatial distribution and the relative abundance of the most widespread species, changes in the main routes, rhythms and direction of migrations of terrestrial vertebrates and factors that determine them. Influence on the current state of the resources of the hunting and commercial fauna on the territory of the object.			
Lithosphere	Changes in the relief and the presence of hazardous processes (erosion, landslides, etc., disturbances in the structure of soils, surface and groundwater. Pollution of the surface layer of the earth (soil) and soils due to the mixing of toxic waste with the surface layer when placed on unprepared sites; aerogenic fallout with wind entrainment, horizontal and vertical migration of pollutants (including water-soluble ones) with surface runoff and infiltration flow.			
Hydrosphere	Changes in hydrological conditions and quality of surface and ground waters, existing sources of water supply, pollution of water bodies, parameters of the ichthyofauna of water bodies and objects of fishery use. The appearance of oil products, volatile organic substances, pesticides, heavy metals in water. Pollution of surface and ground waters due to: leaks of liquid wastes; leaching of harmful substances from waste by precipitation.			
Phytosphere	Changes in the forest and pasture fund, soil and vegetation cover, the occurrence of local disturbances and mechanical damage to the vegetation cover during unregulated traffic. Various types of changes and degradation of lands: burning of grass and reed beds, reduction of shrubs, pollution of the natural environment with household waste and fuel and lubricants.			
Territories	Changing the landscape structure of the territory, the natural boundaries of the components of geosystems. Creation of technogenic territories - areas where the main components of the environment have been significantly changed, which are carriers of environmental conditions other than background communities, pollution of the territory with fuels and lubricants, littering with household and industrial waste.			
Energy resources	An increase in the level of consumption of fuel resources, both fossil and exhaustible, a low level of efficiency in the use of energy resources.			
Human Resources	Changes in the characteristics of the population of the territory: the composition, structure and living conditions of the population and its indicators, such as the number and density of the population, natural and mechanical movement (migration), social composition, the number of able-bodied and economically active population, the level of urbanization of settlements, the presence of industrial and agricultural enterprises and other infrastructure in the territory			

Further, it is necessary to base on the available environmental information and the results of biomonitoring of factors for which such an assessment is appropriate.

Thus, irrigation with wastewater can lead to an increase in the content of heavy metals in the soil [3]. The use of pesticides, which contain chemical elements, and organic and mineral fertilizers in their structure, also make a significant contribution to the increase in the concentration of heavy metals in the soil, as well as in plant biomass. Urban transport, industrial and household activities also make a significant contribution to the increase in a load of heavy metals containing particles of the lower atmosphere, from where these particles settle on plant foliage and soil [4]. Heavy metals easily accumulate in the edible parts of vegetables compared to grains or fruits. Vegetables absorb heavy metals and accumulate them in their edible and non-edible parts in amounts high enough to cause clinical problems in both humans and animals consuming these metal-rich plants [3]. The highest average levels of iron and manganese were found in mint and spinach, while the levels of copper and zinc were highest in carrots. It was also found that the accumulation of heavy metals in leafy vegetables, among all leafy vegetables, mint showed the highest accumulation of heavy metals, while coriander showed the least accumulation of heavy metals. Among the heavy metals, chromium accumulates more in vegetables, followed by zinc, nickel, lead, cobalt, copper and cadmium.

The conducted biomonitoring studies of the impact of wastewater on the soil cover, as well as the productivity of cultivated crops, in particular, wheat, rice and millet, with a lack of heavy metals in soils [4] showed the feasibility of assessing the current state of the environment on a multicriteria basis.

This publication was written in partnership with the Technical University of Liberec, Faculty of Mechanical Engineering with the support of the Institutional Endowment for the Long Term Conceptual Development of Research Institutes, as provided by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic in the year 2022. The results of the project “Development of a filter to capture heavy metals in combustion processes”, registration number CZ.01.1.02/0.0/0.0/21_374/0026962, were obtained through the financial support of the Ministry of Industry and Trade in the framework of the targeted support of the “APPLICATION, Call IX”, the Operational Programme Enterprise and Innovations for Competitiveness.

References

1. Sharma, S. and Dhaliwal, S.S. (2019). Effect of sewage sludge and rice straw compost on yield, micronutrient availability and soil quality under rice–wheat system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(16): 1943-1954.
2. Хлестова О.А. Врахування зовнішніх факторів при оцінці на багатокритеріальній основі екологічних ризиків в транспортно-технологічній системі тверднучих рідин / О.А. Хлестова. -Екологія = Ecology – 2021 : VIII-ий Міжнар. з'їзд екологів (Вінниця, 22–24 вересня 2021 р.): електронний зб. наук. праць. – Вінниця, 2021. – С. 66–70. –Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/666/1174/2379-1>
3. Mapanda, F., Mangwayana, E.N., Nyamangara, J. and Giller, K.E. (2005). The effects of long-term irrigation using water on heavy metal contents of soils under vegetables. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 107: 151–156.
4. Panwar B. S., Solmaz Nazafi, O. A., Khliestova, Katarzyna Ewa Buczkowska
Plant available cadmium and nickel affected with Chelating agents and bioinoculates after harvest of Indian mustard (Brassica Species) in soils/ B. S. Panwar, Solmaz Nazafi, O. A., Khliestova, Katarzyna Ewa Buczkowska.- Екологічна безпека : проблеми та шляхи вирішення : XVIII Міжнар. науково-практ. конф. (Харків, 15–16 вересня 2022 р.) : зб. наук. статей. – Харків, 2022. – С. 372-382. – Режим доступу: <http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/konfer2022.pdf>

ЗНАЧЕННЯ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ПЛЮЩЕНОЇ ІЗ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПРОМІНЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Любич В. В., д. с.-г. н., професор, Лещенко І. А., доктор філософії

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Пшениця полба або двозернянка (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl) – вид плівкової пшениці. Вважається, що цей вид походить від дикої близькосхідної пшениці *Triticum dicoccoides* Schweinf. (дикої полби). Виявлена стійкість пшениці полби до борошнистої роси і бурі іржі за органічного землеробства. Зерно в колосі захищені від шкідників і несприятливих зовнішніх впливів щільним обхватом квітковими і колосковими лусками. Зважаючи на ці переваги пшениця полба широко впроваджується в органічне землеробство [1].

Водотеплове оброблення зерна пшениці має значний вплив на зміни фізичних властивостей зерна. Його застосування суттєво впливає на діапазон і характер змін у внутрішній структурі сировини, що переробляється. Традиційно зерно попередньо піддають процесу луценню. Отриманий круп'яний продукт має знижену біологічну цінність внаслідок скорочення вмісту водорозчинних фракцій білка, клітковини, ліпідів і мінеральних речовин, що містяться в поверхневих шарах зернівки.

Інноваційними методами водотеплового оброблення, що істотно зменшують енергоємність процесу є опроміненням інфрачервоним випромінюванням (мікронізація) та електромагнітним полем надвисокої частоти. Суттєвим недоліком процесу мікронізації є ресурсовитратний процес попереднього зволоження та відволоження зерна. За використання інфрачервоного випромінювання необхідно забезпечити підвищення вологості зерна до 28,0–34,0 %.

Проведення зволоження зерна пшениці полби на 1,0 % дозволяє підвищити вихід крупи плющеної вищого сорту від 89,6 до 92,3 %. При цьому оптимальна тривалість опромінення скорочується від 100 до 80 с.

Встановлено, що крупа з нелущеного зерна пшениці полби має високу кулінарну якість. Тривалість варіння крупи вищого сорту зменшувався від проведення зволоження та опромінення зерна. За короткотривалого опромінення зерна електромагнітним полем (20 с) термін варіння крупи вищого сорту становив 19,1 хв, а після довготривалого (180 с) знижувався до 15,9 хв.

Використання оптимальних параметрів оброблення (зволоження на 1,0 %, опромінення 80–100 с) забезпечує одержання 91,7–92,3 % крупи плющеної цільозернової вищого сорту з кулінарною оцінкою 7,3 бала. Якість крупи відповідає вимогам ДСТУ 7699:2015. Відмінність від класичного способу полягає у використанні нелущеного зерна пшениці полби. Розроблені рекомендації можуть бути використані підприємствами для інтенсифікації виробництва

Отже, в технології виробництва крупи плющеної цільозернової з пшениці полби є можливим використання нелущеного зерна. Оптимально зволожувати зерно на 0,5–1,0 % з тривалістю опромінення 80–100 с. Використання таких параметрів оброблення забезпечує вихід 91,7–92,3 % крупи плющеної вищого сорту з кулінарною оцінкою 7,3 бала, що відповідає високому результату.

Джерела інформації

1. Caballerol Martín L. M., Alvarez J. B. (2005). Collection and characterisation of populations of spelt and emmer in Asturias (Spain). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2005. Vol. 41(Special Issue). P. 175–178.

ЗНАЧЕННЯ ВОДОТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЛЮЩЕНОЇ КРУПИ ІЗ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ З ВИКОРИСТАННЯМ НВЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ

Любич В. В., д. с.-г. н., професор, Лещенко І. А., доктор філософії

Уманський національний університет садівництва, м. Умань

Відомо, що зерно пшениці полби використовують для виробництва високоякісних продуктів [1]. В Італії його використовують для виробництва макаронних виробів і як замітник рису [2]. Доведено, що зернопродукти із пшениці полби мають сенсорні властивості на рівні кращих сортів пшениці м'якої або й вищі [3]. Потенційно привабливі для споживача є крупи плющені за рахунок поєднання високих показників кулінарної якості та мінімальної тривалості приготування. Процес пропарювання вимагає додаткового залучення теплоносіїв, встановлення генераторів пари та формування магістралей подачі пари у виробничі приміщення [4]. Вирішенням поставленої проблеми є використання альтернативних джерел теплової енергії, зокрема електромагнітного поля струмів надвисокої частоти.

Встановлено, що зволоження крупи №1 на 1,5 % достовірно знижує температуру порівняно з варіантом без водотеплового оброблення. Оброблення полем надвисокої частоти від 20 до 100 с достовірно не впливає на загальний вихід крупи з пшениці полби. Загальний вихід при цьому становить 94–97 %. За опромінення полем надвисокої частоти від 120 до 180 с загальний вихід крупи достовірно знижується до 83–90 %. Достовірно зменшує тривалість варіння крупи плющеної оброблення полем надвисокої частоти упродовж 100–180 с. Тривалість варіння крупи при цьому становить 14,0–15,8 хв. За опромінення полем надвисокої частоти від 20 до 80 с тривалість варіння становить 16,5–17,3 хв. Слід відзначити, що водотеплове оброблення достовірно зменшує тривалість варіння крупи плющеної порівняно з варіантом без зволоження.

У технології виробництва плющеної крупи з пшениці полби з використанням поля надвисокої частоти необхідно опромінювати крупу впродовж 60–80 с з проведенням зволоження на 1,0–1,5 %. За такого режиму загальний вихід крупи становить 94–97 %, тривалість варіння крупи – 14,3–15,9 хв. За умови виробництва крупи плющеної вищого сорту необхідно проводити опромінення полем надвисокої частоти упродовж 80 с без водотеплового оброблення. За такого режиму вихід крупи плющеної вищого сорту становить 80 %, а першого – 13 %.

Джерела інформації

1. de Sousa T., Ribeiro M., Sabença C., Igrejas G. The 10,000-Year Success Story of Wheat! *Foods*. 2021. Vol. 10(9). Article number 2124.
2. Arzani A. Emmer (*Triticum turgidum* spp. *dicoccum*) flour and breads. In *Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 2011. P. 69–78.
3. Boukid F., Folloni S., Sforza S., Vittadini E., Prandi B. Current Trends in Ancient Grains-Based Foodstuffs: Insights into Nutritional Aspects and Technological Applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2018. Vol. 17. P. 123–136.
4. Osokina N., Liubych V., Novikov V., Leshchenko I., Pryhodko V., Petrenko V. et. al. Effect of Electromagnetic Irradiation of Emmer Wheat Grain on the Yield of Flattened Wholegrain Cereal. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5(6 (108)). P. 40–51.

ІННОВАЦІЇ В УПРАВЛІННІ РИЗИКАМИ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

¹Магльована Т. В., д. т. н., доцент, ²Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор,
³Нижник Т. Ю., к. т. н.

¹Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУГЗУ, м. Черкаси

²Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

³НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ

Актуальність задач управління ризиками при використанні інноваційних технологій у водопостачанні підприємств обумовлена, у тому числі, тим, що кількість надзвичайних ситуацій техногенного характеру (у тому числі – пожеж) більше, ніж у 3 рази перевищує число надзвичайних ситуацій природного, соціального і воєнного характеру. Тому для ефективної ліквідації, зокрема пожеж, важливо, на нашу думку, враховувати і такий ризик (що має місце у водопостачанні усіх підприємств), як гідродинамічний опір, тобто опір руху рідини (води), викликаний впливом стінок труб, каналів тощо, по складовим протипожежного обладнання.

Метою роботи був огляд джерел інформації та результатів власних досліджень для обґрунтування робочої гіпотези щодо можливості використання гуанідинових полімерів (зокрема – полігексаметиленгуанідину гідрохлориду /ПГМГ/) як ефективного інноваційного засобу управління ризиками при реалізації протипожежного водопостачання та використанні води на об'єктах критичної інфраструктури, в екстремальних ситуаціях, на підприємствах тощо.

Потенціал використання явища зменшення гідродинамічного опору (ефект Томса) важко переоцінити – особливо при гострій потребі короткочасної подачі великої кількості води для підвищення ефективності роботи систем водяного пожежогасіння при масштабних пожежах, для підвищення пропускної здатності трубопроводних мереж у періоди «пікових» навантажень, удосконалення способів регулювання тиску та потоку води у мережах складних гідравлічних систем. За результатами експериментальних та натурних досліджень виконано порівняльний аналіз ефективності реагентів на основі ПГМГ при їх використанні у водопідготовці.

Аналіз впливу полімерних реагентів на основі ПГМГ на гідродинамічний опір свідчить про потенційну можливість застосування інноваційної технології водопідготовки з використанням полімерів комплексної дії гуанідинового ряду для мінімізації низки ризиків, у тому числі екологічних – ресурсо- та енергозбереження, підвищення ефективності роботи систем водяного пожежогасіння, суттєве зменшення забруднення довкілля токсичними продуктами горіння тощо. Так, запропоновані технологічні рішення дозволили скоротити терміни гасіння пожеж, зокрема лісових - у 3-4 рази завдяки зменшенню ступеню вигорання горючих матеріалів, підвищенню ефективності роботи гідравлічних систем пожеже-технічного обладнання, зменшення гідравлічних втрат у мережах, що особливо актуально при відсутності водойм поблизу вогнища пожежі.

Запропоновані для гасіння пожеж водні розчини, що містять ПГМГ, є безпечними при використанні для персоналу, при транспортуванні і збереженні, мінімізують необхідність додаткового спеціального обладнання і особливих заходів охорони праці та безпечності, що відповідає високим вимогам до захисту навколишнього середовища, раціонального використання водних ресурсів. Це дозволяє вважати обґрунтованою нашу робочу гіпотезу, важливість продовження досліджень та проведення еколого-економічних розрахунків ефективності цього інноваційного рішення задля мінімізації ризиків при використанні протипожежного водопостачання.

ВИКОРИСТАННЯ РОЗЧИНІВ НАТРІЙ ГІПОХЛОРИТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ЙОНІВ МАНГАНУ

Манишева Н., студентка, Твердохліб М. М., к. т. н., Трус І. М., к. т. н., доцент,
Гомеля М. Д., д. т. н, професор

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
ім. І. Сікорського», м. Київ

В останні роки склалася така ситуація, що більша частина населення навіть через системи централізованого водопостачання із поверхневих водойм, а також із артезіанських свердловин, споживає питну воду, яка не відповідає нормативним документам по її якості. Завищеними є показники присутності йонів жорсткості, заліза, мангану, амонію та ряду важких металів.

Поверхневі та підземні джерела водопостачання можуть містити домішки як природного, так і антропогенного походження. Їх склад постійно змінюється через протікання природних процесів окислення і відновлення, а також під впливом людської діяльності. Хоча вважається, що підземні води менше піддаються сторонньому впливу, проте в деяких випадках, в залежності від умов їх природного формування, спостерігається підвищений вміст окремих компонентів. Необхідно вирішувати проблему вилучення даних забруднюючих речовин до нормативних значень.

Манган відносяться до елементів, що мають безпосередній вплив на якість води, оскільки він є компонентом багатьох природних мінералів та порід, тому його вимивання неможливо уникнути. Близько 70 % підземних вод містять сполуки мангану у концентраціях, що у багато разів перевищуючи норми ГДК, тому для питних цілей без попереднього очищення застосування таких вод є неможливим [1].

Інтенсивний розвиток галузей промисловості та сільського господарства спричиняє погіршення та зменшення ресурсів питної води. Як у поверхневих, так і підземних водах спостерігається підвищення концентрації різних елементів і сполук, небезпечних для людини. На жаль, видалення цих домішок традиційними методами не завжди задовольняє досягнення нормованих показників якості води. Тому пошук нових, більш сучасних, відповідно ефективних методів очищення води є завжди актуальним.

У природних умовах сполуки мангану здебільшого зустрічаються у вигляді карбонатів, сульфатів, хлоридів, у поєднанні з гумусовими сполуками, іноді у вигляді фосфатів. Присутність сполук мангану призводить до заростання та забруднення водопровідної мережі, відповідно створює певні проблеми під час очищення води.

Очищення природних вод від сполук мангану має ключове значення, враховуючи його токсичність та здатність акумулюватися в живих організмах, досягати високих концентрацій та завдавати негативного впливу на здоров'я людей. На сьогоднішній день проблема очищення води від йонів мангану є досить складною.

Не дивлячись на великий об'єм опублікованих результатів досліджень за даним напрямком, описаних технологічних процесів, в тому числі каталітичних методів очищення води від йонів Mn^{2+} [2, 3], проблема в значній мірі залишається не вирішеною. Обумовлено це тим, що вилучення йонів мангану з води сорбційними [4], іонообмінними [5], мембранними [6], електрохімічними [7] методами проходить недостатньо ефективно. Особливо в присутності йонів жорсткості концентрація яких в природних водах, як правило, набагато вища за концентрацію йонів мангану та заліза. Це призводить до значного зниження ємності сорбентів та іонообмінних матеріалів по йонах мангану і заліза, а також до зниження селективності мембран за йонами даних металів. Більше того сполуки кальцію, в процесі фільтрування, відкладаються на поверхні мембрани призводять до різкого скорочення терміну їх

експлуатації та зниження продуктивності. Утворені в процесі очищення води сполуки мангану отруюють сорбенти та іоніти, блокуючи їх пори, за рахунок чого знижується їх сорбційна та обмінна ємність.

Слід відмітити, що сорбційні, іонообмінні, а особливо мембранні методи є досить дорогими з обмеженою продуктивністю. Тому більш перспективними є окислювальні методи очищення води від йонів мангану. Проте окиснення йонів мангану в аерованому водному середовищі проходить дуже повільно.

Швидкість окиснення йонів Mn^{2+} зростає з підвищенням рН середовища, концентрації кисню та температури середовища. Проте у водному середовищі при температурі до 30 °С, $pH \leq 9$ та розчинності кисню до 10 мг/дм³ швидкість окислення мангану є дуже низькою, що вимагає розробки способів інтенсифікації процесу.

Існуючі методи вилучення сполук мангану на практиці часто не забезпечують заявлених показників очищеної води. Або ж відомі розроблені технології мають високу вартість і не завжди дозволяють отримати воду високої якості. Викладене вище переконує про перспективність інтенсифікації процесів окислення йонів Mn^{2+} в процесах окислення та осадження сполук мангану при використанні окисних реагентів, що сприятиме більш ефективному окисленню сполук мангану при реалізації технологій деманганації води.

Загально відомі методи очищення води від сполук мангану можна умовно поділити на реагентні та безреагентні. Основою безреагентних методів є попереднє аерування води, яке може здійснюватися різними способами, і подальше фільтрування через зернисте завантаження, наприклад, через кварцевий пісок. Методи реагентної обробки полягають у фільтруванні води крізь мінеральне завантаження з попереднім дозуванням коагулянтів, флокулянтів, підлугуюючих реагентів.

При концентрації йонів мангану 5 мг/дм³ ступінь очищення води натрій гіпохлоритом сягав 64–95 % (рис.1) при цьому ефективність очищення зростала зі збільшенням надлишку натрій гіпохлориту (рис.2).

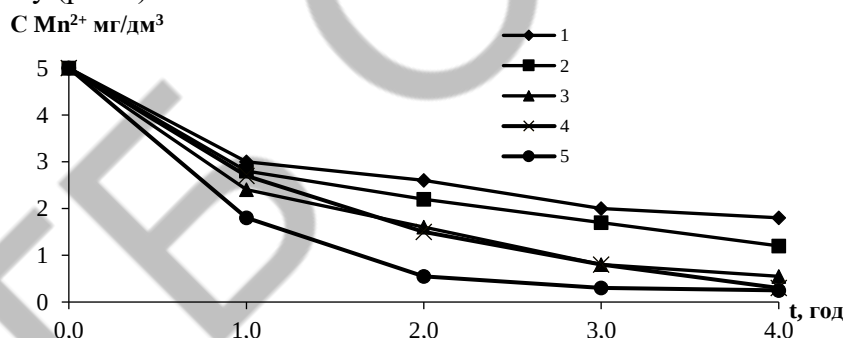


Рис. 1. Залежність залишкової концентрації йонів мангану (II) у артезіанській воді від часу відстоювання та дози натрій гіпохлориту при співвідношенні $Mn^{2+}:Cl^-$: 1:1(1); 1:1,5(2); 1:2(3); 1:2,5(4); 1:3(5) за початкової концентрації мангану 5 мг/дм³

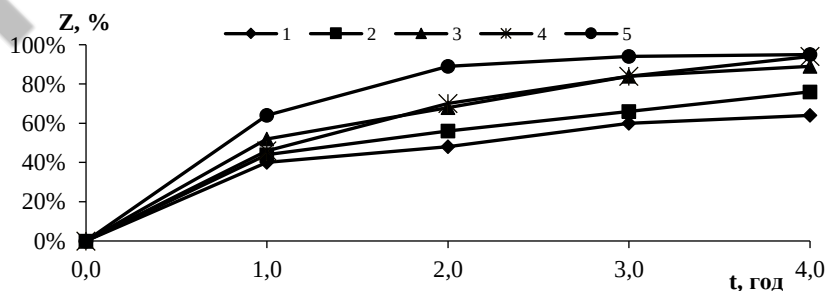


Рис. 2. Залежність ступеню вилучення мангану (II) у артезіанській воді від часу відстоювання та дози $NaClO$ при співвідношенні $Mn^{2+}:Cl^-$: 1:1(1); 1:1,5(2); 1:2(3); 1:2,5(4); 1:3(5) за початкової концентрації мангану 5 мг/дм³

При співвідношенні йонів мангану до йонів гіпохлориту 1 : 3 впродовж 4-х годин відстоювання залишкова концентрація мангану становила 0,25 мг/дм³, що відповідає ступеню вилучення мангану на рівні 95 % (рис.2). При цьому спостерігалось зниження рН водного середовища з початкового значення 9,229 до значень 8,986–8,859. При цьому чим більше був надлишок натрій гіпохлориту, тим більше становив показник різниці рН.

Використання гіпохлориту як окисника для очищення води від сполук мангану доцільне при концентраціях по йонам Mn^{2+} 5 мг/дм³ [11].

Проведено оцінку ефективності застосування натрій гіпохлориту в ролі окисника при очищенні артезіанської води від йонів двовалентного мангану. За статичних умов було визначено, що на ступінь вилучення мангану впливає доза гіпохлориту натрію. При цьому очищення води від йонів мангану проходить ефективно з початковою концентрацією 5 мг/дм³.

Джерела інформації

1. Alvarez-Bastida C. Drinking water characterization and removal of manganese. Removal of manganese from water / C. Alvarez-Bastida, V. Martínez-Miranda, M. Solache-Ríos, I. Linares-Hernández, A. Teutli-Sequeira, G. Vázquez-Mejía // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2018. – 6(2) – P.2119-2125.
2. Yang H. Oxidants-assisted sand filter to enhance the simultaneous removals of manganese, iron and ammonia from groundwater: Formation of active MnOx and involved mechanisms / H. Yang, X. Tang, X. Luo, G. Li, H. Liang, S. Snyder // *Journal of Hazardous Materials*. – 2021. – 415. – 125707.
3. Cheng Y. Effects of dissolved oxygen on the start-up of manganese oxides filter for catalytic oxidative removal of manganese from groundwater / Y. Cheng, T. Huang, C. Liu, S. Zhang // *Chemical Engineering Journal*. – 2019. – 371. – P.88-95.
4. Daghbandan A. A comprehensive study on the applicability of tea leaves and rice straw as novel sorbents for iron and manganese removal from running water in a fixed-bed column / A. Daghbandan, B. A. Souraki, M. A. Zadeh // *Korean Journal of Chemical Engineering*. – 2022. – P. 1-10.
5. Neculita C. M. A review of the implications and challenges of manganese removal from mine drainage / C. M. Neculita, E. Rosa // *Chemosphere*. – 2019. – 214. – P. 491-510.
6. Du X. Peroxymonosulfate-assisted electro-oxidation/coagulation coupled with ceramic membrane for manganese and phosphorus removal in surface water / X. Du, K. Zhang, B. Xie, J. Zhao, X. Cheng, L. Kai, ... H. Liang // *Chemical Engineering Journal*. – 2019. – 365. – P. 334-343.
7. Seyedpour S. F. Low fouling ultrathin nanocomposite membranes for efficient removal of manganese / S. F. Seyedpour, A. Rahimpour, H. Mohsenian, M. J. Taherzadeh // *Journal of Membrane Science*. – 2018. – 549. – P.205-216.
8. Zhao F. Study on the effect of manganese (II) removal with oxidation and coagulation aid of potassium manganite / F. Zhao, X. Li, Y. Yang // *3rd Intern Conf Bioinformatics Biomedical Eng Beijing*. – 2009. – № 9. – P. 11–13.
9. Knocke WR. Kinetics of manganese and iron oxidation by potassium permanganate and chlorine dioxide / WR Knocke, JE Van Benschoten, MJ Kearney, A Soborski, DA Reckhow // *J Am Water Works Assoc*. – 1991. – № 9. 83(6). – P. 80–7.
10. Rumsby P.C. Speciation of manganese in drinking water / P.C. Rumsby, L. Rockett, H. Clegg, J. Jonsson, V. Benson, M.M. Harman, T. Doyle, L. Rushton, D.J. Wilkinson, P. Warwick // *Toxicology Letters*. – 2014. – № 229. – P. 120–131.
11. Твердохліб М. Дослідження процесів очищення води від йонів мангану при використанні розчинів натрій гіпохлориту / М. Твердохліб, І. Трус., М. Гомеля, & К. Толстенкова // *Технічні науки та технології*. – 2022. – № 1 (27). – P. 152-160.

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ ФОТОКАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ ТА ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ

Мартиненко М. Т., студент, Кравченко О. О., к. б. н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Проблема чистої води наразі є одною з найактуальніших. Вона потрібна у всіх сферах економіки, в тому числі і в харчовій промисловості. Протягом тисячоліть було розроблено безліч методів її очистки. Великою проблемою є і забруднення природних водойм стічними водами. Відповідно до Доповіді Організації Об'єднаних Націй про розвиток водних ресурсів світу (2020 р.), зміни у кругообігу води також створюють ризики для виробництва енергії, продовольчої безпеки, здоров'я людини, економічного розвитку та скорочення бідності, що серйозно поставить під загрозу досягнення цілей стійкого розвитку [1].

Щоб цього запобігти використовується велика кількість методів очистки стічних вод. Найпоширенішими є електродіаліз, мембранна фільтрація, осадження, адсорбція, електрохімічне відновлення та електродеіонізація. Ці процеси зазвичай споживають велику кількість енергії і можуть бути доволі складними. Тому зараз активно обговорюється та покращується метод фотокаталітичного окиснення. [2]

Цей метод дозволяє знищити органічні забрудники. В фотокаталітичному окисненні для очистки води здебільшого використовується пероксид водню, озон, титан(IV) оксид. Так, титан(IV) оксиду потребує менших енергій, що дозволяє використовувати сонячне світло, до того ж реагент не розкладається, що усуває ряд логістичних проблем. Пара озон і пероксид водню є дешевшою, але витрачається під час реакції і потребує високоенергетичного ультрафіолету [3].

Механізм дії такий: під дією ультрафіолету реагент збуджується, розкладається або реагує з водою, внаслідок чого виділяються вільні радикали $O_2^{\cdot -}$ та $\cdot OH$. Саме ці радикали окислюють забрудники або до безпечних речовин, або до нерозчинних речовин, що випадають у осад. Загалом, метод фотокаталітичного окиснення не є новим, перші розробки з'явилися ще на початку 1990-их років, але за більш ніж 30 років він так і не став масовим. Основною перевагою методу є менша токсичність реагентів та відсутність потреби у нових реагентах, у випадку використання діоксиду титану. Серед недоліків можна визначити невелику енергоефективність ($\leq 10\%$) та здатність деяких речовин заважати процесу. [3]

Отже, перспективи цього методу дуже великі. За останні тридцять років його ефективність зросла, завдяки новим технологіям і реагентам, та буде рости і надалі. Але, скоріш за все, масовим він стане дуже не скоро. Щоб відбувся перехід на цей метод очистки потрібно: збільшити виробництво реагентів, вирішити проблему енергетичної неефективності, знайти кошти на перехід на нову технологію. До того ж, очистка води – це та сфера, в якій ризикувати не можна, потрібні довгі дослідження, щоб остаточно доказати безпечність методу.

Джерела інформації

1. World-Water-Development-Report. Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури. Париж, Франція. 2020
2. Guangmin Ren та ін. Recent Advances of Photocatalytic Application in Water Treatment: A Review. USA National Center for Biotechnology Information. 2021. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8308214/#B1-nanomaterials-11-01804>
3. Stephanie K. Loeb та ін. The Technology Horizon for Photocatalytic Water Treatment: Sunrise or Sunset?. *Environmental Science & Technology*. 2019. Т. 53. №6. С. 2937–2947. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b05041#>

ДО ПИТАННЯ ВОДНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ ТА ДЕЯКІ ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ

¹Мітченко Т. Є., д. т. н., професор, ²Максін В. І., д. х. н., професор

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ

Вода є одним з найбільш важливих природних ресурсів і необхідна для існування життя на планеті. Чисельність населення постійно зростає, відповідно і збільшується експлуатація природних водних об'єктів. Окрім задоволення питних та санітарно-гігієнічних потреб людини, необхідно використовувати воду на виробничі потреби. Попит на воду постійно зростає внаслідок швидкої урбанізації, зростання економічного розвитку та збільшення промислової діяльності, що збільшує рівень забруднення води. Як свідчить світовий досвід, на глобальному ринку разом із попитом на воду зростають також витрати на водопостачання, каналізацію та обладнання і доходи від надання послуг у цій сфері. Для захисту навколишнього природного середовища та подолання екологічних проблем необхідні інновації для вирішення проблем води та її очищення. Як свідчить світовий досвід, у розвинених країнах активно використовуються та вдосконалюються інноваційні технології, що дають можливість покращити ситуацію та стримувати її погіршення, і за прогнозом, їх використання буде зростати на глобальному рівні, тобто, мають глобальні технологічні тенденції.

Головні проблеми системи водопостачання міст України:

- Невідповідність питної води встановленим санітарним нормам (близько 60% усієї питної води не відповідає вимогам);
- Зростання дефіциту питної води у зв'язку із ростом населення міських агломерацій, збільшенням виробничих потреб та зношенням водопровідних систем;
- Застарілість водопровідних систем, у результаті чого відбуваються значні втрати води при транспортуванні;
- Забруднення води хлором, що використовується у процесі її очищення (вміст вторинного хлору в очищеній воді складає 1-1,15 мг/дм³; при такій його концентрації у людей, що вживають цю воду, можуть виникнути розлади системи травлення);
- Невелика кількість критеріїв якісного стану питної води – 16 проти 48 європейських показників;
- Відсутність єдиної системи контролю за якістю води у комплексі децентралізованого водопостачання;
- Недосконала система тарифікації водокористування, що призводить до зростання заборгованості та гальмування процесів модернізації водопровідної системи столиці;
- Порушення меж санітарних зон навколо джерел децентралізованого водопостачання, що призводить до забруднення води нафтопродуктами, важкими металами і пестицидами.

Найгостріші проблеми системи водовідведення міст України:

- Незадовільний стан водної інфраструктури (до 30% каналізаційних систем перебуває в аварійному стані), що призводить до виникнення аварій на колекторах і каналізаційних системах, в результаті чого нечистоти потрапляють у місцеві водойми та річки.
- Високий рівень забруднення колекторних систем твердими побутовими відходами, що гальмує стік каналізаційних вод.
- Скидання суб'єктами підприємництва у каналізаційну мережу забруднюючих речовин, сміття, що при аваріях на колекторних спорудах призводить до виливу нечистот у місцеві водойми.

Шляхи вирішення проблем водокористування та водовідведення. З метою оптимізації проблемної ситуації, що склалася із системами водокористування та водовідведення, необхідно розробляти спеціальні технічні, екологічні та економічні проекти, залучаючи українських та закордонних фахівців.

Як свідчить європейський досвід, проблеми водопостачання необхідно вирішувати поетапно, залучаючи широке коло науковців та інженерів. Виділяють такі основні блоки робіт: а) охорона джерел питної води; б) планування санітарно-профілактичних заходів; в) планування заходів із забезпечення безпеки систем водопостачання і санітарії; г) створення децентралізованих джерел водопостачання; д) локальні системи очищення води як доповнення до централізованих.

Можна пропонувати наступні заходи.

- Оптимізація екологічного стану джерел водопостачання з метою підвищення якості питної води. Необхідно посилити контроль за якістю промислових стоків, що скидаються у водойму, забезпечити утилізацію побутових стічних вод і твердих відходів.

- Жорстка регламентація санітарних зон навколо артезіанських свердловин, проведення санітарно-епідеміологічного моніторингу якості води із артезіанських свердловин.

- Встановлення пріоритету питного водокористування над промисловим на нормативно-правовому рівні, підвищення санітарно-епідеміологічних вимог до якості питної води.

- Поступова заміна технологічного процесу хлорування води на її знезараження ультрафіолетовим випромінюванням, або ж гіпохлоритом натрію. Залучення міжнародних інвесторів до проектів реконструкції системи водопостачання.

- Розробка проектів доочищення питної води у місцях її безпосереднього використання, з метою усунення вторинного забруднення у водорозподільних системах.

- Ремонт та модернізація усієї системи водопостачання, зношених водопровідних систем на нові. Залучення вітчизняних та зарубіжних інновацій до реконструкції системи водопостачання.

- Популяризація екологічної освіти та виховання до бережливого ставлення до водних ресурсів.

Доцільна реалізація наступних заходів оптимізації системи водовідведення міст:

- Модернізація застарілих каналізаційних систем та колекторів із використанням інноваційних розробок вітчизняних та зарубіжних вчених.

- Механічне та гідродинамічне очищення каналізаційних мереж. Розширення каналізаційної мережі міст.

- Жорстке запобігання скиданню промислових та побутових відходів у каналізаційні системи, шляхом встановлення відповідальності за порушення екологічного законодавства

Технологічні процеси очищення води поділяються на первинне, вторинне і третинне очищення. Ключовими технологіями третинного очищення є нанофільтрація, зворотний осмос, мембранні біореактори, мікрофільтрація та дезінфекція. У 2018-2020 р.р. лідером був сегмент третинного очищення з часткою на глобальному ринку 43,2%. Ці методи можуть бути застосовані в очищенні стічних вод.

Таким чином, проблеми водопостачання та водовідведення, що склалися в Україні, в цілому схожі із загальносвітовими тенденціями.

ОЦІНКА МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ ЗА ВІДСУТНОСТІ КУЛЬТИВОВАНИХ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ

Мокієнко А. В., Бабієнко В. В.

Одеський національний медичний університет, м. Одеса

Оцінка якості природної мінеральної води необхідна для забезпечення безпечного водоспоживання. Директива Європейського парламенту 2009 р. [1] (далі Директива) констатує можливу мікробіологічну небезпеку в середовищах існування, таких як джерела, ґрунти тощо, що потребує суворого контролю бутильованої води. Мікробіологічні параметри (загальна кількість життєздатних бактерій при 22 і 37 °С, кишкова паличка, коліформні бактерії, фекальні стрептококи, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* і сульфатвідновлюючі бактерії) розглядаються як рутинні тести. З іншого боку, Директива не вимагає контролю інших мікробіологічних небезпек, таких як *Legionella* spp., Nontuberculous mycobacteria (NTM), вільно-живучі амеби (FLA) та інші умовно-патогенні патогени для людини та тварин, які можуть колонізувати джерела та підприємства обробки та розливу питних та мінеральних вод. Розмноження цих мікроорганізмів може відбуватися через наявність біологічних резервуарів і FLA, які вважаються природними господарями водних бактерій. Ці патогени можуть скористатися симбіозом для реплікації, поширення (амеби є резервуарами *Legionella* spp. і NTM), захисту, вірулентності та реактивації життєздатних некультивованих клітин.

Оцінка можливої присутності життєздатних *Legionella* spp., NTM і FLA у зразках джерел води (SW) і бутильованої мінеральної води (BMW) показала наступне. Відсутність ізоляції культивованих бактерій у майже всіх зразках може бути пов'язана з фізико-хімічними умовами навколишнього середовища, які обмежують широке розселення бактерій у джерелах і розливних заводах. Культивовані FLA (*Acanthamoeba polyphaga*, *Vermamoeba vermiformis* і *Vahlkampfia inornata*) були виявлені в 50 % проб води. Молекулярне тестування за допомогою ПЛР свідчить про наявність високого числа мікроорганізмів роду *Legionella*, *Mycobacterium* spp., *Amoebozoa* та *Vahlkampfiidae*.

Наявність qPCR бактерій часто асоціюються з геном 18S рРНК найпростіших, переважно в зразках BMW. Відсоток зразків, позитивних на qPCR FLA, вищий порівняно з відсотком зразків, позитивних на гени *Legionella* та NTM. Виявлена сильна кореляція між одиницями qPCR *Legionella* та *Amoebozoa*. Ці дані підтверджують можливу роль FLA як резервуарів водних бактерій, що може підвищити їх стійкість до умов навколишнього середовища, як це описано для питної води. Встановлено, що температура, рН і електропровідність є важливими факторами, що впливають на бактеріальні популяції в джерелах, переважно для *Mycobacterium* spp. і *Legionella* spp.

Таким чином, наявність культивованих FLA, які можуть бути резервуаром бактерій, свідчить про необхідність додаткових регулярних мікробіологічних тестів, спрямованих на забезпечення безпеки води, переважно для осіб із зниженою імунологічною резистентністю. Тому, щоб уникнути виникнення біологічних факторів ризику, рекомендується ширша оцінка наявності мікробних індикаторів.

Джерела інформації

1. European Parliament 2009 Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the Exploitation and Marketing of Natural Mineral Waters European Parliament Brussels Belgium.
2. Assessing natural mineral water microbiology quality in the absence of cultivable pathogen bacteria. M. Totaro et al. J. Water Health. 2018. 16 (3): 425-434.

НОВІ МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АДСОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Монька Д. О., Залєвська О. Ю., Сандул О. М.
Сакалова Г. В., д. т. н., професор

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, м. Вінниця
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Харчова промисловість – одна з найбільших водоспоживачів. Приготування харчових продуктів і напоїв нерозривно пов'язане із залученням чистої води. Якість води, яка застосовується в харчовій промисловості, підлягає ретельному контролю. Причому кожен з напрямків цієї галузі має функціонувати на основі і галузевих стандартів, і власних нормативів виробництва. Тільки так можна забезпечити необхідний смак, запах, зовнішній вигляд, інші характеристики.

Сорбційні процеси широко використовують в харчовій промисловості. До якості харчових продуктів та технологічних схем їх виробництва завжди пред'являють особливі вимоги, чітко нормовані відповідними документами. Відповідно сорбційні матеріали, що використовують у виробництві продуктів харчування мають найвищі параметри якості, вміст домішок у них мінімальний, а тому і вартість таких матеріалів вища, у порівнянні з адсорбентами, що використовують в інших галузях.

Особливість технологій харчових виробництв також є те, що технологічною схемою завжди чітко обумовлено не лише вид сорбенту, а й його марка, дисперсність, походження, навіть виробник. Так, нами був проведений моніторинг сорбентів, що використовують харчові виробництва Вінницької області. Згідно цих досліджень, можемо зазначити, що для освітлення цукрових сиропів у виробництві безалкогольних напоїв, слабоалкогольних напоїв і соків використовують суміш активованого вугілля і кізельгуру, у виробництві цукру – суміш активованого вугілля та глауконіту. Для рафінування олії використовують активоване вугілля, а для зниження кислотності молокопереробні підприємства використовують цеоліт та суміш глауконіту та цеоліту. Склад сорбційних матеріалів, що використовують для окремих технологічних процесів представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Характеристика окремих адсорбентів та їх застосування

Технологічний процес	Адсорбційний матеріал
Очищення водно-цукрових розчинів у виробництві напоїв	Кізельгур марок Бекогур 3500 і Бекогур 200 активоване вугілля марки Деколар А
Освітлення цукрового сиропу перед концентруванням	Активоване вугілля марки БАУ-А і термоактивований глауконіт
Очищення харчових олій	Активоване вугілля марки CWZ-22
Зниження кислотності молочних продуктів	Цеоліт CPPS та термоактивований глауконіт
Пом'якшення питної води	Щебінь та пісок з природного цеоліту Сокирицького родовища

Значна кількість сорбентів, що застосовуються у харчовій промисловості, повторно не використовується, що пов'язано із складністю їх регенерації та суттєвими матеріальними затратами. Вони часто зберігають не території підприємства, або ж вивозяться на смітте-

звалища, як правило, несанкціоновано [1]. Таким чином, на сьогодні актуальним є дослідження регенерації та повторного використання сорбентів, що використовуються у харчовому виробництві.

Використання традиційного активованого вугілля (АВ) найбільш поширене в адсорбційних процесах, але достатньо дороге. Було проведено багато досліджень, у яких вивчалися адсорбційні властивості недорогих адсорбентів, таких як торф, бентоніт, шлак металургійних заводів, фарфорова глина, відходи переробки кукурудзи, деревна стружка та кремнезем. Однак ці недорогі адсорбенти мають, як правило, низьку адсорбційну здатність і потребують застосування великої кількості адсорбенту для ефективного очищення стічних вод. На сьогодні з метою зменшення витрат АВ найчастіше застосовують його в суміші з глинистими природними чи модифікованими сорбентами, або ж відходами харчової промисловості. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку таких видів АВ, які були би економично привабливими, синтезувалися з легкодоступної сировини, і при цьому володіли високою ефективністю як адсорбенти. Найпривабливішою сировиною для такого вугілля є сировина рослинного походження, що дозволяє синтезувати АВ із широким спектром застосувань як у промисловості, так і для вирішення завдань екологічної безпеки [2].

Тому у роботі проведено дослідження що до повторного використання відпрацьованого сорбенту на стадії очищення сиропу. З цією метою здійснювали хімічну регенерацію відпрацьованого сорбенту шляхом послідовного промивання дистильованою водою 60 хвилин, обробкою 1%-вим розчином луку та 4%-вим розчином хлоридної кислоти. На завершальному етапі сорбент промивали і висушували за температури 120⁰С. Необхідну доважку сорбенту здійснювали за рахунок адсорбованого вугілля марок Norit DLC SUPER 30 і Norit DLC SUPRA 30 (Cabot Norit Nederland B.V., The Netherlands), які синтезовано із кокосової шкаралупи. Спільно з кафедрою екології, хімії та технологій захисту довкілля Вінницького національного технічного університету [3,4] попередньо були проведені дослідження адсорбційних властивостей різних видів промислового активованого вугілля, яке синтезоване із природної сировини.

Висновки.

Хімічна регенерація відпрацьованої суміші сорбентів, що містить кізельгур двох фракцій і активоване вугілля марки Деколар А дозволяє використовувати матеріали на стадії адсорбції до максимально 7 циклів з додатковим застосуванням активованого вугілля, синтезованого із рослинної сировини і забезпечує необхідну якість цукрового сиропу.

Використання активованого вугілля, синтезованого із природної сировини на стадії адсорбційного очищення розчинів є ефективним і забезпечує необхідну якість адсорбції у технологічному процесі водопідготовки і підготовки розчинів харчових виробництв.

Джерела інформації

1. Tymchuk, I., Shkvirko, O., Sakalova H., Malovanyy, M., Dabizhuk, T., Shevchuk, O., Vasylynych, T. Wastewater a Source of Nutrients for Crops Growth and Development. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. 21(5), P. 88-96.
2. Myroslav Malovanyy, Oleg Blazhko, Halyna Sakalova, Tamara Vasylynych [Ecological Aspects of Clay Sorption Materials Usage in Leather and Fur Production Technologies](#). *Materials Science Forum*. 2021. T. 1038. P. 276-281.
3. Khudoyarova, O. Gordienko, T. Titov, A. Ranskiy, A. Dykha, Adsorptive regeneration of waste industrial oils, *Problems of Tribology*, 2020. 25.P. 19–24.
4. O. Khudoyarova, O. Gordienko, A. Blazhko, T. Sydoruk, A. Ranskiy, Desulfurization of Industrial Water-Alkaline Solutions and Receiving New Plastic Oils, *Journal of Ecological Engineering*, 2020. 21. P. 61–66.

CONTAMINATION OF NATURAL AND WASTEWATER WITH IMPURITIES OF ORGANIC AND INORGANIC ORIGIN, THEIR IMPACT ON THE ECOSYSTEM

V. Novoseltseva, PhD, O. Kovalenko, D.Sc.

Odesa National University of Technology, Odesa

Environmental pollution as a result of rapid industrialization is a challenging problem for maintaining water quality and hygiene. Industrial wastewater contains various poisonous compounds. Heavy metal ions are one of the groups of natural and wastewater pollutants. They have accumulative, carcinogenic and toxic properties. Dyes are one of the most polluting groups, as their complex aromatic structure complicates their biological decomposition. Phenols and phenolic pharmaceutical preparations are highly toxic and potentially dangerous to human health.

The quality of wastewater treatment in Ukraine at many treatment plants does not meet the regulatory requirements of the current environmental protection legislation of Ukraine and does not allow the reuse of treated wastewater in production. The reason for low-quality processing of industrial wastewater is outdated cleaning technologies, physical and moral wear and tear of equipment.

Heavy metal ions are one of the most toxic and persistent pollutants in the water environment. They can be incorporated into food chains and concentrated in aquatic organisms to a level that affects their physiological state. Due to the lack of possibility of biological decomposition, toxicity and carcinogenicity for living organisms, many metal ions are considered as priority pollutants. Among these, chromium, copper, nickel, zinc, cadmium, lead, iron, aluminum and mercury are particularly toxic metals. The biggest polluters are galvanic production, printing, chemical and petrochemical industry, production of mineral fertilizers, mechanical engineering, etc. Food enterprises, in particular root vegetable canneries, are also a source of wastewater with heavy metal ions [1 – 4].

Phenols, artificial dyes, and pharmaceuticals are widespread environmental pollutants that are difficult to eliminate because of their resistance to biodegradation. They have toxic, carcinogenic and accumulative properties and cause a serious problem for the aquatic ecosystem. Drinking water with such impurities can lead to serious health problems for people and animals.

Phenols are widely used for the preparation of antiseptics, dyes, anti-corrosion products, synthetic resins, biocides, inks, varnishes, etc. Wastewater with phenols is often generated in the pharmaceutical industry, plastics production, woodworking industry, coal processing, petrochemical industry, fertilizer production, etc. Phenols are highly toxic and carcinogenic, posing a potential risk to human health as well as to the ecosystem. Phenolic compounds are water-soluble and spread quickly, they can easily contaminate drinking water sources. Even a low concentration of phenol in water can cause an undesirable taste and smell, as well as be the cause of many diseases [5].

Environmental protection agencies have limited the concentration of these pollutants to a maximum of 0.1 mg/dm^3 in industrial effluents, while the World Health Organization has set a maximum permissible concentration of 0.001 mg/dm^3 for phenols in drinking water. In Ukraine, the MPC of phenols for drinking water is 0.001 mg/dm^3 .

Artificial dyes enter water bodies from various sources, in particular from textile industries, from enterprises of the leather industry, etc. Among 3,600 types of dyes used in industry, approximately 20% of dyes merge with industrial wastewater. The color of the reservoir prevents the penetration of light into the water. This, in turn, leads to inhibition of photosynthesis and disruption of the biosystem. Because of their chemical composition, dyes are toxic to fish and other organisms. In addition, the release of dyes into the environment is dangerous due to the mutagenicity and carcinogenicity of the products of their biotransformation. Some dyes in anaerobic conditions

can decompose into carcinogenic aromatic amines and cause serious diseases in humans and animals. However, due to their complex molecular structure, most dyes are resistant to biodegradation and therefore difficult to remove from water [6].

Pharmaceutical preparations have high stability and hydrophilicity in water bodies. Therefore, despite the fact that the concentration of pharmaceuticals in water is usually low, they can still cause a negative impact on the environment. Currently, the pharmaceutical industry produces many drugs, in particular broad-spectrum antibiotics, such as ciprofloxacin, drotaverin, piracetam and many others. These pollutants enter water bodies during improper disposal of drugs, as well as together with human waste. The presence of pharmaceuticals in drinking water negatively affects human health, causing the formation of resistance to bacterial drugs [7].

Modern industry is largely responsible for the pollution of the aquatic environment. Due to the toxicity and carcinogenicity of many pollutants, including those described above, the treatment of natural and wastewater is a necessary procedure to preserve the aquatic ecosystem and reduce the negative impact on human and animal health. Various methods are used for the treatment of natural waters and industrial effluents, which usually include chemical precipitation, coagulation, flocculation, flotation, adsorption, ion exchange, membrane and electrochemical technologies, solvent extraction.

References

1. Novoseltseva V., Yankovych H., Kovalenko O., Václavíková M., Melnyk I. Production of high-performance lead (II) ions adsorbents from pea peels waste as a sustainable resource // *Waste Management & Research* 2020. doi:/10.1177/0734242X20943272.
2. 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.
3. Yankovych H., Novoseltseva V., Kovalenko O., Melnyk I., Václavíková M. Determination of Surface Groups of Activated Carbons from Different Sources and Their Application for Heavy Metals Treatment. // *Nanoscience and Nanotechnology in Security and Protection against CBRN Threats*. 2020. №34. P. 431 – 436. doi: /10.1007/978-94-024-2018-0_34.
4. Kovalenko O., Novoseltseva V., Vasylyv O., Liapina 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. № 5/10 (107). P. 14 – 25.
5. Ahmed M.J., Theydan S.K., Equilibrium isotherms, kinetics and thermodynamics studies of phenolic compounds adsorption on palm-tree fruit stones // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2012. № 84. P. 39 – 45.
6. Bernhardt A., Gysi N., World's Worst Pollution Problems: The Toxics Beneath Our Feet // *Fabrikstrasse*. 2016. №17.
7. Ahmed M.J., Adsorption of non-steroidal anti-inflammatory drugs from aqueous solution using activated carbons: Review // *Journal of Environmental Management*. 2017. P. 274 – 282. doi:10.1016/j.jenvman.2016.12.073

ECOLOGICAL STATE OF WATER RESOURCES OF THE VINNYTSIA REGION

Ocheretnyi V. P., Associate Professor, Ph.D., Olenyuk A. P., student

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia

204 rivers with a length of more than 10 km each flow on the territory of the region 2 large (Southern Bug River and Dniester River), 4 medium (Sob River, Murafa River, Ros River, the village of Girsy Tikich). Within the region, there are 55 reservoirs with a total area of the water table 11,167 hectares, the largest Ladyzhyn reservoir (2.2 thousand hectares).

The rivers of the Vinnitsia region belong to the basins of the three main rivers of Ukraine - the Southern Bug, the Dniester, and the Dnieper, which account for 62%, 28%, and 10% of the region's territory, respectively. A total of 3.6 thousand rivers flow through the territory of the region, with a total length of 11.8 thousand km.

Among the causes of river water pollution are sewage, industrial and solid waste, runoff from agricultural land, oil leaks, as well as thermal pollution [1-4]. Wastewater has a negative impact on water resources because it contains harmful compounds of organic and inorganic origin. Along with sewage, disease-causing organisms can enter rivers and lakes, which pose a danger to the life and health of the population.

Industrial waste arises as a result of the activities of mining, chemical, oil refining, and pulp and paper enterprises [5-8]. The main pollutants from such anthropogenic activity are copper, fluorine, mercury, radioactive elements and synthetic detergents [9-11]. Solid waste, in turn, is created by the accumulation of plastic waste, sand, and clay in the water.

Agriculture pollutes surface and groundwater with toxic chemicals, herbicides, organic waste, and chemical fertilizers. Petroleum products, when spilled into the water environment, can form a film on the surface of the water, which reduces the ingress of oxygen into the water, as a result of which organisms living in the water suffer and die. After the lumps of oil settle to the bottom, they rot, and the water is poisoned by harmful substances, in particular, hydrogen sulfide.

The main general problem of almost all sewage treatment facilities of such farms remains excessive contamination of wastewater discharged into surface water bodies with ammonium nitrogen and organic substances [12-16]. The factor of water pollution is also the insufficient coverage of settlements by the sewage network. The existence of a large number of cesspools, the practice of using filtration fields is also a source of water pollution.

The main factors determining the environmental condition in the territory of Vinnitsia region are the activities of thermal energy enterprises, agricultural complexes, processing industry, machine-building facilities, transport, accumulation of household and industrial waste.

Atmospheric pollution occurs when soot, ash, nitrogen oxides, and sulfur enter the water together with precipitation. Pollution of water bodies by discharges of polluting substances with return water from industrial enterprises, housing and communal services. The water of the rivers of the Vinnitsia region is polluted with organic compounds, and such pollution is observed throughout the year. This indicates water pollution by domestic sewage.

Also, there are problems regarding the conditions of discharge of mine and quarry waters into water bodies, pollution of underground aquifers, and violation of the hydrological and hydrochemical regime of small rivers of the region. Eliminating these causes will reduce the pollution of water resources.

The analysis of the current ecological state of rivers and the organization of management for the protection and use of water resources outlined the most urgent problems that need to be solved.

Since there are industrial enterprises on the territory of Vinnytsia and a significant amount of waste, both industrial and communal, flows into the Southern Bug River, it was appropriate to analyze the degree of its pollution by various indicators.

References

1. Ковальський В. П. Перспективні технології, сучасні реагенти і матеріали для очищення стічних вод [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Збірник тез доповідей Х Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 21 – 22 березня 2019 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 54-56.
2. Mingjun, Guo, Xu Yiming, and V. P. Kovalskiy. "Research progress of high salinity wastewater treatment methods." (2020).
3. Guo Mingjun Research progress of high salinity wastewater treatment methods [Текст] / Guo Mingjun, Xu Yiming Kovalskiy V.P. // Збірник тез доповідей XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 20–21 березня 2020 р. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – С. 31-33.
4. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
5. Ocheretnyi, V. P., V. P. Kovalskiy, and M. O. Postolati. "Structures of composite concrete for sewerage." (2021).
6. Березюк О. В. Привод зневоднення та ущільнення твердих побутових відходів у сміттєвозі / О. В. Березюк // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – № 2. – С. 14-18.
7. Постолатій М. О. Техногенна безпека промислових підприємств [Текст] / М. О. Постолатій, В. П. Ковальський // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів і студентів "Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених", 13 травня 2021 р. – Черкаси : ЧПБ, 2021. – С. 52-53.
8. Постолатій М. О. Пожежна та техногенна безпека [Текст] / М. О. Постолатій, 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. 42-43.
9. Lysenko V. et al. Mobile robot with optical sensors for remote assessment of plant conditions and atmospheric parameters in an industrial greenhouse //Proc. of SPIE Vol. – Т. 12040. – С. 120400D-1.
10. Олійник Ю. Г. Захист середовища від радіоактивного впливу шляхом змінення складу бетону [Текст] / 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.
11. Ковальський, В. П., and О. С. Сідлак. "Методы активации золы уноса ТЕС." Вісник Сумського національного аграрного університету. № 10: 47-49. (2014).
12. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
13. Олійник Ю. Г. Способи очищення радіаційно забрудненої води [Текст] / Ю. Г. Олійник, В. П. Ковальський, М. Ф. Друкований // Збірник тез доповідей XII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості», 25 – 26 березня 2021 р. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – С. 102-104.
14. 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.
15. Ковальський В. П. Використання відходів промисловості для виробництва легких бетонів [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, І. М. Вознюк, Д. О. Войтюк // Матеріали XLVIII науковотехнічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2019/paper/view/7576>.
16. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przegląd Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150.

ВОДНІ РЕСУРСИ – ОСНОВНІ СТРАТЕГІЧНІ РЕСУРСИ

Палвашова Г. І., к. т. н., доцент

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Водопостачання є центральною ланкою економічного та соціального розвитку: воно має життєво важливе значення для підтримки здоров'я, вирощування продуктів харчування, виробництва енергії, раціонального природокористування, економічного розвитку та створення нових робочих місць.

Російсько-українська війна призвела до нових викликів, а саме: як війна позначиться на водопостачанні та водній безпеці в області та у всій Україні? Захист джерел питної води та вільний доступ жителів територій, де ведуться активні бойові дії, до води?

Сьогодні світ стоїть на порозі водної драми: близько 2 млрд. людей у світі позбавлені доступу до безпечної питної води. Більшість із них живе в уразливих регіонах світу, де часто відбуваються конфлікти як громадянські, так і військові. В умовах сучасних збройних конфліктів та військових операцій водні ресурси та споруди дедалі частіше стають мішенями нападів або самі використовуються як засоби ведення війни.

Дефіцит води особливо гостро відчувається на фоні швидкого демографічного зростання та кліматичних змін. До 2030 року 47% населення Землі відчуватиме гостру нестачу води. Вода вже найближчим часом може стати важливішою за нафту або газ. Попит на прісну воду, за оцінками Американського інституту населення (Population Institute), перевищує пропозицію на 17%. Клімат в Україні набуває тропічних ознак з тривалими бездощовими періодами, падінням рівня ґрунтових вод та масовим пересиханням дрібних річок та колодязів. За прогнозами вчених, протягом наступних 30 років слід очікувати на подальше зростання дефіциту прісної води, а після 2050 року Україна може навіть перейти до її імпорту.

Українські науковці проаналізували, як змінюватимуться річки за двох різних сценаріїв зміни клімату:

- «м'який», що передбачає зменшення викидів парникових газів відповідно до Паризької угоди;
- «жорсткий», за якого жодних заходів із боротьби із кліматичною кризою не відбудеться [2,5-7].

Водна драма торкнулася і України, коли питання водозабезпечення та водної безпеки стали вкрай актуальними в умовах збройного конфлікту з російським агресором.

За запасами доступних для використання водних ресурсів Україна належить до малозабезпечених. За цим показником Україна перебуває на 111 місці серед 152 країн світу, а серед 20 європейських країн посідає 17 місце [2].

У розрахунку на одного мешканця найбільша кількість підземних вод ($5,54 \text{ м}^3/\text{добу}$) припадає на Чернігівську область, а найменша ($0,28\text{--}0,43 \text{ м}^3/\text{добу}$) — на Дніпропетровську, Одеську, Кіровоградську, Донецьку, Миколаївську, Житомирську та Вінницьку області [3].

Найбільшими споживачами води в територіальному розрізі є Донецька (1697 млн м^3), Дніпропетровська (1565 млн м^3), Херсонська (1442 млн м^3), Запорізька (1149 млн м^3), Одеська (977 млн м^3), Київська (911 млн м^3) області та Київ (615 млн м^3), на які припадає 72,6% сумарного обсягу забору води. Втрати води під час транспортування до споживачів в 2014 р. становило 1390 млн. м^3 або 11,7% від водозабору (Стан підземних вод України, 2020). Структура використання водних ресурсів в Україні станом на 2019 р. така (рис. 1): 65% — промисловість, 18% — сільське господарство (зрошення), 16% — комунальне господарство»

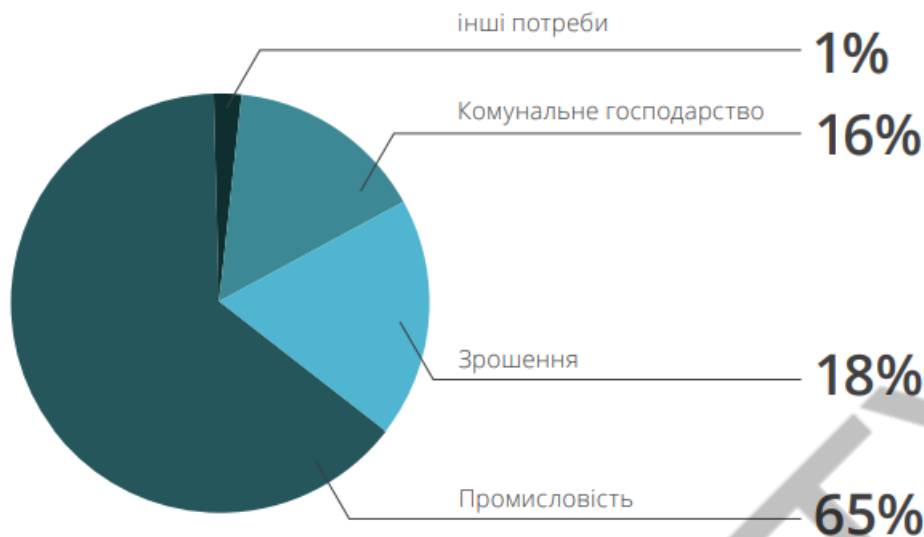


Рис.1. Структура використання водних ресурсів в Україні[2].

Споживання води комунальним господарством в Україні значно вище, ніж в країнах ЄС. Якщо середнє водоспоживання в 27 містах України становило 275 л на людину на добу (Modernisierungsstrategie für die deutsche Wasserwirtschaft. Maßnahmen zur Stärkung der Präsenz der deutschen Wasserwirtschaft auf internationalen Märkten für Wasserdienstleistungen, 2013), то в країнах ЄС ця величина становить 100–200 л на людину на добу.

У 2022 році вода стала одним із приводів для удару російської армії по Херсонщині. Намір цього удару – розблокування подачі дніпровської води на тимчасово окупований півострів Крим з району Нової Каховки. Це є надважливим завданням тому, що з 2014 року окупанти виснажували бідні водою кримські підземні водні горизонти. Наприкінці лютого 2022 року окупантами була захоплена головна споруда Північно-Кримського каналу, Каховська ГЕС та всі гідротехнічні споруди, що регулювали постачання води з Каховського водосховища на півострів Крим. Також окупанти зруйнували тимчасову дамбу, автомобільний міст та головну перегородкову споруду каналу, щоб «пустити» воду до Криму.

Захоплення російськими військами об'єктів водопостачання та тимчасове відновлення подачі води до Криму можуть спричинити посилення водного дефіциту як на материковій частині, так і на півострові. Адже південні області є, з одного боку, найменш забезпеченими водними ресурсами, з другого – і найбільшими споживачами.

Додатковою проблемою є вплив зміни клімату на південні регіони України. Вчені зазначають, що з 2041 року можливе припинення місцевого поверхневого стоку у маловодні річки у Херсонській, Одеській, Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. Зокрема, у Запорізькій області «кліматичний стік» може зменшитися вдесятеро, у Дніпропетровській – у 6, у Миколаївській – у 3,6 рази, а в Криму – удвічі [1,8,9,13].

У березні 2022 року під час російської агресії зафіксовано обстріли та попадання снарядів у водонасосні станції, водопроводи, каналізаційні очисні споруди, що призводить до аварій та позбавляє людей доступу до питної води. Наприклад, без води залишилися жителі Маріуполя, яким прийшлося навіть пили воду з калюж. У березні 2022 року жителі Чернігова не мали можливості отримувати питну воду та користувалися водою з Десни, а у квітні з аналогічною проблемою стикнулися жителі Миколаєва.

Російські окупанти обстрілюють водну інфраструктуру, мінують греблі, проводять військові операції на території Чорного та Азовського морів. Так, внаслідок обстрілу очисних споруд Васильківського експлуатаційного цеху водопостачання та водовідведення російська армія зруйнувала будівлю каналізаційної насосної станції. Внаслідок таких дій зворотні води без будь-якого очищення потрапляють у річку Дніпро.

Сьогодення перетворило водні ресурси на основні стратегічні ресурси, які дедалі частіше стають предметом міжнародних конфліктів, збройних зіткнень і навіть збройних конфліктів. Вода – це цінний, але обмежений ресурс, особливо у південних та східних регіонах України. Безумовно, військові дії Росії погіршують ситуацію з водою в нашій країні, але всі водні загрози мають бути враховані відповідними органами влади та сформоване бачення щодо подолання її негативних наслідків, а також пошук ефективних альтернативних способів отримання питної води.

І як писав Антуан де Сент-Екзюпері: «Вода! У тебе ні смаку, ні кольору, ні запаху, тебе не описати, тобою насолоджуєшся, не розуміючи, що ти таке. Ти не просто потрібна для життя, ти і є життя...» (Планета людей).

Джерела інформації

1. <https://www.irf.ua/ukrayinski-vodni-pytannya-v-umovah-voyennogo-stanu-statya/>
2. <https://ecoaction.org.ua/vodnist.html>
3. <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/06/analiz-vplyvu-vodni-resursy-full.pdf>
4. Перга Т. Міжнародні водні конфлікти — нова загроза стабільному розвитку. Зовнішні справи. 2011. №4. С.34–38.
5. Хільчевський В. К. Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. №1(59). — С.6–16.
6. Хільчевський В.К. [та ін]. Загальна гідрологія: підручник. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. — 399 с.
7. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2017 році. — Київ, 2018. — 383 с.
8. Стан підземних вод України, щорічник. — Київ: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2020. — 127 с.
9. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України. Аналітична записка / Національний інститут стратегічних досліджень [Електронний ресурс]. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/analiz-aktualnikh-chinnikiv-pogirshennya-yakosti-pitnogo> (дата звернення: 14.05.2021).
10. The World Bank Group. Renewable internal freshwater resources per capita (cubic meters). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC> (accessed: 14.05.2021).
11. Інформаційно-аналітична довідка про стан водних ресурсів держави та особливості сільськогосподарського виробництва в умовах змін клімату [Електронний ресурс]. URL: http://naas.gov.ua/upload/iblock/78a/Інформаційна_довідка_4.05.2020-конвертирован.pdf (дата звернення: 14.05.2021).
12. Ромащенко М. [та ін.]. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво. Меліорація і водне господарство. 2020, 1. — С. 5–22.
13. Загальні показники використання водних ресурсів України. Набори даних. 2017 [Електронний ресурс]. URL: <https://data.gov.ua/dataset/2054e342-fd89-4419-b130-685a9d042990> (дата звернення: 14.05.2021).

ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ ТА СТИЧНИХ ВОД ВІД УРАНУ (VI) І ТОРІЮ (IV)

Перлова О. В., к.х.н., доцент, Мартовий І. С., студент, Родивилова Р. А., студент, Каримова М. Е., студент

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, м. Одеса

Україна володіє значними запасами уранових руд і монациту [1]. Незначні кількості урану і торію містяться у великих об'ємах техногенних та стічних вод, які утворюються при комплексній гідрометалургійній переробці традиційної та нетрадиційної уранорудної сировини, відпрацьованого ядерного палива, при виробництві деяких видів будівельних матеріалів і фосфорних добрив. Перед скиданням у відкриті водойми ці води мають бути ретельно очищені, оскільки містять залишкові концентрації урану і торію, що перевищують відповідні значення ГДК. Отже, розробка простих та ефективних методів очищення великих об'ємів стічних вод, які забезпечуватимуть вилучення забруднень і цінних компонентів, є надзвичайно актуальною проблемою. Для цих цілей розробляються флотаційні методи та їх комбінації з іншими фізико-хімічними методами очистки води (адсорбція, екстракція, коагуляція, флокуляція тощо) [2]. Для інтенсифікації процесу шляхом реалізації методу сорбційної флотації в якості флотаційних збирачів запропоновано [3] використовувати тонкодисперговані тверді розчини поверхнево-активних речовин (ПАР) у парафіні, які уявляють собою кульки парафіну, поверхня якого модифікована ПАР. Молекули ПАР, закріплені на поверхні кульок парафіну, здатні суттєво змінювати змочуваність, електроповерхневі, реологічні та сорбційні властивості системи. Парафін, модифікований ПАР, уявляє собою реагент, який поєднує гідрофобність парафіну (тому ефективно закріплюється на поверхні бульбашок повітря при флотації) і здатність ПАР взаємодіяти з йонами металів, зокрема, урану і торію. Введення збирачів у вигляді тонкодиспергованих твердих розчинів ПАР у парафін дозволяє знизити вартість процесу очистки за рахунок зменшення витрати ПАР і можливості його легкої регенерації, а також попередити вторинне забруднення поверхнево-активними речовинами розчинів, які очищують.

Мета роботи – з'ясування можливості очищення модельних розчинів від урану і торію методом сорбційної флотації.

Об'єктами дослідження слугували модельні розчини, що містили 0,02 моль сульфатної кислоти та 0,0002 моль ураніл ацетату (або торій (IV) нітрату) у літрі. В якості флотаційних збирачів використовували 0,5% водні суспензії 0,5 молярних твердих розчинів трибутилфосфату ТБФ ($(C_4H_9O)_3PO$), фосфіноксиду різнорадикального ФОР ($(C_nH_{2n+1})_3PO$, $n = 5 - 6$) або триалкіламіну ТАА (суміш $(C_nH_{2n+1})_3N$, $(C_nH_{2n+1})_2NH$ і $C_nH_{2n+1}NH_2$, $n = 7 - 9$) у парафіні.

Диспергування твердих розчинів ПАР у парафіні здійснювали в гарячій дистильованій воді за допомогою ультразвукового диспергатора УЗГ13 – 01/22. При диспергуванні молекули ПАР орієнтувались на поверхні частинок парафіну таким чином, що полярними групами вони звертались у воду. Отриману емульсію охолоджували до кімнатної температури. Після охолодження емульсія перетворювалась на суспензію. Певну кількість суспензії збирача додавали до модельного розчину, перемішували і залишали на 30 хв для здійснення адсорбції урану і торію на поверхні кульок парафіну, модифікованого ПАР. Після цього здійснювали флотаційну обробку суспензій на установці для флотації шляхом пропускання через розчин диспергованого пористим матеріалом повітря. Розчини після флотації аналізували на вміст певного металу. Аналіз проводили фото-колориметричним методом з використанням Арсеназо III у середовищі нітратної кислоти (уран) чи хлоридної кислоти (торій). Оптичну густину розчинів вимірювали за допомогою фотоколориметра КФК-

2МП при довжині хвилі 670 нм. Про ефективність очистки судили за величиною ступеня флотаційного вилучення (α):

$$\alpha = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100, \%$$

де C_0 і C – концентрація урану або торію в розчині до та після флотації.

Проведені дослідження показали, що усі використані реагенти можуть бути використані для ефективної очистки модельних розчинів на 90-99,5% від сполук урану і торію при оптимальних умовах здійснення процесу флотації, встановлених нами експериментально. Наприклад, при оптимальних умовах проведення процесу очистки модельних розчинів від сполук урану за допомогою тонкодиспергованого твердого розчину ТАА у парафіні (рН 5-10, витрата реагенту 0,8 моль ТАА/моль урану, температура 20°C, час флотації 10 хв) уран може бути вилучений з розчинів методом сорбційної флотації на 99,5%, що відповідає його залишковій концентрації в розчині 0,25 мг/дм³ при вихідній концентрації урану 50 мг/дм³ і 0,01 мг/дм³ при вихідній концентрації урану 2 мг/дм³, тобто не перевищує гранично допустимих норм. Модельні розчини, що містять торій, найкраще можуть бути очищені за допомогою парафіну, модифікованого ТБФ. В даному випадку можна досягти вилучення торію на 100% протягом 7 хвилин в інтервалі рН розчинів 6-10 при витраті реагенту 1 моль/моль торію.

Встановлено (табл.1), що навіть після п'ятикратної регенерації тверді розчини ТБФ, ФОР і ТАА в парафіні можуть бути використані як достатньо ефективні флотаційні реагенти для вилучення сполук урану і торію з водних розчинів.

Таблиця 1 - Вплив кратності регенерації флотаційного реагенту на ступінь (α) флотаційного вилучення урану і торію з модельних розчинів при оптимальних умовах проведення процесу

Флотаційний реагент	Кратність регенерації флотаційного реагенту	0	1	2	3	4	5	6
ТАА у парафіні	$\alpha(U)$, %	99,5	99,5	99,5	99,0	99,0	99,0	95,0
ТБФ у парафіні	$\alpha(Th)$, %	100	100	100	99,8	99,7	99,5	99,0
ФОР у парафіні	$\alpha(Th)$, %	90,0	90,0	90,0	89,8	89,5	89,3	89,0

Таким чином, використані в роботі флотаційні реагенти значно розширюють можливості використання йонної флотації у практиці очистки техногенних та стічних вод до залишкових концентрацій урану і торію 0,01-0,25 мг/дм³, які не перевищують гранично-допустимих норм з можливістю регенерації та багаторазового повторного використання реагентів.

Джерела інформації

1. Корнілович Б. Ю., Сорокін О. Г., Павленко В. М., Кошик Ю.Й. Природоохоронні технології в урановидобувній та переробній промисловості. – К. : Лібра, 2011. – 156 с.
2. Скрылев Л.Д., Сазонова В.Ф. Коллоидно-химические основы защиты окружающей среды от ионов тяжелых металлов. Ионная флотация. – К. : УМК ВО, 1992. – 215 с.
3. Костик В.В. Тонкодиспергированные твердые растворы ионогенных ПАВ в парафине как флотационные собиратели истинно- и коллоидно-растворенных веществ. – Дисс. ... канд..хим.наук. - Одесса, 1988.- 217 с.

КОРИГУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ВОДИ У РЕЦЕПТУРАХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Петькова О. О., аспірант, Верхівкер Я. Г., д. т. н, професор

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Вода є важливою складовою харчових продуктів. Вона є присутньою в різноманітних рослинних і тваринних продуктах як клітинний і позаклітинний компонент, розчинник, зумовлюючи їх консистенцію і структуру і впливаючи на зовнішній вигляд, смак і стійкість продукту під час зберігання. Завдяки фізичній взаємодії з білками, полісахаридами, ліпідами і солями, вода вносить значний вклад в текстуру їжі.

Вода, хоча і не є поживною речовиною, але відіграє надзвичайно важливу роль в організмі як: стабілізатор температури тіла; переносник нутрієнтів (поживних речовин) і травних відходів; компонент реакцій і реакційне середовище; стабілізатор конформації біополімерів; речовина, що полегшує динамічну поведінку макромолекул, включаючи каталітичні властивості. Вода як найважливіший компонент харчових продуктів має наступне значення: є клітинним і позаклітинним компонентом в рослинних і тваринних продуктах; є диспергуючим середовищем і розчинником у великій різноманітності продуктів; зумовлює консистенцію і структуру продукту; впливає на його зовнішній вигляд і смак; впливає на стійкість продукту під час зберігання.

Завдяки тому, що багато видів харчових продуктів містять велику кількість вологи, потрібні ефективні способи для тривалого їх зберігання. Видалення вологи, істотно змінює біологічні речовини і природні властивості продукту. Вміст вологи в харчових продуктах знаходиться в широких межах.

Вода підтримує хімічні реакції, є прямим учасником в гідролітичних реакціях. Тому видалення вологи з харчових продуктів або зв'язування її збільшенням вмісту солі або цукру, гальмує багато реакцій й інгібує ріст мікроорганізмів. Таким чином, збільшується тривалість зберігання багатьох харчових продуктів. У таблицях 1, 2 вказаний вміст та вид вологи у харчових продуктах. Завдяки фізичній взаємодії з білками, полісахаридами, ліпідами і солями, вода вносить значний вклад в текстуру їжі.[1]

Таблиця 1 – Вміст вологи в харчових продуктах

Продукт	Вміст вологи, %	Продукт	Вміст вологи, %
М'ясо	65...75	Борошно	12...14
Молоко	87	Кава (зерна)	5
Фрукти, овочі	70...95	Сухе молоко	4
Хліб	35	Пиво, соки	87...90
Мед	20	Сир	37
Олія	16...18	Джем	28

Таблиця 2 – Види вологи у харчових продуктах

Форма зв'язку води з окремими компонентами продуктів	Характеристика форми зв'язку
Хімічно зв'язана вода	Вода, що при прожарюванні виділяється за рахунок відщеплення гідроксильних груп (-ОН) від молекул окремих сполук.
Адсорбційно	Адсорбується на поверхні частинок у результаті гідратації.
Зв'язна вода	При нагріванні переходить у пару.
Осмотично поглинена вода	Вода, що знаходиться у просторі структурної сітки фібрилярних (волокнистих) білків продуктів, які перебувають у желеподібному стані, наприклад, драглів.
Капілярна вода	Знаходяться в капілярах, радіус яких порядку 10 в -5 степені.

У свіжих плодах і овочах капілярна й осмотично зв'язана вода складає до 95%, у м'язах тварин і риб знаходяться 45-55% осмотично зв'язаної води, 40-45% - капілярної і 6,7-7,5% адсорбційної. Різні стани води у харчових продуктах пов'язані між собою, між ними не спостерігається чіткої межі. При переробці й зберіганні продуктів вода не може переходити із однієї форми в іншу [2]. Наявність і співвідношення в композиційному складі окремих нутрієнтів визначає харчову цінність продукту. При цьому не існує «ідеального» продукту, здатного ізолювати задовольнити всі потреби людини в нутрієнтах та енергії. До показників, що характеризують харчову цінність продуктів, окрім нутрієнтного складу, відноситься також: енергетична цінність — кількість енергії, що утворюється в організмі при дисиміляції продукту; біологічна цінність — це показник визначення ступеня засвоєння в організмі людини певного нутрієнту з харчового продукту (найчастіше оцінюють якість білка, що залежить від збалансованості амінокислот і відображає ступінь затримки білкового азоту в організмі). [3] На прикладі, як у хлібопеченні використовується вода, яка за якістю має відповідати вимогам питної води. У ній не повинно бути шкідливих домішок і хвороботворних мікроорганізмів, тому що багато з них зберігається при випіканні, внаслідок чого хліб може стати джерелом захворювань. Оскільки в технологічному процесі хлібопечення велику роль відіграють процеси бродіння, кип'ячену воду використовувати не можна, тому що в ній майже немає розчиненого повітря, яке потрібне для життєдіяльності дріжджів. [4] Тому було вирішено зменшити додавання питної води за рахунок додавання вологи із плодів та овочів. Таким чином після зроблених дослідів ми побачили, що є покращення випеченої продукції. На прикладах показано, як впливає саме додавання вологи за натурального пюре та додавання звичайної питної води. На прикладі 2 без додавання плодово-овочового пюре. На прикладі 1 — з додаванням плодово-овочового пюре за рахунок зменшення додавання питної води у рецептурі.



Приклад 1.



Приклад 2.

Продукти з високими показниками харчової цінності, такі як: хліб і хлібобулочні вироби, овочі, зелень, фрукти, ягоди. Рослинні продукти є єдиними природними джерелами в харчуванні крохмалю, некрохмальних полісахаридів (харчових волокон), вітамінів С і Е, β-каротину, біофлавоноїдів, а також основними джерелами поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), калію, магнію, марганцю, нікелю. [5] Таким чином, використання в харчуванні окремих продуктів ґрунтується саме на характеристиці їх харчової цінності. Тому додавання рослинних, натуральних добавок показує позитивний вплив у подальшому споживанні продуктів харчування.

Джерела інформації

1. Харчова хімія : тексти лекцій для студ. напр. підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" / уклад.: О. Л. Гуменюк. – Чернігів : ЧДТУ, 2013. – 244 с.
2. Теоретичні основи харчових технологій [Текст] : навч. посіб. / П. П. Пивоваров [та ін.] ; за ред. д-ра техн. наук, проф. П. П. Пивоварова ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Харків: ХДУХТ, 2010. — 362 с.
3. Ростовський В.С. Теоретичні основи технологій громадського харчування: навч. посіб. / В.С. Ростовський. — К.: Кондор, 2018. — 200 с.
4. Тovaжнянський Л. Л. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах и задачах. Підручник. / Л.Л. Тovaжнянський, С.І. Бухкало, П.А. Капустенко, О.П. Арсеньєва [та ін.] — К.: Центр учбової літератури, 2011. — 832 с.
5. Вода в технологии производства хлебобулочных изделий с отложенной выпечкой. DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-1-31-39>. FOOD SYSTEMS | Volume 4 № 1 | 2021

ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ, МОДИФІКОВАНИЙ МАНГАНУ(IV) ОКСИДОМ

Пиріг М. А., Знак З. О., д. т. н., професор

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Природний клиноптилоліт, що належить до мінералів цеолітової групи, часто застосовують у технологіях підготовки природних вод. До головних переваг цього сорбенту належать наявність значних покладів в Україні, низька вартість, простота підготовки до застосування, тривалий термін експлуатації, можливість утилізації відпрацьованого сорбенту тощо. Окрім високої сорбційної здатності, зокрема, щодо неорганічних та органічних сполук, високо дисперсних частинок різної природи клиноптилоліту притаманні іонообмінні властивості, завдяки чому він здатний ефективно очищувати воду від іонів важких металів і радіонуклідів. На практиці застосовують клиноптилоліт здебільшого у ролі дисперсного фільтрувального матеріалу, значно рідше – як природного іонообмінника. Відтак надання йому додаткових функціональних властивостей забезпечило б підвищення ефективності очищення природних поверхневих і підземних вод, а отже, покращити їх якість.

Підземні води, зокрема, Львівщини, містять надлишкові концентрації іонів заліза(II), мангану(II) та сірководень. Тому для усунення цих домішок доцільно застосовувати фільтрувальні завантаження, які одночасно володітимуть й каталітично-окисними властивостями. Відтак підвищення ефективності застосування клиноптилоліту може бути досягнене його модифікування високодисперсними частинами мангану(IV) оксиду, якому, власне, й притаманні каталітичні властивості.

У дослідженнях використовували фракцію цеоліту (0,5-1,0 мм), яку части застосовують у технологіях водопідготовки. Типовим способом отримання дисперсного мангану(IV) оксиду є окиснення іонів Mn^{2+} калію перманганатом. Однак, враховуючи те, що цей реагент належить до прекурсорів, а у процесі утворюються стічні води, які потребують утилізації, вибрали метод осадження MnO_2 розкладом мангану нітрату, яким попередньо імпрегнували цеоліт. Для зменшення енерговитрат розклад мангану нітрату проводили під дією надвисокочастотного (НВЧ) електромагнітного випромінювання. З'ясували, що ефективність розкладу $Mn(NO_3)_2$ залежить від вмісту вологи у клиноптилоліті. У попередньо дегідратованому за температури 105 ± 5 °C клиноптилоліті розклад $Mn(NO_3)_2$ не відбувається взагалі. Зі збільшенням вологовмісту ступінь розкладу зростає. Це зумовлено специфікою перебігу цього процесу в електромагнітних полях. Дегідратований клиноптилоліт та твердофазний кристалогідрат мангану нітрату, утворений під час сушіння, «прозорі» для НВЧ випромінювання – енергію не поглинають. Натомість, вода, що міститься як фізично сорбована, поглинає НВЧ-енергію і за рахунок передавання енергії цеоліту й сорбованому мангану нітрату спричиняє його розклад з утворенням цільового продукту – високодисперсного MnO_2 . Однак під час цього процесу вода випаровується, що може призвести до не повного розкладу $Mn(NO_3)_2$. Тому важливим є співвідношення між кількістю сорбованого $Mn(NO_3)_2$ та вмістом вологи у клиноптилоліті.

Методами скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) та енергодисперсійного аналізу (EDX) досліджено морфологію осаджених на поверхні клиноптилоліту частинок MnO_2 та вміст мангану, натрію, калію, кальцію та магнію як заміщуючих катіонів, що входять до хімічного складу вихідного клиноптилоліту.

Встановлено, що мангану нітрат за концентрації 0,1 моль/дм³, яким насичують природний клиноптилоліт, бере участь у двох процесах. Перший – відбувається обмін катіонами між клиноптилолітом, якому притаманна певна катіонообмінна здатність (хоча вміст об-

мінних катіонів є порівняно незначним – близько 2,5 мекв/г), та розчином модифікування – розчином мангану нітрату. Другий – сорбція розчину $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ клиноптилолітом.

Одноточасний перебіг двох процесів підтверджується елементним аналізом поверхні модифікованого клиноптилоліту. Так за масового вмісту мангану близько 56 % мас. атомів (а точніше іонів) натрію та магнію на поверхні не виявлено – вони повністю заміщені манганом (рис. 1). Водночас зменшується, порівняно з початковим клиноптилолітом, вміст калію – на близько 50 %, і незначно – кальцію. Масове співвідношення між манганом і киснем, як 56 : 22 свідчить, про дефіцит кисню, якщо вважати, що на поверхні лише мангану(IV) оксид. Отже, за переважаючого вмісту частинок MnO_2 на поверхні клиноптилоліту містяться й іони мангану, які взяли участь в іонному обміні.

Водночас, осажені на поверхню клиноптилоліту утворюють пористий шар (рис.2), що практично не блокує вхідні канали клиноптилоліту, відтак, зберігається його сорбційна здатність щодо багатьох сполук. При цьому формується високо розвинута поверхня осаду, що забезпечує дуже велику площу контакту цеоліту з водним середовищем.

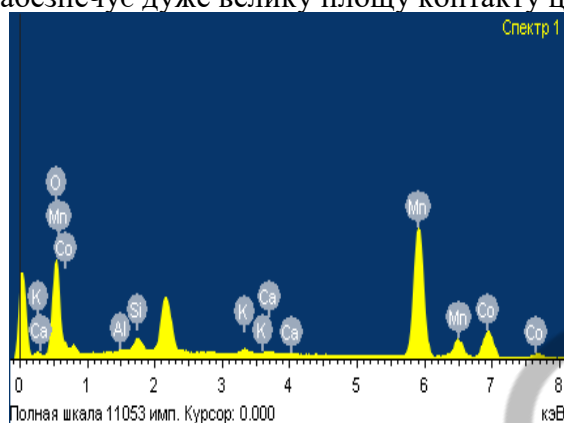


Рис. 1. EDX поверхні клиноптилоліту, модифікованого MnO_2 (вміст Mn – 56 % мас.)

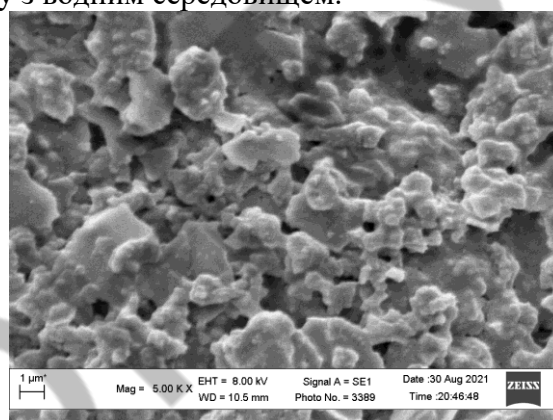


Рис. 2. СЕМ поверхні клиноптилоліту, модифікованого MnO_2 (вміст Mn – 56 % мас.)

У разі зменшення концентрації розчину $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ або тривалості модифікування ступінь заміщення обмінних катіонів зменшується і навіть за вмісту мангану близько 41 % їх вміст високий, наприклад, Na – 1,82; K – 1,13 тощо. За ще меншого вмісту мангану (27,8%) вміст обмінних катіонів зростає, зокрема, Na – 2,61; K – 2,37; Ca – 0,98. Ці дані підтверджують запропонований вище механізм насичення клиноптилоліту манганом.

За концентрації розчину мангану нітрату 0,01 моль/дм³ поверхня клиноптилоліту збе

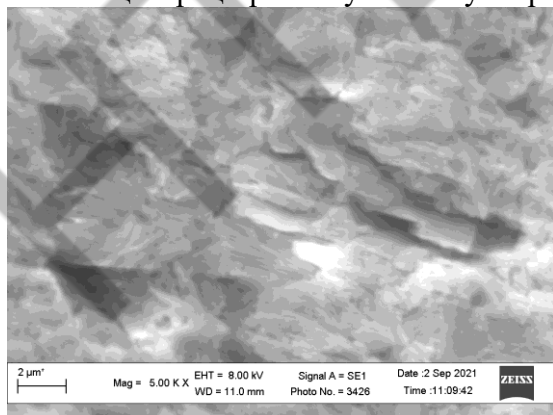


Рис. 3. EDX поверхні клиноптилоліту, модифікованого MnO_2 (вміст Mn – 1,1 % мас.)

рігає морфологію, притаманну вихідному клиноптилоліту (рис. 3), а вміст мангану не перевищує 2 % мас. Частинки MnO_2 делокалізовані поверхнею цеоліту і розміщені нерівномірно, що зумовлено сорбційною анізотропією природного клиноптилоліту.

Модифікований високо дисперсними частинками MnO_2 цеоліт за вмісту мангану близько 40 % було використано як фільтрувальна завантаження у фільтрі для очищення підземної води від іонів заліза(II). Виявлено, що після очищення вміст іонів заліза у воді не перевищував 0,05 мг/дм³, що значно менше допустимого значення.

Отримані результати свідчать про перспективність нового напрямку отримання фільтрувальних завантажень на основі природного клиноптилоліту.

ПРО ОБЛАШТУВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВИМОГ ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Поліщук А. А., к. х. н.

ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса

Наразі якість питних вод в Україні контролюється згідно з Державними санітарними нормами та правилами "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" ДСанПіН 2.2.4-171-10. Відповідно до них спочатку водопровідна питна вода контролювалася за 24-43 параметрами залежно від місцевих умов, використовуваної технології водопідготовки тощо. Відповідно до принципу поетапного впровадження нормативу у 2015 році додалося ще 13 параметрів, а з 2022 року необхідно додатково аналізувати ще 12 нових показників. Оскільки сьогодні другий етап мало хто з лабораторій водоканалів України виконує повністю, їх слід об'єднати і розглядати спільно.

Також, у зв'язку з посиленням гранично допустимих концентрацій (ГДК) діючих та впровадженням нових параметрів можуть виникнути проблеми із забезпеченням якості водопровідної води, наприклад, по: кольоровості - 20 градусів діючий ГДК з 2022р (35-попередній), каламутності - 1,0 НОК з 2022г (3,5- попередній), загальної жорсткості – 7,0 (10,0) ммоль/л, вмістом заліза – 0,2 (1,0) мг/л, марганцю – 0,05 (0,5) мг/л, сульфатів - 250 (500) мг/л, хлоридів - 250 (350) мг/л, сухого залишку - 1000 (1500) мг/л, алюмінію - 0,2 (0,5) мг/л, амонію - 0,5 (2,6) мг/л, тригалогенметанів, пестицидів, бензолу, хлорфенолів, бору, загального органічного вуглецю, інших параметрів.

Таким чином, основних проблем виконання ДСанПіН 2.2.4-171-10 дві: готовність лабораторій проводити аналізи необхідних параметрів якості питної води та готовність водоканалів у разі потреби змінювати, доповнювати технології, замінювати комунікації для забезпечення споживачів водою необхідної якості. Хоча як кажуть в Одесі, якщо ми знаємо, що і як, то потрібні тільки гроші. Тоді це вже не проблема, це витрати. Можливо, головною нашою проблемою якраз і є наше погане розуміння та уявлення ось цього, що і як. Хоча як казав Ніцше, той, хто знає навіщо, подолає будь-яке як.

У зв'язку з першим, водоканалам України необхідна закупівля нових приладів, обладнання, меблів, специфічних реактивів та лабораторного посуду, прокладання комунікацій та обладнання робочих місць, збільшення кількості працівників висококваліфікованими спеціалістами, збільшення поточного фінансування для розширення можливостей лабораторій з метою виконання виробничого контролю якості питної води.

Перелік параметрів контролю якості питної води по ДСанПіН 2.2.4-171-10 досить великий і включає як неорганічні, так і органічні речовини. Тому для їх контролю необхідні кілька різних приладів з допоміжним устаткуванням, зокрема для пробопідготовки. Гранично допустимі концентрації контрольованих сполук є досить низькими порівняно з іншими об'єктами, що контролюються (харчові продукти, об'єкти медицини, вода природних водойм і т.д.) і знаходяться в інтервалі 0,005 – 50 мкг/л. А на вимогу сучасної метрології необхідно впевнено проводити визначення аналітів на рівні 10-30% від ГДК. Внаслідок цього виникає необхідність вибору найбільш чутливих та селективних на сьогодні приладів та методів.

Також слід враховувати метрологічні вимоги до результатів вимірювання, які описані в низці нормативних документів. А це межа кількісного визначення речовини, лінійність калібрувального графіка, правильність та прецизійність, невизначеність чи похибка результату вимірювання, селективність та робастність методів аналізу загалом. Вимоги досить складні, і необхідно вибирати методи та прилади, які забезпечують кращі метрологічні характеристики.

У справі контролю якості питних вод на сьогодні є проблема наявності методичного забезпечення. За рішенням Мінекономрозвитку з 1.01.2022 остаточно скасовуються усі старі ГОСТ методики. За деякими параметрами (хлорфеноли, бензол, багато пестицидів тощо) сучасних робочих методик в Україні просто немає. Звідси випливає необхідність не просто закупівлі приладів, а приладів із методиками. Які надасть та провалідує Постачальник, щоб вони визнавалися держстандартом України. Як правило, серйозні виробники приладів мають науково-дослідні центри розробки та/або апробації методичного забезпечення під свої прилади. Зазвичай вони знаходяться у вигляді рекомендацій щодо застосування (application brief або application note), cookbook-ів (cookbook у перекладі кулінарна книга), які потрібно довести до рівня методики.

Контроль якості води опосередковано є сферою діяльності, що регулюється державою Україна в метрологічному плані. Тому прилади, що входять до категорії законодавчо регульованих, мають пройти оцінку відповідності технічним регламентам України та мати відповідні підтвердження.

Сучасні методики, прилади, їхнє програмне забезпечення досить складні. У нас немає готових фахівців такого рівня для їх впровадження, тому потрібен Постачальник, який забезпечить навчання персоналу лабораторії управлінню приладами, поставить методики вимірювання прикметно до приладів, навчить персонал використовувати методики разом із пробопідготовкою. І в цьому сенсі також необхідно мати русифіковане (україномовне) програмне забезпечення та супровідну документацію.

Прилад завжди є лише засобом вимірювання. Для забезпечення роботи сучасних приладів потрібне допоміжне обладнання. Також необхідно враховувати обладнання для пробопідготовки. Дуже важливою є належна комплектація, забезпечення необхідними стандартними зразками, розчинниками, реактивами та матеріалами тощо.

Важливо, щоб Постачальник був офіційним представником виробника, мав сервісну службу та навчених виробником сервіс інженерів для забезпечення належної експлуатації приладів весь термін їх використання. Також він повинен мати кваліфікованих методистів для постановки методик та навчання персоналу лабораторії роботі з ними.

Як бачимо, недостатньо просто купити якийсь прилад. Потрібно правильно вибрати прилад з допоміжним обладнанням, який вирішував би поставлені завдання і досягав заданої мети. Важливо правильно все це інстальовати, забезпечити всім необхідним для успішної та надійної роботи: комунікаціями, умовами середовища, методиками, реактивами та матеріалами, стандартними зразками та головне навченим кваліфікованим персоналом.

Таким чином, необхідно підкреслити та звернути увагу на ту обставину, що у справі вибору приладів та постачальника для виконання вимог ДСанПіНу 2.2.4-171-10 слід вирішувати комплекс метрологічних, методичних, лабораторних, технічних тощо. питань та проблем. Тут ми не беремо до уваги економічних питань.

З урахуванням реальних умов роботи наших лабораторій, загальних проблем, описаних на початку, хотілося б бачити таке. Фірма постачальник має взяти на себе повну відповідальність за кінцевий результат. Правильно вибраний пристрій. Лабораторія правильно все підготувала до постачання приладу, насамперед персонал, приміщення та комунікації. Проведено його інсталяцію та метрологічне супроводження. Перевірено його працездатність. Надано всі необхідні методики. Правильно укомплектований прилад та метод аналізу загалом щодо аналізів відповідно до завдань. Методики інстальовані на приладі та проведено їх валідацію або верифікацію. Проведено вимірювання робочих проб з пробопідготовкою за всіма параметрами з підтвердженням досягнення необхідних метрологічних характеристик результатів вимірювання. Персонал лабораторії навчений керувати приладом, відтворювати методики вимірювань належним чином (самостійно). Лабораторія отримує повноваження у держстандарті на проведення необхідних вимірів. Оплески. Завіса. Кінець першого акта.

Сьогодні наше підприємство і наша лабораторія спільно з фірмою постачальником проводить велику роботу з впровадження всього перерахованого вище в практику. Все відбувається не так швидко, як думалося і хотілося б. У всьому цьому є ще одна спільна для всіх проблема. Сьогодні в Україні практично відсутній прошарок інституцій, які повинні або могли б допомогти лабораторіям у питаннях вибору приладів та обладнання та належної підготовки приміщень та комунікацій лабораторії до їх встановлення. У будь-якому випадку на прикладі облаштування лабораторій дуже яскраво виявляється цей недолік. Вибір приладів та обладнання для виконання вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10 сьогодні повністю лягає на плечі завідувачів лабораторій та їхніх працівників. І це за умов відсутності методичного забезпечення, кадрового голоду тощо.

Можна лише з ностальгією згадувати минулі часи, коли разом із ГОСТ 2874-82 «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю» були підготовлені Вказівки щодо його впровадження, Положення про базову лабораторію, збірник методик тощо.

У них було викладено повний перелік технічних та організаційних заходів, кроків та дій для виконання нормативу: перелік методик, приладів, обладнання, реактивів, метрологічне забезпечення досліджень, орієнтовний штатний розклад та багато чого ще. Це для влаштування лабораторій. Також було розглянуто питання технологій водопідготовки задля досягнення необхідної якості питної води. Також Вказівки торкалися не лише питання облаштування лабораторій та здійснення лабораторного контролю, а й насамперед виробничо-технологічні проблеми впровадження ГОСТ 2874-82.

Якщо брати досвід зарубіжних країн, наприклад членів Євросоюзу, куди ми поки що прагнемо, там є достатня кількість різних консалтинг-інжиніринг фірм. Ось якраз вони й займаються тим, щоб допомогти виробникам застосувати, виконати вимоги законодавчих та нормативних документів. Це і є той прошарок, якого дуже сильно не дістає нам в Україні. Слід зазначити, що тут не йдеться про фірми, які торгують технологіями, приладами, обладнанням тощо. При всій повазі до них, вони є особами у певному сенсі зацікавленими, тобто за ангажованими. Важливо мати фірми, які незалежніші, дорожать своєю репутацією і займаються суто послугами. Наприклад, вивченням поточних умов роботи водоканалу, їх аналізом, допомогою у визначенні перспективних технологій та прийомів для покращення якості питної води, очищення стічних вод та інших аспектів діяльності. Можливо, така ситуація склалася внаслідок відсутності затребуваності таких послуг та розуміння необхідності цього з боку адміністрацій водоканалів.

Слід зазначити, що крім зовнішніх помічників, інжиніринг консалтинг фірм, водоканали за кордоном, принаймні великі, мають у своїй структурі відділи перспективного розвитку, які й займаються аналізом ситуації, пошуком та апробацією нових технологій, методів та приладів для лабораторного аналізу тощо. В Україні такої форми також практично немає. Тут тільки приходить розуміння важливості та необхідності таких робіт та послуг.

ПЛАСТИКИ В ЖИТТІ, ПРИРОДНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Поліщук А. А., к. х. н.

ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса

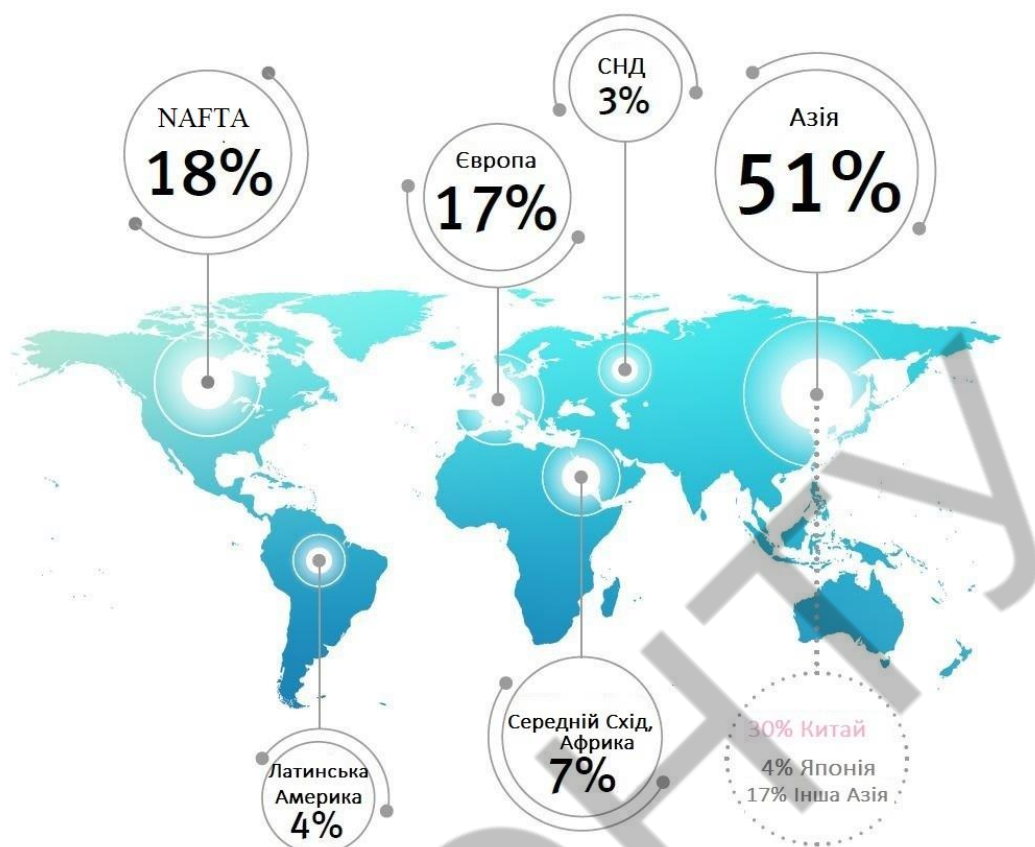
Лео Хендрік Бекеланд, мабуть, був першим, хто використав термін «пластикові матеріали» для опису продуктів, виготовлених з макромолекул (смоли, еластомери та штучні волокна). Це було в 1909 році. Двома роками раніше він винайшов перший синтетичний пластик: бакеліт. Телефони були зроблені з цього матеріалу протягом багатьох років. Основні винаходи в світі пластмас відбулися між двома світовими війнами: целофан в 1913 році, потім полівінілхлорид в 1927 році, полістирол і нейлон в 1938 році і поліетилен в 1942 році. Перші пластикові пляшки з'явилися в 1968 році (мінеральна вода Віттель у Франції). Середній темп зростання пластиків становить 8,5% на рік з 1950 року і до цього часу.

Поширення пластмас можна пояснити їх багатьма бажаними властивостями. Різні пластмаси мають різні властивості; вони можуть бути недорогими, гнучкими, міцними, легкими, водонепроникними, легко чиститися і стерилізуватися, а також виступати в якості ізоляторів. Вони часто найекономічніший, а іноді єдиний, варіант в деяких застосуваннях. Пластмаси поширені в упаковці, будівництві і будівельних матеріалах, автомобільній промисловості, електричних та електронних деталях, побутових засобах дозвілля та спортивних продуктах і сільськогосподарському секторі. У 2015 році сумарне виробництво шести основних пластиків склало 230 млн т від загального обсягу 269 млн т виробництва пластмас в світі. З них на виготовлення упаковки йде 35 - 45% пластиків. У зв'язку з незаперечними зручностями та перевагами пластикової упаковки, незважаючи на певну боротьбу з пластикою тарою, прогнозується і надалі зростання виробництва пластмас. Згідно досліджень (мал. 1) в 2018 році в світі було вироблено 359 млн т пластиків в цілому, з них 61,8 млн т в Європі. Половина всіх пластиків виробляється в Азії.

На наведеній схемі (мал. 2) показані деякі потенційні джерела і механізми перенесення пластмас і мікропластиків у прісній воді в залежності від того, як мікропластики можуть досягати питної води. У той час як обробка питної води забезпечує ефективний бар'єр для широкого спектра частинок, які переносяться водою, включаючи, ймовірно, і мікропластики, деякі компоненти очисних споруд і розподільні мережі виготовляються з пластику, і їх ерозія або деградація можуть сприяти мікропластикам в питній воді. Аналогічно, пляшки і кришки більшості бутильованих вод виготовляються з пластику, який сам по собі може бути джерелом мікропластиків в питній воді. Стічні води є ключовим джерелом мікропластиків в поверхневих водах.

Група співробітників 37 науково-дослідних організацій з 14 країн (SCOR WG 153: FLOTSAM - робоча група «Плавуче сміття і його аналіз і моделювання на основі океанічного перенесення») з 2017 року вивчає пластикове забруднення океану. Уже проведено масштабний аналіз фізичних процесів і механізмів переносу пластику в океані. Підсумком стали моделі, в яких підсумували все, що сьогодні відомо про різноманітні фізичні процеси, що впливають на перенос морського пластику у відкритому океані і його прибережних зонах (мал. 3). Залишаються неясними багато механізмів поширення цього специфічного забруднювача, і поки не вдається створити відповідні чисельні моделі.

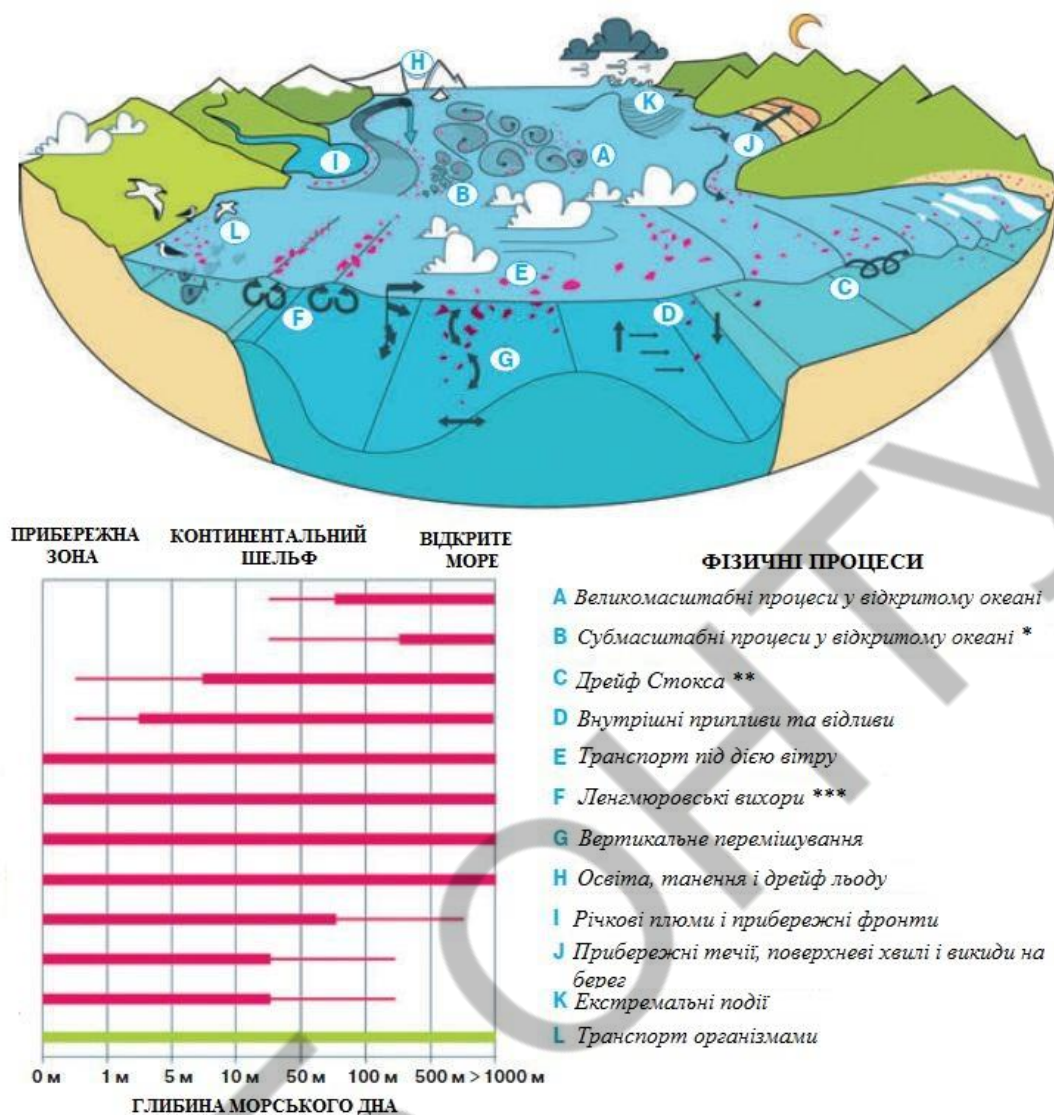
Мікропластики можуть представляти кілька унікальних проблем для традиційних підходів до оцінки ризику для здоров'я людини.



Мал. 1. Дані світового виробництва пластмас (Plastics Europe Market Research Group and Conversio Market & Strategy GmbH).



Мал. 2. Приклади маршрутів, за якими пластмаси і мікропластики проникають і переміщуються в прісноводному середовищі і як мікропластики можуть досягати питної води.



Мал. 3. Схема фізичних процесів, що впливають на перенесення пластику в океан. Таблиця показує, які процеси відіграють важливу роль в різних регіонах.

Дослідники з Великобританії, Франції та Південної Африки виявили, що мікропластик засмічує не тільки океан, але і атмосферу. Хвилі прибивають пластикову труху до берега, її найдрібніші частинки потрапляють в повітря, а звідти - в наші легені. Вчені і раніше знали, що, насолоджуючись морським бризом, ми вдихаємо бактерії, віруси і розпорошену сіль. Тепер дослідники переконалися, що морське повітря містить ще один компонент: подрібнені частинки пластику. Екологи взяли проби на узбережжі Біскайської затоки у Франції і виявили в середньому 19 фрагментів пластику на кубометр морського повітря. За їхніми оцінками, таким чином в світі на берег викидається близько 136 тис тонн мікропластика в рік.

Вчені з Ірландії (Trinity College, Dublin) виявили в дитячих пластикових пляшечках сотні тисяч мікрочастинок пластмаси. Продукти на основі поліпропілену зазвичай використовуються для приготування і зберігання харчових продуктів, але їх здатність виділяти мікропластики погано вивчена. Вчені досліджували потенційний вплив мікропластиків на немовлят при споживанні сумішей, приготовлених в поліпропіленових пляшках для годування немовлят (ПП). Вони стерилизували пляшечки для харчування відповідно до рекомендацій ВООЗ: протягом п'яти хвилин потримали кожен предмет посуду в гарячій воді (95°C). Після висихання дослідники вивчили і виявили в продукті харчування до 16 млн мікрочастинок пластику на літр. Сценарні дослідження показали, що стерилізація ПП і вплив високотемпературної води значно збільшують вивільнення мікропластика.

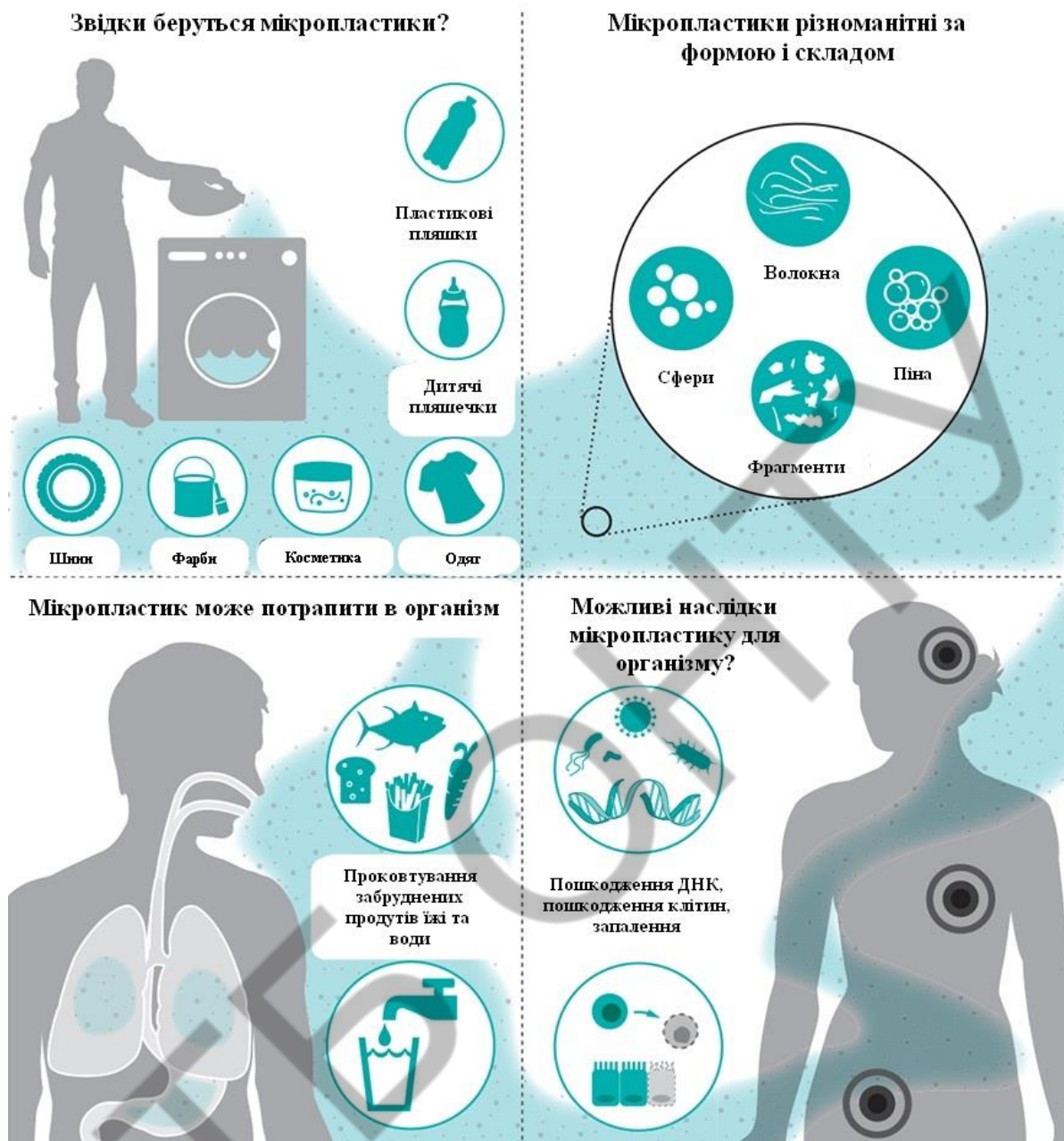
Чайні пакетики. Більшість людей напевно не замислюються про те, наскільки вони можуть бути шкідливі. Якщо раніше чайні пакетики виготовлялися в основному з паперу, то зараз виробники планомірно переходять на пластикові сіточки або додають до паперового волокна термопластик для більшої міцності. Показано, що замочування одного пластикового чайного пакетика при температурі заварювання (95 °C) вивільняє приблизно 11,6 мільярда мікропластиків і 3,1 мільярда нанопластиків в одну чашку напою. Склад вивільнених часток зіставляється з вихідними чайними пакетиками (нейлон і поліетилентерефталат) за допомогою інфрачервоної спектроскопії з Фур'є-перетворенням (FTIR) і рентгенівської фотоелектронної спектроскопії (XPS).

Невтішні результати недавнього дослідження італійських фахівців (G.O. Conti, et al. 2020) опублікував журнал *Environmental Research* - мікропластик виявлений у багатьох овочах і фруктах, куплених в супермаркетах і на ринку: яблуках, моркві, грушах, брокколі і салаті. Закупівлі проводилися в магазинах сицилійського міста Катанія. Найбільше мікропластика в яблуках і моркві. А мікропластик найбільшого розміру виявлений в салаті латуку. Цікаво, що в продуктах, куплених у фермерів на ринку, пластика виявилось більше, ніж в овочах, придбаних в супермаркетах. Раніше дрібні частки пластика були знайдені в м'ясі тварин і птахів, в морепродуктах і рибі, причому його сліди зустрічаються навіть в консервах.

Вчені підтвердили, що мікропластик мігрує по харчовому ланцюгу: якщо він потрапляє в овочі, то потім потрапляє і до всіх, хто їсть овочі, а значить, він проникає в м'ясо і молочні продукти, або відразу в організм людини. Дослідники побоюються, що коренеплоди, включаючи редис, ріпу і пастернак, також можуть бути забруднені пластиком. Раніше вважалося, що частинки мікропластика все ж занадто великі, щоб всмоктуватися кореневою системою рослин разом з водою, а потім підніматися вгору по стеблу в листя і плоди. Але нинішнє дослідження підтвердило, що таке можливо, і саме так все і відбувається. Поки дослідники лише зробили обережний висновок, що мікропластик значно знижує харчову цінність овочів і фруктів. Справа в тому, що поки немає обґрунтованих наукових даних, які підтверджують небезпеку мікропластика в продуктах для здоров'я людини.

Мікропластики (частинки пластика <5 мм) можуть виникати в результаті руйнування пластикових предметів, автомобільних шин і одягу, а також в результаті їх використання в косметичці та інших областях. Вони мають різноманітну форму і включають в себе набір хімічних і біологічних компонентів. Мікропластики можуть потрапляти в організм людини при ковтанні і вдиханні, де вони можуть потрапляти в різні органи і впливати на здоров'я, наприклад, пошкоджуючи клітини або викликаючи запальні та імунні реакції (мал. 4).

Мікропластики - це не окремі хімічні сполуки або добре охарактеризовані речовини, а частинки, які розрізняються за формою, розміром і складом. Пластичні полімери в цілому добре вивчені і мають низьку токсичність. Будучи нерозчинними, вони навряд чи будуть абсорбуватися з шлунково-кишкового тракту (ШКТ) і, як правило, не взаємодіють з біологічними матрицями, хоча розмір часток може впливати на абсорбцію і токсичність (тобто, більш дрібні частинки можуть становити велику небезпеку). Однак пластмаси можуть містити добавки і незв'язані мономері, які можуть вилугувувати або в навколишнє водне середовище до споживання людиною, або потенційно в шлунково-кишковий тракт, щоб стати біодоступними при деяких обставинах. Крім того, пластикові частинки можуть сорбувати хімічні речовини з навколишнього середовища, деякі з яких представляють токсикологічний інтерес. Потенційні небезпеки мікропластичних частинок і хімічних речовин, пов'язаних з мікропластиками, для здоров'я людини ще мало вивчені. Також мікропластики можуть забезпечити поверхню для прикріплення мікроорганізмів і колонізації (відомі як біоплівки) з деяким потенціалом для патогенних організмів, які можуть бути частиною цієї біоплівки.



Мал. 4. Потенційна шкода мікропластиків здоров'ю людини.

Тобто потенційні небезпеки, пов'язані з мікропластиками в питній воді, проявляються в трьох формах: частинки, що представляють фізичну небезпеку; хімічні речовини, включаючи мономер, добавки і сорбовані речовини; і біоплівки. І тут чекає багато роботи по вивченню такого впливу, ніж присутнє його розуміння.

**ПРО ВИКОНАННЯ ВИМОГ ДСанПіНа
«ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ
ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ІНШОГО ХАРАКТЕРУ»**

Поліщук А. А., к. х. н.

ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал», м. Одеса

З метою поетапної гармонізації українського законодавства та ЄС у 2010 році були розроблені та набули чинності ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Однак, у цьому документі передбачено менш гнучкий принцип регламентації ряду показників у порівнянні з Директивою 98/83/ЄС (та Директивою 2020/2184/ЄС) та рекомендаціями ВООЗ щодо якості питної води. Зокрема, як і у підготовленому до проходження державної реєстрації проєкту ДСанПіН 2.2.4-171-22 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», що розроблений на виконання зобов'язань України згідно з Угодою про асоціацію між Україною та ЄС. В зв'язку з початком воєнних дій з'явилась необхідність проведення превентивних заходів у сфері централізованого питного водопостачання для зменшення захворюваності та смертності населення в умовах воєнного стану при збройній агресії на території України. Так були розроблені та набули чинності ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» (наказ МОЗ від 22.04.22 №683, зареєстровані в Мін'юсті України 25.05.22 р. №564/37900).

У зоні активних бойових дій особливо складною задачею є організація питного водопостачання населення. У деяких населених пунктах України через руйнування систем централізованого питного водопостачання, водопровідна вода або зовсім відсутня, або її якість не відповідає гігієнічним вимогам, що є чинником захворюваності та смертності людей. Через недостатнє очищення та знезараження вода може призводити до бактеріальних, вірусних та паразитарних захворювань, таких як холера, вірусний гепатит А та багато інших. Відсутність питної води у достатній кількості може привести до зневоднення організму людини. Втрата більше 20% води призводить до летальних наслідків. На підприємства централізованого питного водопостачання лягає тягар проблем через негарантовану якість вихідної води, відсутність сталих умов проведення технологічного процесу водообробки, режиму експлуатації водопровідних очисних споруд та мереж тощо.

У прийнятому ДСанПіН зазначено, що його вимоги застосовуються в умовах воєнного стану та під час надзвичайних ситуацій іншого характеру на окремій території протягом визначеного якомога найкоротшого періоду часу за рішенням відповідної регіональної або місцевої комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій. ДСанПіН вміщує вимоги до питної води водопровідної та з пунктів розливу.

Суттєво зменшилася загальна кількість контрольованих параметрів якості питної води – 24 санітарно-токсикологічні та 15 органолептичних та фізико-хімічних показників. Додався ХСК, яке, зрештою, звичне для лабораторій водоканалів. Тут сенс у спостереженні співвідношення ХСК/ПО у часі. Його збільшення може свідчити про появу в питній воді «важкої» органіки, яка не окислюється перманганатом калію. Ці речовини можуть бути токсичними. За всіма хімічними параметрами якості питної води встановлено максимально можливі ГДК. Деякі показники, як менш пріоритетні, були вилучені з переліку контрольованих.

Також вказано, що похибка вимірювання, яка є, по суті, мірою величини захисного інтервалу, трактується позитивно під час вирішення питання відповідності. Іншими словами,

наше реальне ГДК дорівнює номінальному ГДК плюс величина похибки. В проекті основного нормативу ДСанПіН 2.2.4-171-22 у цьому контексті прописано все навпаки.

Важливим ризиком під час війни може бути застосування зброї масового ураження (ЗМУ). В такому разі чи підозрі щодо її застосування та забруднення питної води, необхідно проводити дослідження питної води на наявність в ній відповідних забруднюючих речовин або біологічних агентів за допомогою відповідних засобів розвідки та контролю. Перелік можливих токсичних речовин достатньо великий.

Контроль за бойовими отруйними речовинами (БОР) – це процес виявлення, ідентифікації та кількісного визначення БОР у різних середовищах. Виявлення – процес встановлення факту присутності БОР (якісний аналіз). Ідентифікація – встановлення конкретних хімічних речовин із групи сполук, що мають подібні властивості. Визначення – встановлення кількісного змісту БОР (кількісний аналіз). Індикація – якісне визначення отруйних речовин у різних середовищах (повітря, воді, харчових продуктах, ґрунті та ін.), а також на різних предметах (одязі, спорядженні, бойовій техніці). При цьому можуть широко використовуватися такі методи:

- Органолептичні
- Фізичні
- Хімічні
- Фізико-хімічні
- Біохімічні
- Біологічні.

Кожен з них має свої позитивні та негативні якості. Основними вимогами до методів аналізу є: висока селективність та чутливість, надійність показань.

До групи фізико-хімічних відносяться електрохімічні, хемі-люмінесцентні, спектральні, хроматографічні, методи ЯМР-, мас- та хромато-мас-спектрометрії. Основні переваги хроматографічних методів:

- можливість поділу близьких за властивостями речовин;
- висока ефективність поділу, експресність, відтворюваність, універсальність, можливість автоматизації;
- можливість ідентифікації сполук та вивчення їх фізико-хімічних властивостей;
- висока чутливість, широка межа концентрацій визначених речовин;
- можливість поєднання з іншими фізико-хімічними методами аналізу;
- поєднання можливостей мас-спектрометрії та хроматографії в рамках єдиного хромато-мас-спектрометричного методу дозволяє здійснювати ідентифікацію невеликих концентрацій органічних сполук у комплексних сумішах, властивих різним забруднювачам навколишнього середовища.

Польові методи виявлення БОР використовують хімічну індикацію шляхом реакції на папері (індикаторні папірці), адсорбенті (індикаторні трубки) або в розчинах. Наприклад, військовий комплект хімічної розвідки (ВКХР), медична польова хімічна лабораторія (МПХЛ) та інші. Сучасна ж лабораторія для ідентифікації та кількісного визначення БОР має оперувати передовими методами аналізу та приладами:

- специфічними системами відбору, доставки та зберігання проб;
- потужною пробопідготовкою для вилучення та концентрування аналітів, як правило, це різні методи екстракції – рідина-рідинна, твердофазна, мікротвердофазна та багато інших;
- основними типами приладів можуть бути ГХ і ВЕРХ з мас-детекторами високої роздільної здатності, ЯМР спектрометри, прилади та реагенти для ІФА.

Для цього необхідно вирішити такі питання:

1. Окремі приміщення
2. Специфічна вентиляція
3. Специфічні засоби індивідуального захисту
4. Специфічні методики

5. Дорогі прилади зі специфічними калібрувальними розчинами БОР
6. Навчений персонал
7. Процедури утилізації відпрацьованого матеріалу
8. Дозвіл працювати з БОР тощо.

Дія біологічної зброї масового ураження ґрунтується на використанні хвороботворних (патогенних) мікроорганізмів (бактерій, вірусів, рикетсій, грибків), а також вироблюваних деякими бактеріями отрут (токсинів). БЗ призначена для ураження людей, тварин і рослин та зараження запасів продовольства та води. Методи, що використовуються для виявлення потенційних збудників БЗ, включають:

- Бактеріологічна ідентифікація та мікроскопія;
- Імунологічні аналізи для виявлення бактеріальних вірусних антигенів та антитіл, ELISE тест;
- Молекулярні методи, такі як полімеразна ланцюгова реакція;
- високоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ) з детектуванням флуоресценції (FLD) або мас (МС).

В цілому при виборі лабораторного методу аналізу враховують такі умови:

- Селективність визначення та надійність результатів,
- Різні допустимі рівні токсинів,
- Різні токсини,
- Різноманітність об'єктів/матриць для аналізу,
- Кількість зразків на день,
- Тестування одного зразка або пакетне тестування,
- Час, необхідний для отримання результатів аналізу.

Таким чином:

ЗМУ вражає певну територію, все довкілля та людей. Тому завдання їх визначення є комплексним, а не лише у воді. Як за переліком видів проб, так і списком параметрів, що контролюються.

Польові методи та прилади, такі як ВКХР, МПХЛ та подібні, служать для мети виявлення, а не ідентифікації та кількісного визначення БОР. Чутливість таких підходів набагато нижча за можливі ГДК БОР у воді, що робить недоцільним їх застосування водоканалами.

Розширений скринінг, ідентифікація та кількісне визначення БОР та БЗ в різних середовищах вимагають облаштування спеціальних лабораторій. Витрати на створення такої лабораторії можна визначити на рівні 25-30 млн євро. Це досить складне завдання державного рівня. Водоканали не мають сил, засобів, знань, досвіду, прав, взагалі нічого для вирішення такого завдання.

В цілому, з точки зору економічної доцільності, ефективності поділу праці та роботи систем управління завдання визначення та контролю вражаючих агентів у разі можливого застосування зброї масового ураження або техногенних катастроф у навколишньому середовищі, харчових продуктах, кормах, питній воді, біологічних пробах і т.д. має вирішуватись на державному рівні за допомогою створення спеціалізованих лабораторій у відповідних міністерствах або профільних НДІ. Сьогодні в Україні таких немає зовсім. І буде дуже добре, якщо з'явиться хоча б одна.

Поки що можна лише сподіватися, що у всіх вистачить розуму і людства не використовувати ЗМУ.

ЯКІСТЬ ВОДИ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сердюк В. А., аспірант,
Максін В. І. – науковий керівник, д. х. н., професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

Забезпечення питною водою відповідної якості сільських населених пунктів наразі викликає гостре занепокоєння, так як і контроль за її якістю. Підприємства, що здійснюють діяльність в межах сільських населених пунктів чи поблизу них, контролюють параметри довкілля, на які можуть потенційно впливати. Одним із таких параметрів виступає контроль якості та кількості підземних чи поверхневих вод, які забираються для подальшого використання. В більшості випадках використовуються підземні джерела водопостачання. Дана вимога законодавчо визначена у Водному кодексі України, дозволах на спеціальне водокористування та інших документах. Проте питання контролю якості води сільських населених пунктів, які мають власні свердловини та колодязі на територіях приватних домоволодінь законодавчо не вимагає контролювати якість вод. Але як показало опитування сільського населення, що зона охорони навколо свердловини не витримується в межах 30 м, на відстані 10-15 м від свердловини чи криниці знаходяться вигрібні ями, утримується худоба, накопичується та спалюється сміття. Вода використовується безконтрольно і, відповідно, нераціонально.

Опитуванням у 2020 році серед сільського населення Київської області, встановлено, що 2 із 150 чоловік, які використовують воду з власних колодязів та свердловин здійснювали разовий (без прив'язки до сезонності) контроль її якості. Отримані дані вказують на низьку обізнаність та екологічну свідомість сільських жителів, а також не усвідомлення того, як впливає вода на їхнє здоров'я. Провівши попередні дослідження, встановлено, що у 591 сільському населеному пункті Київської області проживає станом на 2019 рік близько 352100 осіб, беручи середні дані, в одному будинку проживає близько 3 осіб, тобто 117367 будинків. Не у всіх є змога мати у власному користуванні свердловину чи колодязь. Отже, орієнтовно користуються 1 свердловиною чи колодязем на 2-3 сім'ї. Беремо до уваги, що 3 сім'ї користуються 1 свердловиною: $117367 / 3 = 39122$ свердловини на території Київської області. Так як перевірки фізичних осіб не передбачені чинним законодавством у сфері використання підземних вод, то вимоги здійснювати лабораторні дослідження питної води згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10, як правило, притримуються одиниці (близько 1,3 %) й із власної ініціативи. За даними «Національної доповіді Про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році» централізованим водопостачанням забезпечено лише четверту частину сіл України, в той же час решта населення споживає воду з колодязів та індивідуальних свердловин. Моніторингові дослідження лабораторних центрів України охопили 58780 джерел децентралізованого водопостачання, до яких відносяться: колодязі, свердловини та каптажі. Тобто різниця між 39122 індивідуальними свердловинами Київської області та кількістю досліджених 58780 децентралізованих джерел України досить суттєва і показує, що моніторинг підземних вод не охоплює наявної кількості підземних джерел водопостачання. До того ж 30,4 % із 58780 джерел не відповідають вимогам, встановленим до питної води.

Не висвітлено інформацію про простежуваність ланцюга споживання води невідповідної якості та статистикою захворюваності серед місцевого населення. Статистичні дані відсутні, кореляційна залежність не визначена. Іншою важливою проблемою постає питання

як діяти, коли встановлено, що ціле поселення споживає воду, невідповідної якості із відслідковуванням антропогенного впливу по специфічним забруднювачам та як бути, якщо ці відхилення носять природний характер зумовлений геологічною будовою. За даними статистики у 2020 році понад 544 700 людей (близько 1,3 % від усього населення) в Україні живуть у злиднях, не мають змоги визначити якість води, яку споживають, а тим більше не мають змоги покращити якість води, адже, для очищення води, забрудненої нітратами та нітритами потрібно встановлювати вартісні фільтри. Сформовані об'єднані територіальні громади, часто не зацікавлені в проведенні реальних моніторингових досліджень якості вод, яку споживає населення, та приведення її якості до відповідних норм. До того ж мало проведено досліджень якості води в межах територіальних громад [1-4].

Висновки. Єдиним дієвим механізмом, який би крок за кроком призвів до зменшення і припинення ситуації споживання сільським населенням води невідповідної якості – це контроль за якістю та очисткою питної води з децентралізованих джерел водопостачання (підземних джерел) зі сторони об'єднаних територіальних громад та проведення роз'яснювальних робіт із населенням про реальну ситуацію із якістю місцевої води. Наразі чинна система моніторингу вод визначена на законодавчому рівні, проте відсутні програми моніторингу довкілля та не визначено плани здійснення моніторингу. Низький рівень фінансування, недостатня кількість спеціалістів та матеріальної бази не дозволяє здійснювати хоча б мінімальні дослідження підземних вод, які б вказували на причини погіршення якості вод, спричинене як антропогенними, так і природними чинниками. Зниження рівня води в криницях мешканців сільських населених пунктів має критичний характер, так як і контроль за її якістю. Із 150 опитаних мешканців сіл, тільки 2 мешканці разово перевіряли якість води, без прив'язки до сезонності й з власної ініціативи. Це зумовлено, в першу чергу й вартістю проведення досліджень, на котрі у сільського населення не вистачає коштів, адже чимало людей проживає на межі бідності (близько 80 %) й 20 % чоловік з низьким рівнем екологічної свідомості. Голови об'єднаних територіальних громад, наразі не зацікавлені у контролі якості води, яку споживають їхні односельчани та вони самі, разом із їхніми родинами та не готові приймати рішення, щоб забезпечити населення безпечною питною водою.

Джерела інформації

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/12/nacjonalna-dopovid-za-2019-rik.pdf>
2. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: Постанова від 19 вересня 2018 р., №758. Кабінет Міністрів України. 2018.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»: ДСанПіН 2.2.4–171–10. – [Чинний від 01.06.2010]. – К.: Держводагенство України, 2010. – 8 с. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>.
4. V. Serdiuk, V. Maksin CHALLENGING QUESTIONS IN ENVIRONMENTAL MONITORING OF GROUNDWATER QUALITY IN RURAL AREAS OF KYIV'S REGION. WATER AND WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES. SCIENTIFIC AND TECHNICAL NEWS, KYIV. – № 2(27), 2020. DOI: <https://doi.org/10.20535/2218-93002722020203178>

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ НАСЕЛЕННЯ У М. ВІННИЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Семко Т. В., к. т. н., доцент, Іваніщева О. А., ст. викладач

Вінницький торговельно-економічний інститут,
Державний торговельно-економічний університет, м. Вінниця

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, причина приблизно 80% усіх захворювань пов'язана з якістю питної води. Внаслідок споживання недоброякісної питної води кожного року близько 25% населення, особливо дитячого, піддаються ризику захворювань [1].

Питна вода в Україні є об'єктом пильної уваги санітарно-епідеміологічної служби. Держсанепідслужба здійснює вибірковий лабораторний контроль за якістю питної води та води поверхневих водойм згідно із розробленими планами.

Сьогодні природні поверхневі води особливо сильно забруднюють промислові стічні води хімічних, нафтопереробних, металургійних, шкіряних заводів, текстильно і целюлозно-паперових фабрик, м'ясокомбінатів та інших підприємств [2].

Джерелом централізованого водопостачання міста Вінниці є річка Південний Буг. Використання незахищеного джерела підвищує імовірність раптового забруднення за рахунок природного чи антропогенного факторів, яке може відбутися вище водозабору в будь-якій точці акваторії на території Вінницької чи Хмельницької областей. Для оперативного реагування комунальним підприємством «Вінницяоблводоканал» створена цілодобова система контролю. Якість води контролюється на всіх етапах: водозбір, змішувач, відстійники, фільтри, РЧВ (резервуари чистої води), мережа міста. Для кожної точки відбору встановлена своя періодичність та перелік показників контролю. Загалом моніторинг якості здійснюється більш ніж по 80 показниках [3].

Загальний об'єм роботи залежить від якості джерела водопостачання: чим брудніше джерело, тим більше досліджень проводиться. Уявлення про масштаби роботи сектору з лабораторного контролю якості питної води по даному напрямку дають наступні цифри за 2021 рік:

- 8215 проб води з джерела водопостачання, в яких проведено 53706 досліджень;
- 49381 проба води по етапам очищення, в яких зроблено 136358 аналізів;
- 27646 проб питної води з РЧВ (резервуари чистої питної води перед міською централізованою мережею міста), в яких проведено 164 029 досліджень;
- 709 проб питної води з централізованої мережі міста, в яких зроблено 3112 досліджень [4].

Для здійснення лабораторного контролю якості питної води підприємство «Вінницяоблводоканал» забезпечене сучасними засобами вимірювальної техніки (рідинний хроматограф, газовий хроматограф, ААС, спектрофотометри, аналізатори тощо), випробувальним та допоміжним обладнанням, транспортом.

Комунальне підприємство «Вінницяоблводоканал» надає широкий спектр послуг пов'язаних з якісним водозабезпеченням та водовідведенням на території міста Вінниця, постійним контролем якості води, що надходить до споживачів, а також якості очистки стічних вод і моніторингом впливу стічних вод на екологію річки Південний Буг [3].

Всі питання водокористування та охорони водних ресурсів України регулюються Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища України» від 25.06.91 р., «Водним Кодексом України» від 6.06.95р. та рядом підзаконних актів, а також Міжнародними конвенціями «Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне зна-

чення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів» від 2.02.71р., «Конвенція про захист Чорного моря від забруднення» від 21.04.1992р. [4].

Відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 22 квітня 2022 року № 683, зареєстрованого в Міністерстві юстиції 25.05.2022 за № 564/37900 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» хіміко-бактеріологічною лабораторією КП «Вінницяоблводоканал» досліджено гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення.

Склад та властивості води водних об'єктів або його частин першої та другої категорії водокористування за жодним з показників не повинні перевищувати нормативи, наведені у додатку до Гігієнічних нормативів [5].

Вміст хімічних речовин у воді водних об'єктів або його частин не повинен перевищувати гранично допустимі концентрації (далі – ГДК) та орієнтовно допустимі рівні (далі – ОДР) речовин у воді водних об'єктів, наведені у додатку 2 до Гігієнічних нормативів [6].

У разі присутності у воді водного об'єкта двох або більше хімічних речовин 1 і 2 класів небезпеки, які визначаються Всесвітньою організацією охорони здоров'я, з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, сума відношень фактичної концентрації кожної з них до відповідного ГДК не повинна перевищувати одиницю [6].

Комунальне підприємство «Вінницяоблводоканал» щомісячно оприлюднює інформацію щодо якості питної води у м. Вінниця. У таблиці 1 представлено інформацію щодо якості питної води у м. Вінниці за жовтень 2022 р.

Таблиця 1 – Показники якості питної води у м. Вінниці за жовтень 2022 р.

№ п/п	Показник	Фактична концентрація	Нормативи для води з системи питного водопостачання згідно	
			Норма для водопровідної питної води, згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»	ДСанПіН “Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру”
1	Запах, бали	1/2	не більше 2	не більше 3,0
2	Смак та присмак, бали	1	не більше 2	не більше 3,0
3	Кольоровість, градуси	10 — 15	не більше 20	не більше 35
4	Каламутність, мг/дм ³	< 0,58 — 1,5	не більше 0,58	не більше 2,0
5	Водневий показник (рН), од. рН	7,02 — 7,68	6,5 — 8,5	6,5 — 9,0
6	Залізо загальне, мг/дм ³	< 0,05	не більше 0,2	не більше 1,0
7	Загальна жорсткість, моль/дм ³	4,5 — 5,1	не більше 7,0	не більше 10
8	Марганець, мг/дм ³	< 0,01	не більше 0,05	не більше 0,5
9	Сульфати, мг/дм ³	61,2	не більше 250	не більше 500,0
10	Сухий залишок, мг/дм ³	371 — 404	не більше 1000	не більше 1500
11	Хлориди, мг/дм ³	40 — 44	не більше 250	не більше 350,0
12	Нітрати, мг/дм ³	< 0,5 — 1,4	не більше 50,0	не більше 50,0
13	Амоній, мг/дм ³	< 0,05 — 0,15	не більше 0,5	не більше 2,6
14	Нітрити, мг/дм ³	< 0,003 — 0,003	не більше 0,5 (0,1) ²	—
15	Фториди, мг/дм ³	0,25	для кліматичних зон 0,7 (IV), 1,2 (III), 1,5 (II)	не більше 1,5
16	Перманганатна окислювальність, мгО ₂ /дм ³	4,52 — 5,2	не більше 5	без аномальних змін
17	Мідь, мг/дм ³	< 0,02	не більше 1,0	не більше 2,0
18	Поліфосфати, мг/дм ³	0,02	не більше 3,5	—
19	Броміди, мг/дм ³	< 0,05	не визначається	—

20	Цинк, мг/дм ³	< 0,005	не більше 1,0	—
21	Алюміній, мг/дм ³	< 0,04 — 0,4	не більше 0,2 (0,5) ²	не більше 0,5
22	Кадмій, мг/дм ³	< 0,001	не більше 0,001	не більше 0,005
23	Миш'як, мг/дм ³	< 0,01	не більше 0,01	не більше 0,01
24	Свинець, мг/дм ³	< 0,0005	не більше 0,01	не більше 0,01
25	Молібден, мг/дм ³	< 0,0025	не більше 0,07	—
26	Ртуть, мг/дм ³	< 0,0005	не більше 0,0005	не більше 0,001
27	Натрій, мг/дм ³	25,5	не більше 200,0	не більше 200,0
28	Кальцій, мг/дм ³	56,2	не визначається	—
29	Магній, мг/дм ³	25,3	не визначається	—
30	Калій, мг/дм ³	8,6	не визначається	—
31	Літій, мг/дм ³	0,012	не визначається	—
32	Нікель, мг/дм ³	< 0,01	не більше 0,02	не більше 0,02

Як бачимо з таблиці 1, усі вказані показники якості питної води у м. Вінниці не перевищують нормативних значень ДСанПіН «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру».

Основними факторами ризику, що можуть вплинути на діяльність підприємства, є: невідповідність чинних тарифів на послуги з централізованого водопостачання та водовідведення фактичній собівартості; відсутність дієвого механізму для проведення взаєморозрахунків за спожиту електричну енергію за рахунок коштів субвенції державного бюджету місцевим бюджетам на відшкодування різниці в тарифах на послуги з централізованого водопостачання та водовідведення.

Заходи щодо управління такими ризиками:

- своєчасне коригування тарифів регулятором послуг НКРЕКП, що зумовлено постійним зростанням вартості електричної енергії, яка становить одну з найбільших складових витрат, відбувається частіше ніж перегляд тарифів на послуги водопостачання та водовідведення;

- наявний дієвий механізм для проведення взаєморозрахунків за спожиту електричну енергію за рахунок коштів субвенції державного бюджету місцевим бюджетам на відшкодування різниці в тарифах на послуги з централізованого водопостачання та водовідведення [3].

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. В умовах воєнного стану комунальне підприємство «Вінницяоблводоканал» як об'єкт критичної інфраструктури виконує надважливі функції життєзабезпечення обласного центру та надає якісні послуги населенню.

Джерела інформації

1. Козярін І.П., Хоменко І.М., Мельниченко Т.І. Доброякісна питна вода – безцінний мінерал для життєдіяльності організму. *Сімейна медицина*. 2005. №3. С. 94-97.
2. Горваль А.К. Закономірності розвитку мікробіологічних процесів у фасованій воді та умови їх стабілізації. Дисертація на здобуття наук. ст. канд. мед. наук. Київ, 2005.
3. Комунальне підприємство «Вінницяоблводоканал». *Офіційний сайт*. URL: <https://vinvk.com.ua/poslygu/laboratoriya>.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені наказом МОЗ №400 від 12.05.2010 р. Київ, 2010.
5. Ципріяні В.І., Матасар І.Т., Слободкін В.І. Гігієна харчування з основами нутриціології. Київ: Медицина, 2007. 544 с.
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22 квітня 2022 року № 683, «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру». URL: [https:// document.vobu.ua/doc/12736](https://document.vobu.ua/doc/12736).

АДСОРБЕНТИ З РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ КАТІОННИХ БАРВНИКІВ

Солдаткіна Л. М., к. х. н., доцент

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, м. Одеса

В останні роки актуальними дослідженнями в багатьох країнах світу є пошук нових, а також оптимізація традиційних методів очистки стічних вод. Одним з ефективних традиційних методів очистки стічних вод є адсорбція, але застосування активованого вугілля в якості адсорбенту не сприяє широкому впровадженню адсорбції в практику водоочистки у зв'язку з його високою вартістю та значними витратами на регенерацію відпрацьованого адсорбента. Перспективним напрямком в розв'язанні цієї проблеми є застосування в якості адсорбентів рослинних відходів, які утворюються на тих чи інших виробництвах (солома і лушпиння пшениці, рису, ячменю, жита, гречки, стебла соняшника, топінамбура, кісточки фруктів і ягід, жом цукрових буряків, кора, тріска, тирса, стружки тощо) [2].

В деяких випадках рослинні відходи слугують вторинною сировиною і переробляються. Наприклад, з тріски і тирси виготовляють різні будівельні матеріали, а жом цукрових буряків гранулюють і застосовують як корм для тварин. Однак, в більшості випадків такі сільськогосподарські відходи, як солома і стебла залишаються на полях, спалюються або складаються на звалищах.

Доцільність застосування рослинних відходів в якості адсорбентів для очистки води обумовлена тим, що вони доступні, щорічно відновлюються, багатотонажні, мають низьку вартість та екологічно безпечні. Як правило, солома і стебла в нативному стані як адсорбенти мають невисокі кінетичні характеристики і малу адсорбційну ємкість, тому доцільним є їх модифікування, що призводить до зміни складу функціональних груп на їх поверхні та збільшення адсорбційної ємкості. Наприклад, модифікування рослинних відходів лимонною кислотою є порівняно простим і недорогим процесом, що дозволяє збільшити число карбоксильних груп на поверхні відходів, і поліпшити їх адсорбційні властивості по відношенню до органічних катіонів [3].

Мета цієї роботи: провести модифікацію соломи ячменю і стебел кукурудзи за допомогою лимонної кислоти і виявити фізико-хімічні закономірності адсорбційного вилучення катіонних барвників на цих модифікованих рослинних відходах.

Доцільність вибору стебел кукурудзи і ячмінної соломи для отримання нових адсорбентів обумовлена тим, що ці агропромислові відходи відносяться до найпоширеніших сільськогосподарських культур у світі. Для України актуальним є застосування цих рослинних відходів в якості сировини для отримання адсорбентів, оскільки, з одного боку, після збору зерна вони не завжди знаходять раціональне застосування. З іншого боку, їх застосування сприяє розв'язанню екологічних проблем, які пов'язані з очищенням стічних вод. В даній роботі модифіковані адсорбенти отримували за методикою, яка наведена в роботі [4].

Об'єктами дослідження в даній роботі були обрані катіонні барвники: метиленовий блакитний та малахітовий зелений. Метиленовий блакитний використовується для забарвлення вовни, натурального шовку та бавовни, а також при виготовленні кольорових олівців, в поліграфії і лакофарбовій промисловості. Малахітовий зелений застосовується для забарвлення поліакрилінтрильного волокна та шкіряних виробів. Катіонні барвники відносяться до важко біохімічно окиснювальних сполук і при їх попаданні в водойми змінюються органічними властивості води, порушуються процеси самоочищення і санітарного режиму. ГДК катіонних барвників в рибогосподарських водоймах становить 0,05 мг /дм³.

Адсорбційні дослідження проводили за наступною методикою. До 10 см³ розчину катіонного барвника з концентрацією 50 мг/л додавали адсорбент масою 0,1 г. Вміст колб з

розчином катіонного барвника і адсорбентом струшували з частотою коливань 150 об/хв при 293 К. Потім відділяли адсорбент від водної фази та фотоколориметрично визначали концентрацію катіонного барвника у водній фазі.

Проведені дослідження показали, що стебла кукурудзи і соломи ячменю, модифіковані лимонною кислотою, доцільно використовувати для вилучення катіонних барвників в інтервалі $\text{pH}=6-12$. Висока ступінь вилучення катіонних барвників (90-95%) при $\text{pH}>6$ обумовлена тим, що органічні катіони барвників взаємодіють з іонізованими гідроксильними та карбоксильними групами адсорбентів. Зниження ступеня вилучення катіонних барвників в кислому середовищі пов'язано зі зменшенням ступеня дисоціації гідроксильних, карбоксильних груп адсорбентів та перезарядкою поверхні адсорбентів, значення $\text{pH}_{\text{ТНЗ}}$ яких дорівнює приблизно 4. Встановлено, що для вилучення 95-98% катіонних барвників оптимальна витрата модифікованих стебел кукурудзи і соломи ячменю з водних розчинів дорівнює 12 г/дм^3 для концентрацій барвників не більше 25 мг/дм^3 . Зменшення ступеня адсорбційного вилучення катіонних барвників при концентраціях більше 25 мг/дм^3 , можливо, обумовлено утворенням в водному розчині агрегатів барвників, які гірше адсорбуються на поверхні адсорбентів у порівнянні з органічними катіонами барвників. Аналіз кінетичних досліджень показав, що при температурі 293 К для катіонних барвників на модифікованій соломі ячменю адсорбційна рівновага встановлюється протягом 90 хв, а на модифікованих стеблах кукурудзи протягом 120 хв.

Для визначення оптимальних умов адсорбційного вилучення катіонних барвників на модифікованих стеблах кукурудзи і соломи ячменю застосовано центральний композитний план та методологію поверхні відклику, реалізовані всі можливі комбінації чотирьох незалежних факторів на п'яти рівнях. Математичну обробку експериментальних результатів адсорбційного вилучення метиленового блакитного і малахітового зеленого проводили за допомогою програми Minitab 17.1.0. Отримані математичні моделі у вигляді 4 регресійних рівнянь. Значущими виявилися лише три з чотирьох досліджених змінних факторів. При адсорбційному вилученні метиленового блакитного на модифікованих стеблах кукурудзи і соломі ячменю - pH , маса адсорбенту і час, а також малахітового зеленого на модифікованих стеблах кукурудзи. При адсорбційному вилученні малахітового зеленого на модифікованій соломі ячменю - pH , маса і концентрація. Встановлено, що в досліджених системах збільшення величин pH , маси адсорбенту і часу має позитивний вплив на адсорбційне вилучення катіонних барвників, а збільшення концентрації катіонних барвників - негативний.

Таким чином, проведені дослідження дозволили виявити основні фізико-хімічні закономірності адсорбційного вилучення катіонних барвників на стеблах кукурудзи і соломі ячменю, модифікованих лимонною кислотою і вони можуть бути застосовані при впровадженні цих адсорбентів в практику очистки стічних вод, забруднених катіонними барвниками.

Джерела інформації

1. Crini G. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review / *Bioresource Technology* . - 2006. – v. 97. – P. 1061–1085.
2. Hokkanen S., Bhatnaga A., Sillanpää M. A review on modification methods to cellulose-based adsorbents to improve adsorption capacity / *Water Res.* – 2016. – v. 91. – P. 156-173.
3. Солдаткина Л.М., Завричко М.А. Получение адсорбентов из растительных отходов, модифицированных лимонной кислотой/ *Вісник ОНУ. Хімія*. – 2019. – т. 24, вип. 2. – С.47-59.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗНОЇ ПЕРЕРОБКИ МУЛОВИХ ОСАДКІВ КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД У БУДІВЕЛЬНІ ГАЛУЗІ

Стаднійчук М. Ю., аспірант, Сівак Р. В., аспірант

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

В останні десятиліття катастрофічно зростають масштаби утворення та накопичення різних відходів, що призводить до відчуження нових територій та забруднення навколишнього середовища. Одними з таких відходів, що стрімко ростуть за кількістю, є осаді стічних вод (ОСВ), які утворюються на очисних станціях населених пунктів. У необробленому вигляді ОСВ протягом десятків років зливались на перевантажені мулові майданчики, у відвали, водосховища, кар'єри, що призвело до порушення екологічної безпеки та умов життя населення. Лише на території України кількість накопиченого осаду перевищує 5 млн. т, до яких щорічно додається значна кількість нових осадів [1-2]. Крім того, сховища для мулових осадів становлять загрозу для довкілля через високий вміст небезпечних вірусів, бактерій, небезпечних хімічних сполук [3-5].

Складування осадів на мулових майданчиках призводить до поширення несприятливого газоповітряного фону, забруднення ґрунтів та підземних вод токсичними компонентами, що входять до складу осадів [6-8]. Забруднення водних екосистем є величезною небезпекою в сучасному світі і загрожує катастрофою навколишньому світу в майбутньому, адже регенерація чи самоочищення у водному середовищі протікають дуже повільно та мають глобальне значення для забезпечення життя населення [9].

Продукти мулових осадів мають високу вологість, неоднорідний склад, містять мінеральні та органічні речовини, які здатні швидко розкладатися. ОСВ відносяться до важко фільтрованих, вони містять солі важких металів і також небезпечні токсичні речовини [10-11].

Використання мулових осадів як добрива через велику кількість шкідливих речовин, загрожує забрудненню навколишнього середовища, у тому числі важкими металами, які повсюдно присутні в мулових осадах [12]. Тому в останні роки все більшого поширення набуває спалювання осаду, що дає можливість отримати позитивний баланс енергії та ефективно використовувати їх теплотворну здатність [13].

Відходи ОСВ, що утворюються в результаті очищення стічних вод у вигляді мулового осаду, являють собою екологічну проблему, яка обумовлена відсутністю надійних технологій, які б дозволили повністю знешкодити шкідливі речовини і переробити відходи [14]. Тому назріла нагальна необхідність модернізації існуючих способів переробки осадів та розробки нових технологій їх утилізації.

Великий вміст органічних речовин дозволяє розглядати сухі залишки мулу як джерело енергії. Концентровані органічні та неорганічні речовини у продуктах мулових мас при дефіциті кисню розкладаються, перетворюючись на метан та кінцеві неорганічні продукти [15-16].

Застосування на очисних станціях установок термічного сушіння, спалювання чи технології піролізу супроводжуються утворенням сухого залишку – золи. Хімічний склад мінеральної частини мулових осадів свідчить про те, що хімічний склад майже аналогічний як у сировині котра використовується для виготовлення будівельних виробів. В таблиці 1 приведений хімічний склад мінеральної частини мулових осадів.

Завершальним етапом піролізного рециклінгу сухих залишків мулу є утилізація твердого продукту піролізу (напівкокс, зольні складові). Ці продукти після високотемпературної переробки не містять шкідливих речовин, які могли б вимиватися в ґрунт. Тому такі

продукти можна захоронити або використовувати для виготовлення будівельних матеріалів, улаштування доріг тощо [17-18].

Таблиця 1 – Хімічний склад мінеральної частини мулових осадів

Найменування з'єднань	Вміст оксидів, % по сухому залишку		
	первинні відстійники	активний муловий осад	суміш, що збродила осад з відстійників та активний мул
SiO ₂	8,4-55,9	7,6-33,8	27,3-35,7
Al ₂ O ₃	0,3-18,9	7,3-26,9	8,7-9,3
Fe ₂ O ₃	3,0-13,9	7,2-18,7	11,4-13,6
CaO	11,8-35,9	8,9-16,7	12,5-15,6
MgO	23,1-4,3	1,4-11,4	1,5-3,6
K ₂ O	0,7-3,4	0,8-3,9	1,8-2,8
Na ₂ O	0,8-4,2	1,9-8,3	2,6-4,7
SO ₃	1,8-7,5	1,5-6,8	3,0-7,2
ZnO	0,1-0,6	0,2-0,3	0,1-0,3
CuO	0,1-0,8	0,1-0,2	0,2-0,3
NiO	0,2-2,9	0,2-3,4	0,2-1,0
Cr ₂ O ₃	0,8-3,1	0,0-2,4	12,3-1,9

У будівельній індустрії дуже ефективно використовується зола-винесення ТЕС. Так у ряді робіт [19-21] авторами встановлено, що введення золи до складу бетону призводить не тільки до економії мінерального в'язучого, але й до збільшення міцності виробів та покращення реологічних властивостей під час приготування бетонів та розчинів.

У роботах [22-25] автори пропонують використовувати зольні залишки продуктів піролізної технології утилізації мулових осадів для виготовлення будівельних матеріалів. Встановлено, що заміна 5% за масою портландцементу добавкою золи з мулових осадів практично не впливає на міцність цементно-піщаного розчину. По міру збільшення вмісту зольного продукту має місце збільшення пластичності суміші та незначне зменшення міцності за рахунок вилучення мінерального в'язучого.

Висновки. Обґрунтовано доцільність рециклінгу продуктів піролізної переробки зольних залишків мулових мас у складі будівельних розчинів.

Підтверджено можливість додавання до складу будівельних розчинів та бетонів золи мулових осадів. Такий компонент суттєво не впливає на зміну фізико-механічних властивостей зразків будівельного матеріалу, але покращує реологічні властивості розчинів та бетонів під час їх приготування.

Джерела інформації

1. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
2. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021
3. Wójcik, Waldemar, and Małgorzata Pawłowska, eds. Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals. Routledge, 2021
4. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and О. В. Христич. "Законодавство України у сфері поводження з твердими побутовими відходами." Materials of the XI International scientific and practical conference «Science without borders». Vol. 20: 3-4.. Science and education LTD, 2015
5. Логоша, О. В. Особенности обращения с промышленными отходами в Украине. Тюменский индустриальный университет, 2015.

6. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and Л. Л. Березюк. "Регрессионная зависимость объема биореактора от суточной массы перерабатываемых твердых бытовых отходов." *Уральский научный вестник* 42: 58-62. (2014).
7. Жданов, А. В. "Энергоэффективные строительные материалы полифункционального назначения." Череповецкий государственный университет, 2014.
8. Березюк О. В. Динаміка утворення відходів будівництва і знесення у Вінницькій області /О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2021. – № 1. – С. 37-42.
9. Смирнов, В. В. "Специальные строительные материалы для тепломодернизации зданий." Тюменский индустриальный университет, 2014.
10. Березюк, О. В. "Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу." *Мир науки и инноваций* 5 (2015): 48-52.
11. Сологуб, В. В. "Использование отходов металлообработки в бетонах специального назначения." Череповецкий государственный университет, 2012.
12. Березюк, О. В. (2014). Визначення регресійної залежності необхідної площі під обладнання для компостування твердих побутових відходів від його продуктивності. In *Инновационное развитие территорий: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф., 25–27 февраля 2014 г.*: 55-58.. Череповецкий государственный университет.
13. Березюк, О. В., et al. "Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування." (2015).
14. Августович, Б. І. Комплексні організаційно-технічні рішення термосанації житлових будівель. Diss. Сборник научных трудов SWorld, 2015
15. Березюк, О. В. (2017). Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 23(2).
16. Березюк, О. В. "Регресія кількості сміттєспалювальних заводів." *Научные труды SWorld* 2.1 (2015): 63-66.
17. Лемешев М.С., Березюк О.В. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111 – 114.
18. Ковальский, В. П., et al. "Использование минеральных заполнителей, наполнителей и микронаполнителей в сухих строительных смесях для поризованных растворов." *Technical research and development: collective monograph*. 8.9: 360–366. (2021).
19. Лемешев М.С., Березюк О.В. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів // Інтелектуальний потенціал ХХІ століття '2017: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. Одеса : SWorld, 2017. 5 с.
20. Сергийчук, С. В. Комплексное вяжущее с использованием промышленных отходов. Тюменский индустриальный университет, 2015.
21. Лемешев М. С. Особливості використання промислових техногенних відходів в галузі будівельних матеріалів / М. С. Лемешев, К. К. Сівак, М. Ю. Стаднійчук // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. – 2020. – № 2.
22. Павлюк, Б. І. Композиційні будівельні матеріали із використанням промислових відходів. Сборник научных трудов SWorld, 2014.
23. Лемешев М. С. Екологічно ефективні будівельні матеріали для тепломодернізації будівель / М. С. Лемешев, О. В. Христич, К. К. Лемішко // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. – 2019. – № 2. – С. 52-61.
24. Богданов, А. В. "Эффективное использование продуктов переработки иловых осадков городских очистных сооружений." Алтайский государственный аграрный университет, 2015
25. Лемешев, М. С., Сівак, К. К., Стаднійчук, М. Ю. (2021). Сучасні підходи комплексної переробки промислових техногенних відходів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, 31(2), 37-44.

ВИЛУЧЕННЯ КАТІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ СТІЧНИХ ВОД І ТЕХНОГЕНИХ РОЗЧИНІВ

Стрельцова О. О., д. х. н., професор, Пурич О. М., к. х. н., доцент,
Бундєва І. В., зав. лабораторії

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, м. Одеса

Поверхнево активні речовини (ПАР) застосовуються у господарській діяльності та побуті як мийні засоби, емульгатори і суспензатори пестицидів, у виробництві мінеральних добрив і кормових добавок, зокрема, у харчовій промисловості, наприклад, у вигляді емульгаторів (лецитин), що додають для покращення смакових якостей морозива, шоколаду, збитих вершків, соусів для салатів та інших блюд. Природно, що широке застосування детергентів не може не впливати на зовнішнє середовище і перш за все на водоймища [1]. Крім того, ПАР сприяють інтенсивнішій міграції і транслокації хімічних забруднювачів (важких металів, мінеральних добрив, пестицидів), впливають на токсичність інших хімічних сполук, мають сенсibiliзуючі властивості, спільно з іншими хімічними речовинами навколишнього середовища можуть змінювати імунобіологічний статус організму людини. Недосконалість методів очистки стічних вод від ПАР: адсорбція, коагуляція, озонування, переведення ПАР у піну з подальшим її видаленням та ін., є основною причиною, що значна кількість ПАР потрапляє у зовнішнє середовище [2]. Тому виникає необхідність у розробці й застосуванні сучасних ефективних фізико-хімічних методів очистки стічних вод, особливо тих, що повертаються у водні об'єкти, і тих, які підлягають вторинному використанню.

При вилученні найбільш шкідливих катіонних ПАР з технологічних водних розчинів достатньо перспективним і економічно вигідним являється флотація, що поєднується з такими фізико-хімічними методами, як: осаджування, адсорбція, флокуляція, екстракція. Однак, широкому впровадженню в практику водоочистки від КПАВ (солі алкілпіридинію і алкіламонію) методів осаджувальної і сорбційної (флотосорбції), флотофлокуляції і флотоекстракції, на жаль, перешкоджає відсутність узагальнених науково обґрунтованих відомостей про колоїдно-хімічні основи їх проведення [45, 202, 288, 289]. У зв'язку з цим виникає необхідність в подальшому дослідженні та розробці оптимальних умов процесу (склад розчину, природа і витрата реагенту, значення рН середовища та ін.) для забезпечення максимально високого ступеня флотаційного вилучення КПАВ.

Проведені дослідження показали, що додавання в розчини КПАВ ($C^0 = 50$ мг/дм³) носіїв – адсорбентів (парафін, крохмаль, бентоніт) і проведення процесу в режимі флотосорбції дозволяє вилучити КПАВ на 85-95%, (витрата парафіну 2 мг на 1 мг КПАВ). При збільшенні кількості парафіну, яка може гідрофобізувати у мірі, необхідній для флотації та достатня для практично повної адсорбції КПАВ, ступінь флотаційного вилучення хлориду додецилпіридинію (ХДДП) зменшується. Ступінь переходу розчину в піну складає 5-10%, що значно нижче ніж при пінному фракціонуванні (> 25%). Це обумовлено тим, що введення в розчини КПАВ парафіну збільшує швидкість синерезису піни. Суть процесу флотаційного вилучення методом флотосорбції полягає в попередньому зв'язуванні КПАВ частинками сорбенту шляхом адсорбції і подальшої флотації сорбенту.

Отже, проведення процесу вилучення досліджувальних КПАВ у режимі флотосорбції показало, що використання парафіну в якості флотаційного носія дозволяє не тільки досягти найбільшого концентрування ПАР в піні, скоротити об'єм розчину, що переходить в пінну фракцію, а й збільшити швидкість флотації.

Використання в якості флотаційного реагенту агар-агару або желатину дозволило провести процес вилучення досліджуваних КПАВ в режимі флотофлокуляції. При флотофлокуляційному вилученні ХДДП із застосуванням желатину, ступінь вилучення КПАВ із

розчину зростає на 25% (витрата желатину 2 мг на 1 мг КПАР). Додавання желатину в розчини ХДДП, мало впливає на об'єм розчину, який переходить в пінну фракцію. Оптимальна кількість желатину, необхідна для максимального флотофлокуляційного вилучення ХДДП із розчинів становить 0,75 мг на 1 мг КПАР.

Механізм флотофлокуляції досліджуваних ПАР аналогічний механізму гравітаційній коагуляції. Взаємодія желатину з іонами, молекулами або асоціатами ПАР відбувається за рахунок сил Ван-дер-Ваальса з утворенням між ними полімерних містків, формуванні пластівців і прилипанні вільних сегментів макромолекул желатину до бульбашок повітря. Утворений флотоагрегат має мозаїчну тривимірну структуру і в ньому кожна макромолекула пов'язана з декількома бульбашками, а кожен пухирець газу – з декількома макромолекулами. Щільність флотоагрегатів менше щільності води, тому вони спливають, утворюючи на поверхні флотаційну піну. Під час спливання відбувається захоплення великими флотоагрегатами вільних іонів, молекул, асоціатів ПАР і дрібних флотоагрегатів.

Порівняння флотосорбційного (реагент – парафін) і флотофлокуляційного (реагент – желатин) методів вилучення ПАР показало: ступінь вилучення ХДДП із розчину при введенні парафіну збільшується на 5%, при введенні желатину – на 25%.

Присутність в розчині високомолекулярних сполук – поліелектролітів в розчинах ПАР дає змогу провести процес вилучення в режимі флотофлокуляції. Так, наявність в розчині хлоридів алкілпіридинію ($C < 100 \text{ мг/дм}^3$) аніонного поліелектроліту (ПЕ), оптимальна область рН середовища для їх ефективного вилучення розширюється від слабкокислої до слабколужної. При використанні в якості аніонного ПЕ поліакриламіда (ПАА) з молекулярною масою $4,6 \cdot 10^6 \text{ г/моль}$ вдається досягнути високих результатів: підвищити ступінь флотофлокуляції (за невеликий проміжок часу – 7-10 хв.) в середньому на 25-30% (остаточна концентрація КПАВ не перевищує $\leq 5 \text{ мг/дм}^3$) і більш ніж в 3 рази знизити в порівнянні з пінним фракціонуванням (безреагентна флотація) перехід розчину в пінну фракцію. В гомологічному ряді КПАР (хлориди децил-, додецил-, тетрадецил-, гексадецил- і октадецилпіридинію) найбільш повно вилучається хлорид гексадецилпіридинію при оптимальному мольному співвідношенні компонентів $n(\text{КПАР}) : n(\text{ПАА}) = 1 : 0,25$.

Флотоекстракційне вилучення КПАР за допомогою тонкоемульгованих н-алканів, виконуючих при їх невеликій витраті ($3-5 \text{ мг/дм}^3$) роль екстрагентів-збирачів, доцільно здійснювати в області рН 9-11, де значення електрокінетичного потенціалу крапель емульсій н-алкану невелике.

В практиці очистки технологічних водних розчинів і розбавлених стічних вод промислових підприємств від ПАР особливий інтерес заслуговують методи осаджувальної флотації [1, 2]. Переведення ПАР при введенні в їх розчини неорганічних або органічних осаджувачів в важкорозчинні продукти – сублати (комплексоподібні сполуки, змішані міцели) дозволяє на 95-99% вилучати із розчину ПАР, скоротити в 2 рази час флотаційної обробки розчину і зменшити в 10-15 разів об'єм пінного продукту.

Спостерігається можливість інтенсифікації процесу флотаційного вилучення КПАР відкриває нові перспективи удосконалення флотаційних технологій очистки розбавлених водних розчинів і стічних вод.

Джерела інформації

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Стрельцова О. О. Фізико-хімічні основи процесу флотаційного виділення іоногенних поверхнево-активних речовин із водних розчинів та стічних вод. – Одеса: Астропринт, 1997. – 140 с.

ІННОВАЦІЇ У РОБОТІ «ВОДНИХ» АСОЦІАЦІЙ СВІТУ

Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Забезпечення безпечності води – це більше, ніж виклик чи модне слово на перетині напрямків побудови сталого розвитку світу та оптимізації водозабезпечення населення в окремих країнах. Такий виклик існує як з огляду задач для державного регулювання водопостачання поселень, так і для приватного сектору економіки, до якого належать усі виробники фасованої води (ФВ). Європейська «водна індустрія /ФВ/» представлена Європейською асоціацією виробників природних мінеральних вод (NMWE /до липня 2019р - Європейська федерація фасованих вод, EFBW/), Європейською асоціацією виробників фруктових соків (AIJN) та Європейською асоціацією виробників безалкогольних напоїв (UNESDA - Soft Drinks Europe) [1]. Членом NMWE є Асоціація виробників мінеральних та питних вод України, що представляє їх інтереси на національному та міжнародному рівнях, як це роблять аналогічні асоціації в усіх регіонах світу. Метою роботи є аналіз інновацій у роботі «водних» асоціацій у світі.

Провідним органом для глобальної промисловості ФВ є створена у 2000 р Міжнародна рада Асоціацій виробників фасованих вод (ICBWA - International Council of Bottled Water Associations), членами якої є представники регіональних Асоціацій виробників ФВ США, Європи, Латинської Америки, Бразилії, Канади, Африки, Австралазії, Китаю та коаліція виробників обладнання, яке використовують на підприємствах, що виготовляють ФВ [2, 3]. Ключовими послугами і перевагами, що їх надає ICBWA, є (1) міжнародне представництво та взаємодія з такими організаціями як Codex Alimentarius, WHO (ВООЗ), DWRP (Drinking Water Research Foundation) та іншими міжнародними контролюючими органами, що обумовлює єдину позицію щодо запропонованих стандартів/рекомендацій, здатних впливати на здоров'я споживачів води (у всіх країнах дотримуються нормативів якості води, рекомендованих ВООЗ), та глобальний розвиток промисловості ФВ; (2) обмін результатами наукових досліджень, регулюючими і екологічними ініціативами, комунікаційними матеріалами, досвідом управління ресурсами, пакування та переробкою пакувальних матеріалів, що можуть бути використані учасниками ICBWA в країнах; (3) ICBWA Model Code (Зразковий кодекс вимог ICBWA) встановлює структуру ефективних стандартів виробництва, гігієни, безпечності та якості ФВ для учасників ICBWA; цей документ періодично переглядають з метою гарантії об'єктивного відтворення найбільш успішних практик і нових методів визначення безпечності та якості ФВ (хоча окремі Асоціації можуть встановлювати більш суворі вимоги щодо стандартів, зазначених в ICBWA Model Code); (4) сприяння дотриманню професійних і етичних норм виробництва ФВ, організація конференцій та виставок, відслідковування глобальних подій, що можуть впливати на інтереси всіх компаній та промисловості ФВ [4].

Richard Hall, директор Zenith Global Ltd (найбільшої консалтингової компанії з проблем аналізу і виробництва фасованих вод і напоїв), вважає, що «...альтернативи фасованій воді, що могла б забезпечити людство в ситуаціях відсутності води, немає. І, як свідчать темпи розвитку ринку, люди і в майбутньому будуть споживати фасовану воду тому, що стають все більш мобільними і бажають споживати чисту воду завжди» [5, 6]. Навіть у досить важкий для промисловості в цілому «ковідний» 2021 рік загальний об'єм ринку «вода плюс» показав зростання на 10.9 %, а ФВ, що містять рослинні екстракти, на 13 % [5, 7]. Основні інновації у виробництві ФВ у Європі та США представлені у [7], і вони певною мірою відображають переваги бенчмаркінгу, притаманного діяльності більшості регіональних асоціацій виробників ФВ [8].

Аналіз діяльності основних Асоціацій виробників ФВ сьогодні дозволяє, на нашу думку, вважати, що інноваційна спрямованість цих «водних» асоціацій все більше набуває рис, притаманних «модифікованим екосистемам», що поширюються у світі [9-11]. Проте, якщо А. Тенслі терміном «екосистема» визначав основну одиницю біосфери (як складний природний комплекс живих істот, що взаємодіють та пов'язані з неорганічним світом), що відтворює діалектичну єдність взаємозалежних екологічних складових, то використовуваний сьогодні термін «модифікована екосистема» являє собою низку платформ, що здатні забезпечити успішне функціонування і розвиток бізнесу як діалектичну єдність взаємозалежних соціальних складових: виробничих + інформаційних + просвітницьких + продуктивно взаємодіючих з фахівцями суміжних бізнесів тощо. По суті, створення таких «модифікованих екосистем» розглядається як важливий елемент Четвертої промислової революції у світі [9].

На перший погляд видається, що складові «модифікованої екосистеми» і бізнес-задачі, що їх ставлять члени ICBWA [3,4], не мають спільних рис (окрім власне виробництва), але це не зовсім так. Або ж зовсім не так. Інноваційну роботу Асоціацій виробників ФВ, які реалізують принципи діяльності «модифікованих екосистем», можна розглядати і як певну компенсацію того неблагополуччя «культурного» аспекту управління водними ресурсами і водою, що склалося у світі. Тому, що водним ресурсам притаманні вагомі культурні функції, які створювались протягом тисячоліть, оскільки вода стосується усіх аспектів існування людства. Участь представників бізнесу, зокрема виробників ФВ і їх об'єднань/асоціацій, у пошуку шляхів рішення проблеми забезпечення якісною водою соціально вразливих верств населення, можна розглядати, на нашу думку, як приклад формування нової етики, нової діяльності бізнесу, відповідального «перед водою». Тобто, реалізація такої інноваційної організації роботи «водних» професійних об'єднань, у тому числі – ICBWA, сприятиме підвищенню відповідальності «водного бізнесу» за сталий розвиток світу і його майбутнє, за стан здоров'я населення і довкілля, культуру споживання тощо.

Джерела інформації

1. <https://www.fooddrinkeurope.eu/member/efbw-european-federation-of-bottled-waters/>
2. <https://www1.icbwa.org>
3. Стрікаленко Т. В. Аналіз діяльності асоціацій виробників фасованих питних вод: проблеми та їх рішення / Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання: Зб. наук. ст. Матер. XVIII міжнар. науково-практ. конф. 23–24.05.2019 р., м. Львів - м. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2019. – С.73- 76
- 4 Global Water Consumption Guidelines – ICBWA: 2018. 71p
5. UK Water Plus Report 2022. April 2022. - Zenith Global Ltd. 100 p.
6. Thirst for bottled water growth / Press release. 10 January 2019 - Zenith Global Ltd. - URL: https://www.zenithglobal.com/articles/2329?utm_source=Daily+News.
7. Стрікаленко Т. Інновації у виробництві фасованих води і напоїв /Т. Стрікаленко, О. Ляпіна, О. Берегова - Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: Мат-ли IV міжнар. науково-практ. конф., 25-26 жовтня 2022 р., НУХТ. – К.: НУХТ, 2022. С.68.
8. Стрікаленко Т. Бенчмаркінг фасованих вод: безпечність, технологічність, екологічність / Т. Стрікаленко, О. Ляпіна, О. Берегова, Т. Григор'єва - Зб. тез доп. 80 наукової конф. викладачів, 7-8 травня 2020 р, Одеса - Одеса: ОНАХТ, 2020. С. 82-84.
9. <https://www.ukma.edu.ua/index.php/science/doslidzhennya>.
10. 2019 IBWA Progress Report / Alexandria, USA: IBWA, 2020. 20 p.
11. UK Water Plus Drinks Report 2019. March 2019 - Zenith Global Ltd. 157 p.

ФАСОВАНІ ВОДИ В ЄВРОПІ: ОГЛЯД ВІД NMWE

Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, Григор'єва Т. П., інженер

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Європейська асоціація виробників природних мінеральних вод (NMWE /Natural Mineral Waters Europe/, до 2019 р. – Європейська федерація фасованих вод, EFBW), членом якої є Асоціація виробників мінеральних та питних вод України (АВМПВУ), систематично як здійснює ретроспективний аналіз виконання своїх програм, огляд інноваційних технологій, соціологічні опитування цільової аудиторії щодо споживання фасованих вод та переваг тих чи інших їх типів, так і готує огляди перспективних напрямків розвитку галузі (бенчмаркінг) [1, 2]. Частково матеріали такого аналізу відтворені у [3-5], а метою цієї роботи були короткий аналіз інших даних бенчмаркінгу від NMWE та аналіз ринку мінеральних вод в Україні від Pro-Consulting [6], що може бути цікавим сьогоднішнім та майбутнім виробникам фасованих вод.

Складений річний темп приросту (CAGR - Compound Annual Growth Rate, тобто показник сукупного річного темпу зростання) виробництва мінеральних вод в Європі у 2014-2021 р.р. становив 3.4 %, тоді як у всьому світі – 4.9 %. Слід відзначити нерівномірність CAGR в цей термін часу навіть у межах Європи: у Західній Європі він складав 0.6 %, у Східній – 3.5 %, а в Україні – 5.7 %. У порівнянні з 2020 р. (роком «ковідних» обмежень) виробництво мінеральних вод (газованих і негазованих) у 2021 р. в Україні зросло на 4.4 %, проте ще не досягло рівня виробництва у 2018 р. CAGR виробництва негазованої води в Україні у 2021 р. становив +4 %, а газованої – лише +2 % (у Європі +0.3 %). У 2014-2021 р.р. у Європі CAGR виробництва фасованих соків, нектарів, холодного чаю, кофе, енергетиків та спортивних напоїв коливався у межах ± 1 -1.1 % [1, 2].

Щодо об'ємів тари, в якій реалізують фасовані води, то в Європі таке виробництво змінилось у 2016-2021 р. р. наступним чином (відповідно): ємкості 0.3-0.5 л - зросли з 42.1 до 51.2 %, 0.5-0.7 л – зросли з 12.8 до 13.4%, практично не змінилось виробництво води у тарі ємністю 0.7-1.0 л (7.0 %), зменшилось виробництво води у тарі ємністю 1.0-2.0 л (з 57.1 до 53.7 %) і зросло у ємкостях понад 2 л (з 19.6 до 22.1 %) [1]. CAGR фасованих вод у тарі з PET та у склі у період 2017-2021 р. р. практично не змінився (зменшився на 0.1 % та 0.04%, відповідно), тоді як в інших пакуваннях зріс на 2.8 %. Серед «інших» пакувань звертає на себе увагу те, що використання картону як пакувального матеріалу зменшилось на 1.4 % CAGR, тоді як зросли на 3.9 % і 13 % CAGR використання «банок» і паперових стаканчиків (відповідно). За результатами опитувань у Великій Британії, при покупці фасованих вод при однаковій ціні 35 % споживачів віддали би перевагу «банкам», 28% - склу, 22 % переробленому rPET і лише 7 % - тарі з пластику. На екологічність пакування звертають увагу 57 % споживачів фасованих вод [7].

Вже 105 років пройшло від часу виробництва фірмою «DixiCaps» і використання першого паперового стаканчика, який був випадковим побічним продуктом давньої кампанії по оздоровленню у боротьбі з інфекційними захворюваннями, що заповнили Америку. В наш час картонні стаканчики використовують відомі бренди харчової продукції, що випускають холодні і гарячі напої, та мережі ресторанів швидкого харчування (в Україні – «Рос-тікс», «Швидко», «Два гуся», «Домашня кухня» тощо) - як свідоцтво високої якості своєї продукції та турботи цих установ при споживачів. Папір, з якого виготовляються крафтові стаканчики, це природний матеріал, що не виділяє шкідливих речовин в атмосферу при утилізації. При дії природних мікроорганізмів, температури і вологи папір розкладається, тому утилізація використаного посуду дуже проста і нешкідлива. Паперові стаканчики не мають

терміну придатності та при дотриманні рекомендацій вони можуть зберігатися необмежений термін часу без зміни якостей і властивостей. Дослідження, що їх проводять фахівці NMWE, спрямовані на обґрунтування можливостей виготовлення паперових стаканчиків для фасування, транспортування та зберігання різних, у тому числі – мінеральних вод, адже саме вони користуються найбільшою популярністю, особливо при перебуванні людей на відпочинку, на курортах з лікувальними мінеральними водами тощо [1]. Основою нового, універсального масового використання матеріалу для виробництва ємкостей для фасованих вод може стати і полілактид (PLA з глюкози кукурудзяного крохмалю, виробник NatureWork - бренд «Ingeo»), проте безпечність цього пакування також на стадії вивчення [1, 2].

Увага, яку звертають в Європі на тип пакування, особливо одноразового використання, обумовлена тим, що пакування є ключовою екологічною проблемою: це один з основних користувачів первинних матеріалів (40 % пластику та 50 % паперу, що використовуються в ЄС, призначені для пакування) і на нього припадає близько 36 % твердих побутових відходів [8]. Збільшення використання упаковки, в поєднанні з низькими показниками повторного використання та переробки, перешкоджає розвитку низьковуглецевої циркулярної економіки. Обсяги використання упаковки в останні роки зростають швидше, ніж валовий національний дохід, що призводить до стрімкого зростання викидів CO₂ та інших токсичних викидів, а також до надмірної експлуатації природних ресурсів, втрати біорізноманіття та забруднення навколишнього середовища. Але упаковка ніколи не повинна перетворюватися на сміття, оскільки вона має цінність і повинна бути зібрана та повторно використана як вторинна сировина. І тому виробники фасованих вод, що є членами NMWE, прийняли зобов'язання досягти до 2025 р. того, щоби вся упаковка для напоїв стала на 100 % придатною для вторинної переробки, а всі PET-пляшки містили 50 % переробленого матеріалу; до 2030 р. PET-пляшки мають на 100 % вироблятися з переробленого та/або відновлюваного матеріалу. Одночасно слід досягти понад 90 % збору всієї упаковки для фасованих вод та збільшити використання багаторазової упаковки, що сприятиме економічно ефективному розвитку циркулярної економіки для упаковки в ЄС. Адже NMWE прагне бути партнером ЄС, а циклічність та сталість упаковки є ключовим елементом його зусиль з декарбонізації [9].

Основними проблемами розвитку українського сегменту виробництва фасованих вод є низка причин, серед яких найбільш вагомими вважаються нестабільна економічна, екологічна та політична ситуації, низька купівельна здатність споживачів фасованих вод (особливо помітним це стало під час «ковідного» карантину) і війна, що викликала шалений попит саме на фасовані води при скороченні їх виробництва через військові дії на територіях виробників, порушення логістики тощо [5, 6]. Проте не менш важливими є неоднозначність і неясність низки правових положень і норм українського законодавства щодо фасованих вод. Так, до цього часу не визначені вимоги до фасованих природних /не мінеральних/ вод (джерельних згідно визначенню NMWE), адже якщо «доводити» їх до вимог ДСанПіН 2.2.4-171 [11], то вони перестануть бути природними і перейдуть у категорію «оброблені, підготовані», якість яких і попит на які суттєво інші.

В діючому сьогодні нормативному документі України [11] до виробництва фасованих вод відсутні гігієнічні вимоги, виконання яких є передумовою впровадження на підприємстві системи управління якістю HACCP [12]. Але ж документи про відповідність виробництва фасованих вод вимогам HACCP є бажаними і присутні майже на кожному підприємстві. Фахівцями АВМПБУ, що є членом NMWE, адаптовано відповідний документ EFBW/NMWE (з дозволу EFBW) [13] і члени АВМПБУ дотримуються належних гігієнічних вимог виробництва фасованих вод. Проте, це лише 10 найбільших виробників фасованих вод в Україні, тоді як на інших підприємствах того ж профілю відповідність вимогам HACCP «віртуальна», а ризики вживання їх продукції досить реальні. Майже таку ж долю в Україні має ще один нормативний документ Codex Alimentarius Commission та NMWE, що визначає гігієнічні вимоги до виробництва природних мінеральних вод [14]. Вводить в

оману споживачів мінеральних вод і неоднозначне розуміння самого терміну «мінеральні води» в Україні та в Європі: в Україні мінеральні води класифікують як «столові», «лікувально-столові» та «лікувальні» (спадщина від СРСР), а в Європі є мінеральні води, що підлягають фасуванню та надходять у продаж, та лікувальні мінеральні води, які використовують лише на курортах (для пиття з бювету, у вигляді ванн). Можливо, саме через цю неоднозначність визначення у огляді такої поважної консалтингової компанії як Pro-Consulting (Україна) вживаються терміни «столові» та «мінеральні» як різні води [6].

На першому Саміті Міжнародної водної асоціації з питань цифрової води, який зібрав у листопаді 2022 р учасників з усього світу для обміну думками щодо можливостей більш широкого та швидкого впровадження цифрових технологій у водному секторі, були присутні представники NMWE, що дозволяє думати про подальший прогрес розвитку галузі фасованих природних вод задля «забезпечення безпеки та сталого управління водними ресурсами зараз і в майбутньому» [15]. Саме такою є місія Програми "Цифрова вода" на думку її голови - Oliver Grievson. І це може бути ще одним перспективним напрямком розвитку діяльності NMWE і асоціацій, що входять до її складу.

Джерела інформації

1. <https://naturalmineralwaterseurope.org/>
2. UK Water Plus. Report 2022. April 2022. - Zenith Global Ltd. 100 p.
3. Стрікаленко Т. В. Аналіз діяльності асоціацій виробників фасованих питних вод: проблеми та їх рішення / Ресурси природних вод Карпатського регіону. Проблеми охорони та раціонального використання: Зб. наук. ст. Матер. XVIII міжнар. науково-практ. конф. 23–24.05.2019 р., м. Львів - м. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2019. С.73- 76
4. Стрікаленко Т. Бенчмаркінг фасованих вод: безпечність, технологічність, екологічність / Т. Стрікаленко, О. Ляпіна, О. Берегова, Т. Григор'єва - Зб. тез доп. 80 наукової конф. викладачів, 7-8 травня 2020 р, Одеса - Одеса: ОНАХТ, 2020. С. 82-84.
5. Стрікаленко Т. Інновації у виробництві фасованих води і напоїв /Т. Стрікаленко, О. Ляпіна, О. Берегова - Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: Мат-ли IV міжнар. науково-практ. конф., 25-26 жовтня 2022 р., НУХТ. - К: НУХТ, 2022. С.68.
6. Аналіз ринку столової та мінеральної води в Україні (від Pro-Consulting – 04.07.2022) - URL: <https://inventure.com.ua/analytics/investments/analiz-rynka-stolovoj-i-mineralnoj-vody-v-ukraine>.
7. Fascinating Findings on Soft Drinks/ Press release. 3rd May 2022. - URL: <https://www.zenithglobal.com/blog/fascinating-findings-on-soft-drinks>
8. Rachel Arthur. The EU's packaging regulation plans – and what the beverage industry thinks of them / Press release - URL: <https://www.beveragedaily.com/Article/2022/12/01/The-EU-s-packaging-regulation-plans-and-what-the-beverage-industry-thinks>
9. Water Bottlers' Major Pledge for Circular Economy by 2025 / Press release - URL: <https://naturalmineralwaterseurope.org/>
10. Thirst for bottled water growth / Press release. January 2022 - Zenith Global Ltd. - URL: https://www.zenithglobal.com/articles/2329?utm_source=Daily+News.
11. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4-171-10 – Нормативний документ МОЗ України.
12. ДСТУ 4161. Системи управління якістю. Управління безпекою харчових продуктів на основі аналізу ризиків та критичних точок контролю. Загальні вимоги. – К.: Держспоживстандарт, 2004. (Нормативний документ України, із змінами).
13. Керівництво з належної гігієнічної практики для фасованої води в Європі - EFBW/ NMWE - К, 2017-2019. 100 с.
14. Code of Hygienic Practice for Natural Mineral Waters. CAC/RCP 33-1985. / Codex Alimentarius Commission - Food and Agriculture Organisation of the UN. 1985. 35p.
15. IWA Digital Water Programme. Press release - URL: <https://iwa-network.org/programs/digital-water/#>

СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ВІД «СПІЛКИ ВОДНИХ СОМЕЛЬЄ»

**Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, Зайцева Л. С.,
Ляпіна О. В., к. х. н., доцент, Берегова О. М., к. т. н., доцент**

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

За даними Міжнародної дослідницької компанії IPSOS Group та Інституту соціальних досліджень і статистичного аналізу FORSA Institute (Німеччина) для 64% покупців смак натуральної мінеральної води є ключовим моментом придбання та продажів [1]. Проте, до цього часу комерційна диференціація мінеральних вод (у тому числі – фасованих мінеральних вод – ФМВ) на основі природних інгредієнтів все ще є рідкісним явищем у галузі. Адже виробники ФМВ на етикетці зазвичай посилаються на географічне походження та/або історичні аспекти, але саме відмінності в мінералізації та відповідні смакові враження відкривають безліч привабливих можливостей для позиціонування ФМВ та маркетингу. В Україні сенсорний аналіз мінеральних вод практично відсутній, а тому вважали перспективним висвітлення розвитку цього напрямку маркетингу в деяких країнах світу.

7 жовтня 2022 р в День мінеральної води (“Mineral Water Day”) індустрія мінеральних вод світу – за участі різних кампаній та заходів, девізом яких стало «“111 years of original purity and protected quality” (»111 років першозданної чистоти і захищеної якості») - знову привернула увагу до особливої цінності та високої якості мінеральних вод. Рівно на 100 років молодшою є міжнародна Асоціація сертифікованих сомельє мінеральної води («Спілка водних сомельє» - Wassersommelier Union e.V. - WSU), члени якої працюють в Австрії, Швейцарії, Франції, Португалії, Румунії, Латвії, Тайвані, Індії, Сінгапурі, США, Чехії та Німеччині. Мінеральні питні, мінеральні лікувальні та джерельні води, представлені на виставці, яка супроводжувала цей захід, були детально «всліпу» продегустовані у межах конкурсу, а ті з них, що отримали найвищі оцінки, відзначені спеціальним знаком "WSU-mark", сертифікатом і печаткою "Certified & Approved by the Water Sommelier Union". Диференціацію мінеральних та джерельної води визначали на основі протоколів сенсорної оцінки з метою оприлюднення оптимальної придатності для поєднання з певними продуктами харчування, напоями та винами. Адже, як зазначено у документах Спілки, важливими для оцінки мінеральної води, мають бути мінеральний склад води (Директива 2009/54/ЄС), поживно-фізіологічна цінність, смак та особливості взаємодії відповідних сенсорних характеристик з певними стравами, з вином, кавою та іншими напоями.

Водні сомельє – це добре підготовлені, компетентні консультанти, які підвищують цінність природних мінеральних та природних лікувальних вод. Водних сомельє можна знайти в багатьох місцях, як в HORECA, так і в торгівлі напоями, на розливах мінеральної води і під час різноманітних заходів, адже сертифіковані сомельє не обмежуються сферою ресторанного господарства. У сфері експлуатації джерел мінеральної води (свердловини, перекачування та розливу) водний сомельє може працювати як експерт з маркетингових кампаній з доданою вартістю, а також здійснювати прямі продажі напоїв та гастрономічних продуктів - завдяки своїм глибоким знанням, він/вона інформує та консультує клієнтів у сфері громадського харчування та постачання напоїв щодо особливих характеристик та переваг брендів мінеральних вод, які вони представляють, таким чином підвищуючи визнання та обіг продукту в харчовій промисловості та виробництві напоїв.

Джерела інформації

1. Sensory Assessment for Water – URL: https://www.wassersommelier-union.com/wp-content/uploads/2019/12/WSU_Flyer_Sensory-Assessment.pdf.

РЕАГЕНТИ ГРУПИ ПОЛІМЕРНИХ ПОХІДНИХ ГУАНІДИНУ В СИСТЕМІ БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

¹Стрікаленко Т. В., д. мед. н., професор, ²Нижник Т. Ю., к. т. н.,
³Магльована Т. В., д. т. н., доцент

¹Одеський національний технологічний університет, м. Одеса
²НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ
³Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУГЗУ, м. Черкаси

Серед актуальних викликів, що постають чи не щоденно перед суспільством, пріоритетне місце займає біологічна небезпека. Саме про неї йде мова, коли ми розглядаємо екологічні і санітарно-епідеміологічні виклики, зокрема патогенну та навіть відносно патогенну мікрофлору природних і питних вод, забруднені стічні води і різноманітні відходи переважної більшості переробних і харчових виробництв, появу нових нозологічних одиниць як результат біологічної еволюції або штучно створеної біологічної зброї тощо. Перелік різноманітних реагентів для дезінфекції та знезаражування, здатних створювати прийнятну біологічну безпеку, постійно зростає, проте їх нераціональне використання («профілактичне») майже з такою ж швидкістю провокує зростання біологічної небезпеки. Приклади: антибіотико-резистентна мікрофлора, хлор-залежні *Pseudomonas aeruginosa* та *Escherichia coli*, резистентні до протитуберкульозних препаратів збудники цього захворювання (*Mycobacterium tuberculosis*) тощо. Не викликає сумніву потреба у безпечних реагентах, що мають обґрунтовану бактерицидну дію при відсутності побічних ефектів для людини і довкілля (біоти, індукції мутагенезу тощо). Метою роботи був аналіз (1) даних літератури стосовно важливості і причин відносної можливості створення в країні системи біологічної безпеки, та (2) матеріалів наукових досліджень, виконаних за участю авторів роботи, як приклад правомірності такого твердження.

До основних результатів дослідження по першому питанню можна віднести безсумнівний розвиток методології і методів наукових досліджень, що дозволяють все глибше пізнавати, досліджувати і розуміти навколишній світ (макро- і мікросвіт) і закономірності його розвитку. А тому висновки, зроблені на певному етапі пізнання, цілком правочинно на наступному етапі мають бути доповнені новими знаннями, можливостями і рішеннями. Теоретична значимість нових знань не підлягає сумніву, тоді як можливості і складності їх впровадження задля високої мети – біологічної безпечності продуктів і виробництв – часто зумовлені соціально-економічними, маркетинговими, інформаційними та іншими чинниками, традиціями тощо, які мають місце в кожній країні світу. Саме тому слід говорити про важливість, але відносну можливість створення системи біологічної безпеки, про якість кої трої свідчитимуть результати (здорові люди, біота і довкілля).

Результати наукових досліджень реагентів групи полімерних похідних гуанідину (ПГМГ), що виконувались в НТЦ «Укрводбезпека» у 1997-2021 рр., як і маркетинговий аналіз виробництва і використання ПГМГ у країнах світу, свідчать про наявність рішень і можливість включення реагентів на основі ПГМГ у розроблювану в Україні систему біологічної безпеки. Адже ефективність цих унікальних реагентів, що поєднують високі біоцидні якості (бактерицидні, фунгіцидні, віруліцидні, альгіцидні) з низькою токсичністю для людини і біоти, доведена результатами багаторічного використання у харчовій промисловості, у медичній, хімічній та будівельній галузях, у системах санітарно-епідеміологічного і ветеринарно-санітарного нагляду, для профілактичної чи вимушеної дезінфекції підприємств агропереробки, тваринницьких ферм тощо, а також для водозабезпечення житлово-комунального господарства, промислових підприємств і безпечного водоспоживання населення в штатних і екстремальних умовах.

ЗАЛІЗНИЙ КУПОРОС ЯК АКТИВАТОР РОЗКЛАДУ ПЕРІОДАТІВ У ПЕРЕДОВИХ ПРОЦЕСАХ ОКИСНЕННЯ

Сухацький Ю. В., к. т. н., Шепіда М. В., к. т. н., Дмитренко Т. С., Сірик К. М.,
Шварик Д. В., Лисак Д. М., Водько Б. Ю., Кононюк В. М.,
Сорока М. В., Знак З. О., д. т. н., професор

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Передові процеси окиснення, під час реалізації яких генеруються високореакційноздатні радикали і нерадикальні види, інтенсивно використовують для окиснювальної деградації біорезистентних N-вмісних органічних сполук – барвників, антибіотиків. Ці сполуки часто є забруднювачами водних середовищ. Невід’ємний елемент будь-якого передового процесу окиснення – окиснювальний агент, що є основним джерелом реакційних форм. На сьогодні все більшу увагу дослідників привертають періодати, до переваг яких, порівняно із традиційними окисниками, зокрема з гідрогену пероксидом, належать термічна стабільність, зручність під час зберігання і транспортування [1]. Посиленого генерування реакційних видів досягають внаслідок дії фізичних (наприклад, ультразвукової чи гідродинамічної кавітації) та/або хімічних (сполук d-елементів) чинників. Найчастіше як активатори розкладу окиснювальних агентів застосовують сполуки заліза. Такий тип активації знаходиться в основі процесу Фентона та Фентон-подібних процесів.

Використання калію періодату, активованого ультразвуком (УЗ) та залізним купоросом впродовж 600 с, дало змогу досягнути ступеня окиснювальної деградації діазобарвника конго червоного (КЧ) 97,2 % (рис. 1).

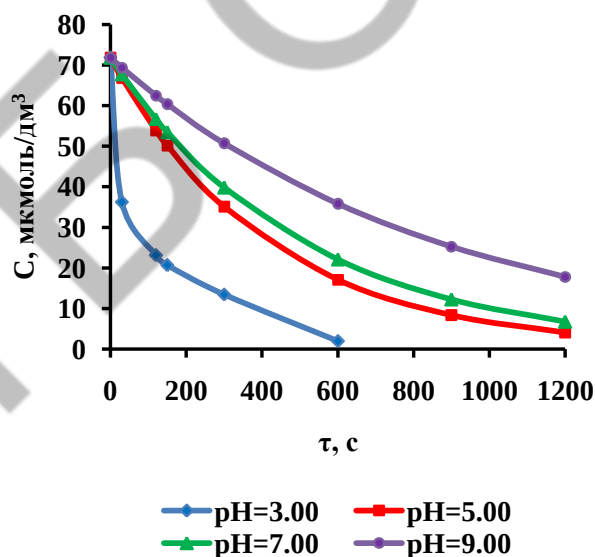
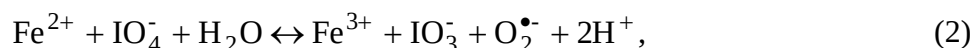
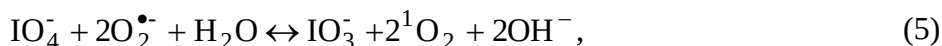


Рис. 1. Вплив початкового pH водного розчину конго червоного на його деградацію (експериментальні умови: $V = (150 \pm 1) \text{ см}^3$, $C_0 (\text{КЧ}) = 71,8 \cdot 10^{-6} \text{ моль/дм}^3$, температура – $(20 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$, мольне співвідношення $\text{КЧ}:\text{KIO}_4:\text{FeSO}_4 = 1:10:5$, питома потужність ультразвукового кавітаційного оброблення – $68,0 \text{ Вт/дм}^3$)

Гідроксильні радикали ($\cdot\text{OH}$) та супероксидний аніон-радикал ($\text{O}_2^{\cdot-}$) утворюються внаслідок сонолізу води (реакція 1), активації періодатів йонами Fe^{2+} (реакція 2) та взаємодії $\text{Fe}(\text{II})$ з розчиненим у воді киснем (реакція 3):



$\text{O}_2^{\bullet-}$ є попередником синглетного кисню:



що відіграє важливу роль у деградації органічних забруднювачів водних середовищ.

Ступінь деградації КЧ з використанням тільки дії ультразвукової кавітації, тільки реагентного оброблення ($\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4$) та комбінованого процесу ($\text{УЗ}/\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4$) впродовж 600 с дорівнював відповідно 4,1; 66,6 та 97,2 % (рис. 2).

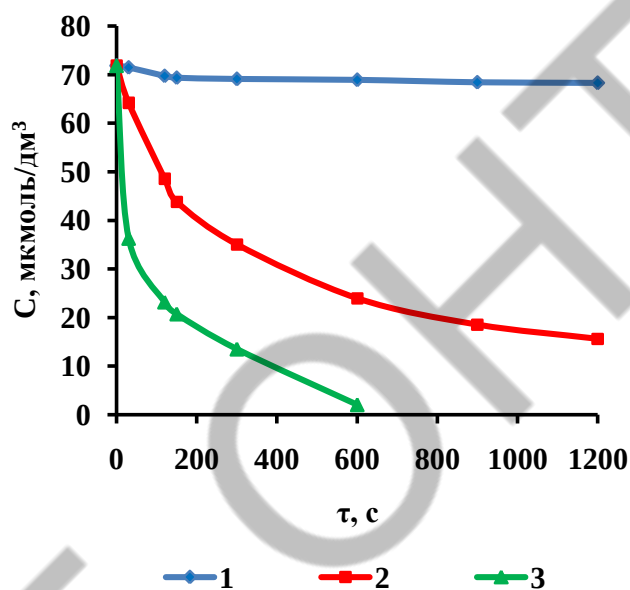


Рис. 2. Залежність концентрації КЧ від тривалості оброблення з використанням:
1 – УЗ; 2 – $\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4$; 3 – $\text{УЗ}/\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4$
(експериментальні умови: $V = (150 \pm 1) \text{ см}^3$, $C_0 (\text{КЧ}) = 71,8 \cdot 10^{-6} \text{ моль/дм}^3$, температура – $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, мольне співвідношення $\text{КЧ}:\text{KIO}_4:\text{FeSO}_4 = 1:10:5$, $\text{pH} = 3,00 \pm 0,01$, питома потужність ультразвукового кавітаційного оброблення – $68,0 \text{ Вт/дм}^3$)

Синергетичний коефіцієнт (f) для комбінованого процесу ($\text{УЗ}/\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4$) розраховували на основі значень констант швидкості

$$f_{\text{УЗ}/\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4} = \frac{k_{\text{УЗ}/\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4}}{k_{\text{УЗ}} + k_{\text{KIO}_4/\text{FeSO}_4}} = \frac{9,071 \cdot 10^{-3}}{0,235 \cdot 10^{-3} + 3,296 \cdot 10^{-3}} = 2,57. \quad (6)$$

Синергізм ультразвукової (УЗ) та реагентної (з використанням залізного купоросу) активації періодатів був зумовлений утворенням комплексу потужних окисників – ${}^1\text{O}_2$, $\text{IO}_3^\bullet$, $\text{OH}^\bullet$, $\text{IO}_4^\bullet$ [1].

Джерела інформації

1. Periodate-based oxidation focusing on activation, multivariate-controlled performance and mechanisms for water treatment and purification / [L. Yang, L. He, Y. Ma et al.] // Separation and Purification Technology. – 2022. – Vol. 289. – Article ID 120746.

ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У ПРОЦЕСАХ ОЧИСТКИ ВОДИ

Тимчук А. Ф., к. х. н., доцент, Бабенко А. В.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, м. Одеса

Постійне вдосконалення технологій очищення води призводить до зростання інтересу до більш економічних та простих методів з використанням екологічних реагентів. Увагу дослідників привертають природні полімери, серед яких солі альгінової кислоти, хітин, хітозан. Їх застосування обумовлено незвичайними біологічними властивостями – біосумісністю, здатністю до біодеградації, низькою токсичністю та доступністю сировини. Завдяки своїм унікальним властивостям, природні полімери застосовуються також в фармакології, медицині, біотехнології, харчовій і парфумерній промисловості, сільському господарстві.

Цікавість до вивчення розчинів водорозчинних природних полімерів значно зросла в останній час, що пов'язано з перспективою їх використання в процесах водопідготовки та очистки води [1]. В літературі більше досліджень присвячено водним розчинам сумішей поліелектролітів з протилежно зарядженими ПАР, завдяки широкому застосуванню таких систем і поширеності у природі. Ці системи доцільно використовувати в якості вискоєфективних наносорбентів або флокулянтів [2].

Метою досліджень було вивчення поверхнево-активних та реологічних властивостей біополімерів хітозану, альгінату натрію та їх полімер-колоїдних комплексів с поверхнево-активними речовинами, що можуть служити альтернативою використання синтетичних флокулянтів в водоочистці.

Дослідження показали, що в присутності протилежно заряджених поверхнево-активних речовин відбуваються значні зміни реологічних властивостей досліджуваних біополімерів, що проявляють властивості поліелектролітів. Додавання поверхнево-активних речовин призводить до підвищення в'язкості розчинів. Відбувається зміна гідродинамічних параметрів досліджуваних систем, а саме, середньоквадратичного радіусу та відстані між кінцями макромолекулярного ланцюгу, гідродинамічного об'єму макромолекул, тобто відбувається значна зміна конформації макромолекул. Кооперативне зв'язування молекул полімерів призводить до зміни поверхнево-активних властивостей – зниженню поверхневого натягу розчинів з 70 мН/м до 40 мН/м. Спостерігається синергетична дія ПАР в утворенні комплексів, що є більш гідрофобними. Їх гідрофобність сприяє найкращим сорбційним та флокуляційним здатностям у порівнянні з біополімерами.

Використання досліджуваних систем було апробовано на суспензіях донних відкладень. Найбільшу флокулюючу здатність проявив хітозан, завдяки катіонній природі. Альгінат натрію в певних межах теж є ефективним флокулянтом, але при підвищенні концентрації проявляє стабілізуючі властивості.

Джерела інформації

1. Guzmán E. Polymer–surfactant systems in bulk and at fluid interfaces / Guzmán E., Llamas S., Maestro A., Fernández–Peña L., Akanno A., Miller R., Ortega F., Rubio R. G. // *Adv. Colloid Interface Sci.* – 2016. – Vol. 233, – P. 38–64.
2. Тимчук А. Ф. Інтенсифікація процесів вилучення ПАР / А.Ф. Тимчук, А.В. Бабенко // *Збірник наукових статей дев'ятої міжнар. наук. конф. Комп'ютерне моделювання в хімії та технологіях і системах сталого розвитку – КМХТ–2021.* Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2021 – 340 с. – С. 265–268.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Фіалковська Л. В., к. т. н., доцент

Державний торговельно-економічний університет
Вінницький торговельно-економічний інститут, м. Вінниця

Концепція забезпечення безпечності та екологічності виробництва в даний час набуває надзвичайно важливого значення і залишається актуальною для харчових та переробних галузей агропромислового комплексу.

Екологічні нововведення впроваджують у декількох напрямках. Уся сукупність методів охорони довкілля, що дозволяє звести до мінімуму скидання і викиди в біосферу як матеріальних, так і енергетичних забруднень, в сучасній промисловій екології ділиться на пасивні і активні [1, 2].

Активні (технічні і технологічні) методи боротьби із забрудненнями природного довкілля можуть здійснюватися такими шляхами:

1. зведення до мінімуму відходів шляхом уловлювання викидів, стоків і відходів не у формі забруднень, а у вигляді корисних матеріалів, вторинної сировини для промисловості;
2. заміна початкової сировини і вдосконалення технологічних режимів з метою отримання побічних продуктів в безпечній формі, що адаптується до природних станів;
3. створення маловідходних, реутилізаційних і ресурсозберігаючих технологій.

Найбільш перспективним серед активних методів охорони довкілля і раціонального природокористування екологі вважають третій напрям, тобто створення маловідходних, реутилізаційних і ресурсозберігаючих технологій, поєднання яких дістало умовну назву безвідходних технологій.

У програмі Організації об'єднаних націй щодо довкілля (ЮНЕП ООН) і документів Європейської економічної комісії Організації об'єднаних націй (ЄЕК ООН) введені визначення таких технологій [3-6]., у тому числі:

Маловідходна технологія - це технологія, що дозволяє отримати мінімум твердих, рідких, газоподібних і теплових відходів і викидів.

Реутилізаційна технологія - це ланцюг технологічних процесів, де відходи одного процесу стають матеріальною або енергетичною сировиною для іншого (передбачається використання цієї сировини без залишку). Використання такої технології може наблизити промислове виробництво до теоретичного мінімуму відходів, рівного відходам в біосферних циклах (не більше ніж 2% від загального кругообігу речовин і енергії, що беруть участь в процесі).

Ресурсозберігаюча технологія - це виробництво і реалізація кінцевих продуктів з мінімальною витратою речовини і енергії на усіх етапах виробничого циклу і з найменшою дією на людину і природні системи. При цьому повинні враховуватися усі витрати на проміжні етапи виробництва. Ресурсозберігаюча технологія включає вимогу мінімізації використовуваних природних ресурсів і мінімального порушення природних умов.

Виходячи з поєднання трьох названих технологій ЄЕК ООН дає узагальнене визначення безвідходних технологій.

Безвідходна технологія - це спосіб виробництва продукції, при якому найраціональніше і комплексно використовується сировина і енергія в циклі: сировинні ресурси - виробництво - споживання - вторинні сировинні ресурси, в результаті чого будь-які дії на довкілля не порушують її нормального функціонування. У найбільш загальному вигляді розвиток і розширення масштабів створення безвідходних технологічних процесів і виробництв може здійснюватися за чотирма магістральними напрямками:

1. перехід на нові технологічні процеси, що виключають утворення відходів;
2. переведення в замкнутий цикл усіх видів виробництва, що використовують з техноло-

гічною метою технологічні компоненти багатократного застосування;

3. створення виробничих комплексів із замкнутою системою потоків сировини, енергії та відходів;

4. повернення тимчасово невживаних відходів до природного середовища в стані, придатному для відновлення природними біодеструкціями до природних речовин.

На основі зроблених рекомендацій в промисловій екології існує декілька шляхів створення безвідходних технологій і виробництв, в основу яких покладені інженерні принципи раціонального природокористування [1, 5]:

1. системний підхід до проблем природокористування і охорони довкілля;

2. використання замкнутого кругообігу речовин і енергії в природі - як основи моделювання прогресивної безвідходної технології;

3. використання еталонних екологічних моделей технологічних процесів для створення і експлуатації реальних;

4. проведення аналізу технічних рішень на основі принципів їх ефективності з урахуванням вимог охорони довкілля і основ раціонального природокористування на стадіях проектування і апробації.

Проектування очисних споруд. Для захисту від забруднень прісних вод в проектах необхідно передбачати проведення технологічних і технічних заходів.

Технічні заходи передбачають очищення стічних вод перед скиданням їх в водойми, а також застосування повторного і зворотного водозабезпечення підприємства.

Виробництва в значних кількостях використовують питну воду. Забруднюючись відходами виробництва, вона перетворюється в стічну воду і відводиться в каналізаційну систему підприємства. Забруднювання, які містяться в стоках, розрізняють за розмірами часточок, хімічний природі і фізико-хімічним показникам. До води надходять органічні і неорганічні речовини, різного роду бактерії.

В стічних водах всі забруднення здебільшого перебувають у вигляді суспензій, емульсій, колоїдних і молекулярних розчинів. Тому такі виробничі води перед скиданням в каналізацію слід очищувати.

Проблема очищення виробничих стічних вод стоїть дуже гостро.

Механічне очищення зазвичай використовують в якості основного. До складу сучасних локальних споруд входять механізовані решітки, пісковловлювачі, відстійники, флотаційні жирословки.

Для локального очищення від домішок неорганічного походження і жиру використовують гідроциклони, в яких затримується близько 70 % зважених речовин. Особливий інтерес представляють двоступеневі гідроциклони, в яких перший ступінь служить для очищення води від жиру, другий – для видалення зі стічної води часточок (шматочків). Високий ступінь очищення можна досягнути при використанні трубоциклонних апаратів.

З метою зневоднення осаду, який утворюється в результаті очищення стічних вод, застосовують центрифуги типу ОГШ (осаджувальні горизонтальні шнекові), які знижують вологість осаду до 40-55 %.

Серед **фізико-хімічних методів** обробки стічних вод необхідно виділити термічний, каталітичний, сорбційний і методи флотації.

Високу ефективність при обробці стічних вод можна отримати при використанні рідинно-фазного окислення і термічного спалювання. Для цього використовують багатоступеневі установки. Встановлено, що спосіб термічного опалювання є найбільш ефективним, однак з економічної точки зору цей спосіб доцільно застосовувати при використанні на підприємствах теплових агрегатів і рекуперації тепла.

В останній час для очищення стічних вод на підприємствах успішно застосовують флотацію.

Флотація – складний фізико-хімічний процес, під час якого відбувається вилучення з рідини зважених колоїдних часточок, що утворились після прилипання до пухирців (газу) повітря, який диспергується в рідину. При цьому прикріплені до пухирців часточки бруду спливають

на поверхню, утворюючи шар піни з більш високою, ніж у вихідній рідині, концентрацією часточок. Методи флотації розрізняють за механізмом утворення пухирців газу: механічне диспергування повітря в потоці рідини (імпельярна, пневматична флотація); перенасичення рідини газом за рахунок електролізу води (електрофлотація). Найбільшого поширення у вітчизняній практиці отримали імпельярна, напірна і електролітична флотації.

Таким чином, флотація дозволяє підвищити ефективність видалення жиру. В той же час речовини, які знаходяться в стічних водах в колоїдному стані, за допомогою флотації практично не вилучаються. Втрата цінних речовин не тільки наносить збиток підприємству, але й через високі значення ГДК стоків створює проблеми при скиданні вод до міських колекторів.

Метод хімічної обробки стічних вод неорганічними коагулянтами відомий доволі давно. В розвитку реагентних способів очистки особливе місце займають природні і синтезовані високомолекулярні речовини, які називаються флокулянтами. Вони являють собою нерозчинні в воді речовини, які при контакті з грубо-дисперсними і колоїдними часточками забруднень утворюють трьохмірні структури (агрегати, пластівці, комплекси).

Серед флокулянтів перевагу надають полімерам природного походження, чия перевага у відсутності токсичних властивостей і повній безпечності для організму людини. Разом з тим, попри те, що хімічні способи очищення стічних вод є перспективними, їх реалізація стримується складністю установок для коагуляції і осадження, складністю обробки осаду, дефіцитом реагентів і високими експлуатаційними витратами.

Біохімічні методи очищення дозволяють очищувати воду від речовин, що перебувають в ній в розчиненому стані. Цей метод заснований на спроможності мікроорганізмів використовувати в якості субстратів багато органічних і неорганічних речовин, які містяться в стічних водах. До недоліків цих методів варто віднести необхідність відведення великих земельних ділянок, розповсюдження неприємних запахів, залежність ефективності очищення від кліматичних і погодних умов, рельєфу місцевості і освітленості сонцем.

В залежності від специфіки підприємств і їх територіального розташування можливе застосування того чи іншого способу очищення стічних вод. Для централізованого управління виробництвом в комплексі з очисними спорудами в проєкті доцільно передбачати систему автоматичного управління комплексом очисних споруд.

Висновки. Складність очищення таких стічних вод зумовлена полідисперсним складом забруднень та поєднанням органічних, неорганічних розчинних і нерозчинних сполук, які утворюють стійкі колоїди та дисперсні системи.

Для цього необхідне створення систем очищення води, які забезпечуватимуть достатню для повторного використання якості очищення.

Обґрунтування вибору методу очищення води конкретного підприємства залежить головним чином від складу забруднюючих її речовин, у кожному випадку потребує експериментальних досліджень ефективності використання конкретного методу очищення, видів та дозування реагентів.

Джерела інформації

1. Бандура В. М., Гунько І. В., Паламарчук І. П., Фіалковська Л. В., Берник І. М. Проєктування технологічних процесів та підприємств для переробки і зберігання сільського сподарської продукції: Вінниця: ВНАУ, 2012. С. 250.
2. Пилипенко О. Розвиток харчової промисловості України. Наукові праці НУХТ. 2017. № 3. С. 15–25.
3. Пашков А. Проблеми забруднення поверхневих, підземних і стічних вод та заходи щодо їх ліквідації і запобігання в Україні. Безпека життєдіяльності. 2011. № 4. С. 10–16.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. Міністерство екології та природних ресурсів України, 2016. 350 с.
5. Басюк Т. П. Екологічний аспект в аналізі інвестиційних проєктів підприємств харчової промисловості. Харчова промисловість. 2013. № 14. С. 170–175.
6. Левандовський Л. В., Бублієнко Н. В., Семенова О. І. Природоохоронні технології та обладнання: Підруч. Київ : НУХТ, 2013. 243с.

DRINKING WATER QUALITY: PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT

¹Hats A. O., PhD student, ²Voitenko A. G., Bachelor student, ¹Voitenko L. V., Candidate of Chem Sci, docent

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBiP),

²National University of Food Technologies (NUFT), Kyiv

Introduction. Drinking water must be safe for human consumption and have good organoleptic properties. Additionally, it is a source of a few biologically active constituents such as Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Fluorine, Iodine, Selenium, etc. There is no consensus among researchers about the negative consequences of the long-term use of demineralized water, in which essential elements are absent [1, 2]. Unambiguously interpreted experimental data on the effect of hard water containing high concentrations of calcium and magnesium on human health has not been obtained either. So, according to the WHO's position, hard water does not adversely affect humans, although this statement is also not supported by reliable data [3]. But other authors noted the negative impact of high water hardness [4, 5].

Materials and methods. The main Ukrainian normative guidelines of drinking water quality [6] include Appendix the 4th which is named "Indicators of the physiological completeness of the mineral composition of drinking water". We used these recommendations as a basic list of parameters which are determined the physiological assessment of drinking water for human consumption. Math treatment of quantitative water quality index (WQI) was done using the own Python program product "WODA" (Water For Different Application) [7].

Results and discussion. Results and discussion. The first step of drinking water quality (WQ) assessment as a water quality physiological index (FWQI) development is to choose the list of water quality parameters. We included the parameters that are recommended in Ukrainian State Hygienic Requirements [6]. The second step in the traditional pathway of WQI is to determine the weight coefficients of each WQ parameter. We used another approach according to the concept of united desirability assessment based on Harrington's desirability function (Table 1). All physiological parameters have a so-called two-side limitation, contra to the traditional one-sided limitation in the form of the maximum permitted concentration (MPC). Step 3 – aggregation of sub-indexes (partial desirabilities d_i) – is realized as geometric mean D_i .

The realization of the proposed approach it was demonstrated in the example of FWQI calculation for two real water samples – i) tap water, Kyiv, Geroyiv Oborony st., 17, Building # 2 of NUBiP of Ukraine; and ii) mineral water "Polyana Kvasova". Data on the chemical composition of mineral water (Table 2) was taken in the article [8], and tap water was analyzed in measuring laboratory of Analytical, Bioinorganic chemistry, and Water Quality Department of NUBiP.

The results of the calculation as screens are presented in Fig. 1 and 2. The FWQI assessment of tap water demonstrates satisfactory quality and a quantitative score of 63 %. But the result of the mineral water assessment would be shocking and paradoxical. One of the most popular mineral water in Ukraine was assessed as having satisfactory quality (39 %). Two parameters (total alkalinity and TDS – total dissolved solids) are out of the scale of partial desirability because the drinking water usually doesn't contain a such high total concentration of dissolved electrolytes and hydrocarbonates content (total alkalinity or temporary hardness). How to interpretative these results? Only as understanding that mineral water isn't intended for regular consumption as drinking one. In addition, mineral water may contain specific dissolved constituents, such as borate acid in "Polyana Kvasova". The concentration of Boron in this water exceeds MLC for drinking water a few times.

Table 1. Two-sided limitation as a partial Harrington's desirability function d_i of the WQ physiological completeness parameters

WQ parameters	Partial desirability (d_i) value scale and description of the category									
	0,00-0,20 Very bad	0,20-0,37 Bad	0,37-0,63 Satisfactory	0,63-0,80 Good	0,80 – 1,00 Very good	1,00 – 0,80 Very good	0,80 – 0,63 Good	0,63 – 0,37 Satisfactory	0,37 – 0,20 Bad	0,20 – 0,00 Very bad
Total hardness, mmol/L	0-0,2	0,2-0,7	0,7-1	1-1,5	1,5-2	2-3,5	3,5-5	5-7	7-10	10-20
Total alkalinity, mmol/L	0-0,1	0,1-0,4	0,2-0,4	0,4-0,5	0,5-2,4	2,4-3	3-4,5	4,5-7	7-10	10-25
I, $\mu\text{g/L}$	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-50	50-100	100-500	500-1000
K, mg/L	0-2	2-4	4-5	5-10	10-15	15-20	20-40	40-50	50-70	70-500
Ca, mg/L	0-5	5-15	15-20	20-25	25-50	50-75	75-100	100-130	130-250	250-20000
Mg, mg/L	0-3	3-5	5-8	8-10	10-30	30-50	50-75	75-100	100-200	200-15000
Na, mg/L	0-2	2-4	4-6	6-10	10-15	15-20	20-200	200-350	350-500	500-10000
Dry residue (TDS), mg/L	0-50	50-80	80-100	100-200	200-350	350-500	500-1000	1000-1500	1500-3000	3000-10000
F ⁻ , mg/L	0-0,05	0,05-0,2	0,2-0,5	0,5-0,7	0,7-0,95	0,95-1	1-1,2	1,2-1,5	1,5-3	3-20
pH, units of pH	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7,5	7,5-8,5	8,5-9	9-9,5	9,5-10	10-11

Table 2. Chemical composition of tap water (NUBiP building # 2), own data

WQ parameter	Units	Content	WQ parameter	Units	Content
Total hardness	mmol/L	6,50	Potassium K	mg/L	5
Total alkalinity	mmol/L	6,35	Sodium Na	mg/L	15
Iodine I	$\mu\text{g/L}$	78	Fluorides F ⁻	mg/L	0,23
Calcium Ca	mg/L	110	Dry residue (total dissolved solids)	mg/L	565
Magnesium Mg	mg/L	12	pH	units of pH	7,1

Table 3. Chemical composition of "Polyana Kvasova" [8]

WQ parameter	Units	Content	WQ parameter	Units	Content
Total hardness	mmol/L	6,85	Potassium K	mg/L	55
Total alkalinity	mmol/L	122,9	Sodium Na	mg/L	3009
Iodine I	$\mu\text{g/L}$	50	Fluorides F ⁻	mg/L	0,23
Calcium Ca	mg/L	107	Dry residue (total dissolved solids)	mg/L	11270
Magnesium Mg	mg/L	18	pH	units of pH	7,2

Conclusion

It was developed the approach for the assessment of physiological water completeness based on the Ukrainian State Standard of Drinking water requirements. The 100-score scale of quality was done using so-called partial desirabilities of the WQ parameters and their aggregation as geometric mean as united Harrington desirability function. It was shown the limitation of a model, which may be applied to freshwater only, not mineral waters.

Type of water use: Assessment of physiological completeness

Language selection: English

Save protocol as Excel file

Clear the tribute entry field

SAR-calc

Stebler's irrigation coefficient-calc

© Andrii Voitenko - 2022
AndriiVoitenkoKyiv@gmail.com

Name:	Measured value:	Partial desirability (di):
1 Total hardness [mmol/L]	6.5	Satisfactory (44.00 %)
2 Total Alkalinity (temporary hardness) [mmol/L]	6.35	Satisfactory (44.00 %)
3 Iodine I [mc/L]	78	Satisfactory (49.00 %)
4 Potassium K [mg/L]	5	Satisfactory (63.00 %)
5 Calcium Ca [mg/L]	110	Satisfactory (55.00 %)
6 Magnesium Mg [mg/L]	12	Very good (99.00 %)
7 Sodium Na [mg/L]	15	Very good (100.00 %)
8 Dry residue (total dissolved solids) [mg/L]	565	Goodly (78.00 %)
9 Fluorides F [mg/L]	0.23	Satisfactory (40.00 %)
10 pH	7.1	Very good (100.00 %)

Final quality assessment: Satisfactory (63.00 %)

Type of water use: Assessment of physiological completeness

Language selection: English

Save protocol as Excel file

Clear the tribute entry field

SAR-calc

Stebler's irrigation coefficient-calc

© Andrii Voitenko - 2022
AndriiVoitenkoKyiv@gmail.com

Name:	Measured value:	Partial desirability (di):
1 Total hardness [mmol/L]	6.85	Satisfactory (39.00 %)
2 Total Alkalinity (temporary hardness) [mmol/L]	122.9	Out-of-scale value
3 Iodine I [mc/L]	50	Satisfactory (63.00 %)
4 Potassium K [mg/L]	55	Badly (33.00 %)
5 Calcium Ca [mg/L]	107	Satisfactory (58.00 %)
6 Magnesium Mg [mg/L]	18	Very good (100.00 %)
7 Sodium Na [mg/L]	3009	Very bad (3.00 %)
8 Dry residue (total dissolved solids) [mg/L]	11270	Out-of-scale value
9 Fluorides F [mg/L]	0.24	Satisfactory (41.00 %)
10 pH	7.2	Very good (100.00 %)

Final quality assessment: Satisfactory (39.00 %)

Figure 2. Calculation data of FWQI: A – tap water; B – mineral water

References

1. Verma K.C., Kushwaha A.S. Demineralization of drinking water: Is it prudent? *Med J Armed Forces India*. 2014. Vol. 70, No 4. P. 377-379.
2. Rosborg I., Kozisek F. Drinking Water Minerals and Mineral Balance: *Importance, Health Significance, Safety Precautions*. Springer Cham., 2019. P. 25-99.
3. Sengupta P. Potential health impacts of hard water. *Int J Prev Med*. 2013. Vol. 4, Issue 8. P. 866-875.
4. Рудько Г. І., Адаменко О.М. Вступ до медичної геології. Київ, 2010. Т.2. С. 110-116.
5. Гончарук В. В. Хімія води і проблеми питного водопостачання. *Світогляд*. 2009. №4. С. 18-27.
6. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПін 2.2.4-171-10. № 452.17747. [Чинний від 01.07.2010]. К.: Міністерство охорони здоров'я України, 2010. 48 с.
7. Voitenko L., Voitenko A. Integrated assessment of irrigation water quality based on Harrington's desirability function. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*. Vol. 1, Issue 1. P. 55-58.
8. Чопей І.В., Мигович І.І. Вплив комплексного використання мінеральної води «Поляна Квасова» та озонотерапії на кислото утворюючу функцію шлунка у хворих із гастро-езофагеальною рефлексною хворобою на етапі санаторно-курортного лікування. *Науковий вісник Ужгородського університету, Серія «Медицина»*. 2011. Вип. 40. С. 181-184.

СОРБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Худоярова О. С., к. т. н., доцент

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, м. Вінниця

Однією з провідних галузей промисловості України є виробництво харчових продуктів та напоїв, для яких є характерним високе споживання води і утворення великої кількості висококонцентрованих стічних вод. Серед підприємств харчової галузі важливе місце за об'ємами спожитої води та обсягами стоків займають заводи безалкогольних напоїв, на яких практично відсутні очисні споруди. Тому розробка та застосування модернізованих технологій підготовки та використання води на таких підприємствах є важливим завданням цієї галузі.

Під час виробництва безалкогольних напоїв вода витрачається на варіння сиропу, приготування купажу, охолодження сиропу, мийку обладнання, пляшок, технологічних трубопроводів і на роботу холодильно-компресорних установок. Тобто джерелами стічних вод є практично всі стадії виробництва. Для цієї суміші стічних вод характерний широкий діапазон коливань рівня рН і температури, а також надзвичайно високий вміст забруднюючих речовин, як правило, у розчиненому вигляді.

Для очищення водно-цукрових розчинів цукрових виробництв, а також виробництва безалкогольних напоїв широко використовуються адсорбційні методи очищення з використанням різних марок активованого вугілля, наприклад, активоване деревне подрібнене вугілля БАУ-А. Його виготовляють з екологічно чистої сировини (деревини берези) під впливом водяної пари при температурі 800–950°C з подальшим подрібненням. Даний сорбент є пористим матеріалом з сильно розвинутою сорбційною поверхнею, широким діапазоном пор. Це дає можливість ефективного використання БАУ-А для очищення рідких середовищ від широкого спектра домішок (від дрібних, порівняних з молекулами йоду, до молекул жирів, масел, нафтопродуктів та хлорорганічних сполук).

Відпрацьоване активоване вугілля після промивання вивантажують і направляють на регенерацію. Для видалення золи вугілля спочатку кип'ятять в 1-4% хлоридній кислоті, а для видалення поглинутих фарбуючих речовин в 1% розчині натрій гідроксиду. Потім, після висушування вугілля, в печах при 500–600°C піддають крекінгу органічні речовини, поглинені вугіллям. При цьому, пори вугілля частково блокуються утвореним киснем і адсорбційна здатність вугілля знижується на 10-20%. Втрати порошкоподібного вугілля при регенерації складають 5-10%. Одним з методів регенерації вугілля може бути термічна обробка при 800°C без доступу повітря. При цьому більшість органічних сполук розкладається до вуглецю і летких сполук.

Також як сорбенти для очищення водно-цукрових розчинів в Україні пропонується використання природних дисперсних мінералів, наприклад, монтморилоніту та глауконіту. Завдяки пористій структурі та високорозвиненій поверхні такі мінеральні сорбенти здатні селективно вилучати з водних розчинів різні забруднюючі речовини. Важливим при цьому є не лише очищення води, а й повторне її використання в замкнених виробничих циклах. До переваг адсорбційного методу очищення водно-цукрових розчинів відносять: можливість видалення забруднень практично до мінімальної залишкової концентрації незалежно від їхньої хімічної стійкості та відсутність вторинних забруднень.

Для практичного використання вуглецевих адсорбентів в цукровій промисловості важливою обставиною є їх здатність зберігати властивості після багаторазової регенерації. Сучасні технології виробництва безалкогольних напоїв повинні відповідати комплексному ви-

рішенню питань енерго-, ресурс- та екологозбереження. Згідно цього, сучасне виробництво цукру повинно передбачати такі взаємопов'язані технологічні процеси: додаткове очищення технічної води та збільшення її частки в оборотних промислових циклах; додаткове використання регенованих фільтруючих речовин (активованого вугілля, кізельгуру, інших штучних або природних сорбентів); розроблення модульних технологій з використанням багатоступеневих адсорбційних установок з послідовним введенням сорбенту. Такий підхід дозволяє повторно використовувати регеновані сорбенти та технологічну воду, зменшити матеріальні і енергетичні витрати і, як наслідок, зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Ці принципи положення стосуються і стадії очищення водного цукрового сиропу виробництва безалкогольних напоїв. Незважаючи на велику кількість сучасних методів очищення води від органічних домішок: нано-, ультра-, мікрофільтрація, коагуляція, реагентне оброблення, фотокаталіз – адсорбція активованим вугіллем залишається одним з найбільш ефективних методів очищення промислової води від органічних домішок. Однак значна кількість активованого вугілля та інших сорбентів, що застосовуються у харчовій промисловості, повторно не використовується, що пов'язано із складністю його регенерації та суттєвими матеріальними затратами. Таким чином, на сьогодні актуальним є дослідження регенерації та повторного використання сорбентів, що використовуються у виробництві безалкогольних напоїв.

Встановлено можливість регенерації [1, 2] відпрацьованого (після стадії очищення цукрового сиропу) промислового сорбенту (AB+K), що складався із активованого вугілля (AB) марки Деколар А і кізельгуру (K) промислових марок Бекогур 200 і Бекогур 3500, з метою подальшого його використання для локального сорбційного очищення стічних вод окремих виробництв. Показано, що стадійне оброблення відпрацьованого сорбенту (AB + K) водою, а далі 1,25 % NaOH (або послідовно 1 % NaOH та 4 % HCl) дозволяє на 100 % відновити сорбційну ємність дослідженого сорбенту. Встановлено раціональні параметри процесу регенерації сорбенту (AB + K) : масове співвідношення (AB + K) : H₂O = 1 : 4; час проведення регенерації 45–60 хв; температура процесу 50–60°C; інтенсивність перемішування реакційної маси 200 об/хв. Рентгенофазовим дослідженням поверхні зразків сорбенту (AB + K) підтверджено, що відновлення після регенерації його сорбційної ємності пов'язано з проходженням, в першу чергу, кислотно-основних хімічних реакцій на матричній поверхні сорбентів. Встановлена можливість ефективного використання регенованого сорбенту (AB + K) для очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок [3]. Розроблено принципову технологічну схему ділянки регенерації відпрацьованого сорбенту (AB + K) та очищення промислової води в замкнених циклах виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок [4]. Встановлено, що кількість органічних домішок за один цикл зменшується в 2,9 рази, що вказує на ефективність запропонованого методу очищення.

Джерела інформації

1. Ranskiy A.P. Regeneration of Sorbents Mixture after the Purification of Recycled Water in Production of Soft Drinks / A.P. Ranskiy, O.S. Khudoyarova, O. A. Gordienko, T. S. Titov, R. D. Kryklyvyy // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2019. – Vol. 41 (5). – P.537–542.
2. Спосіб регенерації суміші активованого вугілля та кізельгуру від органічних забруднювачів: патент 134391 Україна: C01B32/30, C01B32/36, B01J20/34 / О.С. Худоярова, А.П. Ранський, О.А. Гордієнко та ін. – № у 2018 12909; заявл. 26.12.2018; опубл. 10.05.2019, Бюл. № 9. – 4 с.
3. Худоярова О.С. Оптимізація очищення водного цукрового сиропу регенерацією суміші сорбентів / О.С. Худоярова, А.П. Ранський, О.А. Гордієнко та ін. // III Міжнародна (XIII Українська) наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених, 25–27 березня 2020 р., Вінниця, Україна. – ДонНУ імені Василя Стуса, 2020, С. 145.
4. Худоярова О.С. Комплексне сорбційне очищення промислових стічних вод від сульфід- та купрум(II)-іонів: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.21 / Худоярова Ольга Степанівна. – Київ, 2021. – 170 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ЕЛЕКТРОЛІЗУ КУХОННОЇ СОЛІ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПИТНОЇ ВОДИ

Чащина Т. Ю., студентка, Омельченко М. П., к. т. н., доцент,
Коваленко Л. І., к. т. н., ст. наук. співробітник

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ

Традиційно для знезараження питної води в Україні використовується хлорування рідким хлором. При цьому на фільтрувальні станції постачається рідкий хлор в контейнерах або балонах, який випаровується, змішується з чистою водою, утворюючи хлорну воду, якою і знезаражується вода, що очищається. Рідкий хлор є небезпечною речовиною, пари якої є сильнодіючою отруйною речовиною. Основними недоліками хлору є [1]:

- підвищені вимоги до перевезення і зберігання;
- потенційний ризик нанесення шкоди здоров'ю персоналу та мешканцям населеного пункту у разі витоку;
- утворення у очищеній воді побічних шкідливих продуктів дезинфекції – тригалометанів.

Тому діють жорсткі правила експлуатації установок із застосуванням рідкого хлору, зокрема потрібне створення захисних зон, кваліфікований персонал.

В місті Краматорську склалася ситуація, в якій фільтрувальна станція з хлорним господарством виявилася в центрі житлового мікрорайону. При проектуванні та будівництві водоочисних споруд це була околиця міста, та з розвитком житлового будівництва станція опинилася в нинішньому стані. Особлива загроза експлуатації хлорного господарства виникла при воєнних діях, які мали місце в місті у 2014 році, коли Краматорськ захопили терористичні елементи. Персонал фільтрувальної станції протягом двох місяців напружено захищав склад хлору від можливого пошкодження вибуховими пристроями. Тому виникла нагальна потреба застосування безпечних реагентів для знезараження води, зокрема гіпохлориту натрію.

Цей хімічний реагент можна отримувати двома шляхами – купівлею готового товарного продукту і приготуванням на місці з використанням електролізу розчину кухонної солі [2]. Дезинфекція води за допомогою гіпохлориту натрію, в порівнянні з використанням рідкого хлору, дозволяє робити дезинфекцію більш низькою дозою активного хлору. Він ефективний проти більшості хвороботворних мікроорганізмів, окисляє залізо і марганець, запобігає зростанню водоростей і біообростанню. Високі окисні властивості гіпохлориту натрію дозволяють його успішно використовувати для знешкодження різних токсинів. Таким чином, застосування гіпохлориту натрію замість рідкого хлору для знезараження води підвищує надійність, економічність, а головне - екологічну безпеку роботи систем водочищення міста.

Разом з тим виявлені деякі недоліки застосування гіпохлориту натрію в якості дезинфіканта води [2,3]:

- ефективний проти більшості хвороботворних мікробів, але не забезпечує загибель деяких цист (*Giardia*, *Cryptosporidium*);
- в процесі дезинфекції з його застосуванням утворюються в незначній кількості деякі побічні продукти (солі хлорноватої кислоти);
- висококонцентрований розчин товарного гіпохлориту втрачає активність при тривалому зберіганні (від 30% своєї активності за 10 днів), при цьому існує потенційна небезпека виділення газоподібного хлору;
- не виключається утворенням токсичних і канцерогенних побічних продуктів – хлорорганічних сполук;

- гіпохлорит натрію чинить досить значну корозійну дію на різні матеріали.

Сучасною альтернативою гіпохлориту натрію є суміші оксидантів (HOCl , OCl^- , Cl_2), які виробляються також електролізом кухонної солі (виробництво запатентоване компанією MIOX Co. (США) [4,5]). При використанні змішаних оксидантів поводяться подібно діоксиду хлору або озону, при цьому забезпечуючи дезінфектант необхідним рівнем залишкового хлору. У порівнянні з іншими методами знезараження, використання розчинів змішаних оксидантів має ряд переваг:

- ефективно видаляють і надалі не дають утворюватися біобростанням у резервуарах зберігання води і трубопроводах;
- низькі дози, що гарантує поліпшення органолептичних показників води й значно знижує утворення побічних продуктів дезінфекції;
- потужніша за гіпохлорит натрію або рідкий хлор дезінфікуюча дія (в такій же кількості і за такий же час забезпечують більш ретельне й швидке усунення більшого числа мікроорганізмів);
- значно вища концентрація залишкового хлору;
- оброблена вода має кращі смакові характеристики й запах;
- мала концентрація хлору в розчині змішаних оксидантів (менше 0,5%) запобігає корозії труб водопостачання.

У сукупності, перераховані вище переваги дозволять досягти значного економічного ефекту, скорочення витрат на транспортні витрати і матеріали для очищення води, на обслуговування та ремонт технологічного обладнання.

Краматорський водоканал вже накопичив досвід використання продуктів електролізу кухонної солі для дохлорування питної води на міському водопровідному вузлі та для знезараження очищених стічних вод на каналізаційних очисних спорудах. Зокрема отриманий на очисних спорудах рідкий продукт періодично використовувався (завозився) для знезараження води на фільтрувальній станції. У обох випадках застосоване обладнання американської компанії MIOX Co, яке постачає українська фірма ОНКО [6].

З урахуванням наведеного досвіду для обробки води на фільтрувальній станції Краматорська пропонується використовувати суміш оксидантів за наступною технологією.

Вода для приготування розчину дезінфіканта проходить механічне очищення на картриджному пропіленовому фільтрі 5 мкм. Треба мати на увазі, що використання жорсткої води (вода краматорського водопроводу, отримана з каналу «Сіверський Дінець – Донбас», має жорсткість до 7 мг-моль/дм³), призведе до швидкого обростання електролізного модуля осадом карбонату кальцію. Тому після фільтрації вода поступає в пом'якшувач води, який складається з двох фільтраційних колон – катіонітових фільтрів (одна з двох резервна). Періодично робоча колона переходить в режим регенерації, а резервна переходить в стан робочої. Регенерація завантаження іонообмінних фільтрів виконується профільтованим розчином кухонної солі, який сольовим насосом подається на пом'якшувач.

Після пом'якшувача вода поділяється на два потоки: перший подається під тиском на генератори виробництва змішаних оксидантів через нагрівач (вода підігрівається при необхідності в холодний період року, оскільки відповідно технічним умовам температура води для генератора не повинна бути нижчою за 10°C), другий потік подається під тиском на виробництво розчину кухонної солі.

В якості вихідного реагенту для отримання продукту рекомендується кухонна сіль типу «Екстра» ДСТУ 3583 - 97 (ГОСТ 13830 - 97), яка зберігається у сухому вигляді у мішках в приміщенні хлораторної. З мішків сіль за допомогою талі завантажується в бункер шнекового транспортера. Сіль шнековим транспортером завантажується у сольові розчинно-витратні баки і заливається пом'якшеною водою. Вода насичується сіллю не менше ніж 90 хвилин, за цей час концентрація ропа досягає 17...20%. Насичений сольовий розчин (ропа) очищається від механічних домішок механічним пропіленовим фільтром та подається насосом на генератор виробництва змішаних оксидантів. У генераторі пом'якшена вода та ропа змішуються, а отриманий при електролізі розчин змішаних оксидантів відводиться в

бак зберігання розчину, на вході в який через спеціальний пристрій з нього видаляється водень, який відводиться в атмосферу. Бак для зберігання оксиданту обов'язково повинен мати вентиляцію з викидом газових продуктів безпосередньо в атмосферу зовні приміщення в якому він знаходиться.

Розчин змішаних оксидантів із бака для зберігання суміші дозуючими насосами подається в точки дозування (доза регулюється автоматично аналізатором хлору). Виробники обладнання рекомендують використовувати для транспортування активних розчинів труби з полівінілхлориду. Знезаражена вода постійно контролюється на вміст залишкового хлору аналізатором хлору та операторами установки.

Нове обладнання для знезараження води може бути розміщене в існуючих приміщеннях реагентного господарства.

Розробки з переобладнання хлорного господарства Краматорської фільтрувальної станції (КФС) з метою відмови від використання рідкого хлору є складовою магістерської кваліфікаційної роботи Т.Ю.Чащиної. Слід зауважити, що технологією обробки води на КФС передбачене подвійне хлорування: хлорна вода вводиться на початку споруд та перед резервуарами чистої води. На КФС прийнята традиційна технологічна схема очищення поверхневих вод з горизонтальними відстійниками та швидкими фільтрами. Крім хлору вода обробляється коагулянтном сірчанокислим алюмінієм та флокулянтном «суперфлок». Після реконструкції споруд залишається подвійне введення розчину оксидантів.

Висновок.

В технології підготовки питної води на Краматорській фільтрувальній станції пропонується замість рідкого хлору використовувати оксиданти, які виробляються при електролізі розчину кухонної солі на сучасному обладнанні американської компанії MIOX Co. Впровадження інновації забезпечить ефективне знезараження води з підвищеною якістю при запобіганні шкідливого впливу на оточуюче середовище.

Джерела інформації

1. Бахир В. М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / В. М. Бахир // Вода и экология. – 2003. – №1. – С. 33–39.
2. Методи знезараження води за допомогою сполук хлору. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aw-therm.com.ua/znezarazhennya-vodi-hloruvannya-po-novomu> (дата звернення: 08.02.2022)
3. Гіпохлорит натрія – сильне дезінфікуюче і відбілююче з'єднання. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dobriva.dp.ua/uk/gipohlorit-natriyu-silne-dezinfikuyuche-i-vidbilyuyuche-z-vednannya>. (дата звернення: 08.02.2022)
4. Mixed Oxidant Electrolytic Cell. US Patent 20120061251 / David Von Broembsen; March 15, 2012.
5. Офіційний сайт компанії MIOX [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.miox.com/> (дата звернення: 08.02.2022)
6. Знезаражування води змішаними оксидантами: переваги й особливості. Офіційний сайт компанії ОНІКО [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://oniko.ua>. (дата звернення: 08.02.2022)
7. Селезнев Г. М. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды - альтернатива хлору / Г. М. Селезнев, С. М. Лыков, Ю. В. Бураков, Ф. В. Кармазинов, Ф. И. Лобанов // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – №2. – С. 64–66.
8. Barlow Jim. Byproduct of water disinfection progress / Jim Barlow // Medical News Today. – 2007. – Sep.15. – P. 45–46.

ІРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Чоботар В. В., аспірант, Копілевич В. А., д. х. н., професор,
Кравченко О. О., к. б. н., доцент**

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

За умов змін клімату наявність зрошення є однією з головних вимог для ведення ефективного сільськогосподарського виробництва. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН оцінює, що 70% угідь України за кілька років будуть потребувати додаткового зрошення [1]. Особливо загрозлива ситуація склалася в Вінницькій області, яка історично є одним з головних постачальників плодово-овочевої продукції, як на внутрішній, так і на європейські ринки [2]. Таким чином, метою нашого дослідження є іригаційна оцінка поверхневих джерел з метою отримання екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Дослідження проведені в Могилів-Подільському районі, який знаходиться в південній частині Вінницької області і за ступенем зволоження та теплозабезпеченістю вегетаційного періоду належить до південного теплого агрокліматичного району. На території вказаного району найбільшою водною артерією є Дністер, тому визначалася потенційна придатність притоків вказаної річки для зрошення сільськогосподарських культур.

Територія відбору проб представлена на рис. 1:

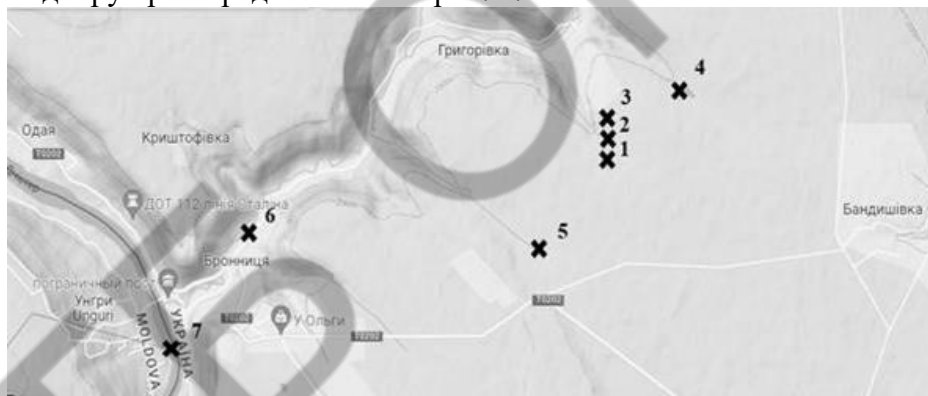


Рис. 1. Територія відбору проб для іригаційної оцінки водних джерел району.

Об'єкти досліджень – водні об'єкти в південній частині Могилів-Подільського району, а саме поверхневі джерела (№1, 3) – знаходяться у розрізі між височинами, глибиною 1,5м; каптажні джерела, що використовуються для питних потреб глибиною 3 м (№ 2, 5); ставок (№4) – знаходиться в низині, біля багаторічних насаджень, глибина до 3 м; ліва притока Дністра річка Котлубаївка (№6) – невелика річка, що бере початок з с. Котлубаївка Вінницької області; річка Дністер (№ 7) – друга по величині річка України.

Всі об'єкти є важливими джерелами водопостачання в регіоні, тому нами досліджена придатність вказаних джерел для зрошення сільськогосподарських культур за екологічно безпечної технології вирощування. Дослідження проводили на базі сертифікованої вимірювальної лабораторії якості поверхневих вод і об'єктів сільськогосподарського використання кафедри аналітичної та біонеорганічної хімії та якості води НУБіП України, акредитованої Укрметгестандартом (Сертифікат ПТ-403/19 від 21.10.2019 р.) у відповідності до існуючих нормативів.

Після проведених досліджень всі концентрації компонентів вод перераховували із мг/дм³ в мг-екв/дм³ і визначали інтегральні показники якості води. Основна перевага інтег-

ральної оцінки якості води – ефективне узагальнення окремих критеріїв з метою оцінювання придатності використання води джерела у конкретній галузі. На першому етапі був визначений іригаційний коефіцієнт (А) за Стеблером згідно методики[3]. Результати дослідження приведені в таблиці 1:

Таблиця 1 – Показники іригаційного коефіцієнта (А)

№ проби	1	2	3	4	5	6	7
Іригаційний коефіцієнт	27,8	76,2	56,6	61,4	69,6	41,2	78,7

Згідно з визначеними коефіцієнтами якість води у всіх джерелах є придатною для зрошення без необхідності проведення запобіжних заходів для її використання.

В іригаційній практиці США та інших країн оцінку якості зрошувальної води оцінюють за показником натрієво-адсорбційного співвідношення – SAR (Sodium adsorption ratio). З допомогою даного показника оцінюють ризики осолонцювання ґрунтів. Отже наступним етапом дослідження оцінювали якість проб за вказаним показником. Результати дослідження представлені на рис 2:

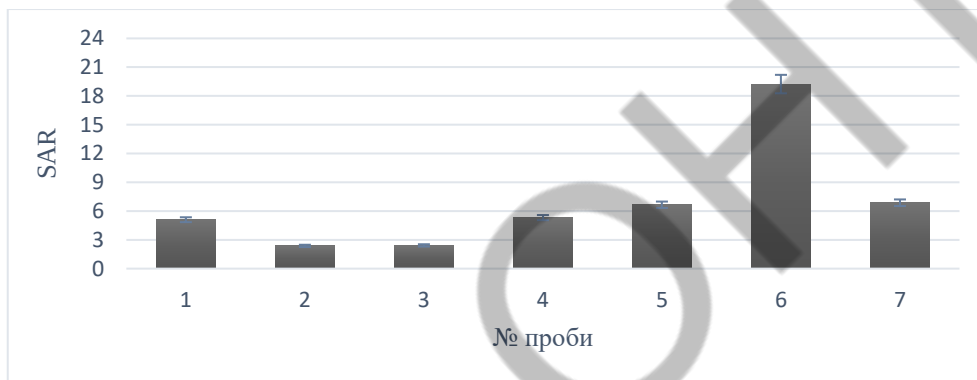


Рис. 2. Оцінка якості води за індексом SAR

Отже, за результатами дослідження проби води № 2 і 3 відносяться до джерел із відмінною водою, що робить їх найперспективнішими для використання на потреби зрошення в даній місцевості ($SAR \leq 3$). Значення SAR джерел № 1, 4, 5 та свідчить про придатність води вказаних проб для іригації. Вода з річки Котлубайвка (№ 6) у відповідності до отриманих результатів не може бути використана для зрошення в межах Могилів-Подільського району, оскільки є ризик засолення ґрунтів.

Джерела інформації

1. Коковіхін С.В. Перспективні напрями науково-дослідних робіт з розробки систем землеробства на зрошуваних землях півдня України / С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон. – 2010. – Вип. 53. – С. 300 – 318.
2. Доповідь про стан наукового природного середовища у Вінницькій області за 2019 рік. Вінниця 2020. С. 116 URL: <http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departamentark/doc/OperMonitor/Dopov/Dop2019.pdf>.
3. Лозовіцький П. С. Методи іригаційної оцінки поливної води та їх застосування в умовах України / П. С. Лозовіцький, К. А. Чеботько, В. А. Косматий, В. А. Копилевич // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Том 9, № 1–2. – С.37–46.
4. Smith, Chris J.; Sposito, Garrison; Oster, J.D. (2016). "Accounting for potassium and magnesium in irrigation water quality assessment" (PDF). California Agriculture. 70 (2): 71. doi:10.3733/ca.v070n02p71.

ПРОБЛЕМА ГОСПОДАРСЬКОГО ПІДХОДУ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНСЬКИМИ АГРОКОМПАНІЯМИ

Шиманська О. В., викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист

ВСП Уманський фаховий коледж технологій і бізнесу УНУС, м. Умань

Запаси якісної чистої води в Україні дедалі зменшуються, що ставить під загрозу як агробізнес так і пересічних українців. Кліматичні зміни роблять актуальнішою сьому ціль «Сталого розвитку заради життя» – економія водного ресурсу. Рациональне використання природних ресурсів є завданням номер один для цілого світу. Україна вважається країною, у якій вода є доступним ресурсом. За оцінками Державного агентства водних ресурсів України, загальна кількість поновлюваних поверхневих вод становить 136,61 км³/рік, а внутрішніх поновлюваних поверхневих вод – 53,1 км³/рік. Водні ресурси України забезпечуються із 8 басейнів: Дніпра (41%), Дністра (18%), Тиси (13%), Південного Бугу (7%), Пруту (6%), прибережних вод (6%), Сіверського Дінця (5%) та Північного Бугу (4%). Внутрішні ресурси підземних вод оцінюються на рівні 20 км³/рік. Артезіанські свердловини знаходяться на глибині 100-150 метрів на півночі, та 500-600 метрів на півдні країни. Лідером видобування водних ресурсів є Донецька область (14%), інші великі споживачі водного ресурсу – Дніпропетровська та Херсонська області. Об'єми використаної води наразі оцінюються у 19,24 км³/рік. Для порівняння, у 1992 році ця цифра становила 26 км³/рік. В той же час, слід зазначити, що для нашої держави характерний нерівномірний розподіл водних ресурсів. Ми маємо наступну ситуацію: великий брак водних ресурсів у районах зосередження потужних водоспоживачів, а саме на півдні та сході, та достатній рівень води на півночі й заході країни. Сумарна кількість водних об'єктів країни займає площу 24,2 тис.кв.км, що становить всього 4,0% від її загальної території. Територія України має не дуже густу річкову мережу (середнє значення – 0,34 км/кв.км). У країні недостатня кількість природних водойм та запасів підземних вод, а болота, що були природним регулятором водності річок, на сьогоднішній день наполовину осушені. У майже 1200 населених пунктів України воду привозять. До здобуття Незалежності, структура використання водних ресурсів України була такою: 30% йшло на потреби сільського господарства, 52% – на промислове виробництво, решта – на комунальне споживання та інші потреби. За даними FAO AQUASTAT, сучасна структура споживання води в Україні значно переорієнтувалася в бік промисловості. Наразі, близько 70% усієї видобутої води споживається промисловістю, 24% припадає на комунальні потреби, і лише 6% - на сільське господарство. Значне падіння використання води (на 24%) спостерігалось протягом глобальної економічної кризи у 2008-2009 роках, коли суттєво скоротилися і обсяги виробництва харчової продукції в Україні. Особливу увагу потрібно звернути увагу на якість води в АПК (вода для ферм, систем зрошення та поливу). Зрошення - це одне з основних напрямків водоспоживання у сільському господарстві. На відміну від «великого зрошування», крапельне економить воду, доставляючи її прямо до коріння рослини. За підрахунками експертів, економія води становитиме 20-25%, що стимулює а великі агрокомпанії впроваджувати масштабні проекти зі зрошення. Слід також розуміти, що незадовільна якість води при поливі може позначитися на зрошуваних культурах і ґрунтах внаслідок: накопичення солей у кореневій системі, зниження проникності ґрунту, переносу хвороботворних організмів чи забруднюючих речовин. Незадовільна якість води негативно впливає на худобу, викликаючи хвороби, знижуючи прирости ваги тварин та якість продукції тваринництва, може привести навіть до летальних випадків. Недостатнє очищення води на підприємствах харчової промисловості, в свою чергу, може впливати на здоров'я людей та проблем у навколишньому середовищі та

природніх водоймах, що пов'язано із викидами неочищених промислових вод. Держава втілює низку заходів, щоправда, здебільшого вони зараз спрямовані на моніторинг ситуації. У Держводагенстві, на початку червня цього року відомство відкрило дані про якість води в українських поверхневих водоймах. Вони опубліковані на державному порталі відкритих даних. За даними Global Open Data Index, дані про якість води доступні в електронному вигляді тільки в 15 країнах світу. Мінекології презентувало перший в Україні екологічний бот SaveEcoBot, який агрегує ряд екологічних даних, зокрема, екологічні дані із будь-якої області України про конкретне порушення екозаконодавства зокрема і що стосується водних ресурсів. Екобот моніторить оновлення даних про дозволи на викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами підприємств-забруднювачів 1, 2 та 3 груп, спеціальні дозволи на користування надрами та водокористування, а також інформацію про ліцензії на поводження з небезпечними відходами і дані щодо суб'єктів господарювання із податковим боргом. Втім, тих заходів, які вживає держава, замало аби налагодити ефективну співпрацю між нею та водокористувачами – вся водогосподарська мережа є застарілою, а тих коштів, які виділяються, на її оновлення і підтримання замало. Тому підприємці вимушені взяти цю справу під свій контроль та самостійно спроваджувати водоощадні технології (зокрема збільшувати площі під зрошенням) та встановлювати системи очищення води на підприємствах та модернізувати шляхи контролю стічних вод тощо. Так, приміром, агропромхолдинг «Астарта» залучившись фінансовою підтримкою міжнародних фінансових інституцій у проектах будівництва та модернізації виробництв обов'язково впроваджує новітні ресурсозберігаючі технології та системи очищення води. Компанія веде постійний пошук та впровадження інноваційних способів збереження природніх ресурсів на етапі вибору та закупівлі технологічного обладнання як під час модернізації, так і під час будівництва нових об'єктів. Майже на всіх заводах агропромхолдингу модернізовано систему градижень, що дозволяє зменшувати використання поверхневих водних ресурсів в середньому на 30%. Повертаючись до організаційних заходів зменшення використання водних ресурсів, компанія проводить роз'яснювальну та навчальну роботу з персоналом щодо необхідності раціонального використання всіх видів природніх ресурсів, води у тому числі. На заводах компанії удосконалено систему обліку водних ресурсів, частково виконано модернізацію та встановлення нових насосів і проведено заміну трубопроводів постачання свіжої води. З 2012 року в компанії розроблена та реалізується Програма впровадження найкращих доступних технік та технологій для цукрових заводів. В рамках її реалізації на Яреськівському цукровому заводі впроваджено цілу низку технічних рішень щодо зменшення споживання водних ресурсів. Так, тільки у 2017 році встановлено приймальну мішалку маточного утфелю та нові шнеки для транспортування невіджатоного жому, виконано модернізацію теплової схеми та інше. Встановлено новий жомовий прес та впроваджено систему подачі флокулянта у ТОВ «Наркевицький цукровий завод». Також окремо хочеться виділити проект автоматизації подачі річкової води на Кобеляцькому цукровому заводі, через високий рівень його ефективності. Завдяки цьому проекту вдалось зменшити використання водних ресурсів на 15% від фактичного використання води. Не стоять осторонь проблеми економії водного ресурсу і дрібні та середні фермери. Підвищення ціни за промислове водокористування від 2 до 10 разів ставить їх у більш складні умови. Кількість поливів довелось зменшити в рази, до того ж, оптимізувати затрати на вирощування – обирати більш посухостійкі сорти і переглянути технологію на більш водозберігальну. А ще, агрокомпанії, розуміючи потребу у чистій воді у селах та містечках, самостійно реалізують проекти по бурінню свердловин для населення та забезпечення мешканців водою. Важливими є також місцеві ініціативи по розчищенню та благоустрою водойм. Цікавим є ініційований молоддю проект «Карасик» у Козельщинському районі, Полтавської області. Він спрямований на відновлення зони відпочинку, очищення місцевого ставка та джерела, облагодження території пляжу та встановлення волейбольного майданчику. Вже зараз прибрано сміття та очищено дно ставка, запроваджуються роботи по ремонту переливної труби водойми. Згідно із рекомендаціями ФАО, ефективним способом зниження «тиску» на водні

екосистеми і сільську екологію є обмеження скидання забруднюючих речовин із джерел, або перехоплення їх перш, ніж вони потраплять в уразливі екосистеми. За межами ферм витрати на очистку в значній мірі зростають. Один із способів досягнення цього - вироблення політики та заходів стимулювання - наприклад, податків і субсидій, які спонукають людей та бізнес переходити до більш відповідального споживання. Є багато хороших практик, за допомогою яких можна мінімізувати використання добрив і пестицидів, створення буферних зон уздовж водотоків і кордонів ферм, або вдосконалення схем по контролю дренажу. Агропромисловість продукує найбільшу за обсягами кількість стічних вод. Тому надзвичайно важливим є прийняття найкращих сільськогосподарських практик з метою запобігти викидання шкідливих речовин та забруднення водою фермерами. Встановлення буферних зон. Організація захисних зон навколо поверхневих водостоків часто демонструють свою ефективність у зменшенні забруднення водою. Вони насаджуються у вигляді смуги на полях або вздовж річки, що містять дерева, чагарники та інші рослини. Це застосовується, коли забруднення сільського господарства залежить від факторів, невідконтрольованих фермером (наприклад, сильні дощі, що сприяють ерозії чи стоку забруднюючих речовин). Контроль використання пестицидів. Йдеться про мінімізацію та раціоналізацію використання хімікатів для боротьби зі шкідниками. Небезпека полягає в тому, що за рахунок змиву добрив з поверхні полів в поверхневі стоки (річки, озера, моря та ін.), в процесі водної та вітрової ерозії ґрунту, при передозуванні і безконтрольному використанні мінеральних добрив вміст біогенних елементів в ґрунті і воді може досягати токсичного рівня. Не менш важливі технології точного землеробства які також слугують цій меті – контролю та оптимізації використання пестицидів. Інфраструктура. Часто у сільськогосподарських об'єктах відсутня система збору, зберігання і утилізації забрудненого поверхневого стоку з території. Споруджені на деяких фермах, як вимушений захід, системи відкритої зливової каналізації із збором стоку в земляні ставки зроблені на примітивному рівні і не можуть повністю виключити надходження стоку у водні об'єкти. Найчастіше стік, забруднений гноєм, по рельєфу стікає в найближчий водний об'єкт. У період інтенсивного сніготанення і зливових дощів можливе надмірне забруднення водою.

Потреба господарського підходу до водокористування є на всіх рівнях: з боку держави, бізнесу, громади, зрештою, в кожній оселі. Він вимагає відповідального споживання, проведення досліджень та інновацій, а також узгоджених зусиль, спрямованих на підвищення обізнаності про необхідність змін. Лише така стратегія допоможе вийти на рівень сталого водокористування. І діяти потрібно вже сьогодні. Адже, ми пізнаємо цінність води лише тоді, коли колодязь пересихає.

Джерела інформації

1. Абрамчук М. Ю. Місце і роль біотехнологій в еколого-економічному розвитку суспільства // Механізм регулювання економіки. – 2011. – № 4.
2. Глобальные перспективы политики устойчивого потребления и производства. Совместные действия. Резюме. UNEP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.unep.org/>
3. Суханова Е. Т. Економічні аспекти екологізації розвитку продовольчого комплексу регіону / Е. Т. Суханова. – Ірпінь: Академія державної податкової служби України, 2002.
4. Шпильовий В. А. Організаційно-економічні основи забезпечення екологічної безпеки підприємств харчової промисловості : автореф. дис. канд. екон. наук: 08.06.01 / В. А. Шпильовий. – К.: 2006.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З РІЗНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

**Тітлов О. С., д. т. н., професор, Василів О. Б., к. т. н., доцент,
Біленко Н. О., д. ф., ст. викладач, Нікітін Д. М., д. т. н., професор**

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Найціннішим ресурсом на планеті найближчим часом стане вода. У теперішній час більше 40 відсотків населення світу живе в районах, що відчувають середню або гостру нестачу води. Передбачається, що до 2025 року приблизно дві третини населення світу — біля 5,5 мільярда людей — будуть жити в районах, що зіткнуться з нестачею води у таких масштабах. Нараховується більше 1 мільярда людей, що не мають стійкого доступу до чистої води. 2,4 мільярда людей — більше однієї третини населення світу — не мають доступу до належних засобів санітарії. Ця ситуація призводить до катастрофічних наслідків і найближчим часом може мати місце і в Україні.

Для сприяння у вирішенні цієї проблеми, в грудні 2003 року Генеральна Асамблея Організації Об'єднаних Націй оголосила 2005-2015 роки Міжнародним десятиріччям дій «Вода для життя».

Сучасні інтенсивні технології отримання харчової та технологічної води з морської характеризуються високими витратами теплової енергії при випаровуванні (дистиляції) або достатньо високими витратами електричної енергії в процесах виморожування за допомогою компресійних холодильних машин.

Одним з напрямків часткового усунення дефіциту водних ресурсів є технології вилучення води з атмосферного повітря, при цьому найбільші перспективи мають методи, пов'язані з роботою термотрансформаторів, які гарантовано забезпечують температуру нижче точки роси.

При можливості одночасного застосування мережевих джерел електричної енергії та сонячних батарей пропонується комбінована схема, що дозволяє крім отримання води з атмосферного повітря забезпечувати й режими кондиціонування приміщень.

Принципова схема такої комбінованої системи приведена на рис. 1.

У стаціонарних умовах є можливість використання стабілізованих джерел електропостачання і це дозволяє до складу системи отримання води включити парокомпресійну холодильну машину (ПКХМ). Основна ідея такої схеми полягає у використанні стандартного електричного обладнання при перетворенні постійного електричного струму в змінний струм, що генерується системою сонячних колекторів.

Проблема пускових струмів при запуску електродвигуна компресора ПКХМ вирішується за рахунок підключення до стаціонарних джерел електричної енергії. Система отримання води розташовується переважно на даху житлового будинку 1 і включає: сонячну батарею 2; систему охолодження 3; ПКХМ 4; систему збору 11; відведення 12 і накопичення конденсату 13. Система охолодження 3 розділена на верхню 3а та нижню 3в порожнину, в які за допомогою повітряних вентиляторів, 14а та 14в відповідно, подається атмосферне повітря. ПКХМ 4 включає компресор 7, повітряний конденсатор 8, дросель 9 і випарник-повітроохолоджувач 10.

Система електрозабезпечення компресора 7 ПКХМ 4 включає крім сонячної батареї 2 систему керування та перетворення постійного струму в змінний 5 і джерело стабілізованої мережевої електроенергії 6.

Подача постійного струму з сонячної батареї 2 до системи перетворення 5 відбувається по каналу ІІІД, змінного струму від системи 5 до компресора 7 по каналу ІІІс, а мережевої електроенергії від джерела 6 до системи 5 по каналу ІІІв.

Робота ПКХМ здійснюється наступним чином. У світлий час доби на сонячну батарею 2 потрапляє сонячне випромінювання, яке перетворюється в постійний електричний струм. Струм подається в систему перетворення та управління 5.

При включенні ПКХМ на компресор 7 подається змінний мережевий електричний струм по каналу IIIв і IIIс від джерела 6 і системи 5. При виході компресора 7 на робочий режим відбувається перемикавання електропередачі на канали IIIа та IIIс від сонячної батареї 4.

При запуску компресора 7 одночасно включаються повітряні вентилятори 14а та 14в, які подають атмосферне повітря у верхню порожнину 3а (потік Ia) та нижню порожнину 3в (потік IIа).

У нижній порожнині 3в повітряний потік проходить через випарник-повітроохолоджувач 10, де охолоджується нижче за точку роси з одночасним частковим випаданням конденсату в піддон 11. Охолоджене та осушене повітря (потік II в) надходить в приміщення та забезпечує необхідний тепловологовий режим у спекотну пору року. Конденсат з піддону 11 по каналу 12 відводять в збирач конденсату 13.

Такий режим роботи ПКХМ – «режим кондиціювання повітря», коли проводиться і збір конденсату, і тепловологісна обробка приміщень.

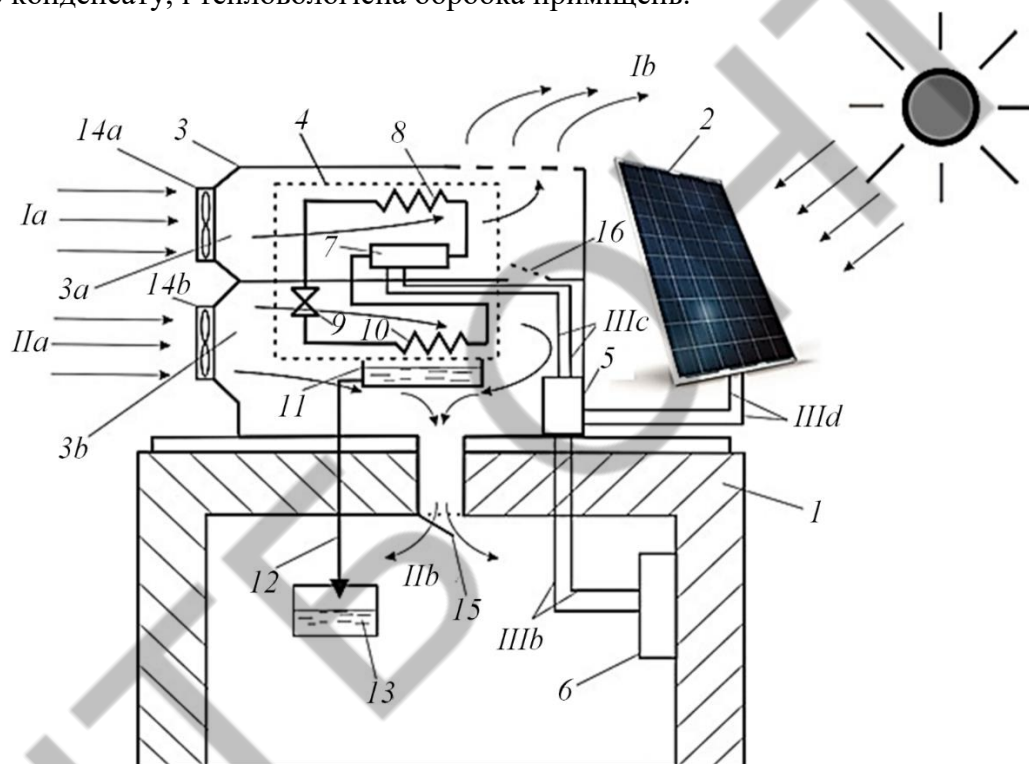


Рис. 1. Принципова схема комбінованої системи отримання води з атмосферного повітря та кондиціювання приміщень на базі ПКХМ: 1 – приміщення; 2 – сонячні батареї; 3 – корпус системи; 4 – ПКХМ; 5 – система перетворення постійного електричного струму в змінний; 6 – джерело мережевої електроенергії; 7 – компресор; 8 – конденсатор; 9 – дросель; 10 – випарник; 11 – піддон для збору конденсату; 12 – зливна магістраль конденсату; 13 – накопичувальна ємність конденсату; 14а, 14в – напірні вентилятори; 15 – шибер повітропроводу для роботи в режимі кондиціювання; 16 – шибер для роботи в режимі отримання води з атмосферного повітря.

В цьому випадку шибер 15 відкритий, а шибер 16 закритий. При роботі системи тільки в режимі отримання води шибер 15 закривають, а шибер 16 – відкривають. Одночасно відключають вентилятор 14а порожнини 3а. У такий конфігурації холодне та осушене повітря через шибер 16 подається на конденсатор 8 і компресор 7 ПКХМ 4.

Додаткові охолодження конденсатора 8 і компресора 7 сприяє підвищенню холодопродуктивності ПКХМ 4.

Для оцінки продуктивності системи отримання води з атмосферного повітря на базі ПКХМ були проведені розрахунки за допомогою діаграми «ентальпія-вологомісткість» тепловологових режимів для різних типових кліматичних умов експлуатації.

Теплообмінні апарати багато в чому визначають ефективність експлуатації всієї установи, тому створенню та дослідженню характеристик теплообмінників приділяється незмінно велика увага дослідників. У наш час випарники з примусовою циркуляцією повітря (повітроохолоджувачі) знаходять широке застосування в холодильній промисловості не тільки в камерах термічної обробки продуктів, але і в камерах зберігання морожених та охолоджених вантажів, системах комфортного кондиціонування повітря.

В якості випарників холодильних установок на сучасних холодильних об'єктах найбільш часто використовують поверхневі повітроохолоджувачі, котрі складаються з оребрених труб або каналів, усередині яких кипить холодильний агент (хладон або аміак). При цьому на конструкцію та масогабаритні характеристики повітроохолоджувачів впливають умови та режими роботи апарату. Повітроохолоджувачі з проміжним холодоносієм переважно використовуються в середньотемпературних холодильних системах та системах кондиціонування повітря. Сучасний тренд переходу на системи з проміжним холодоносієм пов'язаний з питаннями підвищення безпеки експлуатації та зменшення загальної агентовмісткості холодильної системи. Виключенням з цього тренду є низькотемпературні холодильні установки.

Вимога інтенсифікації процесів теплообміну призвела до появи нових конструкцій повітроохолоджувачів та розробки нових методик їх розрахунку та підбору. Складність процесів тепломасообміну та аеродинаміки, що протікають в повітроохолоджувачах, ускладнює пошук аналітичного рішення і призводить до необхідності проведення експериментальних досліджень. Процеси, що протікають при обробці повітря в поверхневих повітроохолоджувачах в умовах інтегрування досліджено в багатьох дослідницьких роботах.

Аналіз цих робіт дозволяє зробити висновок, що температура поверхні, температура повітря, швидкість повітря, час і відносна вологість і маса, товщина, щільність, термічний опір та теплопровідність шару інію знаходяться в складному взаємозв'язку.

Складність постановки експерименту, різноманіття взаємопов'язаних факторів (температур холодоагенту, повітря, продукту; вологості повітря; швидкості потоків повітря в камері і повітроохолоджувачі; усушки продуктів і випадіння інію на теплообмінній поверхні, необхідність проведення відтаювання апаратів, нестационарність задачі та інше) обумовлюють вузький інтервал застосування отриманих емпіричних залежностей і рекомендацій. Тому більшість досліджень спрямовані традиційно на вивчення тільки деяких особливостей протікання теплофізичних процесів, що відбуваються в системі повітроохолоджувач-повітря. Крім того, слід зазначити істотний вплив геометричних параметрів оребреної поверхні теплообміну, її компонування і конструктивних особливостей самого апарату на тепловолігістні процеси.

Виконані розрахунки продуктивності системи отримання води з атмосферного повітря на базі типової ПКХМ.

Аналіз результатів розрахунку продуктивності системи на базі ПКХМ показав, що:

- а) зі збільшенням відносної вологості атмосферного повітря в усіх випадках збільшується кількість отриманого конденсату;
- б) також у всіх випадках зі збільшенням температури атмосферного повітря збільшується і продуктивність по конденсату;
- в) при високій температурі атмосферного повітря (35...40 °С) температура точки роси (температура кипіння холодильного агента) в діапазоні 5...15 °С має незначний вплив на кількість отриманого конденсату.

НАШУ КОНФЕРЕНЦІЮ ПІДТРИМАЛИ

• АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ВОДООЧИСНОЇ ТЕХНІКИ ТА ДООЧИЩЕНОЇ ВОДИ (АВТ)

Створена у 1999 році.

Зареєстрована в Управлінні 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/дм³ (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

Бабієнко В. В., Мокієнко А. В., Горошков О. В., Коболєв Є. В., Шейх А. Д. Х., Суворова Г. С. МАГНІЙ У ПИТНІЙ ВОДІ: НОРМУВАННЯ НА ТЛІ МАГНІЄВОГО ДЕФІЦИТУ.....	3
Березюк О. В. ЗАЛЕЖНІСТЬ РІВНЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВИХ ВОД ВІД ВІДСТАНІ ДО ПОЛІГОНУ ТПВ.....	6
Березецький Р. В., Коваленко О. О., Мельник І. В. ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ НАПОЇВ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ КРЕМНІЄВИХ ВОД.....	9
Besediuk V. Y., Yatskov M. V., Korchyk N. M., Kucheroва A. V., Maletskyi Z. V. PROSPECTS OF WHEY APPLICATION IN FOOD PRODUCTS AND ADDITIVES PRODUCTION.....	11
Бохан Ю. В. КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ХІТОЗАНУ ДЛЯ СОРБЦІЇ ЙОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ.....	13
Василів О. Б., Проць Б. М. МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ ТА ОТРИМАННЯ ВОДИ З ПОВІТРЯ.....	16
Вовченко А. І., Василів О. Б. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОПРІСНЕННІ ВОДИ ВИМОРОЖУВАННЯМ.....	17
Воробйова В., Васильєв Г., Трус І. ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИНТЕЗОВАНИХ ІОННИХ РІДИН.....	18
Гринишин С. О., Знак З. О. ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ ЩОДО НАФТОПРОДУКТІВ.....	21
Гусятинська Н. А., Деменюк О. М. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДОЗУВАННЯ КОАГУЛЯНТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД.....	22
Деменюк О. М., Бабич І. М. СОРБЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ШУНГІТУ І КРЕМЕНЮ У ВОДООЧИЩЕННІ.....	24
Drukovanyy M. F., Voznyuk I. M. POLLUTION OF WATER RESOURCES BY BAUXITE SLUDGE.....	26
Заленська Є. А.	

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКА ТВЕРДОСТІ ВОДИ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ТА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ.....	29
Знак З. О., Гнатишин Н. М. ЗАСТОСУВАННЯ ЯВИЩА КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ОЛЕФІНОВИХ СТІЧНИХ ВОД ГІПОХЛОРИТНИМИ РІДКИМИ ВІДХОДАМИ.....	31
Знак З. О., Мних Р. В., Уласович Н. О. ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ОЧИЩЕННЯ ФІЛЬТРАТИВ ПОЛІГОНУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	32
Калініна Г. П., Крижак Л. М. НАНОТЕХНОЛОГІЯ - НАУКА, ІННОВАЦІЇ І МОЖЛИВОСТІ	34
Квашук О. В. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ	37
Коваленко О. О., Василів О. Б., Шаповал Є. О. ВОДОПОСТАЧАННЯ З АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ НА ХАРЧОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	39
Коваленко О. О., Григор'єва Т. П. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОЇ ПРИРОДНОЇ СТОЛОВОЇ ВОДИ В ПРОЦЕСІ ЇЇ ЗБЕРІГАННЯ В ПЛАСТИКОВІЙ ТАРІ	42
Коваленко О. О., Литвин О. О. АКТУАЛЬНІСТЬ СТВОРЕННЯ ВИРОБНИЦТВА З РОЗЛИВУ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ В СМТ. СЕРГІЇВКА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ	44
Коваленко О. О., Луппа О. С. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМИ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ НА ДІЛЯНЦІ «БАРОМЕТРИЧНИЙ КОНДЕНСАТОР ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ – ГРАДИРНЯ» КОНСЕРВНОГО ЗАВОДУ	45
Ковальський В. П., Очеретний В. П., Го Мінцзюнь, Бондар М. Д. ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ	46
Кравченко І. І., Кравченко О. О., Чурілов А. М. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА НА РІЧКУ ВОРСКЛА В МЕЖАХ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	49
О. А. Khliestova, B. S. Panwar, Katarzyna Ewa Buczkowska, Baturalp Yalcinkaya Milan Bousa USE OF BIOMONITORING TO ASSESS ENVIRONMENTAL RISKS IN WASTEWATER USE ON A MULTI-CRITERIA BASIS	50
Любич В. В., Лещенко І. А.	

ЗНАЧЕННЯ ВОДИ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ПЛЮЩЕНОЇ ІЗ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПРОМІНЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ ПОЛЕМ	53
Любич В. В., Лещенко І. А. ЗНАЧЕННЯ ВОДОТЕПЛООВОГО ОБРОБЛЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЛЮЩЕНОЇ КРУПИ ІЗ ПШЕНИЦІ ПОЛБИ З ВИКОРИСТАННЯМ НВЧ-ВИПРОМІНЮВАННЯ	54
Магльована Т. В., Стрікаленко Т. В., Нижник Т. Ю. ІННОВАЦІЇ В УПРАВЛІННІ РИЗИКАМИ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ	55
Манишева Н., Твердохліб М. М., Трус І. М., Гомеля М. Д. ВИКОРИСТАННЯ РОЗЧИНІВ НАТРІЙ ГІПОХЛОРИТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ЙОНІВ МАНГАНУ	56
Мартиненко М. Т., Кравченко О. О. ОЧИЩЕННЯ ВОДИ МЕТОДОМ ФОТОКАТАЛІТИЧНОГО ОКИСНЕННЯ ТА ЙОГО ПЕРСПЕКТИВИ	59
Мітченко Т. Є., Максін В. І. ДО ПИТАННЯ ВОДНОЇ КРИЗИ В УКРАЇНІ ТА ДЕЯКІ ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ	60
Мокієнко А. В., Бабієнко В. В. ОЦІНКА МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ПРИРОДНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ВОДИ ЗА ВІДСУТНОСТІ КУЛЬТИВОВАНИХ ПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ	62
Монька Д. О., Залєвська О. Ю., Сандул О. М., Сакалова Г. В. НОВІ МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ АДСОРБЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	63
Novoseltseva V. V. CONTAMINATION OF NATURAL AND WASTEWATER WITH IMPURITIES OF ORGANIC AND INORGANIC ORIGIN, THEIR IMPACT ON THE ECOSYSTEM	65
Ocheretnyi V. P., Olenyuk A. P. ECOLOGICAL STATE OF WATER RESOURCES OF THE VINNYTSIA REGION	67
Палвашова Г. І. ВОДНІ РЕСУРСИ – ОСНОВНІ СТРАТЕГІЧНІ РЕСУРСИ	69
Перлова О. В., Мартовий І. С., Родивилова Р. А., Каримова М. Е. ОЧИЩЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ ТА СТИЧНИХ ВОД ВІД УРАНУ (VI) І ТОРІЮ (IV) ...	72
Петькова О. О., Верхівкер Я. Г. КОРИГУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ВОДИ У РЕЦЕПТУРАХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	74
Пиріг М. А., Знак З. О. ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ НА ОСНОВІ ПРИРОДНОГО КЛИНОПТИЛОЛІТУ, МОДИФІКОВАНИЙ МАНГАНУ(IV) ОКСИДОМ	77

Поліщук А. А. ПРО ОБЛАШТУВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ВИМОГ ДСанПіНа 2.2.4-171-10.	79
Поліщук А. А. ПЛАСТИКИ В ЖИТТІ, ПРИРОДНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ	82
Поліщук А. А. ПРО ВИКОНАННЯ ВИМОГ ДСанПіНа «ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ОКРЕМІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ІНШОГО ХАРАКТЕРУ»	87
Сердюк В. А., Максін В. І. ЯКІСТЬ ВОДИ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	90
Семко Т. В., Іваніщева О. А. АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗАДОВОЛЕННЯ ПОТРЕБ НАСЕЛЕННЯ У М. ВІННИЦІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	92
Солдаткіна Л. М. АДСОРБЕНТИ З РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ КАТІОННИХ БАРВНИКІВ	95
Стаднійчук М. Ю., Сівак Р. В. ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПІРОЛІЗНОЇ ПЕРЕРОБКИ МУЛОВИХ ОСАДКІВ КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД У БУДІВЕЛЬНІ ГАЛУЗІ	97
Стрельцова О. О., Пурич О. М., Бундєва І. В. ВИЛУЧЕННЯ КАТІОННИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН ІЗ СТІЧНИХ ВОД І ТЕХНОГЕНИХ РОЗЧИНІВ	100
Стрікаленко Т. В. ІННОВАЦІЇ У РОБОТІ «ВОДНИХ» АСОЦІАЦІЙ СВІТУ	102
Стрікаленко Т. В., Григор'єва Т. П. ФАСОВАНІ ВОДИ В ЄВРОПІ: ОГЛЯД ВІД NMWE	104
Стрікаленко Т. В., Зайцева Л. С., Ляпіна О. В., Берегова О. М. СЕНСОРНИЙ АНАЛІЗ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ВІД «СПІЛКИ ВОДНИХ СОМЕЛЬЄ».	107
Стрікаленко Т. В., Нижник Т. Ю., Магльована Т. В. РЕАГЕНТИ ГРУПИ ПОЛІМЕРНИХ ПОХІДНИХ ГУАНІДИНУ В СИСТЕМІ БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	108
Сушацький Ю. В., Шепіда М. В., Дмитренко Т. С., Сірик К. М., Шварик Д. В., Лисак Д. М., Водько Б. Ю., Кононюк В. М., Сорока М. В., Знак З. О. ЗАЛІЗНИЙ КУПОРОС ЯК АКТИВАТОР РОЗКЛАДУ ПЕРІОДАТІВ У ПЕРЕДОВИХ ПРОЦЕСАХ ОКИСНЕННЯ	109
Тимчук А. Ф., Бабенко А. В. ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У ПРОЦЕСАХ ОЧИСТКИ ВОДИ	111

Фіалковська Л. В. ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	112
Hats A. O., Voitenko A. G., Voitenko L. V. DRINKING WATER QUALITY: PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT	115
Худоярова О. С. СОРЕБЦІЙНЕ ОЧИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬ- НИХ НАПОЇВ	118
Чашина Т. Ю., Омельченко М. П., Коваленко Л. І. ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ ЕЛЕКТРОЛІЗУ КУХОННОЇ СОЛІ ПРИ ПІДГОТОВ- ЦІ ПИТНОЇ ВОДИ	120
Чоботар В. В., Копілевич В. А., Кравченко О. О. ІРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	123
Шиманська О. В. ПРОБЛЕМА ГОСПОДАРСЬКОГО ПІДХОДУ ДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИ- СТУВАННЯ УКРАЇНСЬКИМИ АГРОКОМПАНІЯМИ	125
Тіглов О. С., Василів О. Б., Біленко Н. О., Нікітін Д. М. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОТРИМАННЯ ВОДИ З АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З РІЗ- НИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	128
НАШУ КОНФЕРЕНЦІЮ ПІДТРИМАЛИ.....	131

Наукове видання

**Збірник тез доповідей
XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції**

ВОДА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

17 – 18 листопада 2022 року

Укладачі О. О. Коваленко, Т. П. Григор'єва