



# **ПЕРСПЕКТИВИ МАЙБУТНЬОГО ТА РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДОПІДГОТОВКИ**

*Матеріали III Міжнародної  
науково-практичної конференції*

*КИЇВ 2019*

***МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ***

***НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ***

**ПЕРСПЕКТИВИ МАЙБУТНЬОГО ТА  
РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЯХ  
ВОДОПІДГОТОВКИ**

***Матеріали III Міжнародної  
науково- практичної конференції***

***14-15 листопада 2019 р.***

Київ НУХТ 2019

**Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки:**  
Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 14-15 листопада  
2019 р. — К.: НУХТ, 2019. — 211 с.

ISBN 978-966-612-231-8

Подано сучасні підходи до вирішення питань технології підготовки питної води. Означено актуальні питання впливу фізико-хімічних властивостей води на процеси водопідготовки, інноваційні підходи до вирішення проблем якості та безпечності питної води, підвищення ефективності процесів її підготовки. Розглянуто аспекти водопідготовки у харчових виробництвах.

***Редакційна колегія:***

***д-р техн. наук, проф. А.І. Українець, д-р техн. наук, проф. О.Ю. Шевченко,  
д-р техн. наук, проф. Н.А. Гусятинська,  
А.Д. Авраменко (відповідальний секретар)***

*Рекомендовано Вченою радою НУХТ  
Протокол №3 від 31 жовтня 2019 р.*

***Видано в авторській редакції***

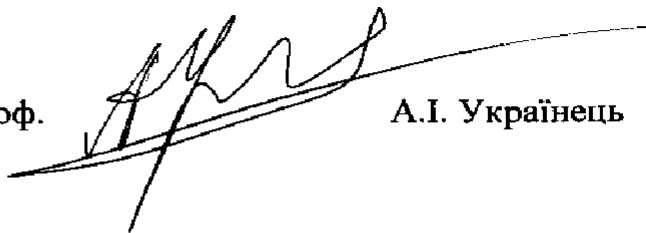
Щиро вітаю учасників III Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки». Сподіваюсь, що пріоритетні питання, які сьогодні винесені на обговорення, стануть ще одним важливим кроком у здійсненні завдань національного пріоритету щодо забезпечення якості питної води та зменшення водоемності галузей економіки України.

Природа подарувала не тільки життєдайну воду як таку, але й могутню систему її природного самоочисного колообігу. Сьогодні все більше нових фізичних та фізико-хімічних технологій водообробки по суті відтворюють електродинамічні процеси впливу на атмосферну вологу та структурно-енергетичні дії на воду у надрах землі.

Проблема якості питної води стає все вагомішою з розкриттям нових таємниць щодо ролі води в біохімії життя. Поновлення водного балансу організму в основному забезпечується питною водою та водою, що входить до продуктів харчування. Відтак, зростаючі вимоги до якості питної води безпосередньо стосуються й води як компонента харчових технологій. Раніше якість води була синонімом безпеки її споживання. В останні роки принципово постало питання фізіологічної повноцінності води, що надає їй риси харчового продукту, можливості набуття нею біологічної активності під впливом безреагентних фізичних чинників та є новим, більш високим рівнем вирішення проблеми забезпечення належної якості води, призначеної для споживання людиною.

Я переконаний у тому, що технології водообробки у харчових технологіях, спираючись на вагомі здобутки науки і технології попередніх поколінь і вражаючі перспективи, які відкриваються перед новітніми дослідженнями в галузі фізики та хімії води, дозволять вам вдосконалити існуючі та створити принципово нові технології, варті викликів 21 сторіччя.

З повагою, ректор НУХТ, проф.



А.І. Українець

## ЗЕМЛЯ – НАШ ОБЩИЙ ДОМ

Тысячи лет человечество осваивает планету Земля, используя для своей жизнедеятельности все природные ресурсы: воду, воздух, землю и ископаемые. Сейчас на нашей планете живет более 7 млрд. человек, для удовлетворения потребностей которых требуются все бóльшие и бóльшие ресурсы. Сложилась сверхкритическая ситуация с возобновлением и восстановлением среды обитания человека, и, прежде всего, с сохранением высококачественных генетически безопасных источников питьевой воды. Смею утверждать, что именно водный бассейн планеты является главной "иммунной системой" биосферы. Это мощная буферная зона, которая до последнего времени противостояла и нивелировала все техногенные нагрузки, порожденные хозяйственной деятельностью человечества. Но уже сейчас, в начале XXI века, можно констатировать, что планета, вся ее экосистема и биосфера – с множеством всей совокупности организмов, особенно микрофлоры, населяющих нашу планету, находится в состоянии грандиозного по своим масштабам техногенного преобразования мира.

Бурное развитие экономики, ядерной энергетики, космонавтики, а также милитаризация общества привели к экологической катастрофе в биосфере, ионосфере, стратосфере и к превращению их в техносферу. Об этом свидетельствуют интенсивное изменение мира флоры и фауны, вымирание различных видов растений, животных, появление генетически измененных форм жизни и тотального иммунодефицита у людей.

Планету под названием Земля можно рассматривать как огромный космический корабль, который летит в космосе, а мы, как космонавты, изучаем ближний и дальний космос, обладая достаточно ограниченными ресурсами и природными системами нашего жизнеобеспечения. Мы практически уже потеряли качественную природную пресную воду, пригодную для питья. Сегодня в окружающей среде обращается порядка 100 млн. антропогенных соединений, искусственно созданных человечеством – ядохимикаты, пестициды, красители, дефолианты, антибиотики и масса других химических веществ, ранее не известных на Земле, которые, как правило, не разрушаются в естественных условиях.

Все это не могло не сказаться на биоте Планеты, которая, адаптируясь и приспособляясь к новым условиям жизни, сама меняется, мутирует и приобретает новые формы и свойства с неведомыми ранее формами жизни, как правило, враждебными нам.

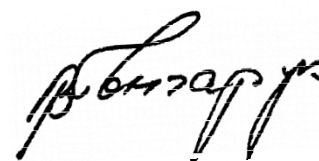
Использование любых реагентов для обеззараживания питьевой воды приводит к появлению новых резистентных некультурабельных форм микрофлоры, обладающих более токсическими свойствами, чем исходные, по отношению к человеку и другим биологическим объектам. Мы становимся свидетелями эволюции инфекционных заболеваний, не поддающихся лечению традиционными методами. Все чаще питьевая вода становится опасным источником инфекционных заболеваний непредсказуемой этиологии. Более того, мы являемся свидетелями широкого и быстрого

распространения стойких, адаптированных к дезинфектантам новых форм микроорганизмов, даже в сильно хлорированной воде, которые приобретают новые свойства, выражающиеся в их некультурабельности, т.е. бактерии могут достаточно долгое время находиться в жизнеспособном, но некультурабельном состоянии. Это явление ставит перед микробиологами новую задачу по поиску методов оценки жизнеспособности указанных микроорганизмов.

Таким образом, возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду и прогрессирующее необратимое воздействие на различные формы жизни требуют нового подхода к оценке качества наиболее важного для человечества ресурса – питьевой воды. Мы предлагаем принципиально новый стандарт на питьевую воду, в котором заложены оценки острой, хронической токсичности, цитотоксичности, генотоксичности на организменном уровне и на клетках крови и других органов пресноводных организмов. Все эти подходы и методы контроля детально описаны в монографии Vladyslav V. Goncharuk "Drinking Water. Physics, Chemistry and Biology" (Springer, 2014) и Национальном стандарте Украины "ВОДА ПИТЬЕВАЯ. Требования и методы контролирования качества" ДСТУ 7525:2014.

Поскольку жизнь – это клеточная белковая форма существования материи, то и здоровье человека зависит от жизнедеятельности каждой клетки.

*Академик НАН  
Украины профессор*



*В.В. Гончарук*

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Секція 1. Актуальні питання впливу фізико-хімічних властивостей води на процеси водопідготовки.....</b>                                                                         | <b>16</b> |
| <b>1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАДАННЯ ВОДІ ВІДНОВНОГО ЕЛЕКТРОНОДОНОРНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМИ, ХІМІЧНИМИ, ФІЗИЧНИМИ ТА БІОХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ</b>                                     |           |
| Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Скоредов П.С., В.Я.Каганов<br>Національний університет харчових технологій.....                                                        | 17        |
| <b>2. БЕЗРЕАГЕНТНО АКТИВОВАНА ВОДА: БЕЗЗАСТЕРЕЖНІ ОЗДОРОВЧІ ЕФЕКТИ ТА ОБ'ЄКТИВНІ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ</b>                                                                                  |           |
| Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І.<br>Національний університет харчових технологій.....                                                                                    | 19        |
| <b>3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ НАБУТТЯ ВОДОЮ, ЗБАГАЧЕНОЮ ВОДНЕМ, ВІДНОВНИХ ЕЛЕКТРОНОДОНОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ</b>                                                                   |           |
| Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Шпак В.В., Штепа Д.В.<br>Національний університет харчових технологій.....                                                             | 21        |
| <b>4. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВИСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ВІДНОВНОГО ЕЛЕКТРОНОДОНОРНОГО СТАНУ У МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ З ЗЕРНОВИХ СУБСТРАТІВ</b>                |           |
| Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Каленик О.С., Святненко Р.С.<br>Національний університет харчових технологій.....                                                      | 23        |
| <b>5. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО МЕТОДУ НАДАННЯ ВОДІ СТАНУ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ</b>                                                                                               |           |
| Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Штепа Д.В., Скоредов П.С.<br>Національний університет харчових технологій.....                                                         | 25        |
| <b>6. ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИСПЕРСНО-ФАЗОВОГО РОЗПОДІЛУ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ, ПОЛІХЛОРОВАНИХ БІФЕНІЛІВ ТА ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ У ПРИРОДНІЙ ВОДІ</b> |           |
| Максим Горбань <sup>1</sup> , Михайло Мілюкін <sup>1</sup><br><sup>1</sup> Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.....                            | 27        |
| <b>7. ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ТОКСИЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В ПЕРІОД ІНТЕНСИВНОГО РУЙНУВАННЯ ЦІАНОБАКТЕРІЙ ПІСЛЯ МАСОВОГО «ЦВІТІННЯ» ВОДИ</b>                                             |           |
| Костянтин Домбровський, Олександр Рильський<br>Запорізький національний університет.....                                                                                           | 29        |
| <b>8. ЗАСТОСУВАННЯ АНОМАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ В РОЗРОБЛЕНІ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ</b>                                                                                |           |
| Володимир Логвін, Аліна Наконечна<br>Національний університет харчових технологій.....                                                                                             | 30        |
| <b>9. RESEARCHING OF DISSOLVED OXYGEN IN THE WATER OF THE ROGAN RESERVOIR</b>                                                                                                      |           |
| Marchenko Catherine, Zarenko Natalia<br>V. N. Karazin Kharkiv National University.....                                                                                             | 32        |
| <b>10. ШВИДКЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ</b>                                                                                                                       |           |
| Дмитро Сінат-Радченко, Наталія Іващенко, Сергій Василенко<br>Національний університет харчових технологій.....                                                                     | 33        |

|                                                                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Секція 2. Інноваційні підходи до вирішення проблем якості та безпечності питної води.....</b>                                                              | <b>35</b> |
| <b>11. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОТРИМАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ПІДГОТОВЛЕНОЇ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОЇ ОБРОБЛЕНОЇ ТА НЕОБРОБЛЕНОЇ ФАСОВАНОЇ РИБИ.</b> |           |
| Ярослав Барашовець                                                                                                                                            |           |
| Національний університет харчових технологій.....                                                                                                             | 36        |
| <b>12. ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ</b>                                                                                                     |           |
| Ольга Берегова, Дмитро Кольчак                                                                                                                                |           |
| Одеська національна академія харчових технологій.....                                                                                                         | 37        |
| <b>13. ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОТЕСТУВАННЯ</b>                                                                                |           |
| Майя Верголяс <sup>1</sup> , Наталія Дмитруха <sup>2</sup>                                                                                                    |           |
| ПВНЗ Міжнародна академія екології та медицини, м. Київ                                                                                                        |           |
| ДУ»Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН», м. Київ.....                                                                                            | 40        |
| <b>14. ВИЗНАЧЕННЯ КАДМІЮ У ВОДІ МЕТОДОМ ІНВЕРСІЙНОЇ ХРОНОПОТЕНЦІОМЕТРІЇ</b>                                                                                   |           |
| Валентина Галімова, Валерій Манк, Ігор Суровцев, Руслан Лаврик, Тамара Панчук, Марія Саркісова                                                                |           |
| Національний університет біоресурсів і природокористування України.....                                                                                       | 41        |
| <b>15. БІОЛОГІЧНЕ ЗНИЖЕННЯ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДНИХ ВІДВАРІВ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН</b>                                                                 |           |
| Петро Гвоздяк <sup>1</sup> , Олександр Рильський <sup>2</sup> , Сергій Ремез <sup>1</sup> , Людмила Невинна <sup>1</sup>                                      |           |
| <sup>1</sup> Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України                                                                          |           |
| <sup>2</sup> Запорізький національний університет.....                                                                                                        | 43        |
| <b>16. NEW DECISIONS IN WATER TREATMENT TECHNOLOGY USING FERRATES(VI)</b>                                                                                     |           |
| Dmitriy Golovko <sup>1</sup> , Irina Goncharova <sup>2</sup> , Yaroslav Barashovets <sup>3</sup> , Ludmila Shevchenko <sup>4</sup>                            |           |
| <sup>1</sup> Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine                                                                               |           |
| <sup>2</sup> Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine                                                                                   |           |
| <sup>3</sup> “Clean Water Systems” LTD, Kyiv, Ukraine                                                                                                         |           |
| <sup>4</sup> Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine.....                                                                                    | 45        |
| <b>17. АКТИВОВАНІ ВОДИ В ПРИРОДІ - ОСНОВА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АКТИВНОГО ДОВГОЛІТТЯ І ЕКОЛОГІЗАЦІЇ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ</b>                                  |           |
| Гришук В.П                                                                                                                                                    |           |
| ПП Жива Вода.....                                                                                                                                             | 45        |
| <b>18. УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У ВИРОБНИЦТВІ ВОДИ ПИТНОЇ В УКРАЇНІ</b>                                                                                            |           |
| Юрій Заїка, Олена Гавриленко, Наталія Онищенко, Таміла Шейко                                                                                                  |           |
| Український науково-дослідний інститут «Ресурс».....                                                                                                          | 47        |
| <b>19. НОВІ СОРБЕНТИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ</b>                                                                              |           |
| Олена Коваленко, Вікторія Новосельцева, Ангеліна Коханська                                                                                                    |           |
| Одеська національна академія харчових технологій.....                                                                                                         | 49        |
| <b>20. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЛЮМБУМУ У ВОДІ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУН-ЕТЕРІВ</b>                                                        |           |
| Олег Кроніковський, Олексій Мисюк                                                                                                                             |           |
| Національний університет харчових технологій                                                                                                                  |           |
| Наталія Стаднічук                                                                                                                                             |           |
| ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України».....          | 50        |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>21. ФТОР В ХАРЧОВИХ ВОДАХ, ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ</b><br><b>Олена Ляпіна, Анастасія Огороднікова</b><br><i>Одеська національна академія харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>52</b> |
| <b>22. ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРІВ БЕЗХРЕБЕТНИХ У БІОТЕСТУВАННІ ЯКОСТІ ВОДИ</b><br><b>Алла Нанієва<sup>1</sup>, Ольга Кравченко<sup>2</sup></b><br><i><sup>1</sup>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського. НАН України</i><br><i><sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України.....</i>                                                                                                                                        | <b>53</b> |
| <b>23 НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ВОДИ ПИТНОЇ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ</b><br><b>Анатолій Подрušняк, Наталія Стаднічук, Ольга Голінько</b><br><i>ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ.....</i>                                                                                                                                 | <b>54</b> |
| <b>24. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ М. ОХТИРКА, СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b><br><b>Аліна Семенюк, Ольга Тогачинська</b><br><i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>56</b> |
| <b>25. МІЖНАРОДНІ ТА ВІТЧИЗНЯНІ ВИМОГИ ДО ВОДИ ПИТНОЇ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ</b><br><b>Василь Сидор, Валентина Остапенко, Анна Остапенко</b><br><i>Національний університет харчових технологій</i><br><b>Паримал Чандра Бісвас</b><br><i>Університет Адамас, Колькута, Індія.....</i>                                                                                                                                                                             | <b>57</b> |
| <b>26. БІОТЕСТУВАННЯ ФОСФАТОВІСНИХ БАРОМЕМБРАННИХ ПЕРМЕАТИВ</b><br><b>Ольга Семінська, Маргарита Балакіна, Алла Нанієва</b><br><i>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>60</b> |
| <b>27. МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ІНДИКАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ</b><br><b>Олег Третьяков<sup>1</sup>, Олена Дашковська<sup>2</sup>, Віталій Безсонний<sup>3</sup></b><br><i><sup>1</sup>Харківська державна академія фізичної культури</i><br><i><sup>2</sup>Державна наукова установа “Інститут модернізації змісту освіти”</i><br><i><sup>3</sup>Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця.....</i> | <b>62</b> |
| <b>Секція 3. Підвищення ефективності процесів підготовки питної води.</b><br><b>Фізико-хімічні та біологічні аспекти очищення питної води.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>65</b> |
| <b>28. ВИЗНАЧЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ ЦЕОЛІТУ ЩОДО ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ АМОНІУ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ</b><br><b>Наталія Гусятинська, Ольга Пундик</b><br><i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>66</b> |
| <b>29. ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КЛИНОПТИЛОЛІТУ, МОДИФІКОВАНОГО ІОНАМИ СРІБЛА, ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД</b><br><b>Зеновій Знак<sup>1</sup>, Анастасія Грабаровська<sup>1</sup>, Тарас Жук<sup>2</sup></b><br><i><sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»</i><br><i><sup>2</sup>ТзОВ «АКС Мінерал».....</i>                                                                                                                                                 | <b>68</b> |
| <b>30. ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ НА СОЛОДОВОМУ ЗАВОДІ</b><br><b>Олена Коваленко, Анастасія Аніщенко, Оксана Ємонакова</b><br><i>Одеська національна академія харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>69</b> |

|                                                                                                                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>31. ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ ДЛЯ НАПОЇВ ПІСЛЯ ЇЇ ОБРОБЛЕННЯ ШУНГІТОМ</b>                                                                                                       |           |
| Людмила Мельник <sup>1</sup> , Світлана Олійник <sup>1</sup> , Наталія Ткачук <sup>1</sup> , Ірина Самченко <sup>1</sup> ,<br>Ольга Логінова <sup>2</sup> , Людмила Кістерська <sup>2</sup> |           |
| <sup>1</sup> Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна                                                                                                                 |           |
| <sup>2</sup> Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ.....                                                                                                      | 70        |
| <b>32. ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЕРАТОРІВ НА ОСНОВІ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ</b>                                                                                                        |           |
| Олександр Ободович <sup>1</sup> , Наталія Гусятинська <sup>2</sup> , Віталій Сидоренко <sup>1</sup>                                                                                         |           |
| <sup>1</sup> Інститут технічної теплофізики НАН України                                                                                                                                     |           |
| <sup>2</sup> Національний університет харчових технологій.....                                                                                                                              | 72        |
| <b>33. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОАГУЛЯНТІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДОПІДГОТОВКИ</b>                                                                                                   |           |
| Сергій Піддубний <sup>1</sup> , Олександр Ковров <sup>2</sup>                                                                                                                               |           |
| <sup>1</sup> Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна                                                                                                                      |           |
| <sup>2</sup> НТУ «Дніпровська політехніка».....                                                                                                                                             | 74        |
| <b>34. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОНООБМІННОЇ СМОЛИ DOWEX HSR-S/S ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ</b>                                                      |           |
| Ірина Симоненко, Наталія Чернова                                                                                                                                                            |           |
| Національний університет харчових технологій.....                                                                                                                                           | 76        |
| <b>Секція 4. Водопідготовка у харчових виробництвах: стан та перспективи розвитку.....</b>                                                                                                  | <b>78</b> |
| <b>35. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ДЕЗІНФЕКТАНТІВ ЩОДО КОНТАМІНУЮЧОЇ МІКРОФЛОРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВОД</b>                                                                                 |           |
| Наталія Гусятинська <sup>1</sup> , Тетяна Нечипор <sup>1</sup> , Світлана Тетеріна <sup>1</sup> , Людмила Решетняк <sup>2</sup>                                                             |           |
| <sup>1</sup> Національний університет харчових технологій                                                                                                                                   |           |
| <sup>2</sup> Національний авіаційний університет.....                                                                                                                                       | 79        |
| <b>36. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ</b>                                                                                                   |           |
| Грабовська О.В., Медведєва А.О., Кратюк О.М.                                                                                                                                                |           |
| Київський національний торговельно-економічний університет.....                                                                                                                             | 81        |
| <b>37. ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА. СУЧАСНИЙ СТАН.</b>                                                                                                                   |           |
| Олег Гриценко                                                                                                                                                                               |           |
| Національний університет харчових технологій.....                                                                                                                                           | 83        |
| <b>38. THE INVESTIGATION OF PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LIQUID AQUATIC SYSTEMS BY ALTERNATING IMPULSES OF PRESSURE</b>                                                           |           |
| Iryna Dubovkina                                                                                                                                                                             |           |
| Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine.....                                                                                                      | 85        |
| <b>39. ТЕХНОЛОГІЯ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ</b>                                                                                                                               |           |
| Володимир Ковальчук <sup>1</sup> , Тетяна Опанасюк <sup>1</sup> , Світлана Олійник <sup>2</sup> , Леся Тарасюк <sup>2</sup>                                                                 |           |
| Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів» <sup>1</sup> ,                                                             |           |
| Національний університет харчових технологій <sup>2</sup> , Київ.....                                                                                                                       | 86        |

**40. КОРЕГУВАННЯ ІНДЕКСУ ПРОРОСТАННЯ ПИВОВАРНИХ ЯЧМЕНІВ  
ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНО АКТИВОВАНИХ ВОДНИХ  
РОЗЧИНІВ**

**Олена Ковальова**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет.....87*

**41. ВОДА ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ТА КОСМЕТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Юлія Коробка, Максим Пашкевич, Галина Біла**

*Національний університет харчових технологій*

**Надія Антрапцева**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України.....89*

**42. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ НА УТВОРЕННЯ СТАБІЛЬНИХ  
КОМПЛЕКСІВ В СИСТЕМІ СПИРТ-ВОДА**

**Олег Кузьмін, Наталія Романченко, Ірина Грушевська, Владислав Рудий**

*Національний університет харчових технологій.....91*

**43. ВИМОГИ ДО ВОДИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Аліна Наконечна, Ганна Пастух**

*Національний університет харчових технологій.....93*

**44. ВИКОРИСТАННЯ REDOX-К ФІЛЬТРІВ І ФОСФОНАТІВ У ПІДГОТОВЦІ  
ВОДИ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І ВОДОГРІЙНИХ СИСТЕМ**

**Ю.Г. Поржезінський**

*Національний університет харчових технологій.....96*

**45. БЕЗРЕАГЕНТНИЙ МЕТОД ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ**

**ЕЛЕКТРОАКТИВАЦІЮ**

**Романченко Н.М., Костін В.Б.**

*Національний університет харчових технологій.....98*

**46. ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ МОДИФІКУВАННЯ ПРИРОДНОГО МАТЕРІАЛУ  
ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Ірина Самченко, Світлана Олійник**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна.....99*

**47. ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРИРОДНИХ ВОД**

**Віра Тимофієва, Надія Антрапцева**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

**Галина Біла**

*Національний університет харчових технологій.....100*

**48. ПСИХОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ**

**ФАХІВЦІВ З ВОДОПІДГОТОВКИ У ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

**Наталія Чугаєва**

*Національний університет харчових технологій.....101*

**Секція 5. Впровадження мембранних технологій для поліпшення якості  
питної води та напівпродуктів харчових виробництв.....102**

**49. ВПЛИВ ЗНАЧЕННЯ PH ВХІДНОЇ ВОДИ НА ЗАГАЛЬНУ МІНЕРАЛІЗАЦІЮ  
ПЕРМЕАТУ ДРУГОГО СТУПЕНЮ ДВОСТУПЕНЕВИХ УСТАНОВКАХ  
ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ**

**Ярослав Барашовець**

*ТОВ «Системи чистої води»*

**Леонід Рева**

*Національний університет харчових технологій.....103*

|                                                                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>50. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІНИ МЕХАНІЧНОГО ФІЛЬТРУВАННЯ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ НА ЕТАПІ ПІСЛЯКОАГУЛЯЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ</b>                    |            |
| Вікторія Богатиренко, Алла Лукомська                                                                                                                       |            |
| <i>Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ.....</i>                                                                         | <b>104</b> |
| <b>51. ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВНИХ МЕМБРАН ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГІДРОКСОСПОЛУК ФЕРУМУ</b>                                                    |            |
| Тетяна Дульнева, Ольга Ієвлєва, Дмитро Кучерук                                                                                                             |            |
| <i>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.....</i>                                                                        | <b>107</b> |
| <b>52. ЗАСТОСУВАННЯ КЕРАМІЧНОЇ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНОЇ МЕМБРАНИ З ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ ДЛЯ СУМІСНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД СПОЛУК ФЕРУМУ ТА МАНГАНУ</b>              |            |
| Тетяна Дульнева, Ольга Ієвлєва, Дмитро Кучерук                                                                                                             |            |
| <i>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.....</i>                                                                        | <b>109</b> |
| <b>53. Fe<sup>2+</sup> REMOVAL FROM WATER ON POLYMERIC MEMBRANES WITH MAGNETICALLY ACTIVE SURFACE</b>                                                      |            |
| Victoriia Konovalova <sup>1</sup> , Iryna Kolesnyk <sup>1</sup> , Olena Ivanenko <sup>2</sup> , Andriy Marinin <sup>3</sup> , Anatoliy Burban <sup>1</sup> |            |
| <sup>1</sup> National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine                                                                                     |            |
| <sup>2</sup> National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine                                            |            |
| <sup>3</sup> , National University of Food technology, Kiev, Ukraine.....                                                                                  | <b>111</b> |
| <b>54. CERAMIC MEMBRANES IN WATER TREATMENT TECHNOLOGIES</b>                                                                                               |            |
| Anna Kuzminchuk, Ihor Astrelin                                                                                                                             |            |
| <i>National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" .....</i>                                                           | <b>112</b> |
| <b>55. ВИДАЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, НАТРІЮ ТА КАЛЬЦІЮ МЕТОДОМ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ</b>                                                                 |            |
| В.О. Лясота, Я.В. Радовенчик                                                                                                                               |            |
| <i>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна, м. Київ.....</i>                        | <b>113</b> |
| <b>Секція 6. Бутильовані води: нові види продукції продукції, технології, якість, безпечність, фізіологічна повноцінність.....</b>                         | <b>115</b> |
| <b>56. ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД БУТИЛЬОВАНИХ ВОД: БЕЗПЕКА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ</b>                                                                        |            |
| Ірина Андрусишин, Інна Голуб, Олена Лампека                                                                                                                |            |
| <i>ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», м.Київ, Україна.....</i>                                                                          | <b>116</b> |
| <b>57. ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ</b>                                                                                                     |            |
| Олександр Билан, Анна Остапенко, Василь Сидор, Валентина Остапенко                                                                                         |            |
| <i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                   | <b>117</b> |
| <b>58. ВИКОРИСТАННЯ ШУНГІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ ДОМІШОК</b>                                                                          |            |
| Олена Грабовська, Катерина Додонова, Аліна Авраменко                                                                                                       |            |
| <i>Національний університет харчових технологій, м. Київ.....</i>                                                                                          | <b>119</b> |
| <b>59. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАПОЇВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ</b>                                                     |            |
| Наталія Стеценко, Галина Сімахіна                                                                                                                          |            |
| <i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                   | <b>121</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Секція 7. Водооборотні системи в промисловості та енергетиці. Очищення промислових стічних вод.....</b>                                                                                                                                                                                      | <b>123</b> |
| <b>60. БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ДРІЖДЖОВИХ ПІДПРИЄМСТВ</b><br>Наталія Бублієнко, Олена Семенова, Тетяна Сулейко<br>Національний університет харчових технологій.....                                                                                                                     | 124        |
| <b>61. МОДЕРНІЗАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ</b><br>К.С. Галушка<br>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».....                                                                                           | 125        |
| <b>62. ОРГАНОКРЕМНЕЗЕМНІ СОРБЕНТИ ФУНКЦІОЛІЗОВАНІ КИСЛОТНИМИ ГРУПАМИ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ ТА РІДКОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ</b><br>К.С. Галушка<br>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут».....                                                             | 126        |
| <b>63. ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД</b><br>Ірина Горашенко, Інна Бондарчук<br>Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського.....                                                                                                                                             | 127        |
| <b>64. MAINTENANCE OF MBR &amp; MBBR COMBINATION BY LABORATORY ANALYSES</b><br>Yuliia Dzihora<br>Cherkasy State Technological University<br>Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.....                                                                                              | 129        |
| <b>65. МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ БАШТОВОЇ ГРАДИРНІ ТЕЦ</b><br>Олександр Єщенко<br>Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»<br>Микола Єщенко<br>Національний університет «Києво-Могилянська академія».....                                | 131        |
| <b>66. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ БАРОМЕМБРАННОГО ПРОЦЕСУ ОЗОНУВАННЯ З МЕТОЮ ПОВНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОГО ПЕРМЕАТУ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ</b><br>Володимир Захаров, Юрій Змієвський, Валерій Мирончук, Олександр Устінюк<br>Національний університет харчових технологій.....                        | 134        |
| <b>67. ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b><br>Віктор Ковальчук<br>Національний університет водного господарства та природокористування.....                                                                                                         | 135        |
| <b>68. ОРГАНІЗАЦІЯ ВОДНО-ХІМІЧНОГО РЕЖИМУ АЕС З МЕТОЮ БЕЗПЕЧНОЇ ТА НАДІЙНОЇ РОБОТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА ПГВ-1000</b><br>Тетяна Коваленко, Діана Лукашук<br>Національний університет “Львівська політехніка” .....                                                                                     | 137        |
| <b>69. ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ІНГІБУВАННЯ КОРОЗІЇ ФОСФОРВІСНИМИ КОМПЛЕКСОНАМИ В ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНИХ ВИРОБНИЦТВ</b><br>Микола Космина, Юлія Носачова<br>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»..... | 138        |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>70. ВДОСКОНАЛЕННЯ ФЕРИТИЗАЦІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВІДХОДІВ</b>                                                                    |     |
| Геннадій Кочетов <sup>1</sup> , Дмитро Самченко <sup>1</sup> , Олена Дашковська <sup>2</sup>                                               |     |
| <sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури,<br><sup>2</sup> ДНУ "Інститут модернізації змісту освіти" ..... | 141 |
| <b>71. АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>                                                          |     |
| Інна Попова, Наталія Зінченко                                                                                                              |     |
| Національний університет харчових технологій, м.Київ.....                                                                                  | 143 |
| <b>72. ВИКОРИСТАННЯ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ</b>                                                              |     |
| Вікторія Сердюк, Віктор Максим                                                                                                             |     |
| Національний університет біоресурсів і природокористування України.....                                                                    | 145 |
| <b>73. РОЛЬ КИСНЮ У ПРОЦЕСАХ КАВІТАЦІЙНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК</b>                                                                |     |
| Юрій Сухацький, Зеновій Знак                                                                                                               |     |
| Національний університет "Львівська політехніка" .....                                                                                     | 147 |
| <b>74. МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕНOSTІ СТИЧНИХ ВОД ДНІПРОВСЬКОГО ВОДНОГО БАСЕЙНУ</b>                                                              |     |
| Наталія Сімурова, Олена Майборода                                                                                                          |     |
| Національний університет харчових технологій, м.Київ.....                                                                                  | 149 |
| <b>75. МЕТОДИ ДЕГАЗАЦІЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ</b>                                                                            |     |
| Юрій Сухацький                                                                                                                             |     |
| Національний університет "Львівська політехніка" .....                                                                                     | 150 |
| <b>76. ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ШАХТНИХ ВОД ПРИ ВИКОРИСТАННІ СОРБЦІЙНИХ МЕТОДІВ</b>                                               |     |
| Інна Трус, Ігор Руденко                                                                                                                    |     |
| Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».....                                 | 153 |
| <b>77. УДОСКОНАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОЄМНОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ВИБОРУ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВОДООЧИЩЕННЯ</b>                                 |     |
| Володимир Штепа                                                                                                                            |     |
| Поліський державний університет, Республіка Білорусь                                                                                       |     |
| Наталія Заєць                                                                                                                              |     |
| Національний університет харчових технологій України.....                                                                                  | 154 |
| <b>78. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕКИСНЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДИФІКОВАНИХ РЕДОКСИТІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗОМІСТКИХ КОМПОЗИТІВ</b>                  |     |
| Марія Шуриберко, Микола Гомеля, Тетяна Шаблій                                                                                              |     |
| Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».....                                 | 156 |
| <b>79. ДОСЛІДЖЕННЯ КОАГУЛЯЦІЙНО-ФЛОКУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ЗАБАРВЛЕНИХ РОЗЧИНІВ</b>                                                   |     |
| Ірина Якименко, Тетяна Солодовнік                                                                                                          |     |
| Черкаський державний технологічний університет.....                                                                                        | 158 |
| <b>80. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВОДОПІДГОТОВКИ КОТЛОВОЇ ВОДИ НА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ</b>                       |     |
| Альона Ялова, Наталія Бондар, Алла Сусідко                                                                                                 |     |
| Криворізький технічний коледж.....                                                                                                         | 160 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Секція 8. Еколого-економічні аспекти раціонального водокористування.....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>163</b> |
| <b>81. ANALIZA PERYFITONU I FITOPLANKTONU JEZIORA TURAWSKIEGO<br/>THE ANALYSIS OF PERIPHYTON AND PHYTOPLANKTON IN THE TURAWA LAKE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Mirosław BĄK, Małgorzata OSTROWSKA</b><br><i>Uniwersytet Opolski, Polska.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>164</b> |
| <b>82. ANALYSIS OF MINERAL VITAMIN COMPOSITION OF FUNCTIONAL WATER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
| Anatoly Batyan <sup>1</sup> , Vladimir Litvyak <sup>2</sup> , Vyacheslav Kravchenko <sup>1</sup> , Viktor Lemiasheuski <sup>1</sup> ,<br>Elena Khrustalyova <sup>1</sup><br><sup>1</sup> <i>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 220070, Republic of Belarus, Minsk, st. Dolgobrodskaya, 23/1</i><br><sup>2</sup> <i>Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center for foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus, Minsk, ul. Kozlova, 29.....</i> | <b>165</b> |
| <b>83. RESEARCH OF THE MINERAL COMPOSITION OF THE ENRICHED WATER-SOLUBLE MINERALS OF STRUCTURED WATER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |
| Anatoly Batyan <sup>1</sup> , Vladimir Litvyak <sup>2</sup> , Vyacheslav Kravchenko <sup>1</sup> , Elena Khrustalyova <sup>1</sup><br><sup>1</sup> <i>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 220070, Republic of Belarus, Minsk, st. Dolgobrodskaya, 23/1</i><br><sup>2</sup> <i>Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center for foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus», Republic of Belarus, Minsk, ul. Kozlova, 29.....</i>                                      | <b>167</b> |
| <b>84. EKONOMICZNE ASPEKTY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WYKORZYSTANIA WODY – BEZPIECZEŃSTWO, LOGISTYKA, TURYSTYKA – PROGRAM NOWEJ POLITYKI PRZEMYSŁOWEJ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Marek Niemczyk</b><br><i>Prezes Stowarzyszenia Podatników w Polsce.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>170</b> |
| <b>85. WATER SECURITY IN EMERGING MARKETS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
| <b>Zakhar Maletskyi<sup>1*</sup></b><br><sup>1</sup> <i>Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Faculty of Science &amp; Technology (REALTEK), Drøbakveien 31, Ås, Norway.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>173</b> |
| <b>86. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ КАРБОНАТНО – КАЛЬЦІЄВОЇ РІВНОВАГИ ПІДЗЕМНИХ ВОД КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |
| <b>Богатиренко Вікторія Альфредівна, Калінін Ігор Васильович, Біленко Марина Анатоліївна</b><br><i>Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>176</b> |
| <b>87. ВОДА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЗАПАС ДЕРЖАВИ УКРАЇНИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Юрій Заїка</b><br><i>Український науково-дослідний інститут «Ресурс».....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>180</b> |
| <b>88. РАЦІОНАЛЬНЕ ВОДОКОРИСТУВАННЯ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ШКІР У ВИРОБНИЦТВІ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
| <b>Юлія Клочай, Поліна Ребрикова, Олена Мокроусова</b><br><i>Київський національний університет технологій та дизайну.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>181</b> |
| <b>89. ІНТЕГРАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
| <b>Ольга Кравченко, В'ячеслав Чоботар</b><br><i>Національний університет біоресурсів і природокористування України.....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>184</b> |
| <b>90. MODERN TRENDS IN PHOSPHORUS REMOVAL IN WASTEWATER TREATMENT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
| <b>Anna Ozhynska, Marta Litynska, Nataliia Tolstopalova</b><br><i>National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute».....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>185</b> |

|                                                                                                                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>91. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГОЛОВНОЇ ВОДНОЇ АРТЕРІЇ УКРАЇНИ</b>                                                                                                                                     |            |
| Роман Пономаренко, Леонід Пляцук, Олег Третяков                                                                                                                                                              |            |
| <i>Національний університет цивільного захисту України.....</i>                                                                                                                                              | <b>188</b> |
| <b>92. ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ ВІД <math>Eu(III)</math> <math>Zn, Al</math>- ТА <math>Mg, Al</math>-ШАРУВАТИМИ ПОДВІЙНИМИ ГІДРОКСИДАМИ, ІНТЕРКАЛЬОВАНИМИ ЦИТРАТ-АНІОНАМИ, ТА ЇХ МАГНІТНИМИ КОМПОЗИТАМИ</b> |            |
| Любов Пузирна, Богдан Яцик, Галина Пшинко                                                                                                                                                                    |            |
| <i>Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України.....</i>                                                                                                                          | <b>190</b> |
| <b>93. ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ З ДЖЕРЕЛ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>                                                                                                                         |            |
| Наталія Сабадаш, Анастасія Сергієнко                                                                                                                                                                         |            |
| <i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                     | <b>191</b> |
| <b>94. СУЧАСНИЙ СТАН ВІТЧИЗНЯНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b>                                                                                                                                 |            |
| Ірина Сагайдак, Наталія Авраменко, Олександра Шевчук                                                                                                                                                         |            |
| <i>Університет державної фіскальної служби України.....</i>                                                                                                                                                  | <b>194</b> |
| <b>95. ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ЯК НЕВІД'ЄМНА ЧАСТИНА СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ</b>                                                                                                                                 |            |
| Ольга Сафіна                                                                                                                                                                                                 |            |
| <i>Київський коледж міського господарства Таврійського Національного Університету імені В.І.Вернадського.....</i>                                                                                            | <b>195</b> |
| <b>96. ОЦІНКА СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ І СТИЧНИХ ВОД ЗА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИ ВПЛИВІ ЕКОЛОГІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ, ЯКІ РОЗМІЩЕНІ НА ТЕРИТОРІЯХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>                           |            |
| Ольга Тогачинська, Людмила Береза-Кіндзерська, Світлана Бажай-Жежерун                                                                                                                                        |            |
| <i>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.....</i>                                                                                                                                   | <b>198</b> |
| <b>97. ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ОЧИСТКИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФЕНОЛІВ У СТИЧНИХ ВОДАХ</b>                                                                                                                            |            |
| Елла Часова, Оксана Демчишина                                                                                                                                                                                |            |
| <i>ДВНЗ «Криворізький національний університет».....</i>                                                                                                                                                     | <b>201</b> |
| <b>98. ПИТНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УКРАЇНІ: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ</b>                                                                                                                                       |            |
| Тетяна Чорна                                                                                                                                                                                                 |            |
| <i>Університет державної фіскальної служби України, м. Ірпінь, Україна</i>                                                                                                                                   |            |
| Наталія Гусятинська                                                                                                                                                                                          |            |
| <i>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.....</i>                                                                                                                                   | <b>202</b> |
| <b>99. К ВОПРОСУ О ЗАКРЕПЛЕНИИ ПРИНЦИПА РАЦИОНАЛЬНОГО (УСТОЙЧИВОГО) ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>                                                                 |            |
| Ірина Шахрай                                                                                                                                                                                                 |            |
| <i>Белорусский государственный університет.....</i>                                                                                                                                                          | <b>205</b> |
| <b>100. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ БЕЗПЕЧНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ</b>                                                                                                                         |            |
| Світлана Шульга                                                                                                                                                                                              |            |
| <i>Національний університет харчових технологій.....</i>                                                                                                                                                     | <b>207</b> |
| <b>101. ЗАСТОСУВАННЯ ЗАЛІЗО-АЛЮМІНІЄВИХ КОАГУЛЯНТІВ ТА ЇХ КОМПОЗИЦІЙНИХ СУМІШЕЙ В ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК</b>                                                                           |            |
| Андрій Ясинецький, Олексій Кулішенко                                                                                                                                                                         |            |
| <i>Інститут колоїдної хімії та хімії води.....</i>                                                                                                                                                           | <b>209</b> |



**СЕКЦІЯ 1**  
**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВПЛИВУ**  
**ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ**  
**ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ НА**  
**ПРОЦЕСИ ВОДОПІДГОТОВКИ**

# **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАДАННЯ ВОДИ ВІДНОВНОГО ЕЛЕКТРОНОДОНОРНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМИ, ХІМІЧНИМИ, ФІЗИЧНИМИ ТА БІОХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

**Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Скоредов П.С., В.Я.Каганов**

*Національний університет харчових технологій*

Ендогенні рідини водного сектору організму, а вірніше водні біоколоїди, володіють високою стабільністю електрокінетичної природи. Поверхня еритроцитів, тромбоцитів та лейкоцитів, як і білкові колоїди кров'яної плазми – альбуміни та глобуліни – мають заряд від'ємного знаку, носієм якого є всюдисущий електрон [1] .

Заряди від'ємному знаку на мембранах посилюють стабільний стан елементів крові. В умовах дефіциту зарядів втрачається стабільність електростатичних систем крові, що сприяє їх коагуляції з відповідними тяжкими для здоров'я наслідками. Тривале зниження інтенсивності фону електронів в організмі призводить до напруження функціонування його регуляторних систем і зменшення захисних властивостей [2].

Активність електронів визначається величиною і знаком окисно-відновного потенціалу (ОВП), який є мірилом активності електронів у окисно-відновних реакціях, пов'язаних з приєднанням або віддаванням електронів.

Електронний статус повітря, питної води та продуктів харчування є характеристикою можливості поповнення організму вільними реакційними електронами від джерел підтримки життєдіяльності довкілля. Питна вода як можливий носій електронів грає в цьому процесі особливу роль.

Зміщення ОВП питної води в бік мінусових значень викликає поліпшення стану внутрішніх органів, шкіряних покривів, слизових оболонок та волосся людини. Стимулюється розвиток корисної мікрофлори, зменшуються наслідки дисбактеріозу. Покращуються біоенергетичні, метаболічні та імуностимулюючі процеси [3]. Натомість, зміщення донорно-акцепторної рівноваги ендогенної води на користь акцепторів, що викликає дефіцит реакційно активних електронів , визнано причиною розвитку багатьох патологічних процесів [2].

Електронодонорна активність ендогенної води подібна до дії вітамінів С, Р, РР, К, а також багатьох корисних речовин, які входять до складу доброякісних продуктів харчування і відомих своєю антиоксидантною активністю [4].

Для практичного одержання води з відновними електронодонорними властивостями широко використовують електрохімічний метод з розділенням катодних та анодних зон електропровідною мембраною, яка, проте, перешкоджає змішанню продуктів електролізу. Католіт являє собою слабо лужний розчин з відновними електронодонорними властивостями, які забезпечують чудовий антиоксидантний та імуностимулюючий ефект. Проте електрохімічні йонатори води не відносяться до розряду широкодоступних та мають деякі медичні застереження. Механізм їх дії пов'язують з двома процесами: імовірною дисоціацією молекул води в градієнті електростатичного поля подвійного електричного прошарку катоду, або ж з збагаченням води воднем, що електрохімічно генерується на катоді.

Насичення води воднем покладено в основу хімічної активації води шляхом гідролізу магнію. Цей простий та надійний метод на жаль характерний підвищенням рН водневої води до понаднормової величини 9,0-10,0. Проте це не заважає мільйонам людей користуватися

магнієвими стержнями, а виробникам реалізувати їх скрізь, запресованими в пластикову трубку. де з водою реагує торець стержня. Нами знайдено простий та ефективний спосіб нейтралізації надлишкової величини рН комбінацією біоогенних органічних кислот (їх ефективність підтверджують досліди О.Каленик під керівництвом Н.А.Гусятинської). Розроблений нами метод чекає своєї масової реалізації.

Останнім часом нами експериментально підтверджено та реалізовано ідею А.І.Мірошникова [5], який припускає, що одержувати електронодонорний стан у воді можливо шляхом відділення електрона від аніону хлору під дією градієнту електростатичного поля(електрофізичний метод активації води). Теоретично можливість такого явища обгрунтовано роботі П.П. Лошицького [6]. Проте практичний результат став можливим лише завдяки винайденому нами інноваційному способу створення у воді градієнту електростатичного поля. При величинах напруженості поля в воді порядку 10 у мінус 5 степені В/см(порядок електропробійної напруженості поля у повітрі) ОВП обробленої води досягав величини мінус 250 мВ (аналог сильного католіту). Окрасою методу і запорукою успіху подальших досліджень є те, що при різниці потенціалів 100 В на електродах дослідної комірки, струм у воді в замкнутому електричному ланцюзі дорівнює нулю!

Нарешті, ми реалізували можливість мікробіологічного набуття водою відновного електронодонорного стану (обгрунтовану докт. біол. наук професором П.І.Гвоздяком) на субстратах рослинного походження шляхом збагачення води метаболічним воднем. ОВП води внаслідок активної життєдіяльності мікробних культур природного походження досягає величин мінус 500-600 мВ. Родзинкою методу є те, що біологічно цінні харчові продукти (субстрати) без додаткових енерговитрат набувають додатково до своєї харчової цінності сильні антиоксидантні властивості та яскравий імуномодулюючий ефект, що відкриває дорогу до створення питної води та напоїв з достеменно оздоровчими властивостями.

#### **Список використаних джерел:**

1. Чижевский А.Л. Электрические и магнитные свойства эритроцитов.:М.Наука,1973.
2. Рахманин Ю.А.,Стехин А.А., Яковлева Г.В., Татарinov В.В. Новый фактор риска здоровья человека – дефицит электронов в окружающей среде. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования.2003. – С.135-144.
3. В.И.Прилуцкий,В.М.Бахир.Электрохимическая активация воды.Аномальные свойства.Механизм биологического действия.:М. – ВНИИМП,1977. – 228с.
4. В.С.Андреев,Н.В.Дронова,В.Н.Поварков,В.Г.Попов.Окислительно-восстановительные свойства воды и возможности их регулирования методом электроуправляемой сорбции//Биотехнология,2008,№2, - С.48-52.
5. А.И.Мирошников.Причина активности растворов после их электрохимической обработки. Роль хлоридов и окислительно-восстановительного потенциала//ВОДА.Химия и экология.№2, декабрь 2012 г. – С.104-110.
6. П.П.Лошицкий.Взаимодействие биологических объектов с физическими факторами.Киев,2009. – 267 с.

## **БЕЗРЕАГЕНТНО АКТИВОВАНА ВОДА: БЕЗЗАСТЕРЕЖНІ ОЗДОРОВЧІ ЕФЕКТИ ТА ОБ'ЄКТИВНІ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ**

**Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І.**

*Національний університет харчових технологій*

Біологічна активність води як явище була відкрита в 70-х роках минулого сторіччя в експериментах по електрохімічній обробці води в діафрагмових електролізерах[1]. Розділені електропровідною діафрагмою продукти електролізу мали унікальні властивості. Катодит є лужним відновним середовищем з ОВП, що сягає до величин мінус декількох сотен мВ. Величини ОВП та рН жорстко пов'язані між собою: зміна рН на одиницю обумовлює зміну ОВП десь на 60 мВ і навпаки. Така пара параметрів води є коваріантною.

Наукова вага феномену активації води полягає в усвідомленні можливості суттєвих змін фізико-хімічних властивостей води шляхом безреагентного переведення її у квази нерівноважний (енергетично збуджений) стан. Причому припинення дії джерела збудження призводило до самочинного руху системи до початкового стану термодинамічної рівноваги (процес релаксації). В процесі релаксації надлишок вільної енергії збуджених (активованих) молекул води (після випитої і засвоєної клітинами) здатен передаватися біомолекулам клітинного середовища для виконання біологічної роботи, а простіше – для підтримки процесів життєдіяльності. Таким чином, вода розкрила ще одну, чи не найважливішу для світу живого властивість бути приймачем, зберігачем та розпорядником енергії зовнішнього фізичного впливу на живі клітини, тканини, органи та організми.

В цих процесах структура електронного оточення ядра атому кисню особливим чином визначає підвищену хімічну та біохімічну активність молекул кисню [2]. Власне цю роль активаторів грають неспарені електрони на зовнішній електронній орбіті кисню. Здатність до спарювання з зовнішнім електроном найближчого атому чи молекули визначає підвищену реакційну здатність активної форми кисню (АФК). Штучна йонізація повітря аеройонами  $O_2^-$  здатна відтворювати у повітрі приміщень, яке практично непридатне для нормального дихання, йонізований стан, тотожний цілощому повітрю хвойного лісу, морського бризу, або ж повітрю біля водоспаду [3,4].

Безперервне утворення АФК відбувається в мітохондріях клітин внаслідок не повного відновлення молекул кисню до води за рахунок приєднання до молекули кисню невикористаного (вільного) електрона з утворенням су пероксид аніону  $O_2^-$ [5]. Ця форма АФК особливо важлива тим, що одночасно є носієм електрона, а також виконує важливу регуляторну функцію, адже присутність супероксид аніону  $O_2^-$  в багатьох випадках ініціює початок важливих біохімічних реакцій, включаючи життєво важливі метаболічні процеси в клітинах. Насправді регуляторна та руйнівна дія вільних кисневих радикалів є невід'ємною складовою біохімічних процесів життя [6]. Нещодавно стало очевидним, що АФК необхідні для регуляції практично всіх відомих біохімічних реакцій [7]. Отож, важливо усвідомлювати, що позитивний вплив регенеруючих властивостей електронодонорного стану ендогенних рідин, його регуляторна та антиоксидантна функція ніби антогонічна руйнівній ролі вільних кисневих радикалів. Насправді обидва могутніх фактори впливу на здоров'я доповнюють один одного, звичайно, при дотриманні їх оптимального вмісту у водному середовищі організму. Надмірне вживання тієї ж «живої» води має свої протипоказання.

Відомо, що вживання «живої» води призводить до регресії величини ОВП водного сектору організму з відповідним зміщенням величини його рН. При цьому невідворотний

механізм відновлення початкової кислотно-лужної та окисно-відновної рівноваги крові та інших ендогенних рідин призведе до додаткової витрати енергії життєдіяльності за рахунок порушення енергозабезпечення ряду не менш важливих фізіологічних систем організму. Нарешті, київський мікробіолог, професор О.Таширєв спостерігав підвищення стійкості кишкової палички до антибіотиків під дією католіту та прояви генотоксичності останнього.

Вищенаведені факти не можуть призначити багатократно доведені оздоровчі ефекти від вживання питної вод з відновними електронодонорними властивостями, особливо яскравими з яких є їх антиоксидантні та імуномодельюючі властивості.

Але не менш важливим є те, що при практичному застосуванні католіт є посправжньому живим лише в певних помірних дозах. Добовий прийом сильного католіту з величинами ОВП більше мінус 400-500 мВ слід обмежувати 200-300 мілілітрами. Обмежене вживання природних рідин, напоїв, фруктових та овочевих соків, певних кисломолочних продуктів, величина ОВП яких не перевищує мінус 100 мВ недоречно, адже їх редокс-стан практично тотожній редокс-стану водного сектору організму.

Характерно, що призначення аноліту у фахових дозах перетворює «мертву» воду у «живу», адже аноліт як сильний окисник здатен виконувати роль очисника організму від токсичних органічних речовин. Тому аноліт і католіт при раціональному застосуванні добре доповнюють один одного.

Активовану воду з оздоровчою метою використовують в Японії, Німеччині, Австрії, Польщі, Індії, Ізраїлі та в країнах СНД. Сподіваємось, що об'єктивний розгляд переваг і застережень застосування цього інноваційного оздоровчого методу сприятиме прогресу в цьому напрямку.

#### **Список використаних джерел:**

1. В.И.Прилуцкий, В.М.Бахир, Электрохимическая активация воды: Аномальные свойства. Механизм биологического действия: М. – ВНИИМТ. АО «Экран», 1977. – 228 с.
2. В.Н.Донцов, В.Н.Крутько, М.Мрикаев, С.В.Уханов. Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении. Труды ИСА РАН. 2006. Т.19, С.50-69.
3. А.Рубин, Ю.Кудряшов. Радиационная биофизика. Сверхнизкочастотные электромагнитные измерения. Litres. 2018 г.
4. Аэронофикация в народном хозяйстве/Под общей редакцией и пред. А.Г.Погосова и Ф.Т.Садовского. Москва. Госпланиздат. 1960. 760 с.
5. А.Сент-Дьердьи. Биоэнергетика. Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1960, 156 с.
6. Т.Г.Сазонтова, Н.А.Аничкина, А.Г.Жукова, Н.А.Кривенцова, А.А.Полянская, Р.Юрасов, В.А.Архипченко. Роль активных форм кислорода и редокс-сигнализации при адаптации к изменению содержания кислорода. Физиол. Журнал., 2008. Т.54. №2. – С.18-20.
7. В.Л.Воейков. Устойчиво-неравновесное состояние водно-карбонатной матрицы живых систем - первооснова их собственной активности. Сборник избранных трудов V Международного конгресса «Слабые и сверхслабые излучения в биологии и медицине. Санкт-Петербург. 2006. с.98-107.
8. Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Структурно-энергетическое состояние воды и ее биологическая активность/Гигиена и санитария. 2007. №5. С.34-36.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ НАБУТТЯ ВОДОЮ, ЗБАГАЧЕНОЮ ВОДНЕМ, ВІДНОВНИХ ЕЛЕКТРОНОДОНОРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Шпак В.В., Штепа Д.В.

*Національний університет харчових технологій*

Останнім десятиліттям світом прокотилася хвиля сенсаційного захоплення розрекламованою водневою питною водою та пристроями для її одержання.

Цій воді приписували цілий спектр цілющих властивостей при умові її регулярного вживання в якості питної води [1]. Проте технологічне використання водних систем, збагачених молекулярним воднем, випереджало її вживання як біологічно цінної питної води [2].

Інтерес до біотехнологічного продукування молекулярного водню перш за все пов'язаний з перспективами його використання як альтернативного викопним видам палива з високим енергетичним та потенціалом в екологічно чистій енергетиці [3]. Субстратом для водневопродукуючих анаеробних бактерій можуть бути токсичні органічні промислові стоки, тверді побутові відходи, водо-органічні компоненти надр.

За межами інтересів паливної енергетики біотехнологи знаходять також природні водневопродукуючі мікроорганізми, для яких синтез водню не є найпершим пріоритетом [4]. Так, ціанобактерії здатні утворювати водень при наявності світла і навіть повітря, хоча кисень пригнічує процес водне утворення [5].

Таким чином, логічно припустити (і це багатократно доведено на практиці), що якщо виділення метаболічного водню відбувається в несуттєвих для промислового використання кількостях, продукування останніх слід очікувати від багатьох природних мікробних культур, включаючи імібілізовані природним чином на субстратах рослинного походження [4]. Автори даного дослідження вдячні професорові, доктору біологічних наук Петру Львовичу Гвоздюку за люб'язне обґрунтування такої можливості.

Загальновідомо, що вода у відновному електронодонорному стані є ефективним антиоксидантом (позбавленим на відміну від хімічних сполук побічних ефектів), а також імуномодулятором завдяки тренувальним щодо імунної системи організму властивостям супероксид аніону  $O_2^{\cdot -}$  [6].  $H_2$  швидко перетворює особливо токсичні гідроксил-радикали у воду. Він легко проникає всередину клітин та ефективно нейтралізує цитотоксичні кисневі радикали, захищаючи від пошкоджень білки, ДНК та РНК. А ще підтримує активність власних антиоксидантів організму, виконує сигнальні функції, котрі сприяють міжклітинній комунікації, метаболізму клітин та експресії генів. В багатьох дослідженнях  $H_2$  показав яскраві протизапальні властивості [7].

Водень у хімічних реакціях виступає як відновник, але для цього міцна і хімічно інертна молекула мусить дисоціювати, на що потрібна витрата певної зовнішньої енергії:  $H_2 \rightarrow 2H$ ;  $\Delta H = 32$  кДж/моль, де  $\Delta H$  – енергія активації водню, або тепловий ефект реакції.

Вочевидь, що для зміни ОВП води, присутній в ній молекулярний водень мусить бути переведений у дисоційований стан, тобто бути активованим. Два атоми дисоційованої молекули є джерелом появи у воді двох електронів та двох протонів. Але набуття водою відновного електронодонорного стану є результатом різного механізму гідратації електронів та протонів. Особливістю гідратації йонів водню полягає в тому, що спочатку протон вступає у взаємодію з однією з молекул води, утворюючи йон гідроксонію  $H_3O^+$ , а потім відбувається його подальша гідратація [8].

Таким чином, протони у воді знаходяться у хімічно зв'язаному стані і їх активність не може нейтралізувати активність електронів і суттєво пливати на остаточний редокс-стан водневої води.

Гідратований електрон у воді є короткоживучим продуктом, але за певних умов він може стабілізуватися у асоційованій фазі води. Короткочасово гідратований електрон також може вільно існувати у воді.

У роботі досліджено кінетику формування відновних електронодонорних властивостей води, збагаченої молекулярним воднем електрохімічним, хімічним, та біохімічним способом, серед яких останній є найменш витратним та екологічно досконалим. Одержані експериментальні результати в повній мірі відповідають поставленій меті, довівши що факт набуття водою, збагаченою воднем, відновних електронодонорних властивостей є результатом спонтанної (теплової) дисоціації молекулярного водню з наступною дисоціацією атомів на протони та електрони. Формування у воді електронодонорного стану є результатом відмінності у процесах взаємодії з гідратною водою протонів та електронів. Протони у складі йонів гідроксонію втрачають протонну активність у воді, в той час як гідратовані електрони переважно зберігають електронну активність і формують відновний електронодонорний стан водневої води.

#### **Список використаних джерел:**

1. X.Sun. S.Ohta.A.Nakao.Hydrogen molecular biology and medicine. – NY,London:Spresneger. – 20155. – 117p. <http://link>.
2. Чабак А.Ф., Чабак А.А.Развитие и применение технологи насыщения воды водородом для регулирования процессов в водоподготовке.Водоснабжение.2018/11. – С.14-19.
3. И.Р.Притула, А.Б.Таширев.Усовершенствование метода выделения водоводообразующих бактерий рода CLOSTRIDIUM/Мікробіол.журн.,2012,Т.74,№6. – С.58-64.
4. Katharine Sunderson.(2010).Hydrogen prodroduction comes naturally to ocean microbe.Nature.
5. Готов И.Н.Метаболизм водорода у фототрофных микроорганизмов.Дисс.докт.биол.наук.Пушино,1983 г. – 347с.
6. Cestmir Cejka, Jan Cjssl,Barbara Nermankova,Vladimsr Holan and Jitka Cejhova/Molecular Hydrogen Efectively Heals Alkaly-Injured Cornea via Oxidative Stress. Oxidative Medicine and Cellular Longevity Volume 2017. Article ID 8906027? 12 pages.<https://doi.Org/10.155/2017/8906027/>
7. Біоактивність водню.Інтернет адреса:file htm.235 viws.12.19.2018.
8. Гидратированный протон. Справочник химика 21/snfo/362334.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВИСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ВІДНОВНОГО  
ЕЛЕКТРОНОДОНОРНОГО СТАНУ У МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ВОДНИХ  
СЕРЕДОВИЩАХ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ З ЗЕРНОВИХ СУБСТРАТІВ**

**Українець А.І., Большак Ю.В., Маринін А.І., Каленик О.С.Святненко Р.С.**

*Національний університет харчових технологій*

Надання питній воді та напоям відновного електронодонорного стану (біологічна активація води) набуло особливої ваги в зв'язку з посиленням техногенного навантаження на довкілля і проявами специфічного патогенезу, який медики означають як електрондефіцитні захворювання. Із зменшенням надходження вільних електронів в організм з довкілля (повітря та питна вода) та з продуктами харчування спостерігається погіршення самопочуття, втомлюваність зменшення ефективності медикаментозних заходів, фізичних вправ та фізіотерапії. В цілому все це пов'язано з виключно важливою роллю активності електронів у водному секторі організму, який являє собою комплекс біоколідів, стабільність яких визначається величиною заряду частинок від'ємного знаку. Повітря у незайманому довкіллі та в екологічно досконалих зонах (хвойний ліс, морське узбережжя, біля водоспадів) насичене аеройонами, переважно супероксид аніоном кисню  $O_2^-$ , підземна вода з певних джерел, відомих своїми цілющими властивостями завдяки відновному електронодонорному стані, свіжі овочі та фрукти та свіжовичавлені соки з них: ось перелік природних джерел поповнення організму електронами, доступність яких для більшості населення вочевидь дуже обмежена. Яскравий приклад формування дефіциту електронів – тривале перебування студентів та викладачів в учбових приміщеннях в умовах скупчення людей - суттєво впливає на ефективність навчання з суто об'єктивних гігієнічних причин. Та й перебування більшості мешканців у сучасних квартирах, насичених синтетичними матеріалами та електронною побутовою технікою, вплив яких на доброякісність повітря у закритих приміщеннях не враховувався при проектуванні вентиляційних систем, визначає виняткову важливість та актуальність розробки методів надання питній воді та напоям відновного електронодонорного стану. Питна вода з відновними електронодонорними властивостями бачиться як найкоротший та реалістичний шлях вирішення проблеми.

На українському ринку представлені відносно доступні йонізатори повітря, хоча їх популярність серед населення неприпустимо низька. Водночас пристрої для одержання біологічно активної води з антиоксидантними електронодонорними властивостями практично відсутні.

Розробка електрохімічних методів та пристроїв одержання біологічно активної води розпочався з середини 70-х років минулого століття [1] в Москві. Відтоді в Росії створено декілька моделей активаторів води широкого спектру застосування. Разом з тим, в сучасному світі відбувається певний «бум» споживання водневої води з електронодонорними властивостями та пристроїв для одержання такої води.

В проблемній науково-дослідній лабораторії НУХТ вже третій рік проводяться дослідження хімічних, фізичних та біохімічних методів одержання питної води з відновними електронодонорними властивостями, які забезпечують їй сильні антиоксидантні властивості та ефект імуномодельуючої дії. Одержано ряд позитивних результатів, серед яких найбільш оптимальним бачиться біохімічний метод, в основі якого знаходиться можливість продукування мікробними середовищами молекулярного водню у водних біосередовищах на субстратах рослинного походження.



Відомі дослідження по продукуванню метаболічного водню, альтернативного викопним видам палива, на субстратах, що являють собою промислові органовмістні токсичні промислові стічні води [2]. Але промислово придатні мікробні культури належать до анаеробного класу, спектр метаболітів яких робить їх непридатними для одержання водних біосистем питного призначення. Але існують також водневопродукуючі культури, виділення водню для яких не є пріоритетом, але їх невелика продуктивність по водню достатня для одержання водних систем питного призначення. Такі мікроорганізми здатні працювати на повітрі і на світлі, хоча й кисень дещо пригнічує їх метаболічну активність [3,4].

Наша концептуальна ідея полягає в тому, щоб використовуючи субстрати з речовин, які мають високу біологічну та харчову цінність, надавати водним біосередовищам на їх основі додаткові антиоксидантні та імуномонітуючі властивості шляхом набуття ними в процесі їх збагачення метаболічним воднем, притаманні водневій воді відновний електронодонорний стан.

Метою даної роботи є дослідження закономірностей формування відновного електронодонорного стану під дією метаболічного водню, який виділяють природні мікробні культури, присутні у поживних мікробних середовищах на субстратах ряду зернових високої біологічної та харчової цінності: вівсяні пластівці «Геркулес», манна крупа, борошно з гречаної крупи, пшона та рису.

Субстрат у виді борошна відповідної крупи заливали дистильованою водою у пропорції – на 80 г субстрату 420 мл води. Водна біосистема витримувалась при кімнатній температурі при безперервному контролі її рН, величини ОВП та ррм, а також кінематичної в'язкості. Якісно зміна контрольованих параметрів системи для в часі для всіх субстратів спостерігалася однотипно: спочатку тривалий (17-20) годин адаптаційний період пов'язаний із зміною середовища перебування мікроорганізмів у субстраті з повітряного до водного середовища. По завершенню періоду адаптації спостерігалася різка зміна величини ОВП системи під плюсових величин порядку десятків та сотень мВ до величин із знаком мінус аж до 300-500 мВ, що очевидно відбиває активний процес життєдіяльності мікробів. (Зазначмо, що досягнення таких параметрів на електрохімічному іонізаторові «Ізумруд» доволі проблематичне). Тобто, наша біохімічно активована вода на зернових субстратах відповідає стану сильного католіту. Проте на відміну від католіту, активний стан якого зберігається не більше доби. Наша система, завдяки розробленим нами заходам, може не втрачати активності кілька тижнів!.

Виявилося, що кінетика набуття системою відновного стану сильно залежить від типу субстрату. Швидше за все цей процес відбувається у водному екстракті вівсяних пластівців «Геркулес», далі йдуть борошно пшона та гречаної крупи. Найдовший адаптаційний період у манної крупи а ще довший у рису.

Таким чином, відповідно до поставленої мети, досліджено кінетику формування відновного електронодонорного стану у водних біологічних середовищах на основі ряду біологічно цінних харчових продуктів – круп популярних зернових культур. Досліджено подібний якісний характер процесу та різну його кінетику для різних субстратів. Одержані результати є основою для планування подальших дослідів по виявленню впливу хімічного складу води на характер процесу.

### **Список використаних джерел:**

1. В.И.Прилуцкий, В.М.Бахир.Электрохимическая активация воды Аномальные свойства.Механизм биологического действия.:М. – ВНИИМТ.АО «Экран»,1977. – 228с.
2. И.Р.Пртула,А.Б.Таширев.Усовершенствование методов выделения водородообразующих бактерий рода CLOSTRIDIUM/Мікробіол.журн.,2012,,Т.74,№6. – С.58-64.
3. Готов И.Н.Метаболизм водорода у фототрофных микроорганизмов.Дисс.докт.биол.наук.Пушино,1983 г. – 347с.
4. Katherine Sunderson.(2010).Hydrogen production comes naturally to ocean microbe.Nature.

## **РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО МЕТОДУ НАДАННЯ ВОДІ СТАНУ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ**

**Українець А.І., Большак Ю.В.,Маринін А.І.,Штепа Д.В.,Скоредов П.С.**

*Національний університет харчових технологій*

Біологічна активність води як явище була досліджена в 70-х роках минулого століття в експериментах з електрохімічною обробкою води в діафрагмових електролізерах, де розділення продуктів електролізу води в прианодній та прикатодній зонах дозволило одержати зразки води з унікальними фізико-хімічними властивостями, які надавали воді при її вживанні здатність впливати на фізіологічні процеси в організмі і відкривали можливість створення питної води з лікувально-профілактичними властивостями. Згодом католіт з відноним електронодонорним станом розкрив свої можливості сприяти швидкому проростанню насіння та росту рослин і, взагалі, регенеративні властивості щодо стану живих тканин. Аноліт з окисними електронакцепторними властивостями знайшов застосування як ендogenous детоксикант та сильний антисептик та дезінфектант.

Біологічна цінність води з електронодонорним станом була по-справжньому оцінена медиками в процесі усвідомлення нового фактору патогенезу, пов'язаного з техногенним забрудненням довкілля – дефіцитом електронів в повітрі, питній воді та продуктах харчування і, як наслідок, у водному секторі організму, джерелом поповнення електронами котрого і є вищеназвані джерела існування організму. Згадаймо, що поверхні еритроцитів, тромбоцитів та лейкоцитів а також білкові колоїди кров'яної плазми - альбуміни та глобуліни – мають заряд від'ємного знаку, який відповідає за стабільність усіх ендogenous колоїдів і є надважливим фактором підтримки і збереження здоров'я.

Глибокі подальші дослідження біологічної активності католіту призвели до появи певних застережень при його застосуванні, а саме – підвищення резистентності в католіті мікроорганізмів та певні прояви генотоксичності католіту до останніх [1]. Ось чому розробка нових безреагентних методів активації води з наданням їй електронодонорних властивостей залишається важливим та актуальним.

Поштовхом до розробки нового електрофізичного безреагентного методу активації води стало спостереження в роботі [2] щодо того, що наявність саме йонів хлору в розчині при електролізі призводить до стимуляції та пригнічення росту клітин у поживних середовищах, приготованих на католітах та анолітах, одержаних з розчинів хлориду натрію/2/. Імовірна причина активності католітів це відновні властивості, які набувають аніони хлору як донорна система вільних електронів внаслідок енергізації аніонів хлору [3].

Відокремлення електрону від донора може відбутися, якщо донорна система одержить надлишкову енергію в результаті теплового, фотохімічного або електростатичного чинника впливу [4].

В основу нового методу електрофізичної активації води покладено ідею творення у воді, що містить хлорид-йони, градієнт електростатичного поля, як джерело енергізації хлорид-аніону. Для цього було створено замкнений електричний ланцюг, до складу якого послідовно включили джерело регульованої різниці потенціалів, що подається на пару електродів у комірці з розчином. Особливість методу полягає в тому, що джерелом градієнту електростатичного поля служить сконструйований нами електрод, виконаний з тонкого емальованого мідного дроту діаметром 0,14 мм, намотаний на діелектричний пористий циліндричний каркас. Другий електрод з неізолюваної міді розташований на дні комірки (скляночки). Товщина емалевої ізоляції на тонкій дротині лише 30 мкм, тому падіння напруги, рівної різниці потенціалів регульованого джерела електроживлення повністю локалізовано на межі розділу емаль/вода і досягає дуже великих величин напруженості поля близьких до електричної міцності емалевої плівки та пробійної напруги повітря. Далі наведено розрахункову величину напруженості електричного поля при різних значеннях величини різниці потенціалів на електродах: 5В-Е=0,166.10в5т.В/см; 10 В, Е=0,3.10в5ст.В/см; 30 В,Е=1,0.10в5 В/см; 50 В,Е=1,7.10в5ст.В/см; 100 В,Е=3,3.10в5ст.В/см.

В ході дослідження виявлено, що в дистильованій воді при підвищенні напруженості поля до максимальної величини ОВП води залишається на рівні між величинами 80-170 мВ із знаком плюс. При добавленні у воду 0,1 % хлориду натрію картина докорінно змінюється. До певного порогу, як про це говориться в роботі [5], редокс-стан води залишається окисним, хоча величин ОВП води зменшуються при збільшенні величини напруженості електричного поля в експериментальній комірці. Пороговою різницею потенціалів є 50 В, при подальшому підвищенню напруги Значення ОВП переходить через нульову величину до мінусових. При напрузі на електродах 100 В, досягається ОВП води порядку мінус 200 мВ, що є конкурентоздатним результатом у порівнянні з електрохімічними генераторами католіту.

Таким чином, завдяки інноваційному технічному рішенню створено новий електрофізичний електрополяризаційний метод надання воді відновних електронодонорних властивостей. Експериментально доведено спроможність ідеї відокремлення електрону від хлорид-аніону в воді під дією градієнту електростатичного поля. Встановлено порогову величину напруженості електричного поля для ініціювання ефекту електрополяризаційної активації води.

#### **Список використаних джерел:**

1. Мирошников А.И.//Биофизика.2004.Т.49,вып.5.С.866-871.
2. П.П.Лошицкий.Взаимодействие биологических объектов с физическими факторами. Киев,2009. – 267 с.
3. Мирошников А.И. Биофизический подход к изучению гидратированных электронов в водных растворах.
4. Харт Э..Анбар Н. Гидратированный электронМ.:Атомиздат, 1973.280 с.
5. Маренкова Т.М. Влияние активирования воды электрическим полем на ранние стадии развития растений. Автореф.канд.дисс.биол.наук.Ковров,1998 г. – 179 с.

# ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИСПЕРСНО-ФАЗОВОГО РОЗПОДІЛУ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ, ПОЛІХЛОРОВАНИХ БІФЕНІЛІВ ТА ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ У ПРИРОДНІЙ ВОДІ

Максим Горбань<sup>1</sup>, Михайло Мілюкін<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України

Хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) належать до групи органічних екотоксикантів, що характеризуються дуже високою токсичністю, стійкістю в природному середовищі та здатністю до накопичення в жировій тканині живих організмів. За своїми фізико-хімічними властивостями ХОП, ПХБ та ПАВ є неполярними обмежено-леткими органічними сполуки, які володіють низькою розчинністю у воді. Внаслідок цього у природній воді вони можуть знаходитися в різних фізичних формах: в розчинному стані; в зв'язаному стані із суспендованими частинками; в сорбованому та солюбілізованому станах з органічними сполуками природного (гумінові та фульвокислоти, білковоподібні речовини) та антропогенного (поверхнево-активні речовини) походження. Оскільки фізичні форми даних забруднюючих речовин відрізняються за ступенем біодоступності, для оцінки екологічної загрози важливо встановити його дисперсно-фазовий розподіл. Результати визначення дисперсно-фазового розподілу ХОП, ПХБ і ПАВ між водною фазою, тонкою фракцією суспендованих частинок (розмір частинок  $> 0,45$  і  $< 16\text{--}24$  мкм) і грубою фракцією суспендованих частинок ( $> 16\text{--}24$  мкм) у поверхневій воді р. Дніпро наведені в публікаціях [1–4]. Мета даного дослідження полягає в узагальненні отриманих даних та встановленні закономірностей дисперсно-фазового розподілу сполук цих класів.

Визначено, що у поверхневій воді р. Дніпро  $> 50$  % органічних екотоксикантів знаходиться у зв'язаному стані із суспендованими частинками. Середні водорозчинні частки ХОП, ПХБ і ПАВ склали відповідно 33, 49 та 38 %. На частки грубої і тонкої фракцій суспендованих частинок припало відповідно 45, 26, 22 та 22, 25, 40 % ХОП, ПХБ і ПАВ.

Показано, що дисперсно-фазовий розподіл індивідуальних органічних екотоксикантів залежить від їх фізико-хімічних властивостей, зокрема логарифму константи розподілу в системі октанол/вода  $\log K_{o/w}$  (коефіцієнту гідрофобності). Для ХОП, ПХБ і ПАВ встановлена загальна тенденція зменшення водорозчинної частки при збільшенні  $\log K_{o/w}$ . Статистична обробка даних проведена з використанням кореляційного аналізу Пірсона програмою Statistical Package for the Social Sciences version 19.

Для ХОП ( $\alpha$ -гексахлорциклогексан (ГХЦГ),  $\beta$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, гексахлорбензол (ГХБ), гептахлор, альдрин, 4,4'-дихлордифенілдихлоретилен (ДДЕ), 4,4'-дихлордифенілдихлоретан (ДДД), 4,4'-дихлордифенілтрихлорметилметан (ДДТ)) достовірної значимої кореляції не отримано, оскільки до цієї групи належать сполуки різної хімічної природи (рис. 1).

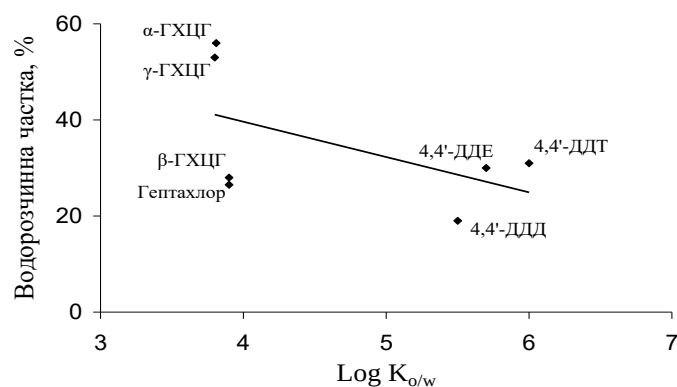


Рис. 1. Залежність середнього значення водорозчинної частки індивідуальних ХОП від  $\log K_{o/w}$  ( $r=-0,532$ ,  $r$  – коефіцієнт кореляції,  $p=0,219$ ,  $p$  – критерій ймовірності).

Для ПХБ показано чітку достовірну значиму антибатну кореляцію між водорозчинною часткою індивідуальних конгенерів та коефіцієнтом їх гідрофобності (рис. 2).

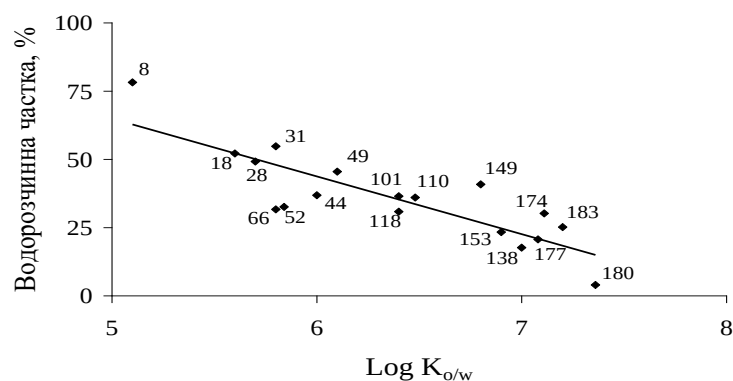


Рис. 2. Залежність середнього значення водорозчинної частки індивідуальних ПХБ від  $\log K_{o/w}$  ( $r=-0,846$ ,  $p=0,00001$ ).

Для ПАВ зафіксована загальна тенденція зменшення водорозчинної частки від двох- до шестициклічних (рис. 3). Дана залежність має високий коефіцієнт кореляції, є значимою, оскільки критерій ймовірності  $< 0,05$ .

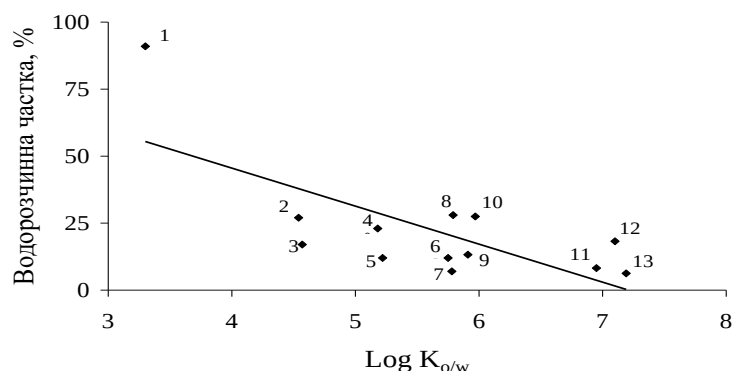


Рис. 3. Залежність середнього значення водорозчинної частки індивідуальних ПАВ від  $\log K_{o/w}$  ( $r=-0,846$ ,  $p=0,00001$ ). Цифрами позначено назви ПАВ: 1 – нафталін, 2 – антрацен, 3 – фенантрен, 4 – пірен, 5 – флуорантен, 6 – бенз(b)флуорантен, 7 – бенз(k)флуорантен, 8 – хризен, 9 – бенз(a)антрацен, 10 – бенз(a)пірен, 11 – індено(1,2,3-cd)пірен, 12 – бенз(g,h,i)перилен, 13 – дибенз(a,h)антрацен.

Отримані закономірності дисперсно-фазового розподілу ХОП, ПХБ, ПАВ можна застосувати при розробці ефективних систем водоочистки. Оскільки більша частина даних забруднюючих речовин перебуває у природній воді у зв'язаному стані із суспендованими частинками, то на етапі водопідготовки за умови правильного вибору коагулянтів та флокулянтів разом із суспендованими частинками з води можна видалити значну частку органічних екотоксикантів і, таким чином, знизити їх концентрацію у воді в декілька разів.

#### Список використаних джерел:

1. Милюкин М.В., Горбань М.В. Мониторинг и дисперсно-фазовое распределение хлорорганических пестицидов в природной воде. *Методы и объекты химического анализа*. 2016, 11(1), 25–30.
2. Милюкин М.В., Горбань М.В., Скринник М.М. Мониторинг и дисперсно-фазовое распределение полихлорированных бифенилов в природной воде. *Методы и объекты химического анализа*. 2016, 11(2), 99–105.
3. Милюкин М.В., Горбань М.В. Мониторинг и дисперсно-фазовое распределение легких полициклических ароматических углеводородов в природной воде. *Журнал хроматографічного товариства*. 2016, 16(1–4), 5–13.
4. Горбань М.В., Милюкин М.В. Физические формы распределения тяжелых полициклических ароматических углеводородов в природной воде р. Днепр в районе г. Киева. *Методы и объекты химического анализа*. 2017, 12(3), 145–151.

### ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ТОКСИЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В ПЕРІОД ІНТЕНСИВНОГО РУЙНУВАННЯ ЦІАНОБАКТЕРІЙ ПІСЛЯ МАСОВОГО «ЦВІТІННЯ» ВОДИ

Костянтин Домбровський, Олександр Рильський

Запорізький національний університет

Дослідження проводили на зразках поверхневої води відібраної в осінній період (у вересні-жовтні місяці) 2019 року. Для біотестів були обрані гіллястовусі ракоподібні *Daphnia magna* Straus. Дослідження проводили за загальноприйнятою методикою згідно із КНД 211.1.4.054–97. У дослідах як тест-організми використовували синхронізовану генетично однорідну лабораторну культуру дафній.. Критерієм токсичності служила смертність тест-організмів відносно контролю. Проводився обрахунок кількості загиблих тварин за 48 годин. Потім обчислювалося виживання (або смертність) об'єктів у різних пробах. Результати біотестування представлені в таблиці.

Таблиця Результати біотестування поверхневих вод деяких водосховищ

| Дата відбору | Водойма                                                               | Кількість загиблих дафній, % | Ступінь токсичності |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 06.09.2019   | Запорізьке водосховище район с. Федорівка                             | 100                          | Вода токсична       |
| 30.09.2019   | Запорізьке водосховище район затоки Балка Вільна с. Відрадне          | 75                           | Вода токсична       |
|              | Каховське водосховище район впадання р. Мокра Московка до водосховища | 13                           | Вода не токсична    |
| 17.10.2019   | Запорізьке водосховище район Запорізького річкового порту             | 35                           | Вода не токсична    |

В аналізованих пробах виявилося, що проби води із Запорізького водосховища у вересні місяці виявляють токсичність, так як кількість загинувших дафній відносно контролю, через 48 годин більше 50%. Проба вода з даної водойми вже у 2 декаді жовтня не виявляє токсичності. У Каховському водосховищі проба води у кінці вересня не виявляє токсичності.

Підсумовуючи результати дослідження можна зробити висновок, що у вересні місяці внаслідок масового відмирання (розкладання) ціанобактерій головним чином колоній *Microcystis aeruginosa* Kuetz. em. Elenk. у Запорізькому водосховищі у воду потрапляють токсичні речовини, які у великій кількості містяться в колоніях мікроцистіса, тому вода цієї водойми виявляє токсичність. Тому доцільно використовувати запропонований метод біотестування на гіллястостеблених ракоподібних на Дніпровських водних станціях, які забезпечують питною водою населення м. Запоріжжя (після водопідготовки).

## **ЗАСТОСУВАННЯ АНОМАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ В РОЗРОБЛЕНІ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ВОДОПІДГОТОВКИ**

**Володимир Логвін, Аліна Наконечна**

*Національний університет харчових технологій*

Широке споживання води порушує кругообіг води, що склався на планеті Земля. Інтенсивно використовують прісну воду сільське господарство, хімічна промисловість та металургія. Приблизно 70% світових запасів прісної води сьогодні використовується для виробництва продуктів харчування.

До 2030 року потреба у продуктах харчування зростає, як очікується на 50%. Це є наслідком збільшення кількості населення на Землі та урбанізації. Багато творчої енергії, ініціатив та коштів світова спільнота спрямовує на задоволення швидко зростаючих потреб у воді. Порівняно мало спрямовується коштів на економічне використання водних ресурсів.

Вода є один з найважливіших факторів забезпечення здоров'я людини. Тіло людини, реально, складається на 99% з молекул води. Значний внесок у дослідження властивостей води зробили проф. Гільберт Лінг, Джеральд Поллак, Мартін Чаплін, а також академік АН України Гончарук Владислав Володимирович.

Гільберт Лінг першим визнав, що вода в клітинах людини не звичайна вода ( $H_2O$ ), вона більш структурована та впорядкована. Лінг заперечував загальноприйняте переконання, що більша частина води клітини представляє собою звичайну рідку воду. Однак, якщо властивості клітинної води інші, то середовище в середині клітини якісно відрізняється від усталених уявлень про неї. Так, наприклад, для більшості вільна дифузія речовини в клітині є само собою зрозуміле. Однак, якщо вода в клітині упорядкована, вона буде витіснити речовини із клітини, як лід витісняє розчинені речовини, концентруючи їх в ще не замерзлій частині розчину. Д. Полак заявив, що дослідження проведенні його групою дослідників підтвердили теорію Лінга: у гідрофільних поверхнях товщина упорядкованого шару води при певних умовах може досягати мільйонів молекул. Цей факт підтверджує істинну точку зору Лінга і повністю відповідає його теорії, тоді як сучасній біології клітини важко пояснити ці властивості води. Властивості води упорядковуватися у гідрофільних поверхнях свідчить про те, що погляди на клітинну воду, десятиліттями гуляючи по підручниках від початку хибні [1].

Так що ж таке вода? Багато людей, не замислюючись, відповідають – рідина! І будуть не зовсім праві. Звичайно ж, ми звикли бачити воду в природі в основному в рідкому стані. Однак вона має три стани: рідкий, твердий (у вигляді снігу, льоду, граду) і газоподібний (пара, хмари).

Під керівництвом професора Д. Поллака в лабораторії університету штату Вашингтон (США, м. Сієтл) протягом останніх десятиріч виконана велика кількість експериментальних досліджень численних аномалій, пов'язаних з водою. Виконані дослідження підтвердили існування додаткового – четвертого стану води. Четвертий стан води за межею твердого, рідинного чи газового. Цей четвертий стан води був названий «зоною елімінації – EZ».

Надзвичайно багато вчених займається і сьогодні питанням вивчення, дослідження води. Проф. Черпах з Мюнхена у 2013 році заявив, що вода недосяжна таємниця, її походження, причини зникнення все ще залишаються загадкою.

Виявлено понад 60 аномалій води. Основні аномалії:

- При заморожуванні вода розширюється.
- Густина льоду менша ніж густина води, тому лід не опускається на дно. Навіть у сильні морози водоймища не промерзають до дна і у них зберігається життя.
- Кожну хвилину водяна пара, що підіймається з поверхні Землі віддає атмосфері велику кількість енергії ( $2,2 \times 10^{18}$  Дж), яка перетворюється в типову нагріваючи повітря.
- В теплу пору року (добі) вода в океанах, морях, річках, озерах поступово нагрівається, поглинаючи тепло. В холодний період року (добі) вода повільно охолоджується, повертаючи тепло в оточуюче середовище.
- Вода має самий високий поверхневий натяг, після ртуті. Поверхня води завжди покрита над тонкою плівкою з молекул води, які міцно пов'язані між собою. Ця сила заставляє підніматися з товщі ґрунту по капілярах.
- Вода – універсальний розчинник. В ній розчинені гази атмосферного повітря: азот, кисень, вуглекислий газ, аргон та ін., сотні різних сполук майже всіх елементів періодичної системи, завислі над мілкі частинки пилу.
- Вода – ідеальний носій інформації, завдячуючи своїй текучості. Ще вода чує і сприймає музику. Звук – це вібрація, яку вода спроможна реєструвати, тільки їй доступним чином.

Дослідницька група професора Джеральда Поллака з Вашингтонського університету (Сієтл, США) вияснила [2], що поверхня води складається не просто з декількох шарів товщиною в молекулу, а складається з порядку 2 – 3 катіонів таких шарів. Важливо зазначити, що вода в тонких шарах – плівка – це нанооб'єкт. Саме в тонких плівках води майже в нанорозмірному вимірі проявляються більшість аномальних властивостей води.

Що ж спричиняє появу EZ – води, живої води? Виявляється електромагнітна енергія, хоч у формі видимого світла, ультрафіолетового чи інфрачервоного. Інфрачервоне світло більш сильне, особливо за довжини хвиль біля 3 мікрометрів, що практично оточує нас. Жива вода може виникати на гідрофільних та вологолюбивих поверхнях, якщо є доступною інфрачервона енергія. Вона утворюється шляхом нарощування одного шару EZ – води на другий і може сягати мільйони молекулярних шарів. Саме так відбувається у природі. Лід не утворюється безпосередньо із звичайної  $H_2O$ . Процес заморожування розпочинається з перетворення звичайної води у живу воду, а потім у лід [3].

Якщо взяти звичайну воду ( $H_2O$ ) подати її під тиском, вона перевтілюється в  $H_3O_2$ . Наступне, якщо воду обробити киснем також буде  $H_3O_2$ . Чим більше кисню, тим більше живої води. Тому для загоювання ран в медицині застосовують гіпербаричну терапію.



Механічна енергія також збільшує вміст живої води. Шаубергер виконав багато експериментів щодо механічного створення завихрень у стакані води, тим самим додаючи воді більше енергії, яка і приводить до збільшення кількості живої води.

Зі своїх багаторічних досліджень проф. Д. Поллак зробив висновки, щодо здоров'я людини. Підтримуючи лужність та від'ємний заряд в організмі людини знаходиться більша кількість живої води. Ідеальний спосіб отримання живої води – це танення льоду, доводить доктор Д. Поллак.

Досліджуючи проби води за допомогою УФ – спектрометра, який вимірює поглинання світла при різних довжинах хвиль, Д. Поллак встановив [4], що в ультрафіолетовій зоні 270 нм (майже діапазон видимого світла), жива вода фактично поглинає світло. Чим більше світла поглинає вода, тим більше живої води вміщує проба-зразок.

Група Д. Поллака встановила, що вміст живої води зростає в разі інфрачервоного прогріву. Ось і пояснюється чому корисна інфрачервона сауна для здоров'я людини. Таке ж пояснення стосується і сонячної терапії. Вода для харчової промисловості, питна вода може бути оптимізована (покрощена) шляхом подачі світлової або фізичної енергії одночасно з інтенсивним перемішуванням.

В Україні понад 30 років аномалії води, саму загадкову речовину – воду, досліджує академік НААН України, академік-секретар відділення хімії НАН України, директор інституту колоїдної хімії і хімії води ім. А. Думанського НАНУ В.В. Гончарук.

На сьогодні більшість учених вважають за необхідне вивчати структуру води. Досліджуючи нанооб'єкти, нанотехнології в перспективі будуть розроблені принципово нові водні технології. Життя бере початок з води. Структурні комплексні дослідження води дозволять розкрити таємниці води.

#### **Список використаних джерел:**

1. Линг Г. Физическая теория живой клетки: незамеченная революция. – СПб.: Наука, 2008. – 376 с..
2. Pollack, Laboratory EZ Water University of Washington, [http:// www.pollacklab.org](http://www.pollacklab.org)
3. Martin Chaplin, Water structure and science. <http://www.isbu.ac.uk-water>
4. The Fourth PHASE of Water / Gerald Pollack, 2013, p. 357.

## **RESEARCHING OF DISSOLVED OXYGEN IN THE WATER OF THE ROGAN RESERVOIR**

**Marchenko Catherine, Zarenko Natalia**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

Oxygen is one of the most important soluble gases which are constantly present in surface waters. The main sources of oxygen supply to surface water are the processes of absorption and production as a result of photosynthetic activity of aquatic organisms. Oxygen can also enter nature water with rain and snow, which are usually supersaturated with it.

The object of the study was a reservoir located in Bolshaya Rogan, Kharkov region. The research method is the iodometric method. The study was conducted in summer 2019.

The mass concentration of oxygen dissolved in water was calculated by the formula

$$C_x = \frac{M * C_m * V_m * V * 1000}{V_2 * (V - V_1)},$$

$C_x$  – mass concentration of dissolved oxygen in the analyzed water sample, mg/dm<sup>3</sup>;  $C_m$  – molar concentration of sodium thiosulfate solution, mol/dm<sup>3</sup>;  $V_m$  – titrated sodium thiosulfate solution, sm<sup>3</sup>;  $V$  – volume of oxygen flask, sm<sup>3</sup>;  $V_1$  – total volume of solutions of manganese chloride and potassium iodide added to the flask during fixation of dissolved oxygen, sm<sup>3</sup>;  $M$  – millimole mass of oxygen equal to 8 mg/mmol;  $V_2$  – thiosulfate titrated aliquot, sm<sup>3</sup>.

To obtain reliable data, the measurement was carried out 5 times, having obtained an average value of the mass concentration of dissolved oxygen equal to  $4.78 \pm 0.03$  mg/dm<sup>3</sup>. It can be argued that the concentration in the water of the reservoir is within normal limits because the MPC of oxygen for water bodies is 5 mg/dm<sup>3</sup>.

[1] Winkler L.W. Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. // Chem. Ber. 1888, v. 21, pp. 2843-2855.

## ШВИДКЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

Дмитро Сінат-Радченко, Наталія Іващенко, Сергій Василенко

*Національний університет харчових технологій*

Вода відіграє важливу роль в процесах, що відбуваються на Землі. Вона універсальний розчинник багатьох неорганічних і органічних речовин. Вода має малий коефіцієнт ізотермічної стисливості (близько  $4,7 \cdot 10^{-4}$  МПа<sup>-1</sup>) і впливом тиску  $p$  на її властивості (при  $p < 1$  МПа) можна знехтувати. Але при підвищенні температури і сталому об'ємі у воді відбувається велика зміна тиску (близько МПа/К) [1].

На кафедрі Теплоенергетики та холодильної технології Навчально-наукового інженерно-технічного інституту ім. акад. І.С. Гулого (НУХТ) узагальнено дані з теплофізичних властивостей води [2,3] простими емпіричними формулами, похибки яких не перевищують похибок вихідних експериментальних даних.

В інтервалі температур  $t = -15 \dots 130^\circ\text{C}$  густина води, кг/м<sup>3</sup> з граничною відносною похибкою  $\delta\rho = 0,05\%$  :

$$\rho = (0,001 + 1,3 \cdot 10^{-8} |t - 4|^{1,778})^{-1}.$$

Температурний коефіцієнт об'ємного розширення, K<sup>-1</sup> :

$$\beta = (\rho/\rho_c - 1)(t_c - t),$$

де  $t_c$  та  $t$  – середні температури стінки і води.

Питома масова ізобарна теплоємність, Дж/(кг·К) з  $\delta c_p = 0,1\%$

$$c_p = 4218 + 2,8t \lg |0,01t|.$$

Питома об'ємна ізобарна теплоємність, Дж/(м<sup>3</sup>·К) з  $\delta c'_p = 0,1\%$

$$c'_p = 4212 - 1,718 t.$$

Динамічна в'язкість, Па·с,  $\delta\mu = 1\%$ :

$$\lg(\mu \cdot 10^6) = (0,685 - 103,21/T)^{-1}.$$

Для інтервалу температур  $0 \dots 130^\circ\text{C}$  теплопровідність, Вт/(м·К),  $\delta\lambda = 0,8\%$

$$\lambda = [0,603 - 28,73/(t + 100)]^{0,5}$$

Температуропровідність, м<sup>2</sup>/с,  $\delta a = 0,4\%$

$$a \cdot 10^8 = 20,273 - 700/(t + 100)$$

Ентропія, кДж/(кг·К) з  $\delta s = 0,5\%$

$$s = 4,1898 \ln T - 23,505$$

Кінематична в'язкість,  $\text{м}^2/\text{с}$ ,  $\delta\nu=0,4\%$

$$\nu \cdot 10^9 = \exp(3,629 + 436,5/t_p - 5060/t_p^2),$$

де  $t_p = t + 100$

Ентальпія води ( $t=10 \dots 135^\circ\text{C}$ ),  $\text{кДж/кг}$  з граничною відносною похибкою  $\delta h=0,2\%$

$$h = (0,23867/t - 2,9 \cdot 10^{-6})^{-1}$$

Поверхневий натяг на межі вода-пара,  $\text{Н/м}$ ,  $\delta\sigma=0,1\%$

$$\sigma \cdot 10^3 = (11900 - 22,57T)^{0,5}$$

Числа Прандтля,  $\delta Pr=0,5\%$

$$Pr = 10^{-2} \exp(0,3434 - 55,92/T)^{-1}.$$

За температури  $60^\circ\text{C}$  вищезазначені властивості води набувають наступних значень  $\rho=983,5 \text{ кг/м}^3$ ;  $c_p=4180,7 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ ;  $c'_p=4108,9 \text{ Дж/(м}^3\cdot\text{K)}$ ;  $\mu=462,6 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$ ;  $\lambda=0,651 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$ ;  $a=15,91 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $s=0,8318 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ ;  $\nu=473,2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ ;  $h=251,6 \text{ кДж/кг}$ ;  $\sigma=66,19 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ ;  $Pr=2,98$ .

Запропоновані формули прості і достатньо точні, дозволяють обходитись без таблиць і інтерполяції, полегшують варіантні розрахунки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антонченко В.Я. Основы физики воды/В.Я.Антонченко, А.С.Давыдов, В.В. Ильин. – К. : Наукова думка, 1991. – 672 с.
2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник/ Под ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 560 с.
3. Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. Рек ГСССД Р-776-98/ А.А.Александров, В.А.Григорьев. – М. : Изд-во МЭИ, 1999. – 168 с.

**СЕКЦІЯ 2**

**ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО**

**ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЯКОСТІ ТА**

**БЕЗПЕЧНОСТІ ВОДИ**

# ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОТРИМАННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ПІДГОТОВЛЕНОЇ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СВІЖОЇ ОБРОБЛЕНОЇ ТА НЕОБРОБЛЕНОЇ ФАСОВАНОЇ РИБИ.

Ярослав Барашовець

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Харчова промисловість України завжди вважалася пріоритетною і стратегічно важливою галуззю, яка здатна забезпечити не тільки потреби внутрішнього ринку, а й вагоме місце держави в когорті світових країн - лідерів із виробництва продуктів харчування. Водночас, посилення процесів глобалізації та інтеграція України до світової спільноти, по-перше, зробили продукти та товари підприємств харчової промисловості - більш вразливими до зовнішніх загроз і по-друге, висунули перед нею серйозні вимоги щодо забезпечення відповідного рівня її конкурентоспроможності. Відповідність світовим стандартам може бути досягнута тільки за умови переходу харчової галузі на інноваційну модель розвитку та активного впровадження сучасних технологій харчового виробництва. Подовження терміну придатності продуктів- є важливою складовою в конкурентній боротьбі між підприємствами харчової промисловості. Для забезпечення подовження терміну придатності товарів та продуктів харчової промисловості необхідне застосування сучасних методів підготовки води для різних технологічних процесів харчових виробництв.

**Матеріали та методи досліджень.** Метою дослідження було впровадження системи отримання, зберігання та транспортування підготовленої води для технологічних процесів приготування свіжої обробленої та необробленої фасованої риби з метою подовження терміну придатності.

Робота проводилась в проблемній лабораторії НУХТ на мембранній установці очищення води кафедри технології цукру та підготовки води ННІХТ НУХТ. В якості вхідної води використовувалась питна вода місьводоканалу м.Київ.



Рис 1. Фото зворотньоосмотичної установки.

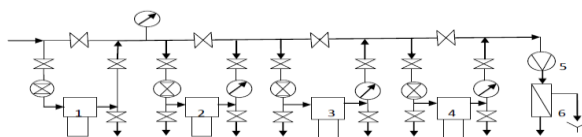


Рис 2. Блок-схема установки знесолення.

- 1) Сітчастий фільтр попередньої фільтрації (рейтинг фільтрації - 100 мікрон);
  - 2) Багатошаровий фільтр з гравієм, піском і гідроантрацитом (рейтинг фільтрації- 20 мікрон);
  - 3) Сорбційний фільтр з кокосовим активованим вугіллям;
  - 4) Поліпропіленовий механічний фільтр (рейтинг фільтрації - 5 мікрон);
  - 5) Підвищувальний насос;
  - 6) Мембрана зворотного осмосу - типу TFC-75F, «AQUAFILTER», США;
- витратоміри, манометри, пробовідбірні крани, ПВХ обвязка.

Воду, отриману в лабораторії після установки мембранного очищення використовували на виробництві для промивання обладнання та інвентарю, для промивання сировини та готової продукції.

**Результати.** Термін придатності готового продукту ( свіжої обробленої та необробленої фасованої риби), згідно вимог ТУ- складає 5 днів, за умови дотримання умов зберігання, а саме – температура зберігання  $+6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Після впровадження на харчовому підприємстві промислової системи отримання, зберігання та транспортування підготовленої води та використання її для промивання вхідної сировини ( свіжої річкової риби ), обробленої (патраної) та необробленої (свіжої річкової риби); ополіскування готової продукції після обробки ( свіжої річкової риби) - термін придатності готової продукції ( фасованої та не фасованої) збільшився і склав – 9 днів, при тій самій температурі зберігання  $+6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), тобто збільшився в 1,8 раз або на 44%.

Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів у готовій продукції згідно ТУ, КУО/г – з нормативного – не більше  $2 \times 10^5$  зменшилась до значення  $1,0 \times 10^3$  – тобто, фактично зменшилась в 20 раз.

**Висновки.** Використання мембранних методів очищення води у комбінації з фільтраційними, сорбційними та іонообмінними методами підготовки води для технологічних процесів харчових виробництв - приводять до подовження терміну придатності готового продукту і як результат – до покращення конкурентоспроможності продукції на вітчизняному та міжнародному ринку.

#### **Список використаних джерел:**

1. Технології мембранного розділення в промисловій водопідготовці./А.А. Пантелеев, Б.Є. Рябчиков, О.В. Хоружий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров. М.: ДеЛи плюс, 2012. - 429 с. ISBN: 978-5-905170-14-0.
2. Б.Є.Рябчиков ./ Сучасні методи підготовки води для промислового і побутового використання. М.: ДеЛи принт, 2004. –328 с. ISBN: 5-94343-079-2

## **ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВОДІ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ**

**Ольга Берегова, Дмитро Кольчак**

*Одеська національна академія харчових технологій*

Важкі метали, які можуть бути присутні у питній воді дуже шкідливі для здоров'я людини. Їх тривалий впливу на організм людини може привести до розвитку раку, пошкодження органів, нервової системи, а в крайніх випадках, до смерті. Вплив деяких металів, таких як ртуть і свинець, також можуть бути наслідком розвитку аутоімунних захворювань, при яких імунна система людини атакує власні клітини. Це може привести до захворювання суглобів, ревматоїдного артрити, недостатності нирок, захворювань кровоносної, нервової системи [1].

Важкі метали та їх солі (Cu, Zn, Hg, Cd, Pb, Sn, Fe, Mn, Ag, Cr, Co, Ni, As, Al) є широко поширеними промисловими забруднювачами. У природні водойми вони надходять 1) з природних джерел (гірських порід, поверхневих шарів ґрунту і підземних вод), 2) зі стічними водами багатьох промислових підприємств, 3) з атмосферними опадами, які забруднюються димовими викидами. Важкі метали як мікроелементи постійно зустрічаються в природних

водоймах та органах гідробіонтів (табл. 1). Залежно від геохімічних умов відзначаються широкі коливання їх рівня [2].

Таблиця 1. Природні рівні металів в природних водах (за О.П. Виноградовим, Грушко і Бокріс)

| Елемент | Вміст металів (мкг/л) |               | Елемент   | Вміст металів (мкг/л) |               |
|---------|-----------------------|---------------|-----------|-----------------------|---------------|
|         | у морській воді       | у річній воді |           | у морській воді       | у річній воді |
| ртуть   | 0,03                  | 0,03 – 2,8    | олово     | 3,0                   | 1,0 – 3,0     |
| кадмій  | 0,1                   | 0,1 – 1,3     | залізо    | 10,0                  | 10,0 – 67,0   |
| мідь    | 3,0                   | 1,0 – 20,0    | марганець | 2,0                   | 1,0 – 50,0    |
| цинк    | 10,0                  | 0,1 – 20,0    | миш'як    | 10,0                  | 30,0 – 64,0   |
| кобальт | 0,5                   | 0,1 – 1,0     | алюміній  | 10,0                  | 1,0 – 50,0    |
| хром    | 0,02                  | 1,0 – 10,0    | нікель    | 2,0                   | 0,8 – 5,6     |
| свинець | 0,03                  | 1,0 – 23,0    | срібло    | 0,04                  | 0,1           |

Важкі метали є досить стійкими. Потрапляючи до водойми, вони включаються в кругообіг речовин і піддаються різним перетворенням. Неорганічні сполуки швидко зв'язуються буферною системою води і переходять в слаботорозчинні гідроокси, карбонати, сульфіді, фосфати, а також утворюють металоорганічні комплекси, адсорбуються донними опадами. Під впливом живих організмів (мікробів та ін.) ртуть, олово, миш'як перетворюються у більш токсичні алкільні сполуки. Крім того, метали здатні накопичуватися в різних організмах і передаватися в зростаючих кількостях по трофічному ланцюгу. Особливо небезпечні ртуть, цинк, свинець, кадмій, миш'як, так як вони, потрапляючи з їжею в організм людини і вищих тварин, можуть викликати отруєння. Коефіцієнт матеріальної кумуляції коливається у них від сотень до декількох тисяч [3].

Отруєння людини важкими металами пов'язують найчастіше з свинцем, ртуттю, миш'яком і кадмієм. Інші важкі метали, включаючи мідь, цинк і хром, які необхідні в організмі в невеликих кількостях, але також можуть бути токсичні у великих дозах.

Важкі метали, потрапляючи в наш організм, залишаються там назавжди, вивести їх можна тільки за допомогою білків молока і білих грибів. Досягаючи певної концентрації в організмі, вони починають свій згубний вплив – викликають отруєння, мутації.

Ртуть, свинець, кадмій входять до загального переліку найбільш важливих забруднюючих речовин навколишнього середовища, узгоджений країнами, що входять в ООН [4].

Гостра інтоксикація ртуттю виникає при масивному надходженні ртуті або її сполук в організм. Шляхами надходження є шлунково-кишковий тракт, дихальні шляхи, шкіра. Морфологічно вона може бути у вигляді масивних некрозів в шлунку, товстій кишці, а також гострого тубулярного некрозу нирок. Вагітним ртуть небезпечна, тому що викликає каліцтва розвитку і вроджені захворювання головного мозку. Небезпечні навіть малі дози ртуті: нижні межі її вмісту в питній воді, при яких вона б не накопичувалася в організмі, до сих пір не встановлені. ГДК ртуті в питній воді становить 0,0005 мг/л. Джерелами появи ртуті у воді є промислові підприємства.

Незважаючи на те, що вміст миш'яку у воді невеликий, слідові кількості його у воді можуть бути причиною важких хронічних отруєнь і серйозних наслідків. Миш'як викликає поширені форми ракових захворювань; накопичуючись в щитовидній залозі людей, є причиною появи ендемічного зобу. Для хронічного отруєння миш'яком характерним є недомагання і м'язова слабкість. Потім з'являються оніміння і периферичні паралічі.

Гранично допустима концентрації миш'яку 0,01 мг/л. Сполуки миш'яку вимиваються у природні водойми з гірських порід внаслідок ерозії ґрунту.

Отруєння свинцем (сатурнізм) являє собою приклад найбільш частого захворювання, обумовленого впливом навколишнього середовища. У більшості випадків мова йде про поглинання малих доз і накопичення їх в організмі, поки його концентрація не досягне критичного рівня необхідного для токсичного прояву. Підвищена концентрація свинцю у воді може призвести до безпліддя, розвитку вроджених вад, підвищує ризик передчасних пологів. Цинк не має ні смаку, ні запаху, визначається тільки при хімічному аналізі. ГДК свинцю 0,01 мг/л. Свинець потрапляє в питну воду з свинцевих труб або свинцевого припою.

Кадмій та його сполуки відносяться до I класу небезпеки. Він проникає в людський організм протягом тривалого періоду. Кадмій руйнує структуру ДНК, вражає нирки і кістки. Він дуже токсичний, особливо в поєднанні з іншими токсичними речовинами, тому його ГДК в воді становить 0,001мг/л. Джерелом кадмію і воді є промислові підприємства. Також він з'являється в воді при вилугування ґрунтів, мідних і поліметалічних руд, а також з шахтними водами.

Великі концентрації молібдену викликають функціональні розлади травного тракту, збільшення печінки, остеопороз кісток, болі в кистях і стопах, підвищення рівня сечової кислоти в крові людини. Безпечною є концентрація молібдену в воді не більше 0,07 мг/л.

Підвищена концентрація селену викликає ознаки гострого отруєння, а при постійному вживанні призводить до карієсу, дерматитів, витонченню і ламкості нігтів, розладу роботи органів травного тракту, знебарвлення і випадання волосся. У питній воді ПДК селену – 0,01 мг/л. Зазвичай селен потрапляє в поверхневі і ґрунтові води при вимиванні утворених селеном мінералів. Великі концентрації його надходять в природні джерела зі стоками різних підприємств [4].

Молоді люди більш схильні до токсичного впливу металів. Ще більш важкі наслідки надають важкі метали на організм новонароджених і маленьких дітей. Тривала дія деяких металів на дітей, може призвести до труднощів у навчанні, погіршення пам'яті, пошкодження нервової системи, і поведінкові проблеми, такі як агресивність і гіперреактивність. При більш високих дозах впливу, важкі метали можуть викликати незворотні пошкодження мозку.

Отже, вплив важких металів, дуже згубно позначається на довкіллі – призводить до забруднення води, отруєння гідробіонтів важкими металами. Такий вплив пов'язано з антропогенним фактором. Тому на підприємствах хімічної, текстильної та ін. промисловості, повинні встановлюватися новітні очисні системи, для вирішення цієї гострої проблеми.

#### **Список використаних джерел**

1. Руководство по профессиональным заболеваниям в 2-х томах / под ред. Н.Ф. Измерова. – Москва: Медицина, 1983. – 703 с.
2. Тяжелые металлы [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0033a/base/k009.shtm> Звернення 25.10.2019 р.
3. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах Л.: Химия, 1979. – 161 с.
4. Тяжелые металлы в воде – риск здоровью! [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.aquanova.com.ua/stati-i-obzory/tyazhelye-metally-v-vode> Звернення 20.10.2019 р.



## ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОТЕСТУВАННЯ

Майя Верголяс<sup>1</sup>, Наталія Дмитруха<sup>2</sup>

*ПВНЗ Міжнародна академія екології та медицини, м. Київ*

*ДУ»Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва НАМН», м. Київ*

Сучасний науково-технічний прогрес та його наслідки призвели до значного антропогенного забруднення навколишнього природного середовища, зокрема водних ресурсів, і відповідно до погіршення якості питної води. За даними ВООЗ, більшість хвороб людини (біля 80%) виникає саме від споживання неякісної питної води. Україна посідає 146 місце за середньою тривалістю життя у світі (65,98 р.) і 95 місце з 122 країн за станом водних ресурсів. Більшість басейнів річок і водоймищ, із яких, переважно, забезпечуються потреби населення у воді, не можна вважати екологічно безпечними. Далеко не в усіх регіонах країни підземні води відповідають вимогам до питної води через підвищений вміст хімічних сполук, нітратів і бактеріологічного забруднення. На сьогодні для контролю якості питної води згідно з чинними нормативним законодавством використовують фізико-хімічні методи та мікробіологічний аналіз. При цьому основними критеріями є концентрація домішок та повноцінність складу за макро- та мікроелементами. Проте застосування методів аналізу хімічного складу води не дають вичерпну відповідь про її якість і комплексний вплив присутніх речовин на здоров'я людини й інші біологічні об'єкти. У комплексі заходів, спрямованих на попередження негативних наслідків впливу питної води на організм людини, чільне місце займає розробка і наукове обґрунтування експрес методів оцінки її якості. із залученням біологічних тест-об'єктів.

Метою нашої роботи було наукове обґрунтування застосування біологічних тест-об'єктів різних рівнів організації для оцінки якості і безпечності питної води. У роботі оцінювали водопровідну (дехлоровану) воду і 12 марок бутильованої води («Моршинська», «Аляска», «Еталон», «Старий Миргород», «Знаменівська» «Бон Аква», «ЕКО», «ClearWater», «Феофанівська», «Райське джерело», «Небесна криниця», «Humana»). Контрольну воду готували в лабораторних умовах згідно з ДСТУ 4174: 2003. Біотестування проводили на тест-організмах: церіодафнія (*Ceriodaphnia affinis*), гідра (*Hydra attenuata*), риби (*Danio rerio*), шпорцеві жаби (*Xenopus*) та щури (лінія Wistar). Для кожного досліджуваного зразка води брали по 10 особин перерахованих тест-організмів. Цито- і генотоксичність визначали з використанням гематологічних показників та мікроядерного тесту за стандартними методами. Результати оцінки токсичності вод для різних тест-організмів представлені в таблиці, з яких видно, що тільки три марки питної бутильованої води («Моршинська», «Аляска», «Еталон») не виявили загальної токсичності, відповідають санітарним вимогам. Для двох вод визначено незначну цито-(цт) і генотоксичність (гт), а саме «Аляска» (цт-10%) і «Еталон» (цт-10%, (гт-0,33%), відповідно. Для вод «Старий Миргород» і «Знаменівська» встановлену низьку токсичність (зт -10%, цт – 10% і гт – 0,33%) і помірну для «Бон Аква», «ЕКО», «ClearWater» і «Феофанівська» (зт -30-40%, цт – 30-40% і гт – 0,67-1,00%). Високу загальну токсичність встановлено для вод марок «Райське джерело» (50%), «Небесна криниця» (50%), «Humana» (80%). Для цих вод були визначені високі показники цито- і генотоксичності «Райське джерело» (цт -50%, гт-1,67% для риб і цт -40%, гт-1,33% для жаб), «Небесна криниця» (цт -60%, гт- 3,33% для риб і цт - 50%, гт-2,67% для жаб), «Humana» (цт -80%, гт- 5,33% для риб і цт - 70%, гт- 4,67% для жаб). Найбільш небезпечною за всіма показниками виявилась вода водопровідна (зт - 80%, для риб цт. – 80% і гт – 7,67%, для жаб

цт – 70% і гт – 6,99%). Таким чином, отримані результати дослідження дозволяють дійти висновку, що біотестування із використанням різних за рівнем організації тест-об'єктів дає можливість оцінити безпечність питних вод, у тому числі фасованих. Оскільки церідафнії, гідри і риби *Danio rerio* були більш чутливими до негативного впливу досліджуваних вод, ніж жаби і щури, тому їх доцільно використовувати у комплексній оцінці якості питної води разом з хімічними та мікробіологічними методами.

## **ВИЗНАЧЕННЯ КАДМІЮ У ВОДІ МЕТОДОМ ІНВЕРСІЙНОЇ ХРОНОПОТЕНЦІОМЕТРІЇ**

**Валентина Галімова, Валерій Манк, Ігор Суровцев, Руслан Лаврик,**

**Тамара Панчук, Марія Саркісова**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Якості води приділяють велику увагу, оскільки вона є основною складовою (50-90%) живих організмів біосфери. У галузі використання і відтворення водних ресурсів для забезпечення екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки води необхідні стандартизація і нормування шляхом розробки комплексу взаємопов'язаних нормативних документів, що визначають взаємоузгоджені вимоги до водних об'єктів різного призначення [1]. Одним з найбільш небезпечних забруднювачів води є елемент кадмій, який надає канцерогенний вплив на організм людини і тварин з кумулятивним ефектом, внаслідок чого Cd в документах Міжнародних комісій ФАО / ВООЗ віднесено до числа параметрів, що підпадають обов'язковому контролю [2].

Для визначення кадмію у водних розчинах переважно використовують метод полум'яної атомно-абсорбційної спектрометрії і метод атомно-абсорбційної спектрометрії з електротермічною атомізацією. При прямому вимірі цими методами отримують досить точні результати, проте у воді лише в концентраційному інтервалі від 50 до 1000 мкг/дм<sup>3</sup> Cd.

Більш чутливими є електрохімічні методи вимірювання кадмію у воді до яких відноситься метод інверсійної хронопотенціометрії (ІХП). Суть методу полягає в електрохімічному концентруванні елемента з розчину на індикаторному електроді з подальшим вимірюванням потенціалів його розчинення в часі (інверсії) при заданому опорі в ланцюзі окислення. Час інверсії іонів металу прямо пропорційний його концентрації у розчині при постійних електрохімічних параметрах вимірювання [3, 4]. Метод ІХП широко використовується для визначення концентрацій багатьох хімічних елементів: заліза [5], миш'яку [6], ртуті [7], нікелю та кобальту [8], свинцю [9], йоду [10], селену [11].

Дослідження виконували з використанням двохелектродної електрохімічної комірки, що складається із електролізера на магнітній мішалці, електродів вимірювального (срібного, покритого амальгамою ртуті) [5] та порівняльного (хлорсрібного). Для перевірки методики вимірювання Cd використовували метод стандартних добавок, аналізували модельні розчини з концентраціями 0,1; 0,01; 0,001 мкг/см<sup>3</sup> іонів Cd.

Результати визначення масових концентрацій Cd в модельних розчинах, абсолютні похибки і значення середньоквадратичних відхилень для п'яти вимірювань у діапазоні від 1 до 100 мкг/дм<sup>3</sup> Cd (II) наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Похибки вимірювань концентрацій Cd (II)

| Похибки вимірювань             | Результати вимірювань концентрацій кадмію в модельних розчинах, мкг/см <sup>3</sup> |         |          |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
|                                | 0,1                                                                                 | 0,01    | 0,001    |
| Вимірювання 1                  | 0,109                                                                               | 0,0091  | 0,00097  |
| Вимірювання 2                  | 0,106                                                                               | 0,0085  | 0,00103  |
| Вимірювання 3                  | 0,104                                                                               | 0,0079  | 0,00108  |
| Вимірювання 4                  | 0,098                                                                               | 0,0082  | 0,00105  |
| Вимірювання 5                  | 0,095                                                                               | 0,0087  | 0,00095  |
| Середнє значення               | 0,102                                                                               | 0,0085  | 0,00102  |
| Середньоквадратичне відхилення | 0,006                                                                               | 0,0005  | 0,00005  |
| Межі абсолютної похибки        | ±0,015                                                                              | ±0,0012 | ±0,00014 |
| Абсолютна похибка              | 0,002                                                                               | -0,0015 | 0,00002  |
| Відносна похибка               | 2,38 %                                                                              | 15,2 %  | 1,54 %   |

Встановлено, що межа абсолютної похибки вимірювання концентрації кадмію не перевищує  $\pm 0,2\rho$ , де  $\rho$  – концентрація елемента, відносна похибка вимірювань в залежності від концентрації коливається від 1,54 до 15,2%. Це свідчить про те, що розроблений спосіб визначення концентрації Cd методом ІХП відповідає метрологічним критеріям атестації вимірювання мікроконцентрацій елемента в діапазоні від 1,0 до 100,0 мкг/дм<sup>3</sup> з високою точністю [12].

Розроблена методика була апробована шляхом визначення концентрацій кадмію способом добавок у водах різних категорій методом «введено» - «знайдено» (табл. 2).

Таблиця 2. Результати вимірювань концентрації кадмію у воді (P = 0,95; n = 4)

| Вода         | Введено, мкг/см <sup>3</sup> | Знайдено, мкг/см <sup>3</sup> | Похибка  |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|----------|
| дистильована | 0,05                         | 0,048 ± 0,0098                | - 0,002  |
|              | 0,001                        | 0,00102 ± 0,00014             | 0,00002  |
|              | 0,0005                       | 0,00064 ± 0,00016             | 0,00014  |
| водопровідна | 0,010                        | 0,0097 ± 0,0008               | - 0,0003 |

Отримані дані свідчать про задовільну точність та відтворюваність результатів визначення кадмію в запропонованих умовах, з нижньою межею визначення елемента Cd на рівні 0,1 мкг/дм<sup>3</sup>.

#### Список використаних джерел:

1. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ: Мінекономрозвитку України. 2014. 30 с.
2. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. [Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2017. 604 с.
3. Манк В.В., Галимова В.М., Суровцев І.В. Дослідження накопичення важких металів у біогумусах. Вісник Харківського нац. ун-ту. 2009. № 4. С. 112-124.
4. I.V. Surovtsev, V.M. Galimova, V.V. Mank, V.A. Kopilevich. Determination of heavy metals in aqueous ecosystems by the method of inversion chronopotentiometry. Journal of water chemistry and technology. 2009. Vol. 31, No 6. P. 389-295.
5. Галимова В., Манк В., Суровцев І., Гончар С., Буров О. Застосування срібних електродів в інверсійній хронопотенціометрії для визначення заліза у ґрунтах. Вісник Львівського університету. Серія хімічна. 2012. Вип. 53. С. 221-226.
6. V.M. Galimova, I.V. Surovtsev, V.V. Mank, V.I. Maksin, and V.A. Kopilevich. Determination of Arsenic in the Water Using the Method of Inversion Chronopotentiometry. Journal of water chemistry and technology. 2012. Vol. 34, No 6. P. 284-287.

7. V.M. Galimova, I.V. Surovtsev, V.V. Mank, V.A. Kopilevich, V.I. Maksin. Inversion-chronopotentiometric analysis of mercury in water. Journal of water chemistry and technology. 2013. Vol. 35, No 5. P. 210-214.
8. V.A. Kopilevich., V.I. Maksin, I.V. Surovtsev, V.M. Galimova, T.K. Panchuk, V.V. Mank. Inversion-chronopotentiometry analysis of micro quantities of nickel and cobalt in the water. Journal of water chemistry and technology. 2015. Vol. 37, No 5. P. 248-252.
9. Спосіб визначення свинцю в оліях з різних стадій її виробництва методом інверсійної хронопотенціометрії : патент на корисну модель 105843, Україна : МПК G01N 27/49, G01N 33/03. Манк В.В., Мельник О.П., Галімова В.М., Суровцев І.В., Галімов С.К. ; заявл. 08.09.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7.
10. V.A. Kopilevich, I.V. Surovtsev, V.M. Galimova, V.I. Maksin, V.V. Mank. Determination of trace amounts of iodide ions in water using pulse inverse chronopotentiometry. Journal of water chemistry and technology. 2017, Vol. 39, No. 5, P. 1-5.
11. V. M. Galimova / Control of Trace Amounts of Selenium in Drinking Waters Using the Pulse Inverse Chronopotentiometry Method / V.A. Kopilevich., I.V. Surovtsev , V. M. Galimova , V. I. Maksin, V. V. Mank// Journal of Water Chemistry and Technology, November 2018, Volume 40, Issue 6, pp 343–347.
12. МВВ 081/36-0790-11. Методика виконання вимірювання масової концентрації свинцю, міді, цинку та кадмію у воді методом інверсійної хронопотенціометрії. В.А. Копілевич, І.В. Суровцев, В.М. Галімова, К.Г. Козак. 2011. 23 с.

## **БІОЛОГІЧНЕ ЗНИЖЕННЯ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОДНИХ ВІДВАРІВ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН**

**Петро Гвоздяк<sup>1</sup>, Олександр Рильський<sup>2</sup>, Сергій Ремез<sup>1</sup>, Людмила Невинна<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

<sup>2</sup> *Запорізький національний університет*

В останні десятиліття медики та й пересічні громадяни приділяють значну увагу «активним формам кисню» (АФК) як причині багатьох давніх і особливо сучасних недугів, у тому числі такої непризнаної офіційно, незареєстрованої, проте абсолютно смертельної хвороби як старість [1]. У найбільш розвинутих країнах, особливо в Японії, Німеччині, США, для боротьби з АФК застосовують препарати, що відновлюють АФК до  $H_2O$ , і п'ють воду зі штучно пониженим окисно-відновним потенціалом (ОВП), для чого використовують електролізні апарати, що продукують так звану «живу воду» з ОВП у межах  $-200 \div -400$  мВ [2]. З огляду на відносну невизначеність хімічних речовин, що зумовлюють низький ОВП електролізної води, регулярне її споживання може мати, либонь, деякі негативні наслідки.

Тому пошук альтернативних, бажано природних, методів зниження ОВП питних вод стає доволі перспективним. У Японії, зокрема, набуває популярності вода, що насичується воднем як найбільш чистим відновлюючим АФК реагентом, однак його застосування стикається з певними економічними труднощами.

Ми вирішили скористатися природними мікроорганізмами, що супроводжують розвиток рослин, особливо таких, які признані офіційною медициною як лікарські та продаються в аптеках України. Для початку обрали квіти, траву, кору та кореневища, а саме: квітки календули (*Calendula flores*) і траву полину гіркою (*Artemisia absinthii herba*),

виробництво ПрАТ «Ліктрави», м.Житомир, кору дуба (*Cortex Quercus*) і кореневища лепехи (*Rhizomata Calami*), ПрАТ Фармацевтична фабрика «ВІЮЛА», м.Запоріжжя.

У дослідях застосовували дози лікарських рослин у відповідності до надрукованих на упаковках способів застосування, а саме: квіток календули – 3 десертні ложки, трави полину – 6 чайних ложок, кори дуба – 6 столових ложок і кореневищ лепехи – 3 столові ложки на 600 см<sup>3</sup> киплячої в емальованій каструлі питної води, добавляли по 2 чайні ложки цукру, кип'ятили 5 хвилин, залишали із закритою кришкою на 30 хвилин при кімнатній температурі, асептично переносили рослини у чисті, сполоснуті гарячою стерильною водою 0,5 дм<sup>3</sup> PET-пляшки, не заповнюючи їх на (30-40) см<sup>3</sup> відваром; стискаючи пляшки рукою у відповідності з [3], звільняли від повітря, щільно закривали кришкою і поміщали в термостат при 28 °С. Через 30 годин вимірювали ОВП і рН відварів за допомогою рН, ОВП-метра EZODO (Тайвань) і йонометра И-130М (Росія), висівали по 3-4 краплини на м'ясо-пептонний агар (МПА) фірми Serva в чашках Петрі. Після цього рідину з PET-пляшок зливали, а до залишеної рослинної гущі доливали таку ж кількість прокип'яченої і охолодженої до (45 - 50) °С води з крану з двома чайними ложками цукру, з пляшок витісняли повітря і щільно закупореними поміщали у термостат. Через добу аналізували ОВП і рН настоїв та висівали на МПА.

Контролем служили відвари тотожного складу, які розміщували у скляні колби Ерленмейера з ватно-марлевими пробками і стерилізували в автоклаві при 1 надлишковій атмосфері впродовж 30 хвилин. Аналіз здійснювали двічі – через 30 і 54 години. Контрольні проби були, звісно, стерильними, рН у межах від 6,6 до 7,1 і ОВП біля + 230 мВ, який під кінець дослідів дещо збільшувався (на 12-15 мВ).

У всіх дослідних PET-пляшках спостерігалось значне накопичення газів невизначеного поки що складу.

Кількість бактерій у дослідних відварах зростала з 50÷120 КУО/см<sup>3</sup> на першому етапі до 3·10<sup>3</sup> ÷ 10<sup>4</sup> КУО/см<sup>3</sup> в кінці дослідів. рН дослідних зразків знижувався з початкових ~7,2 до 5,5 ÷ 5,4 у перші 30 годин і далі до 5,1 ÷ 4,4 ще через 24 години, при цьому ОВП падав з +250 мВ до -154 ÷ -248 мВ через 30 годин і до -410 ÷ -454 мВ під кінець дослідів. Це свідчить про надзвичайно потужні можливості спорових бактерій, супровідних різним видам аптечних лікарських рослин, у зниженні ОВП відварів за певних експериментальних умов, а саме при наявності доступних вуглеводів та відсутності кисню повітря.

Дослідження у цьому цікавому і, на наш погляд, перспективному напрямку продовжуються.

#### **Список використаних джерел:**

1. Скулачев В.П., Скулачев М.В., Фенюк Б.А. Жизнь без старости. Москва: ЭКСМО, 2013. 256 с.
2. Большак Ю.В. Биологическая активность и закономерности формирования безреагентно модифицированной воды. Киев: Книга-плюс, 2015. 200 с.
3. Гвоздяк П.І., Сапура О.В. Простий метод виявлення та оцінки інтенсивності анаеробних процесів, що супроводжуються виділенням газів. *Мікробіологія та біотехнологія*. 2009. №4(8). С.53-58.

## NEW DECISIONS IN WATER TREATMENT TECHNOLOGY USING FERRATES(VI)

Dmitriy Golovko<sup>1</sup>, Irina Goncharova<sup>2</sup>, Yaroslav Barashovets<sup>3</sup>, Ludmila Shevchenko<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine*

<sup>2</sup>*Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine*

<sup>3</sup>*“Clean Water Systems” LTD, Kyiv, Ukraine*

<sup>4</sup>*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

At the present time, there are problems in providing safe drinking water, which are caused both by its ever-increasing consumption, and increased requirements for its quality against the background of an ever-increasing level the pollution of ponds [1]. In some cases, the use of even expensive and advanced reagents for water treatment, such as ozone, is impractical due to the formation of bromate ions,  $\text{BrO}_3^-$ , which are considered by the International Agency for Research on Cancer (IARC) to be potentially dangerous carcinogens. Therefore, the aim of this research was to study the expediency using of ferrates alkaline metals as an alternative to traditional reagents used in water purification technologies for cases where oxidation of bromides to bromates is possible in the system as a result of oxidation processes.

Considering the unique physical-chemical properties of Fe(VI) compounds (such as, high reactivity and one of the highest values of the redox potential  $E^0(\text{Fe(VI)/Fe(III)}) = 2.2 \text{ V}$  [2], it can be argued that the chemical reaction is thermodynamically possible:



However, in our experiments with natural waters and with model solutions containing various amounts of  $\text{Br}^-$  ions ( $10^{-5}$ – $10^{-3} \text{ M}$ ), the appearance of bromates in the system was not detected.

It was found that extraneous impurities of metal compounds do not catalyze the occurrence of chemical reactions, as a result of which  $\text{BrO}_3^-$  anions are formed in the aqueous phase.

The application of crystalline ferrates(VI) or their alkaline solutions is advisable in multilayer filters of pre-filtration systems. The practical use of ferrates(VI) solutions can be performed with the help of pumps – metering station dispensers in proportion to the flow measured by pulse flow meters, with constant monitoring and correction of pH value.

### References

1. Guidelines for drinking water quality – 4-th edition. Geneva: World Health Organization. 2017. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Sharma V.K., Zboril R., Varma R.S. Ferrates: greener oxidants with multimodal action in water treatment technologies // Acc. Chem. Res. 2015. Vol. 48, Issue 2. P. 182–191.

## АКТИВОВАНІ ВОДИ В ПРИРОДІ - ОСНОВА ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ АКТИВНОГО ДОВГОЛІТТЯ І ЕКОЛОГІЗАЦІЇ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ

Гришук В.П

ІІІ Жива Вода

Найкращим технологом безумовно є ПРИРОДА. Найцікавіші води (водні розчини) в ПРИРОДІ під постійним впливом різноманітних фізичних полів знаходяться в динамічно сталому, термодинамічно нерівноважному стані, мають, в порівнянні з термодинамічно рівноважним станом, знижені значення ентропії, підвищені значення вільної енергії, і, як

один з наслідків, виконують над своїм оточенням роботу, тобто, є активним середовищем. У таких активованих водних розчинів з'являються нові, майже чарівні, фізичні властивості.

Так, вода, під дією потужного електричного поля, з напруженістю до мільйона вольт/см (що характерно в першу чергу для ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ), має екстремальні значення ОВП (окисно-відновного потенціалу), які надають цій воді або відновлювальні (електрондонорні) -антиоксидантні, геропротекторні, радіопротекторні властивості (значення ОВП -100 мВ і нижче), або окислювальні (електронакцепторні) - антисептичні, дезінфікуючі, ранозагоювальні властивості (значення ОВП +700 мВ і вище). У казках такі води отримали назви - ЖИВА ВОДА і МЕРТВА ВОДА. Більш сучасні назви - ЕІВР (електроіонізовані водні розчини), АНОЛІТ, КАТОЛІТ

Для прикладу, застосування ЕІВР в різних галузях дозволяє:

У медицині - розробити принципово нові, що не мають світових аналогів, технології діагностики, профілактики та лікування онкологічних, серцево-судинних та інших захворювань цивілізації. Так, застосування термодинамічно нерівноважної води дозволяє, наприклад: проводити лікування ран, опіків, діабетичних і трофічних виразок без застосування антибіотиків, відновлювати негативний заряд поверхні клітин крові і попереджувати утворення тромбів, зануляти позитивний заряд поверхні вірусів і знижувати вірусні навантаження, створювати умови для ракових клітин, при яких вони перестають ділитися (ці умови є сприятливими для нормальних клітин), сприяти зменшенню зл�акісних пухлин, попереджувати утворення метастаз, зміцнювати імунітет. У комплексі з іншими заходами, вирішити надзвичайно важливу соціально-психологічну проблему підвищення середньої тривалості життя, при цьому, істотно поліпшити показники активного довголіття.

У комунальному господарстві - забезпечити населення, за прикладом Японії (самої здорової нації в світі) питною водою з антиоксидантними, геропротекторними, радіопротекторними властивостями (в першу чергу, в і поблизу Чорнобильської зони, на АЕС, освітніх установах, підприємствах з важкої екологією) за цінами доступним для всіх верств населення (в 30-50 разів дешевше японських аналогів). На станціях водопідготовки в 5-10 разів зменшити витрату електроенергії і реагентів при дезінфекції води, навіть поліпшити стан водопровідних мереж, на станціях аерації, зменшити площу мулових полів, вирішити проблему, ефективного знезараження стічних вод туберкульозних та інфекційних відділень медичних установ. Використовуючи унікальні електронакцепторні властивості аноліта, забезпечити ідеальний санітарно-епідеміологічний стан на всіх комунальних об'єктах, транспорті, підприємствах харчової та переробної промисловості і т.д.

У сільському господарстві і харчовій промисловості - провести відновлення убитих хімією земельних угідь, на десятки відсотків підвищити ефективність рослинництва, птахівництва, тваринництва, переробної промисловості, галузі зберігання сільськогосподарської продукції, збільшити глибину переробки сировини, прибрати з ринку різні КОЛІ і інші колоніальні товари. При цьому істотно скоротити витрату води, електроенергії, небезпечних для людини і навколишнього середовища різних хімічних і біологічних реагентів, зокрема, повністю відмовитися від застосування формаліну, антибіотиків, і в кінцевому підсумку, зробити більше екологічно чистих продуктів харчування, що також піде на користь для здоров'я людини і поліпшення стану навколишнього середовища.

В інших галузях - у багатьох технологічних процесах, одночасно з підвищенням їх

ефективності, зокрема, при проведенні бурових робіт (для видобутку в майбутньому сланцевого газу), гірничо-видобувної промисловості при видобутку урану, додаткового видобутку нафти з уже законсервованих свердловин, нафтогазопереробної промисловості за рахунок використання ЕІВР, забезпечити істотне скорочення у використанні концентрованих кислот, лугів, окислювачів, відновників, і.т.д. У ряді випадків (при виробництві титану, наприклад), виробляти необхідні хімічні реагенти (хлор, зокрема) на місці споживання. Екологічні та економічні переваги, при цьому, є очевидними.

Беручи до уваги реальний нанотехнологічний бум відзначимо, оскільки, до складу ЕІВР входять навіть не наночастинки, а окремі атоми і молекули, які надають цим водам відновлювальні - антиоксидантні і окислювальні - біоцидні властивості, то від застосування таких вод в медицині і в інших галузях слід очікувати більш сенсаційних результатів ніж від застосування водних розчинів наночастинок. Електрондонорна (жива) і електронакцепторна (мертва) води виробляються в організмі людини - ця обставина вказує на те, що ЕІВР безумовно є однією з основ медицини, в, т.ч., і ветеринарної, майбутнього.

## **УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У ВИРОБНИЦТВІ ВОДИ ПИТНОЇ В УКРАЇНІ**

**Юрій Заїка, Олена Гавриленко, Наталія Онищенко, Таміла Шейко**

*Український науково-дослідний інститут «Ресурс»*

В Європейському Союзі (ЄС) вимоги до якості питної води визначає директива «Щодо якості питної води, призначеної для споживання людиною» 98/83/ЄС, а всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) встановлює вимоги до якості питної води в «Керівництві з контролю якості питної води» (2011 р) [1,2]. У цих документах зазначено, що тільки вода визначеного хімічного складу забезпечує здоров'я людини. Присутність неорганічних, органічних, біологічних забруднень, а також підвищений вміст у воді нетоксичних солей в кількостях, що перевищують допустимі межі, призводить до розвитку різних захворювань.

Питна вода повинна мати високі органолептичні показники, бути нешкідливою за своїм хімічним складом, а також бути безпечною в епідеміологічному та радіаційному відношенні [3].

Служби державного нагляду несуть відповідальність за контролем якості питної води та мають повноваження, пов'язані з аудитом якості питної води на відповідність міжнародних стандартів, зокрема ISO 22000 «Системи менеджменту безпечності харчових продуктів», який покликаний забезпечити розробку і ефективне функціонування системи менеджменту безпечності харчової продукції та демонстрації відповідності чинним законам і нормативним вимогам з безпечності харчових продуктів.

На сьогоднішній день постає питання у керівництві системами водопостачання на вимогу стандартам та управління якістю. Важливо звернути увагу на оцінку небезпек і їх аргументування за виробництва і розподілу питної води, а саме розподіл передбачуваних ризиків для споживача та відповідна система обробки таких ризиків, безперервний процес простежуваності і додавання нових знань, належне планування на випадки непередбачуваних обставин (згідно вимог міжнародного стандарту ISO 31000 «Управління ризиками»).

План по забезпеченню безпечності води має складатися з трьох основних компонентів: оцінки системи, оперативного спостереження, плану по керуванню (зв'язок, документообіг).



Першим етапом оцінки системи водопостачання має бути її детальний і покроковий опис, який включає геологію, метеорологію, загальні спостереження за водним об'єктом, можливі джерела забруднення, інші споживачі води, інші види діяльності в зоні водозабору.

Другим етапом оцінки системи водопостачання мають бути способи очищення, що включають процеси очищення, тип обладнання, системи автоматизації, хімічні реагенти, видалення патогенів, контроль залишкових кількостей дезінфікуючих речовин.

Важливим є підхід до оцінки небезпек, які впливають на якість води питної. Це будь-які біологічні, хімічні, фізичні чи радіологічні агенти.

Ефективне керування ризиками потребує виявлення всіх можливих небезпек, їх походження, виявлення несприятливих чинників та оцінка кожного з них.

До загального переліку оцінки ризиків системи водопостачання води питної відносять ризики, що стосуються здоров'я населення. Серед них:

1. Оцінка ризику забруднюючих речовин. Впливом на ризик є оброблення води.
2. Оцінка рівня існуючого підтвердження ризику для здоров'я населення. Це стосується переважно патогенних мікроорганізмів, що у невеликій кількості можуть бути присутні у воді, а за умов великої кількості споживання такої води у чутливих людей можуть виникнути певні захворювання.
3. Визначення кількості випадків захворювань, що передаються водою. Це комплексний підхід являє собою програму спостережень за здоров'ям населення через точні і відповідні засоби реєстрації причин хвороб, захворюваності, епідемій.

Оцінка ризику в плані безпечності води питної являє собою наступний етап після повного виявлення небезпек мікробіологічного та хімічного характеру. Ці ризики можуть бути незначними, помірними, першочерговими та катастрофічними і пов'язані зі здоров'ям населення в цілому [4].

Засоби контролю визначаються на основі небезпечних подій, які можуть викликати зараження води патогенними мікроорганізмами. Вони являють собою необхідні дії для пом'якшення ризиків. Засоби контролю повинні визначатися як в точці зараження та і в подальшому, задля повної оцінки впливів ризиків.

Засоби контролю можуть бути ефективними для зниження рівня небезпеки шляхом:

- мінімізування проникнення в систему водопостачання;
- зниження концентрації;
- скорочення розповсюдження.

Більшість контрольних засобів не є високотехнічними та інженерними, багато з них стандартні робочі процедури. Саме дотримання таких процедур можна вважати засобом попередження зараження і таким чином може вважатись контрольним засобом і частиною плану по забезпеченню якості та безпеки води.

#### **Список використаних джерел**

1. Water and health in Europe/WHO regional publications European series No.93.
2. Guidelines for drinking-water quality / World Health Organization. – Geneva. – 1997.
3. Закон України про воду, питне водопостачання та водовідведення від 18.05.2017 р. №2047-VIII зі змінами від 15.05.2018 р. № 2417-VIII.
4. Щербак В. І. Оцінка потенційних і наявних загроз екологічному стану, якості води і біорізноманіттю різнотипних водойм і водотоків мегаполіса / В. І. Щербак // Інтегроване управління водними ресурсами. – К., 2013. – № 1. – С. 26–39 (Київ, 18–19 березня 2015 року) : тези доп. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2015. – С. 261.

# НОВІ СОРБЕНТИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Олена Коваленко, Вікторія Новосельцева, Ангеліна Коханська

*Одеська національна академія харчових технологій*

Основне джерело забруднення природних водойм – скидання в них неочищених чи недостатньо очищених стічних вод. В Україні якість стічних вод, що скидаються у водойми після очисних станцій не завжди відповідає нормативним вимогам діючого природоохоронного законодавства. Однією з причин такого стану є застарілі технології та фізична зношеність обладнання очисних станцій. Скидання недостатньо очищених або зовсім неочищених стічних вод у поверхневі водойми становить потенційну загрозу для водної флори і фауни, а також для здоров'я людей. Крім того, погіршення якості води в природних водоймах є однією з причин застосування більш складних технологій водопідготовки і зростання собівартості питної води.

Для екосистеми небезпечними забруднюючими речовинами стічних вод є йони важких металів. Вони повністю не видаляються із стічних вод, крім того знижують ефективність очищення стічних вод від інших домішок. Тому удосконалення способів і технологій очищення як стічних, так і природних вод від йонів важких металів є актуальним.

Для вилучення зі стічних і природних вод зазначених домішок на практиці переважно застосовують реагентні, іонообмінні та електрохімічні способи, зворотний осмос. Ці способи є складними у застосуванні, дорогими, потребують використання додаткових реагентів та можуть бути причиною утворення шкідливих для навколишнього середовища стічних вод. Перспективним є спосіб сорбції з водних розчинів зазначених домішок, а відомим і універсальним сорбентом є активоване вугілля. За останні 50 років потреба в активованому вугіллі зросла в 3 рази. Згідно прогнозів експертів, попит на активоване вугілля лише зростатиме. Це пов'язане із все більшим його застосуванням для різних потреб людей і промисловості, в тому числі для вирішення екологічних і кліматичних проблем.

Традиційні ресурси для виробництва активованого вугілля (кам'яне і буре вугілля, нафта, торф) в світі стрімко вичерпуються, а ресурси деревної сировини поновлюються повільно. Тому вартість активованого вугілля з традиційної сировини постійно зростає і все частіше звучить питання переходу на виробництво сорбентів з інших видів сировини. Альтернативою традиційним ресурсам є відходи переробки швидко відновлюємих рослин (зернові культури, овочі, фрукти, ягоди, горіхи, боби, трави, морські рослини тощо). З них отримують біосорбенти (або сорбенти з обробленої неживої біомаси).

Доцільність переробки рослинних відходів обумовлена ще тим, що низька ефективність їх утилізації призводить сьогодні до нагромадження на сільгоспугіддях та звалищах значних їх обсягів. Під дією факторів навколишнього середовища відходи піддаються розкладанню. Утворені нові органічні і неорганічні речовини, в тому числі і токсичні, потрапляють в ґрунти, а звідти в підземні і поверхневі водойми. Наслідок – погіршення родючості ґрунтів та забруднення джерел питної води. Крім того, в процесі розкладання біомаси в атмосферу виділяється  $\text{CO}_2$ , який чинить негативний вплив на озоновий шар нашої планети.

До переваг біосорбентів відносять наступні: сировина для їх виробництва широко розповсюджена, доступна, постійно відновлюється і дешева; завдяки наявності різних поверхневих функціональних груп, біосорбенти ефективно вилучають важкі метали зі

стічних і природних вод; при використанні біосорбентів не утворюються шкідливі викиди, а відпрацьовані матеріали повністю утилізуються; біосорбенти можуть мати широке практичне застосування в інших галузях АПК; для України виробництво біосорбентів - один з перспективних напрямків розвитку промисловості. Адже Україна – аграрна країна, а значить сировинна база для виробництва біосорбентів буде забезпечена.

Дослідженням властивостей біосорбентів і розробкою технологій їх отримання та застосування останніми роками в світі активно займаються. Разом з тим, промислового виробництва біосорбентів ще не налагоджено.

З врахування вище сказаного, за мету роботи вибрано розробку ефективних біосорбентів на основі відходів переробки вітчизняної рослинної сировини для очищення від йонів важких металів природних і стічних вод. А основними завданнями роботи визначено наступні: дослідження і узагальнення відомостей про сорбційні властивості біосорбентів, отриманих з різної сировини і за різними технологіями їх оброблення; вивчення і узагальнення відомостей про структурно-механічні властивості отриманих біосорбентів і їх хімічний склад, механізми вилучення біосорбентами йонів важких металів з водних розчинів; розробка схем і режимів технологій біосорбційного очищення стічних і природних вод від йонів важких металів; виготовлення пілотного зразку промислового фільтру з біосорбентом.

На даний момент частина досліджень виконана. Зокрема, в доповіді представлено: обґрунтування вибору вітчизняної сировинної бази для виробництва біосорбентів; розроблені технологічні схеми та технологічні режими отримання біосорбентів з горохового лушпиння, виноградної лози, відходів переробки соняшника, кавового шламу; результати дослідження дисперсного складу отриманих біосорбентів, їх елементний склад, наявні функціональні групи та механізми взаємодії цих груп з важкими металами; кінетика сорбції йонів важких металів з водних розчинів біосорбентами в умовах періодичного перемішування водних розчинів та узагальнення результатів кінетичних досліджень у вигляді математичних моделей.

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОНЦЕНТРУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЛЮМБУМУ У ВОДІ З ВИКОРИСТАННЯМ КРАУН-ЕТЕРІВ**

**Олег Кроніковський<sup>1</sup>, Олексій Мисюк<sup>1</sup>, Наталія Стаднічук<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій*

*<sup>2</sup>ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України»*

Одна з основних екологічних проблем людства – якість питної води, яка напряду пов'язана з станом здоров'я населення, екологічною чистотою продуктів харчування, з рішенням проблем медичного та соціального характеру. Активна техногенна діяльність людини призводить до забруднення природних вод сполуками важких металів, в тому числі й Плюмбуму. Необхідно зважати, що Плюмбум відноситься до класу високонебезпечних речовин. Для живих організмів він є одним із сильних токсикантів. Неорганічні сполуки Плюмбуму порушують обмін речовин і виступають інгібіторами ферментів. Тривале споживання води навіть із низьким вмістом металу – одна із причин гострих і хронічних захворювань. Плюмбум накопичується в кістках, замінюючи Кальцій, зв'язує велику

кількість молекул амінокислот, гемоглобіну, більшість ензимів. Отруєння Плюмбумом призводять до підвищення кров'яного тиску, порушень кровотворної функції та роботи мозку, нирок і шлунково-кишкового тракту. Підвищення вмісту Плюмбуму в водах проходить, в основному, за рахунок промислових стічних вод та використання етилованих бензинів. У місцевостях з м'якою водою концентрація  $Pb^{2+}$  може досягати  $1\text{ мг/дм}^3$ . Гранично ж допустима концентрація (ГДК) вмісту Плюмбуму в питній воді складає  $10\text{ мкг/дм}^3$  (згідно вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10)

Для кількісної оцінки вмісту Плюмбуму в воді використовується ряд аналітичних методів. Досить експресним і чутливим методом визначення Pb є атомно-абсорбційна спектроскопія в полумєневому чи електротермічному варіантах. Однак пряме визначення Плюмбуму на рівні ГДК даним методом часто ускладнюється заважаючим впливом сторонніх йонів, що присутні в природних водах. Для послаблення цього впливу іноді можна скористатися застосуванням хімічних модифікаторів. Ефективним підходом для усунення завад з боку йонів металів, що заважають визначенню Плюмбуму, і суттєвого підвищення чутливості методу аналізу є попереднє сорбційне чи екстракційне концентрування.

Метою даної роботи була розробка методики екстракційного селективного вилучення та одночасного концентрування Плюмбуму з природних вод у вигляді різнолігандного комплексу з 18-краун-6 та трихлорацетат-йоном з послідуючим атомно-абсорбційним визначенням.

Відомо, що Плюмбум може утворювати різнолігандні комплекси з краун-етерами та карбоксилат-йонами, які в різній мірі екстрагуються органічними розчинниками. Найбільш ефективною з аналітичної точки зору виявилась система Плюмбум – 18-краун-6 – трихлорацетатна кислота, в якій спостерігається кількісне вилучення Плюмбуму в органічний розчинник в широкому інтервалі кислотності – від сильноокислих розчинів до нейтральних.

Широкий інтервал рН вилучення комплексу Плюмбуму з 18-краун-6 та трихлорацетат-йоном, найбільш високе, в порівнянні з комплексами других металів, значення константи екстракції, що забезпечує необхідну селективність вилучення та дозволяє сконцентрувати Плюмбум з великих об'ємів водної фази, дали можливість розробки методики екстракційно-атомно-абсорбційного визначення Плюмбуму в різних об'єктах, в тому числі і в воді. Методика заключалась в наступному. В ділільну лійку поміщають аліквотну частину ( $< 990$  мл) досліджуваного розчину, що містить  $5 - 200\text{ мкг } Pb^{2+}$ ,  $10\text{ мл } 7\text{ моль/л}$  розчину трихлорацетатної кислоти, доводять об'єм водної фази до  $1000\text{ мл}$  бідистильованою водою і екстрагують Плюмбум двома порціями  $0,2\text{ моль/л}$  хлороформного розчину 18-краун-6 по  $25\text{ мл}$  протягом  $2 - 3\text{ хв.}$  кожною. Екстракти збирають, відганяють хлороформ до об'єму  $10\text{ мл}$ , залишок переносять в мірну колбу ємністю  $25\text{ мл}$ , доводять до мітки спиртом (метанол, етанол, ізопропанол) і визначають вміст Плюмбуму атомно-абсорбційним методом. Результати визначення Плюмбуму при його вмісті в воді  $0,010\text{ мкг/мл}$  та  $0,020\text{ мкг/мл}$  в присутності 200-кратного надлишку цілого ряду катіонів сторонніх металів підтвердили селективність та точність методики.

Методика екстракційного концентрування Плюмбуму із великих об'ємів водної фази за допомогою краун-етера 18-краун-6 і його послідуючого атомно-абсорбційного визначення апробована нами на реальних об'єктах. Об'єктами досліджень була річкова вода (р. Либідь) і озерна вода (Нижнє озеро Голосіївського парку). За даною методикою нами також досліджено вміст Плюмбуму в реальних зразках води з лабораторії Дніпровської

водопровідної станції. Результати визначення вмісту Плюмбуму в природних водах, отримані за даною методикою, мали досить близькі значення з результатами отриманими традиційними методами ДСТУ.

Запропонована нами методика може бути успішно використана для контролю вмісту Плюмбуму в природних, сточних і інших водах.

## **ФТОР В ХАРЧОВИХ ВОДАХ, ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗМУ**

**Олена Ляпіна, Анастасія Огороднікова**

*Одеська національна академія харчових технологій*

Вода є одним з найцінніших дарів природи на нашій планеті. Без неї неможливе існування всього живого. Питна вода, яку використовує населення, повинна мати сприятливі органолептичні властивості, бути нешкідливою за хімічним складом і змістом радіонуклідів, безпечної в епідемічному відношенні і фізіологічно повноцінною.

Людина випиває за добу від 1 до 2,5 літрів води і в зв'язку з цим, здоров'я населення безпосередньо залежить від складу води.

Вода дуже відрізняється за складом мікроелементів і органічних речовин в багатьох регіонах нашої країни. Надлишок мікроелементів, як і їх дефіцит, небезпечний для організму людини. Одним з показників якості питної води є вміст в ній фтору.

Фтор - один з найважливіших для організму людини хімічний елемент. Він необхідний для здоров'я кісток і зубів, відповідає за зміцнення імунітету і виводить важкі метали.

Повсюдне поширення розчинних фторсодержащих з'єднань в породах і ґрунтах обумовлює наявність фтору в природних і підземних водах, використовуваних для питного водопостачання. Найбільша концентрація фтору спостерігається в підземних водах, що контактують з багатими фтором породами, і в мінеральних джерелах, а найменша концентрація - в поверхневих водах [1]. Концентрація фтору в питній воді може варіюватися: від дуже низької (0,3 мг/л) до дуже високої (6 - 15 мг/л). Така крайність негативно позначається на здоров'ї людини. Згідно з Рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я ВООЗ вміст фтору в питній воді повинен перебувати в межах 0,5-1,0 мг/л в залежності від кліматичної зони, але не більше 1,5 мг/л.

В організмі людини фтор (його вміст становить близько 2,6 мг) знаходиться в зв'язаному стані, зазвичай у вигляді важкорозчинних солей з кальцієм, магнієм і залізом. Особливо багато фтору припадає на кістки і зубну емаль – 99 %. В організмі фтор бере участь у багатьох важливих біохімічних реакціях, в процесі кровотворення, впливає на активність ферментів, необхідний для підтримки імунітету, виводить з організму солі радіонуклідів та важких металів і служить для профілактики пародонтозу і карієсу [2]. Вплив фтору на організм відбувається за рахунок його здатності до комплексоутворення з металами. Утворюючи комплекси з металами, що входять до складу активного центру деяких ферментів, впливає на їх роботу.

Середня добова потреба людини у фторі становить 2 - 3 мг. При низькій концентрації фтору у дітей можуть бути прояви затримки окостеніння і дефекти мінералізації кісток, у дорослих - остеопороз. Постійний надлишок фтору в організмі людини може призвести до порушень ферментних процесів зі змінами активності ферментної системи крові, порушень периферичної нервової системи та інших внутрішніх органів і систем організму, важких форм флюорозу, остеосклероза, до пригнічення функції щитовидної залози.

Основне джерело надходження фтору в організм - питна вода. В продуктах харчування фтор міститься в дуже малій кількості, проте він присутній в рибі, морепродуктах, горіхах, зеленому та чорному чаї, яловичій печінки, а також крупах - рисі, гречці і вівсянці. У зв'язку з цим, вміст фтору в організмі людини корегують за допомогою питної води.

При низькій концентрації фтору в питній воді санітарні органи повинні вирішувати цю проблему фторування води до значень не менше 0,5 мг/л. Фторована вода діє через поверхню зуба, повідомляючи слині невисоку концентрацію фтору, який знижує вимивання мінеральних солей із зубної емалі, і підвищує насичення мінералами стінок порожнин розпаду зуба на самому початку їх утворення [3].

Для фторування питної води використовують: натрій кремнефтористий; натрій фтористий; амоній кремнефтористий; кремнефторістоводневу кислоту.

Очищення води від надлишкового фтору проводиться за рахунок використання спеціальних методів, які видаляють з рідини надлишки фторсодержащих хімічних речовин до безпечного для людського організму рівня. Всі методи, які забезпечують видалення іонів фтору з води поверхневих і підземних джерел, можна розділити на чотири групи: осадження та співосадження; сорбційні; іонообмінні і фізико-електрохімічні. В останню групу входять електрокоагуляція і мембранні методи: електродіаліз, нанофільтрація і зворотний осмос [3].

У зв'язку з наслідками неналежного вмісту фтору необхідно здійснювати жорсткий контроль за змістом фтору в питній воді.

#### **Список використаних джерел:**

1. Жовинский Э. Я., Крюченко Н. О. Прикладное значение геохимии фтора. Пошукова та екологічна геохімія. — 2007. — №1 (6) с.3-13
2. Шачнев Р.М., Урчукова Л.О. Фтор в питьевой воде, гигиенические нормы. Влияние фтора на биохимические процессы в организме, здоровье населения // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по мат. XXXI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 2 (30).
3. Мамченко А. В. Фтор в питьевой воде и методы его удаления / [А. В. Мамченко, Н. Г. Герасименко, И. И. Дешко, Т. А. Пахарь]. // Вода і водоочисні технології. - 2008. - № 6. - С. 10-23.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПАРАМЕТРІВ БЕЗХРЕБЕТНИХ У БІОТЕСТУВАННІ ЯКОСТІ ВОДИ**

**Алла Нанієва<sup>1</sup>, Ольга Кравченко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського. НАН України*

<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Біотестування як інтегральний метод оцінки токсичності водного середовища є засобом отримання принципово нової інформації – за станом біоти, її кількісними та якісними перетвореннями передбачають трансформації, які очікують живі організми за даного рівня забруднення. В числі ключових біотичних компонентів трофічних кіл гідроекосистем знаходяться безхребетні гідробіонти – черевоногі, голошкірі, губки, кишковопорожнинні, ракоподібні, які виступають харчовими елементами для риб. У якості типового об'єкту експериментальних та модельних досліджень із цієї групи організмів використовують дафнію (*Daphnia magna*) і гідру (*Hydra attenuata*). Враховуючи вищенаведене, нами було проведено дослідження параметрів виживання вказаних модельних видів за умови їхнього

знаходження у воді. В якості досліджуваних проб використовували воду одного каптажного джерела, двох криниць та джерела централізованого водопостачання сіл Могилів-Подільського району Вінницької області. За результатами дослідження встановлено летальний ефект у діапазоні 15-35 % особин, в залежності від проби води, причому смертність зростала у часовому інтервалі 72-96 годин. При цьому дафнії, як представники філогенетично складніших форм організмів, виявляли дещо вищу чутливість, ніж молодь гідр.

Загальновідомо, що полютанти у воді можуть не викликати летального ефекту, разом з тим, призводячи до необоротних сублетальних змін [1]. Для вивчення даного питання, яке має велике прикладне значення, було закладено експерименти, спрямовані на з'ясування впливу гідрохімічного складу досліджуваних проб обмежувати темпи розмноження безхребетних гідробіонтів. Об'єктом цих досліджень також виступали дафнії та гідри. Виконані експериментальні контролю свідчать, що проби води, які в гострих дослідах (на летальність) проявляли відносну безпечність та не спричинювали явних морфологічних змін, достовірно здатні знижувати плодючість дафній і гідр. Найсуттєвіший вплив зафіксовано у пробі з каптажного джерела, за експозиції в якому рівень розмноження дафній знижувався майже на 60 %, а гідр – на 65 % порівняно з контрольними показниками.

#### **Список використаних джерел**

1. Гандзюра В. П. Продуктивність біосистем у токсичному середовищі : автореф. дис.. на здобуття вченого ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.16 "Екологія" / Володимир Петрович Гандзюра. – Чернівці, 2004. – 36 с.

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ВОДИ ПИТНОЇ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

**Анатолій Подрушняк, Наталія Стаднічук, Ольга Голінько**

*ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ.*

Вода питна, призначена для споживання людиною, в тому числі для дитячого харчування, незалежно від того, подається вона споживачу централізовано чи шляхом розливу у пляшки, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад, а для дітей – фізіологічно повноцінною.

Держава гарантує захист прав споживачів у сфері питного водопостачання шляхом встановлення медико-біологічних норм та регламентів і здійснення заходів по забезпеченню державного контролю та нагляду за якістю та безпечністю водопостачання, а також стимулювання та підтримки сумлінного виробника та постачальника питної води нормативної якості.

Вимоги до безпечності та якості питної води, призначеної для споживання людиною, а також правила виробничого контролю та державного нагляду у сфері питного водопостачання населення визначають Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10), затверджені Наказом МОЗ №400 від 12.05.2010 р., зареєстровані в Міністерстві юстиції 1 липня 2010 р. за №452/17747 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я №505 від 15.08.2011 р. [1].

Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) були розроблені та затверджені у встановленому порядку на виконання Закону України «Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки» [2].

Нами проведено аналіз вітчизняного законодавства стосовно води питної, призначеної для дитячого харчування.

Так, в ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (розділ I. Загальні положення, п. 1.2) наведено: «Вимоги Санітарних норм не поширюються на води мінеральні лікувальні, лікувально-столові, природні столові та води, призначені для спеціального дієтичного споживання, спеціально перероблені або розроблені для забезпечення задоволення дієтичних потреб дітей грудного та раннього віку» [1].

Відповідно до Закону України "Про дитяче харчування": діти грудного віку - діти віком від народження до одного року; діти раннього віку - діти віком від одного до трьох років; дитяче харчування - харчовий продукт, призначений центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я, для спеціального дієтичного споживання, спеціально перероблений або розроблений для забезпечення задоволення дієтичних потреб дітей грудного та раннього віку (дитячі суміші початкові (стартові), дитячі суміші для подальшого годування, продукти прикорму, напої, вода бутильована для приготування дитячого харчування та/або пиття) [3], хоча на даний час центральний орган виконавчої влади з такою назвою не існує.

У чинній редакції Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» термін «для спеціального дієтичного споживання» взагалі відсутній [4].

Разом з тим, згідно пункту 3.28 ДСанПіН 2.2.4-171-10: Питну воду фасовану можна споживати дітям з перших днів їх життя і до 3 років для фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарсько-побутових потреб у тому разі, якщо вона відповідає таким вимогам: не обробляється реагентами, не містить консервантів та не є штучно мінералізованою; фасується в скляну тару та тару одноразового використання об'ємом не більше 6,0 куб.дм із зазначенням на етикетці строку її придатності та умов зберігання після розгерметизації тари згідно з результатами державної санітарно-епідеміологічної експертизи цієї води; вміст амонію не перевищує 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [1].

Діючий на сьогодні стандарт ДСТУ 7525:2014 "Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості" також не поширюється на води для спеціального дієтичного споживання дітьми. ДСТУ 7525:2014 поширюється на воду питну централізованого й нецентралізованого водопостачання, зокрема фасовану та нефасовану та є рекомендованим до застосування [5].

На даний час виробництво питної води для дитячого харчування має здійснюється за нормативно-технічними документами та відповідно до технологічного регламенту або іншого документа з описом технологічного процесу виробництва питної води, що пройшли державну санітарно-епідеміологічну експертизу та отримали позитивний висновок [1].

Враховуючи вище зазначене вважаємо, що законодавство у сфері питної води, що призначена для дитячого харчування, потребує удосконалення. Ці питання повинні вирішуватись на державному рівні, оскільки забезпечення населення, особливо дітей



грудного та раннього віку, якісною і безпечною питною водою є однією з найважливіших задач, вирішення якої сприятиме захисту здоров'я майбутніх поколінь.

**Список використаних джерел:**

1. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10), затверджені Наказом МОЗ №400 від 12.05.2010 р., зареєстровані в Міністерстві юстиції 1 липня 2010 р. за №452/17747 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я №505 від 15.08.2011.
2. Закон України «Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки».
3. Закон України «Про дитяче харчування» № 2746-VI від 02.12.2010.
4. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 2681-III від 13.09.2001 із змінами.
5. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»

**МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ  
М. ОХТИРКА, СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Аліна Семенюк, Ольга Тогачинська**

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Системи водопостачання та водовідведення відносяться не тільки до систем життєзабезпечення суспільства, але й до найбільших за кількістю перероблюваного та переміщуваного продукту - води. У сучасних соціально-екологічних умовах до цих систем через цілу низку факторів пред'являються більш жорсткі вимоги. Це зумовлено погіршенням стану навколишнього природного середовища і, зокрема, водних джерел, підвищенням вимог до якості послуг з питного водопостачання та водовідведення, необхідністю відновлення здоров'я та демографічного зростання населення тощо [1].

**Матеріали та методи.** Об'єктом для досліджень стала система централізованого водопостачання та водовідведення Сумської обл., а саме м. Охтирка.

**Результати.** Було досліджено, що джерелом централізованого питного водопостачання м. Охтирка є підземні водозабори та окремі свердловини. На балансі підприємства знаходиться 3 підземних водозабори та 15 окремих свердловин, потужність яких становить 3,92 млн. м<sup>3</sup>/рік. Визначальним параметром роботи системи водопостачання є показник обсягів води - від її підйому до надходження споживачам.

Опрацьовуючи результати показників якості води джерела водопостачання визначено, що свердловина № 5 відноситься до 2 класу (добра, прийнятна якість води) підземних вод згідно ДСТУ 4808:2007. Вода з свердловини № 9 відноситься до 4 класу якості підземних вод, тому що виявлено перевищення заліза загального у 2016 і 2019 роках (норма – не більше 0,2 мг/дм<sup>3</sup>) і значне перевищення міді у 2016-2019 рр [2].

Розподіл обсягів води (у відсотках до піднятої води) в останні роки характеризувався наступним чином:

✧ обсяги поданої у розподільні мережі води складалі: у 2015 р. – 99,97 %; у 2016 р. – 99,97 %; у 2017 р. – 99,97 %; у 2018 р. – 99,97 %; у 2019 р. - 99,97 %.

✧ обсяги реалізованої води протягом 2015-2019 рр. дорівнювали, відповідно: 81,5 %, 81,1 %, 81,4 %; 74,3 % та 74,6 % в т.ч. населенню, 73,2 %, 73,2 %; 64,1 %; 51,0 % та 52,7 %.

✧ обсяги витрат та втрат води у цей період були значними та складали: 18,5 % - 2015 р.; 19 % - у 2016 р.; 18,6 % - 2017 р.; 25,6 % - у 2018 р.; 25,4 % - у 2019 р., з них, відповідно по роках:

- ♦ витрати при підйомі: 0,03; 0,03; 0,02; 0,03 та 0,03 %;
- ♦ витрати у розподільних мережах: 5,2; 5,3; 2,0; 5,0 та 1,7 %;
- ♦ втрати у розподільних мережах: 13,2; 13,6; 16,6; 20,6 та 23,6 %.

Високий рівень втрат та технологічних витрат питної води, які до того ж до 2019 року постійно зростали, є дуже негативною тенденцією для підприємства водопровідно-каналізаційного господарства та несуть за собою величезні збитки [3].

Обсяги води, які непродуктивно витрачаються в процесі виробничого циклу підготовки питної води, в загальному випадку можна розподілити на кілька категорій, зокрема, витрати при підйомі та втрати і витрати у розподільній мережі.

За останні роки сумарні обсяги втрат та технологічних витрат води практично не скоротились, навпаки, у 2015-2019 роках цей показник збільшився з 303,9 тис. м<sup>3</sup>/рік (у 2015 р.) до 441,81 тис. м<sup>3</sup>/рік (у 2019 р.).

З приведених даних видно, що рівень втрат та технологічних витрат питної води високий. Це може бути наслідком значної застарілості системи водопостачання та не ефективного гідравлічного режиму.

**Висновки.** Розроблення та запровадження схеми оптимізації та відповідної фінансової моделі сприятиме покращенню якості питної води, підвищенню ефективності технологічних процесів та надійності роботи системи водопостачання, забезпеченню раціонального використання матеріальних і енергетичних ресурсів у водопровідному господарстві міста тощо.

#### **Список використаних джерел**

1. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація: Підручник. – “Конкор”, 2003. – 288с.
2. Джерела централізованого питного водопостачання: ДСТУ 4808:2007. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : надано чинності наказом Держспоживстандарту України від 05.07.07 р. №144. Офіц. вид. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 39 с. (Національний стандарт України).
3. Пат. 61971 Україна, МПК E03B 7/04, F17D 5/02. Спосіб оцінки стану або проведення аудиту водопровідної мережі / Колотило В.Д. (UA), патентовласник - Колотило В.Д.; заявл. 17.12.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл.№ 15.

## **МІЖНАРОДНІ ТА ВІТЧИЗНЯНІ ВИМОГИ ДО ВОДИ ПИТНОЇ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ**

**Василь Сидор, Валентина Остапенко, Анна Остапенко**

*Національний університет харчових технологій*

**Паримал Чандра Бісвас**

*Університет Адамас, Колькута, Індія*

Вода – це один з найцінніших ресурсів у світі. Споживання щоденної норми чистої води підвищує якість життя та продовжує його, тому міжнародні організації дбають про те, аби доступ до якісної питної води могли отримати усі люди, а водні ресурси використовувались якомога раціональніше.

Згідно з Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» №1602 від 22.07.2014 року питна вода є харчовим продуктом, але не вся. За Законом України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» №2047-VIII від 18.05.2017 року вода питна не є харчовим продуктом в системі питного водопостачання та в пунктах відповідності якості. В Україні якість всієї питної води регулюється Державними нормами і правилами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги, до води питної, призначеної до споживання людиною». Гігієнічні нормативи включають різні групи показників. Питна вода повинна задовольняти таким основним критеріям: бути нешкідливою з точки зору хімічного складу, безпечною в епідеміологічному та радіологічному відношенні, мати приємні органолептичні властивості.

Вода є досить чутливою до хімічного, фізичного і мікробіологічного забруднень і в розвинених країнах світу контролюється жорсткими стандартами. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) із-за низької якості питної води помирає близько 5 млн. осіб і 500 тис. осіб отримують інфекційні захворювання саме через воду. Тому державний моніторинг якості питної води є необхідною умовою для збереження та зміцнення здоров'я нації. Спектр даних вимог достатньо широкий. Існують світові, європейські та внутрішні вимоги конкретної країни.

Наприклад, в США діють основні та другорядні національні стандарти по питній воді. Перші є обов'язковими, а другі рекомендовані. Також є додаткові вимоги в окремих штатах. Гігієнічні нормативи США до питної води суттєво відрізняються від вітчизняних вимог. Так, наприклад, в перших регламентується 53 органічні речовини, натомість у вимогах ДСанПіН 2.2.4-171-10 лише 5. При цьому в американському стандарті не нормується, наприклад, жорсткість води. Аналіз світових та вітчизняних вимог до питної води. Основні показники якості та безпечності питної води представлено в табл.1 та 2.

Таблиця 1 Основні неорганічні та органічні показники якості та безпечності питної води в міжнародних та вітчизняних документах

| Найменування показника                                                                    | ДСанПіН 2.2.4-171-10, Україна | Директива Ради Європейського Союзу 98/83/ЄС | Керівництво по забезпеченню якості питної води, 4-видання (ВООЗ), 2011 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Неорганічні та органічні санітарно-хімічні показники, не більше, мг/дм<sup>3</sup></b> |                               |                                             |                                                                        |
| Алюміній                                                                                  | 0,2 (0,5)                     | 0,2                                         | 0,2                                                                    |
| Миш'як                                                                                    | 0,01                          | 0,01                                        | 0,01                                                                   |
| Нітрити                                                                                   | 3,3                           | 0,5                                         | 3,0                                                                    |
| Нітрати                                                                                   | 10,0(50,0)                    | 50,0                                        | 50,0                                                                   |
| Фтор                                                                                      | 1,5                           | 1,5                                         | 1,5                                                                    |
| Сvineць                                                                                   | 0,01                          | 0,01                                        | 0,01                                                                   |
| Натрій                                                                                    | 200                           | 200                                         | 200                                                                    |
| <b>Масова концентрація органічних компонентів, не більше, мг/дм<sup>3</sup></b>           |                               |                                             |                                                                        |
| Тригалогенметани (сума)                                                                   | 0,1                           | 0,1                                         | -                                                                      |
| Пестециди (сума)                                                                          | 0,0005                        | 0,0005                                      | -                                                                      |
| Окислюваність перманганатна, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>                            | 5,0                           | 5,0                                         | -                                                                      |
| Загальний органічний вуглець, мг/дм <sup>3</sup>                                          | 3,0                           | Без аномальних змін                         | -                                                                      |

Аналіз регламентуючих вимог на питну воду показав, що в Україні прописані вимоги є в основній масі ідентичні до європейських та світових. Т.я. в ДСанПіН 2.2.4-171-10 передбачений контроль понад 80 показників, а якість питної води в нашій країні залишається на досить низькому рівні. То основне питання полягає не в декларуванні вимог, а в оснащенні лабораторій сучасним надчутливим обладнанням, в компетентних висококваліфікованих фахівцях та застосуванні інноваційних технологій підготовки питної води.

Наведені дані свідчать про вимоги ВООЗ регламентують значну кількість показників, хоча вони мають рекомендаційний характер, але ґрунтуються на дослідних даних. Слід зазначити, що ДСанПіН 2.2.4-171-10 в більш повному обсязі регламентує вимоги до різних типів вод, в тому числі за фізіологічною повноцінністю. У ДР Європейського Союзу враховані мікробіологічні та хімічні показники, що враховують особливості технології фасованих вод. Але слід зазначити, що Директива є загальною інструкцією для країн-членів ЄС, яка дозволяє її використовувати у національних законодавствах для гармонізації правової бази в рамках співдружності.

Таблиця 2 Основні органолептичні та деякі фізико-хімічні показники якості та безпечності питної води в міжнародних та вітчизняних документах

| Найменування показника                                     | ДСанПіН 2.2.4-171-10, Україна | Директива Ради Європейського Союзу 98/83/ЄС    | Керівництво по забезпеченню якості питної води, 4-видання (ВООЗ), 2011 |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Органолептичні показники, не більше</b>                 |                               |                                                |                                                                        |
| Запах, показник розведення до зникнення запаху             | 3                             | Прийнятний для споживачів, без аномальних змін | -                                                                      |
| Мутність, нефелометричні одиниці мутності                  | 0,5-3,5                       | те саме                                        | -                                                                      |
| Забарвленість, град.                                       | 10-35                         | — ” —                                          | 15                                                                     |
| Присмак, бали                                              | 0-3                           | — ” —                                          | -                                                                      |
| <b>Фізико-хімічні показники, не більше</b>                 |                               |                                                |                                                                        |
| рН (водневий показник)                                     | 6,5...8,5                     | 6,5...9,5                                      | -                                                                      |
| Мінералізація загальна (сухий залишок), мг/дм <sup>3</sup> | 100-1500                      | Вода не повинна бути агресивною                | -                                                                      |
| Жорсткість загальна, ммоль/дм <sup>3</sup>                 | 1,5-7,0 (10,0)                | -                                              | 2,0 (1,0)                                                              |
| Мідь, мг/дм <sup>3</sup>                                   | 1,0                           | 2,0                                            | 0,5 (0,1)                                                              |
| Марганець, мг/дм <sup>3</sup>                              | 0,05-0,5                      | 0,05                                           | 0,1                                                                    |
| Залізо, мг/дм <sup>3</sup>                                 | 0,2                           | 0,2                                            | 0,3                                                                    |

Таким чином, порівнявши світові та державні вимоги до якості та безпечності питної води, можна зробити висновок, що система декларування кількості показників в ДСанПіН навіть перевищує світові вимоги, а якість та безпечність кінцевого продукту залишається на досить низькому рівні. І це тоді, коли Україна має порівняно високий відсоток прісних вод на своїй території, значна кількість підземних. І тому, на нашу думку, питна вода українського походження має не тільки не містити небезпечних речовин, але й покращувати

загальний стан нашого організму в цілому, забезпечуючи його важливими та необхідними біогенними елементами. Безпечна, якісна та збалансована питна вода має бути доповненням до правильного здорового, раціону харчування людини. Але це в ідеалі. А якщо говорити про реальність сьогодення, то справу зможуть виправити тільки науковці та фахівці об'єднавшись разом, створюючи прикладну науку і маючи при цьому фінансову підтримку держави. Бо питна вода, в переважній більшості, не просто харчовий продукт, а харчовий продукт першої необхідності для людського організму.

#### **Список використаних джерел**

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4. – 171 – 10, -[Введ. в дію 01.07.10]. – Київ. – 25с.
2. Бювети Києва. Якість артезіанської води./ За ред.. Гончарука В.В. – К.: Геопринт, 2003. – 110с.
3. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.: ДСТУ 7525: 2014 [Введ. в дію 01.02.2015]. К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 29 с. (Національний стандарт України).
4. Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною (ОВ L 330, 5.12.1998, С. 32)
5. Керівництво з забезпечення якості питної води Всесвітньої організації охорони здоров'я: 4-те видання, 2017. – 132с.

### **БІОТЕСТУВАННЯ ФОСФАТОВМІСНИХ БАРОМЕМБРАННИХ ПЕРМЕАТІВ**

**Ольга Семінська, Маргарита Балакіна, Алла Нанієва**

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

Питне водопостачання в Україні майже на 80% забезпечується використанням поверхневих вод [1, 2]. Водночас, практично всі поверхневі водні об'єкти країни за ступенем забруднення відносяться до забруднених і дуже забруднених [1], втратили здатність до самовідновлення та знаходяться у стадії деградації [3]. Цю ситуацію можна прирівняти до екологічної катастрофи, оскільки саме екологічний стан поверхневих водоемів країни та якість води у них є основними факторами санітарного та епідеміологічного благополуччя населення [1, 4]

Характерною ознакою внутрішніх водоемів України є їхня інтенсивна евтрофікація (цвітіння) [1]. Лімітуючий фактор цього процесу – вміст фосфору у воді, який і визначає характер продукційних процесів у водоемах [3]. Так, відомо, що за сприятливих умов 1 мг фосфору продукує (40-250) мг водної рослинності, тоді як 1 мг азоту – (10-20) мг [5, 6].

Згідно з діючими нормативними документами України [7], вміст фосфору у воді відноситься до токсикологічних показників шкідливості. Враховуючи високий ступінь гігієнічної небезпеки для живого організму, світове співтовариство встановило жорсткі вимоги до вмісту фосфатів у стічних та питних водах, а також продуктах харчування. Так, у західних країнах концентрація фосфатів у стічних водах не повинна перевищувати 1,0 мг/дм<sup>3</sup>, а у питній воді 0,03 мг/дм<sup>3</sup> [5], тоді як в Україні ці величини мають значення, відповідно, 8,0 та 3,5 мг/дм<sup>3</sup> [7, 8]. Водночас якісна питна вода повинна бути токсикологічно й епідеміологічно безпечною та фізіологічно повноцінною [2], тому води, у яких вміст фосфору перевищує встановлені норми, потребують глибокого очищення.

На сьогодні нанофільтрація (НФ) та зворотний осмос (ЗО) низького тиску є ефективними методами глибокого дефосфатування води, ефективність яких становить до 99,9% за фосфат-іонами [9, 10].

Дослідження проводили із використанням модельних розчинів двузаміщеного фосфату натрію у дистильованій воді із концентрацією фосфат-іонів  $25 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає середній концентрації фосфатів в стічних водах та фосфатовмісних господарсько-побутових стічних водах, відібраних після первинних відстійників Бортницької станції аерації (БСА) м. Києва (концентрація фосфат-іонів  $(12,0-39,5) \text{ мг/дм}^3$ ). Експерименти здійснювали у лабораторній комірці фронтального типу із магнітною мішалкою ( $Re = 7100$ ), використовуючи НФ мембрану ОПМН-П [11] та на дослідно-практичній установці рулонного типу із використанням ЗО мембранного елементу ESPA1-4040 [12]. Вміст фосфат-іонів у воді визначали ванадатно-молібдатним методом.

В результаті НФ очищення модельних розчинів та ЗО обробки господарсько-побутових стічних вод БСА м. Києва були отримані пермеати із вмістом фосфат-іонів у них, відповідно,  $(0,3-0,96)$  та  $(0,21-0,55) \text{ мг/дм}^3$  при коефіцієнтах відбору пермеату, відповідно,  $\leq 90$  та  $< 70$  %. Отримані пермеати відповідають діючим на сьогодні вимогам України до питної води за фосфатами [7]. Разом із тим, враховуючи токсикологічну небезпеку, яку може спричинити наявність фосфат-іонів у воді, доцільно провести біотестування отриманих пермеатів. Це дозволить визначити ступінь їх токсичності для живих клітин, об'єктивно та комплексно оцінити вплив речовин на організм та процеси його життєдіяльності [2].

Біотестування проводили із використанням розчинів із концентрацією  $0,21$  та  $0,55 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає отриманим ЗО пермеатам обробки господарсько-побутових стічних вод БСА м. Києва, а також  $1,0$ ;  $3,5$  та  $8,0 \text{ мг/дм}^3$ , що відповідає існуючим на сьогоднішній день нормативним документам [5, 7, 8]. Біологічне оцінювання рівня токсичності фосфатовмісних розчинів проводили методами *Daphnia* (з використанням періодафнії) та мікроядерного тестування (з використанням за тест-організми риб *Danio rerio*) [2, 7, 13]. Як контроль використовували синтетичну прісну воду, виготовлену у відповідності до [13].

Гостру токсичність дослідних зразків води оцінювали за виживанням дафній протягом 48 год. Показники генотоксичності є одними з найбільш доцільних для екстраполяції на організм людини і їх визначали за частотою мікроядер та подвійних ядер. При цьому мікроядерний тест не поступається, а іноді і перевищує за інформативністю та оперативністю тести на хромосомні аберації, а риби є одними з найбільш зручних об'єктів для дослідження впливу антропогенних забруднювачів водного середовища, оскільки зазвичай реагують на токсиканти подібно вищим хребетним [2].

Результати біотестування дослідних фосфатовмісних зразків води показали, що на рівні організму риб всі зразки не виявляли гострої хронічної токсичності. При концентрації фосфат-іонів  $0,21$  та  $0,55 \text{ мг/дм}^3$  генотоксичний ефект не спостерігався (в еритроцитах крові було, відповідно,  $0$  ‰ та  $0$  ‰), тобто за результатами індексу генотоксичності за рибою, відповідно,  $0,11$  ‰ та  $0,33$  ‰, зразки цих вод відносяться до класу безпечних за класифікацією рівня токсичності. У зразках із концентрацією фосфат-іонів  $1,0$ ;  $3,5$ ;  $8,0 \text{ мг/дм}^3$  спостерігається генотоксичний ефект (у еритроцитах крові відповідно  $0,33$ ;  $0,99$ ; та  $0,99$  ‰. Відповідно індекс токсичності на рибі склав  $0,55$ ;  $1,1$  та  $1,32$  ‰, тобто за класифікацією рівня токсичності зразки води відносять до небезпечних вод.

На рівні організму церіофагії у зразках води із вмістом фосфат-іонів 0,21 та 0,55 мг/дм<sup>3</sup> не проявляли гострої та хронічної токсичності, тоді як при концентрації фосфат-іонів 1,0; 3,5 та 8,0 мг/дм<sup>3</sup> у зразках води встановлена хронічна токсичність у відповідності із [13].

Отже, використання НФ та ЗО обробки фосфатовмісних вод є не тільки ефективним методом їх очищення, але і забезпечує отримання якісної фізіологічно безпечної питної води.

#### **Список використаних джерел:**

1. Закон України станом на 21.12.2010 р. «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» // Відомості Верховної Ради України. 2011. №26. Ст. 218.
2. Goncharuk V.V. Science about water. – К.: Akadempriodyka, 2010. – 440 p.
3. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Київ: Вища школа, 2005. 671 с.
4. Генетически безопасная питьевая вода. Требования и методы контроля ее качества / Гончарук В.В., Пшинко Г.Н., Руденко А.В., Плетнева Т.В., Сыроешкин А.В. и 62р.. // Химия и технология воды. 2018. Т. 40, № 1. С. 32–41.
5. Егоров К. Фосфаты в сточных водах. Скрытая угроза – серия первая // Водопостачання та водовідведення. 2012. №2. С. 22–28.
6. Биологическая очистка городских стоков от соединений углерода, азота и фосфора. Рекомендации для расчетов / Кашковский В.И., Евдокименко В.А., Евдокименко А.Н., Каменских Д.С. // Водопостачання та водовідведення. 2013. №3. С. 26–33.
7. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. 30 с.
8. Правила приймання стічних вод абонентів у систему каналізації міста Києва: розпорядження Київської міської Ради від 12.10.2011 № 1879.
9. Основные закономерности обратноосмотического дефосфатирования воды / Семинская О.О., Балакина М.Н., Кучерук Д.Д., Гончарук В.В. // Химия и технология воды. 2016. Т. 38, №1. С. 67–76.
10. Performance studies of phosphorus removal using cross-flow nanofiltration / Lee W.P.C., Mah S.K., Leo C.P., Wu Y. et al. // Desalination and Water Treatment. 2014. V. 52, No 31–33. P. 5974–5982.
11. Полимерные мембраны «Владипор». ЗАО НТЦ «Владипор»: Владимир, 1999. 23 с.
12. Мембранные элементы серии ESPA. Каталог Co HYDRANAUTICS, 2000. 8 с.
13. ДСТУ 4173:2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea). – К.: Український науково-дослідний інститут екологічних проблем Мінеко-ресурсів України, 2003. 22 с.

## **МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ІНДИКАТОРНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ ОЦІНЦІ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ**

**Олег Третьяков<sup>1</sup>, Олена Дашковська<sup>2</sup>, Віталій Безсонний<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Харківська державна академія фізичної культури

<sup>2</sup>Державна наукова установа “Інститут модернізації змісту освіти”

<sup>3</sup>Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця

Забезпечення населення України питною водою для багатьох регіонів країни є однією з пріоритетних проблем, розв'язання якої необхідно для збереження здоров'я, поліпшення умов діяльності та підвищення рівня життя населення. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки (далі – Програма), що затверджена Законом України від 03.03.2005 р., № 2455-IV, спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою відповідно до Закону України «Про питну воду та питне

водопостачання». Питне водопостачання країни майже на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення.

Індикаторні оцінки безпечності поверхневих джерел питної води можуть базуватися на абсолютних вимірах системи моніторингу, показниках ступеня зміни в просторі й часі якісного стану водних об'єктів, визначенні ступеня впливу на реципієнтів, впливу та антропогенного навантаження на водне середовище, критеріальних показниках стану водної екосистеми. Водним об'єктам призначається клас чи категорія якості відповідно до величин кратності перевищення фактичного рівня концентрацій речовин їхніх гранично-допустимих концентрацій чи екологічних нормативів, відношенням фактичного рівня до фоновому, середнього або абсолютною різницею між цими рівнями.

Концентрація розчиненого кисню (РК) у воді залежить від споживання його при окисненні органічної речовини, тобто від біохімічних факторів. Розкладання органічної речовини можна вважати еквівалентним реакції окиснення, що приводить до зниження РК у воді та до порушення екологічної рівноваги. Критерієм, що характеризує сумарний вміст у воді органічних речовин, є показник біохімічного споживання кисню, що виражає кількість кисню (мг), необхідну для біохімічного окиснення органічних речовин, що втримуються у воді, за певний проміжок часу. Нормованим показником є БСК<sub>5</sub> – кількість кисню, витрачена за п'ять діб в процесі біохімічного окиснення органічних речовин, що містяться в аналізованій воді. Дослідженнями [1] підтверджено, що кисневі показники відіграють важливу роль в якості та безпечності поверхневого джерела питної води. Тому в якості індикаторних показників для оцінки якості джерел питної води обрані показники кисневої характеристики. Взаємодія між РК і БСК – досить складний процес, що залежить від великої кількості факторів. Внутрішня структура моделі взаємодії РК і БСК визначається множиною  $\{S_1\}$  функцій споживання РК і множиною  $\{S_2\}$  функцій виробництва / споживання БСК. Аргументами кожної функції, що входять до  $\{S_1\}$  і  $\{S_2\}$  є РК і БСК (що, в свою чергу, є функціями координат і часу), а також їх похідні та фактори зовнішнього середовища – функції сторонніх джерел і стоків РК і БСК. Неможливо розглянути всі моделі, які були запропоновані для опису РК–БСК взаємодії, оскільки опубліковано занадто багато робіт, присвячених цьому питанню. Однак очевидно, що вирішального впливу на всю еволюцію моделей РК і БСК завдало класичне дослідження Стритера і Фелпса. Ці автори припустили, що баланс між концентраціями РК і БСК залежить тільки від двох процесів: реаерації потоку та споживання РК при окисненні (або розпаді) БСК, тобто

$$\{S_1\} = \{-k_1 x_1\}$$

$$\{S_2\} = \{k_2 (C_s - x_2) - k_1 x_1\}$$

де  $x_1$  – концентрація БСК<sub>5</sub>, мг/дм<sup>3</sup>;  $x_2$  – концентрація РК, мг/дм<sup>3</sup>;  $C_s$  – концентрація насичення РК, мг/дм<sup>3</sup>;  $k_1$  – константа швидкості розпаду БСК<sub>5</sub> (коефіцієнт мінералізації), 1/с;  $k_2$  – константа швидкості реаерації для РК, 1/с.

Задля подальшого спрощення моделі Стритер і Фелпс припустили стаціонарність (незмінність у часі) водного потоку, стаціонарність функцій  $S_1$  і  $S_2$  (потоків БСК і РК) для всіх точок річки та рівномірність розподілу  $x_1$ ,  $x_2$  по перерізу потоку. У цьому випадку  $x_1 = x_x(z, t)$ ,  $x_2 = x_2(z, t)$ , де  $z$  — відстань від джерела скиду вздовж русла річки,  $t$  — час, а незалежні змінні  $z$  і  $t$  зв'язані одне з одним простим співвідношенням:  $z = ut$  (тут  $u$  — швидкість течії). Відповідно, модель Стритера і Фелпса зводиться до системи звичайних диференціальних рівнянь і набуває наступного вигляду:



$$\begin{cases} u \frac{dx_1}{dz} = -k_1 x_1; \\ \frac{dx_2}{dt} = u \frac{dx_2}{dz} = k_2 (C_s - x_2) - k_2 x_2. \end{cases}$$

Розв'язок цієї системи рівнянь має такий вигляд:

$$\begin{cases} x_1 = x_{1,0} e^{-k_1 z/u} + C_1; \\ x_2 = x_{2,0} e^{-k_2 z/u} + C_s (1 - e^{-k_2 z/u}) + \frac{k_1}{k_2 - k_1} x_{1,0} (e^{-k_2 z/u} - e^{-k_1 z/u}) + C_2; \end{cases}$$

де  $x_{1,0}$ ,  $x_{2,0}$  — концентрації, відповідно, БСК<sub>5</sub> і РК у початковій точці, мг/м<sup>3</sup>;

$C_1$ ,  $C_2$  — коригувальні коефіцієнти, введені для підвищення точності прогнозу.

$$C_1 = f(GM); C_2 = f(COD/BOD)$$

де  $f(GM)$  — функція загального солевмісту;  $f(COD/BOD)$  — функція, що визначає відношення ХСК до БСК<sub>5</sub>.

Видно, вдалині від точки скиду  $\lim_{t \rightarrow \infty} x_1 = 0$ , тобто вода самоочищується від активних домішок, а  $\lim_{t \rightarrow \infty} x_2 = C_s$ , тобто вода насичується киснем. Множники  $x_{1,0}$  та  $x_{2,0}$  — в рівняннях (4.31) визначаються експериментально, коефіцієнти  $k_1$  та  $k_2$  невідомі. Коефіцієнти мінералізації  $k_1$  та реаерації  $k_2$  можуть бути знайдені експериментально за формулами

$$k_1 = t^{-1} \cdot \ln \frac{x_{1,0}}{x_1} \text{ та } k_2 = \frac{x_{1,0} \cdot k_1 \cdot e^{-k_1 t}}{x_2}$$

В дослідженні [1] наводиться аналіз багаторічних результатів спостереження за екологічним станом Червонооскільського водосховища та р. Оскіл (нижній б'єф), який дозволив встановити, що коригуючий коефіцієнт  $C_1$  (4) залежить від загального солевмісту у воді за законом:

$$C_1 = -0,0002c_1^2 + 0,2719c_1 - 81,922$$

де  $C_1$  —  $\Delta$ БСК<sub>5</sub> (різниця БСК<sub>5</sub> вище та нижче місця скиду стічних вод), мг/м<sup>3</sup>;  $c_1$  — загальний солевміст, мг/м<sup>3</sup>.

Величина достовірності апроксимації становить  $R^2 = 0,76$ .

Відповідно, коригуючий коефіцієнт  $C_2$  (5) залежить від ХСК/БСК<sub>5</sub> у вигляді

$$C_2 = -0,5542c_2^2 - 0,561c_2 + 2,871$$

де  $C_2$  —  $\Delta$ РК (різниця РК вище та нижче місця скиду стічних вод), мг/м<sup>3</sup>.  $c_2$  — відношення ХСК/БСК<sub>5</sub>.

Величина достовірності апроксимації становить  $R^2 = 0,91$ .

Таким чином, маючи фактичні дані спостережень за якістю води в поверхневому джерелі, виникає можливість обрахувати параметри моделі індикаторних показників (РК — БСК) у залежності від значень показників загального солевмісту та відношення ХСК/БСК<sub>5</sub>.

Введення коригуючих коефіцієнтів  $C_1$  і  $C_2$  дозволяють суттєво підвищити надійність прогнозу екологічного стану води поверхневого джерела водопостачання за допомогою запропонованої математичної моделі, що гарантує високу адекватність оперативних рішень управління водними ресурсами.

### Список використаних джерел

1. Третьяков О. В., Безсонний В.Л., Пономаренко Р.В., Бородич П.Ю. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми Проблеми надзвичайних ситуацій. 2019. № 1(29) DOI: 10.5281/zenodo.2602648 С. 61–78.

**СЕКЦІЯ 3**

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ**

**ПРОЦЕСІВ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ**

**ВОДИ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА**

**БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЧИЩЕННЯ**

**ПИТНОЇ ВОДИ**

## ВИЗНАЧЕННЯ СОРБЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ ЦЕОЛІТУ ЩОДО ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ АМОНІЮ З ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Наталія Гусятинська, Ольга Пундик

Національний університет харчових технологій

Серед природних мінеральних утворень різного походження (осадового, вулканічного й ін.) найбільше практичне застосування знаходять дисперсні кремнеземи, глинисті мінерали (шаруваті і шарувато-стрічкові алюмо-залізо-магнієві силікати) і цеоліти. Особливістю природних цеолітів є наявність системи порожнин і каналів в структурі, об'єм яких може сягати 50 % загального обсягу мінералу, що зумовлює цінність цеоліту як сорбенту. У клиноптилоліту діаметр входних отворів у порожнині дорівнює 0,4 нм [1]. Залежно від родовища спостерігається зміна співвідношення Si/Al і складу обмінних катіонів, зокрема низькокремнієві різновиди збагачені кальцієм. На клиноптилоліті добре поглинаються іони  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ . Сорбція іонів  $\text{NH}_4^+$  проходить із різною вибірковістю в усьому інтервалі концентрацій. При цьому активніше, ніж сорбція  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  [2].

Представляє науково-практичний інтерес визначення сорбційних характеристик цеоліту по відношенню до аміаку в діапазоні температур 20...80°C та концентрацій 10-150 мг/дм<sup>3</sup>.

Для побудови ізотерми адсорбції використовували рівняння Фрейндліха:

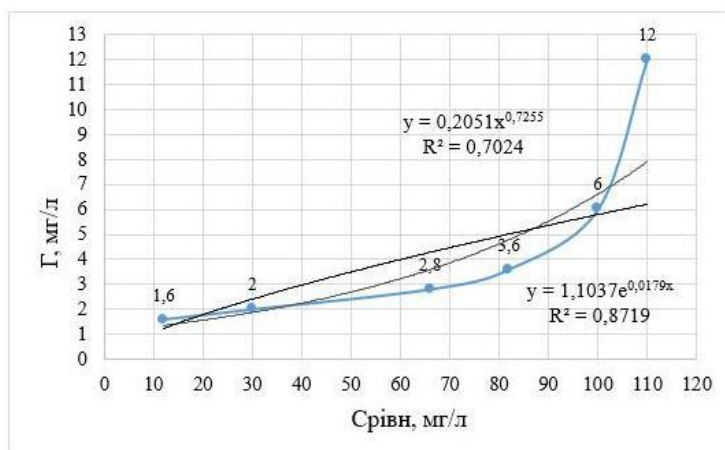
$$\Gamma = \alpha \cdot C_{\text{рівн}}^{\frac{1}{K}}$$

де -  $\Gamma$  - ємкість цеоліту в мг/ дм<sup>3</sup>);  $C_{\text{рівн}}$  - рівноважна концентрація (в мг/ дм<sup>3</sup>);

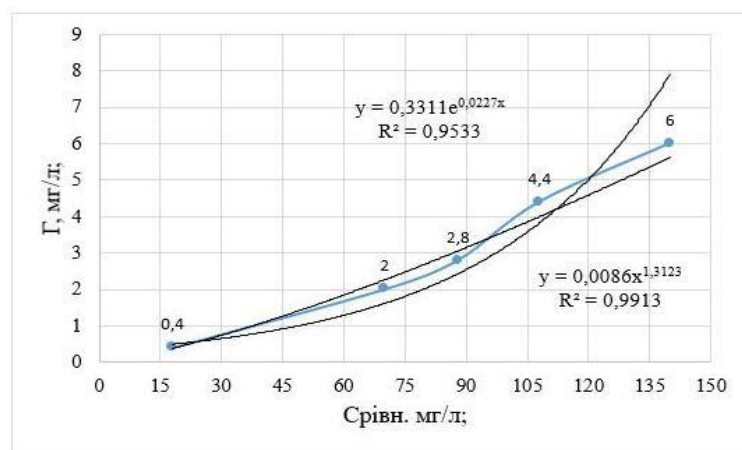
$\alpha$  і  $\frac{1}{K}$  - адсорбційні константи (сталі).

В якості об'єкта дослідження використовували модельні розчини з концентрацією амонію 20...170 мг/дм<sup>3</sup>. Для досліджень використовували природний цеоліт Закарпатського родовища з фракцією 3...5 мм. Колби з модельними розчинами встановлювали на магнітну мішалку, де перемішували аміачний розчин з цеолітом протягом 5 хв. Після чого за методикою калориметричного визначення масової частки амонію з реактивом Несслера визначали оптичну густину та відповідно розраховували вміст аміаку.

На рисунку 1 наведено адсорбційні криві (ізотерми адсорбції) по вилученню аміаку цеолітом з водних розчинів при температурі 40°C та 60 °C.



а)



б)

Рисунок 1 – Ізотерма сорбції амонію цеолітом при температурі а) - 40 °С; б) - 60 °С

За температури в діапазоні 20... 40 °С спостерігається найбільше значення ємності цеоліту по відношенню до іону амонію. Так, за початкової концентрації водного розчину аміаку 120...160 мг/дм<sup>3</sup>, значення сорбційної ємності для цеоліту становила для температури 20 °С – 11...6,6 мг/дм<sup>3</sup>, а для температури 40 °С – 12...6 мг/дм<sup>3</sup>, тобто можемо стверджувати, що зміна температури від 20 °С до 40 °С незначно впливає на ефект вилучення катіонів амонію у модельному розчині. В той же час при подальшому збільшенні температури до 80 °С спостерігається суттєве зменшення сорбційної ємності цеоліту по відношенню до іонів амонію.

Результати експериментальних досліджень щодо вилучення аміаку з модельних розчинів залежно від тривалості процесу адсорбції представлено на рис. 2.

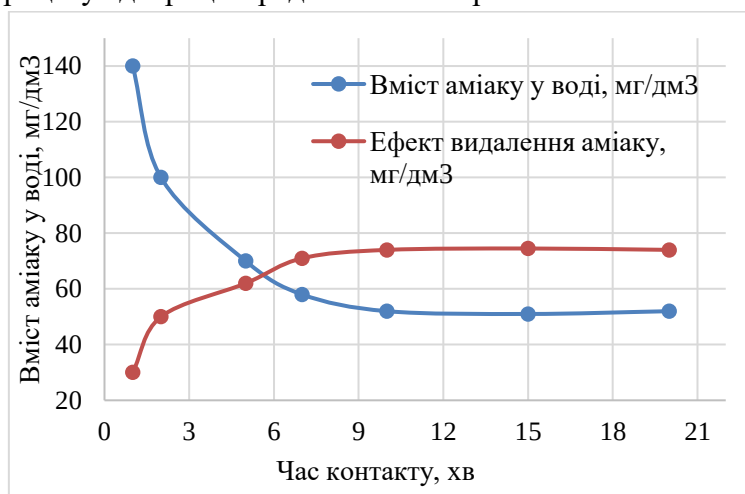


Рисунок 2 – Залежність вмісту аміаку (мг/дм<sup>3</sup>) та ефекту видалення (%) від тривалості контакту з цеолітом.

За результатами математичної обробки експериментальних даних встановлено, що раціональна тривалість контакту цеоліту з аміачною водою складає порядку 5...10 хв., що забезпечує ефект видалення аміаку порядку 60-78 %. Встановлено, що при збільшенні тривалості процесу понад 5 хв., ефект видалення аміаку підвищується незначно, тому згідно з принципом максимальної швидкості проведення технологічного процесу слід обрати час контакту адсорбенту цеоліту з аміачними конденсатами порядку 5-7 хв., що приведе до збільшення продуктивності адсорбційної колони.

Отже, на основі експериментальних досліджень визначено оптимальні параметри застосування цеоліту з метою видалення іонів амонію із живильної води для екстрагування сахарози з бурякової стружки.

**Список використаних джерел:**

1. Заграй Я. М., Ребреньук А. В. Використання природних мінералів (цеоліту) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості // Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2014. №6. С. 82–87.
2. Wanga Sh., Peng Yu. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chemical Engineering Journal. 2010. Vol. 156. P. 11–24.

**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ КЛИНОПТИЛОЛІТУ, МОДИФІКОВАНОГО  
ІОНАМИ СРІБЛА, ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД**

**Зеновій Знак<sup>1</sup>, Анастасія Грабаровська<sup>1</sup>, Тарас Жук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

<sup>2</sup>ТЗОВ «АКС Мінерал»

Фільтрування – один із типових процесів у комплексі підготовки природної та очищення стічних вод. Дуже часто як фільтрувальне завантаження використовують природні матеріали (пісок, кварцовий пісок, активоване вугілля). Усе частіше як фільтрувальні матеріали застосовують природні цеоліти, зокрема, клиноптилоліт. Він дає змогу сорбувати з вод цілу гаму органічних та неорганічних сполук, а іонообмінна здатність клиноптилоліту – ще й вилучати іони важких металів та радіонукліди. Дуже розвинута поверхня цеоліту та наявність поверхневого заряду забезпечує сорбцію колоїдних частинок і фітопланктону, що містяться у поверхневих водах. Останні можуть спричиняти інтенсивний розвиток колоній мікроорганізмів на частинках фільтрувального завантаження.

Для запобігання бактеріального забруднення завантаження фільтрів запропоновано вводити до складу клиноптилоліту срібло, якому, як відомо, притаманні яскраво виражені окисні, а, отже, і бактерицидні властивості.

Модифікування попередньо термоактивованого за температур 100...400 °С клиноптилоліту (фракція 1...3 мм) проводили розчинами аргентуму нітрату за інтенсивного перемішування за температур 20...60 °С. Надалі цеоліт промивали і висушували за 100±5 °С.

Отримані зразки модифікованого клиноптилоліту використовували як завантаження фільтрів, через які аксіально пропускали природну воду з відкритого природного джерела з високим рівнем бактеріального забруднення (за відсутності кишкової палички).

Встановлено, що ефективність очищення природної води залежала від швидкості фільтрації та часу перебування води у фільтрувальному шарі. За часу перебування води у шарі цеоліту фракції 2...3 мм близько 20 хв. спостерігали зменшення рівня бактеріального забруднення на 60...65 %. Збільшення дисперсності цеоліту (зменшення розмірів частинок до 1,0...1,5 мм) спричиняє збільшення ступеня очищення води від дисперсних забруднювачів до близько 95 %; при цьому рівень бактеріального забруднення зменшувався на 85 %. У більшості випадків розвитку колоній мікроорганізмів на цеоліті (за умов проведених на теперішній час дослідів) не виявлено..

Проведені дослідження дали змогу констатувати, що природний клиноптилоліт, модифікований іонами срібла, є ефективним сорбентом з високою бактеріорезистентністю, а тому є перспективним матеріалом для спорядження фільтрів для природних вод.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ НА СОЛОДОВОМУ ЗАВОДІ**

**Олена Коваленко, Анастасія Аніщенко, Оксана Ємонакова**

*Одеська національна академія харчових технологій*

Вода є важливою складовою для будь-якого виробництва в тому числі для виробництва солоду. Відомо, що якість солоду залежить від якості води. Солодовий завод в Хмельницької області – одне з найсучасніших підприємств України. Для отримання води різного призначення (питної, технологічної, очищеної стічної) на підприємстві застосовуються різні сучасні схеми її оброблення. Разом з тим виробники зацікавлені в покращенні показників ефективності діяльності виробництва. Зокрема, доцільним розглядається покращення якості технологічної води для виготовлення солоду, а також підвищення раціональності використання води на підприємстві в цілому. Тому наукова робота, спрямована на вирішення таких завдань є актуальною.

На даному етапі дослідження метою роботи було виконання моніторингу показників якості води на солодовому заводі. Для аналізу використовували зразки води зі свердловин і підготовленої технологічної води. Аналізували якість зразків води за шістьма показниками, а саме: за рН, сухим залишком, загальним залізом, загальною жорсткістю, вмістом амонію, перманганатною окиснюваністю. Для виконання експериментальних досліджень показників якості води використовували стандартні методи і методики.

В результаті виконаних досліджень якості води зі свердловин підприємства, підготовленої технологічної води, стічних вод до і після очищення встановлено, що існуюча на підприємстві лінія підготовки технологічної води не забезпечує отримання води необхідної якості і потребує удосконалення, а якість очищених стічних вод є такою, що не дозволяє без додаткового оброблення повторно використовувати їх в технологічному процесі. Зокрема експериментально встановлено, що основними проблемами якості підготовленої технологічної води є підвищений вміст амонію, заліза, солей жорсткості і підвищена лужність (табл.1).

З врахуванням виявлених недоліків існуючих на підприємстві технологій оброблення води запропоновано комплекс інженерних рішень, спрямованих на їх усунення. Зокрема, в лінії підготовки технологічної води запропоновано: замінити гравійне завантаження першого механічного фільтру на пінолістирольне; організувати протитечійну подачу води і повітря в першому механічному фільтрі; в другому механічному фільтрі гравійне завантаження замінити на піщано-гравійне; після механічних фільтрів встановити механічний поліпропіленовий фільтр з рейтингом.

Таблиця 1 – Відомості про якість вихідної і підготовленої технологічної води

| № | Найменування показника якості води, од. вимір.  | Діапазон значення показника |                                | Вимоги до води питної [1] | Спеціальні вимоги до технологічної води для солоду [2] |
|---|-------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|
|   |                                                 | вода зі свердловин          | підготовлена технологічна вода |                           |                                                        |
| 1 | рН, од. рН                                      | 7,1...7,6                   | 6,8...7,3                      | 6,5...8,5                 | 5,5...6,8                                              |
| 2 | Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>               | 520...558                   | 480...543                      | не більше 1000 (1500*)    | 500...700                                              |
| 3 | Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup>      | 7,4...8,3                   | 6,5...8,2                      | не більше 7,0 (10,0*)     | 4,0...7,0                                              |
| 4 | Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>             | 0,21...0,4                  | 0,17...0,24                    | не більше 0,2 (1,0*)      | не більше 0,1                                          |
| 5 | Амоній, мг/дм <sup>3</sup>                      | 2,2...3,0                   | 2,5...3,3                      | не більше 0,5 (2,5*)      | не більше 0,1                                          |
| 6 | Окислюваність перманганатна, мг/дм <sup>3</sup> | 1,0...5,2                   | 1,05...1,25                    | не більше 2,0 (5,0*)      | 1,0...2,0                                              |

Примітка\* - допускається для питної води, отриманої з підземного джерела [1]

фільтрації 20 мкм; для пом'якшення води в лінію додатково встановити одноступеневі натрій-катіонітові фільтри з блоками для регенераційних розчинів або, якщо є потреба в отриманні води з більшою кислотністю - паралельне натрій-катіонування і водень-катіонування з дегазацією води та наступне змішування потоків води.

Надалі планується здійснити економічні розрахунки, що дозволять обґрунтувати більш вигідний економічно варіант з можливих.

#### Список використаних джерел:

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною ДСанПіН 2.2.4.- 171-10 – МОЗ України., – 2010.
2. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». – К.: НУХТ, 2011. — 156 с.

### ПІДВИЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДИ ДЛЯ НАПОЇВ ПІСЛЯ ЇЇ ОБРОБЛЕННЯ ШУНГІТОМ

Людмила Мельник<sup>1</sup>, Світлана Олійник<sup>1</sup>, Наталія Ткачук<sup>1</sup>, Ірина Самченко<sup>1</sup>,  
Ольга Логінова<sup>2</sup>, Людмила Кістерська<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна

У сучасних умовах виробництва та вживання різних типів напоїв (алкогольних та безалкогольних) особливе значення мають не тільки їх хімічний склад, але й фізичні

показники напоїв, які безпосередньо впливають на процеси забезпечення життєдіяльності людини. Одним із таких показників є окисно-відновлювальний потенціал (ОВП) або редокс-потенціал. Цей показник води характеризує ступінь активності електронів в окисно-відновних реакціях, тобто реакціях, пов'язаних з приєднанням або віддачею електронів, тому вказує на біологічну активність та антиоксидантну властивість води.

В організмі людини, енергія, яка виділяється в процесі окисно-відновних реакцій, витрачається на забезпечення життєдіяльності організму, при цьому ОВП внутрішнього середовища людини має від'ємне значення, яке, зазвичай, знаходиться у межах від -100 мВ до -200 мВ. Тому, для оптимального використання в обмінних процесах ОВП підготовленої води повинен відповідати значенню ОВП внутрішнього середовища організму людини.

В нормативних документах та ДСанПіН 2-2-4.171.10 [1] значення ОВП не регламентується. У природній воді, без її додаткового технологічного оброблення, значення ОВП коливається в широких межах від -400 мВ до +700 мВ. Однак, під час водопідготовки ОВП збільшується до +200... +400 мВ [2].

Для досягнення позитивного технологічного ефекту із максимальним збереженням природних властивостей та фізико-хімічних характеристик води досліджено вплив шунгіту обробленого різними способами на окисно-відновлювальний потенціал води (рис. 6).

Отримані результати свідчать про поступове зменшення ОВП підготовленої води з +250 мВ та досягнення на сімнадцятому об'ємі підготовленої води на об'єм шунгіту значення +70 мВ для обробленого наносріблом; для обробленого парою та наносріблом цей показник досягає +40 мВ. Надалі у підготовленій воді спостерігається збільшення показника ОВП та його стабілізація на значенні +150...170 мВ при обробленні шунгіту наносріблом, +90...100 мВ - при обробленні шунгіту парою та наносріблом.

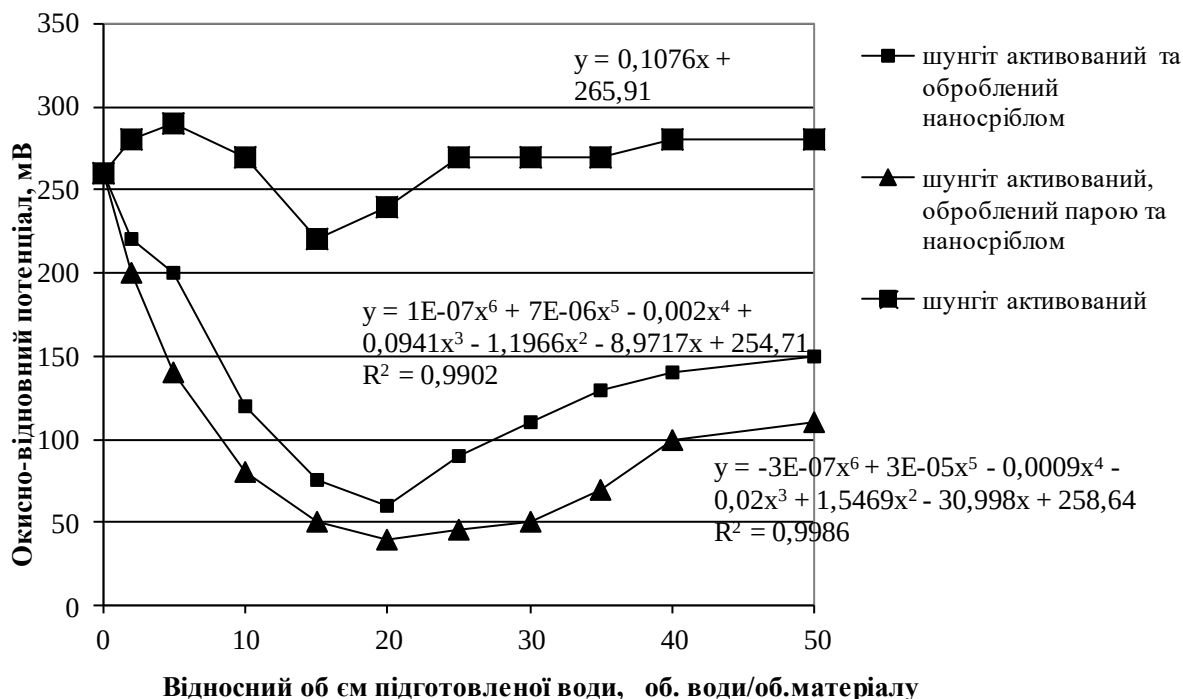


Рис. ОВП підготовленої води активованим, активованим і обробленим наносріблом, активованим, обробленим парою і наносріблом.



Таким чином, застосування шунгіту, обробленого парою та наносріблом, є ефективним для стабілізації ОВП, що вказує на набуття водою антиоксидантних властивостей.

На нашу думку, додаткове зменшення ОВП води, що була підготовлена шунгітом обробленим парою та наносріблом, із +70 до +40 мВ можна пояснити наявністю на поверхні негативного заряду НЧ про що свідчать значення  $\xi$ -потенціалу.

**Висновки.** Обґрунтовано актуальність застосування шунгіту, обробленого різними способами у водоочищенні для виробництва безалкогольних на лікєро-горілчаних напоїв.

Визначено, що для збільшення адсорбційної активності матеріалу, зменшення витрат промивної води під час підготовки шунгіту до фільтрувального циклу, стабілізації окисно-відновного потенціалу очищеної води найбільш ефективним є спосіб попередньої підготовки шунгіту, який включає активацію, оброблення парою та наносріблом.

**Список використаних джерел:**

1. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». ДСанПіН 2-2-4.171.10, 2010,
2. Кузьмин О.В., Топольник В.Г., Ловягин А.Н., Кузьмин В.В. Водка: технологія, якість, інновації: [Монографія], ДонНУЕТ, 2011, 307 с.

## **ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АЕРАТОРІВ НА ОСНОВІ РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИХ АПАРАТІВ**

**Олександр Ободович<sup>1</sup>, Наталія Гусятинська<sup>2</sup>, Віталій Сидоренко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Інститут технічної теплофізики НАН України*

<sup>2</sup>*Національний університет харчових технологій*

Аерація, завдяки простоті, економічності та екологічності, є одним з найпоширеніших процесів видалення з води небажаних неорганічних домішок. Головним завданням при розробці аераторів є збільшення ефективності аерації, тобто зменшення величини питомих витрат на розчинення одиниці маси кисню. Це, в свою чергу, дозволяє збільшити об'єми очищеної води та зменшити вартість очищення.

До обладнання, що може використовуватись в якості аераторів, належать роторно-пульсаційні апарати, які в загальному вигляді складаються з корпусу, нерухомого статору (-рів) та рухомого ротору (-рів), які кріпляться на валу двигуна, та застосовуються для інтенсифікації гомогенізації, диспергування, подрібнення, емульгування, розчинення та перемішування [1,2].

На інтенсивність аерації суттєво впливають конструктивні параметри робочих органів роторно-пульсаційних апаратів та режими обробки середовища.

Метою роботи було порівняння аераторів на базі роторно-пульсаційних апаратів (РПА) з різною компоновкою робочих органів на ефективність аерації.

В якості критеріїв ефективності аерації було розглянуто: об'ємний коефіцієнт масопередачі кисню  $K_v$ , год<sup>-1</sup>, окислювальна здатність, кг/год·м<sup>3</sup>, ефективність аерації, кг О<sub>2</sub>/(кВт·год). Дослідження було проведено за методикою змінного дефіциту кисню на водопровідній воді з сульфідом натрію.

Обидві експериментальні аераційні установки складаються з ємкості загальним об'ємом 60 л, роторно-пульсаційного апарату, ежектору, розташованому на вхідному

трубопроводі РПА, трубопроводу рециркуляції та електричного двигуна. Повітря з атмосфери надходить до ежектор через окремий трубопровід. Робочі органи РПА 1 складаються зі статора, ротора (2-х роторів) та зовнішнього робочого колеса відцентрового насосу. В статорі та роторі (-ах) передбачено 60 прямокутних отворів, кожен площею 115 мм<sup>2</sup>. Робочі органи РПА типу 2 складаються зі статору та ротору, в яких передбачено 2 ряди по 20 круглих отворів, кожен площею 150 мм<sup>2</sup>. Ротор доповнено внутрішніми лопатями. Окрім конструкції роторно-пульсаційного вузла, змінним параметром була швидкість обертання ротора (-рів).

Результати дослідження ефективності аерації за частоти обертів ротора (-рів) 2860 об/хв наведено в таблиці.

Теплофізичні та енергетичні параметри різних видів аераторів.

| Експериментальна аераційна установка | Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год | $K_v$ , год <sup>-1</sup> | Окиснювальна здатність, кг/год·м <sup>3</sup> | Ефективність аерації, кг O <sub>2</sub> /(кВт·год) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| тип 1<br>(один ротор)                | 1,30                                 | 1350,00                   | 2,36                                          | 3,50                                               |
| тип 1<br>(два ротори)                | 1,31                                 | 1200,00                   | 1,73                                          | 0,56                                               |
| тип 2                                | 0,54                                 | 1909,00                   | 5,00                                          | 50,00                                              |

Таким чином, найбільш ефективним з точки зору насичення води киснем є конструкція роторно-пульсаційного апарата з внутрішніми лопатями та круглими отворами, що пояснюється меншими витратами на дисипацію енергії в міжциліндровому зазорі. Слід зазначити, що менша витрата повітря в установці типу 2 забезпечує більш високу продуктивність завдяки внутрішнім лопатям та більш високу ефективність аерації завдяки рівномірному розподіленню повітряних бульбашок в об'ємі рідини та зменшенню коалесценції.

### Висновки

Визначено перевагу конструкції РПА з внутрішніми лопатями, одним ротором та круглими отворами над РПА з зовнішніми лопатями та двома роторами за ефективністю аерації.

### Список використаних джерел:

1. Kowalski Adam J. An expression for the power consumption of in-line rotor-stator devices/ Adam J. Kowalski// Chemical Engineering Processing. – 2009. – 48. – pp.581-585.
2. Микро- и наноуровневые процессы в технологиях ДИВЭ: Тематический сборник статей /под общей ред. А.А. Долинского; Институт технической теплофизики НАН Украины. – К.: Академперіодика, 2015. – 464 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОАГУЛЯНТІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДОПІДГОТОВКИ

Сергій Піддубний<sup>1</sup>, Олександр Ковров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

<sup>2</sup>НТУ «Дніпровська політехніка»

Забруднення поверхневих водойм та ґрунтових вод є одним з найбільш масштабних і небезпечних видів впливу людини на навколишнє середовище. Очистка стічних вод від завислих речовин, колоїдних часток, високомолекулярних органічних сполук, нафтопродуктів за допомогою сучасних фізико-хімічних методів є одним з широко вживаних напрямів охорони водойм від техногенного забруднення. Ефективне очищення стічних вод від цих сполук відбувається завдяки використанню особливих реагентів-коагулянтів, які отримали широке застосування у багатьох технологічних схемах водопідготовки та водовідведення. При цьому враховують низку факторів, що впливають на процес коагулювання, а саме рН розчину, окислювально-відновлювальний потенціал, солевміст оброблюваної води, дозу коагулянту, склад домішок, що видаляються, а також температуру води. Правильний вибір реагентів і процесу значною мірою може інтенсифікувати процес коагуляційного очищення природних і стічних вод і підвищити його ефективність [1].

В якості коагулянтів в технологіях водопідготовки найчастіше використовують сульфат алюмінію  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , який добре розчинний у воді і має відносно низьку вартість. Залишкові концентрації алюмінію в воді не перевищують гранично допустимих концентрацій (ГДК) для об'єктів господарсько-побутового водопостачання. Хлорне залізо  $FeCl_3$  зазвичай використовується для вилучення завислих речовин та колоїдів в системах очистки промислових стічних вод. Ефективність коагуляційного очищення з подальшим виділенням суспензій у відстійниках-освітлювачах із зваженим шаром осаду досягає 70%.

В системах водоочистки можуть використовуватись також альтернативні коагулянти. Шунгіт є мінералом природного походження, який використовується переважно для корекції іонного складу води та коагуляції завислих домішок. Але цей матеріал не знайшов широкого використання в практиці очистки води. Монтморилонітові глини видобуваються переважно для потреб будівельної, хімічної та інших галузей промисловості. Згідно з сучасними науковими дослідженнями відзначається коагуляційний ефект глин в водних розчинах.

Дослідження ефекту коагуляції виконувались в лабораторних умовах з використанням традиційних та альтернативних коагулянтів. Для приготування робочих розчинів коагулянтів взято навіски кожного з реагентів та отримано низку десятикратних розведень з концентраціями від 1 г/л до 0,001 г/л. Для інтенсифікації процесів укрупнення колоїдів та подальшої седиментації осаду застосовано барботаж робочих розчинів за допомогою мікрокомпресору АЕН-3 протягом 10-20 хвилин. В якості об'єкта дослідження було відібрано зразки води з трубопроводу міського водопостачання м. Дніпро. Основні показники якості води в пробах (рН, окислювально-відновний потенціал ОВП, температуру, електропровідність, завислі речовини, мінералізація) виміряли за допомогою електронного тестера EZDO7200.

Ефективність процесу коагуляції завислих речовин в розчинах під впливом коагулянтів та процесу барботажного перемішування води досліджувалось та фіксувалось фотокамерою протягом наступних часових інтервалів: 1 хв, 10 хв, 30 хв, 1 год. Процес седиментації осаду найбільш ефективно протікав в пробах з хлоридом заліза та сульфатом алюмінію. В табл. 1

наведено усереднені фізико-хімічні характеристики проб води до та після коагуляції. В табл. 2 наведено результати дослідження вмісту іонів важких металів в пробах води (за даними центральної лабораторії КП «Южукргеологія»).

Таблиця 1 – Усереднені фізико-хімічні характеристики проб води

| Коагулянти                                                          | pH   | ОВП,<br>мВ | Електропро-<br>водність,<br>мкСм | Завислі<br>речовини,<br>мг/л | Мінералі-<br>зація,<br>мг/л |
|---------------------------------------------------------------------|------|------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| До коагуляції                                                       | 7,84 | 87         | 835                              | 558                          | 417                         |
| FeCl <sub>3</sub>                                                   | 6,55 | 74         | 193                              | 128                          | 92                          |
| Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O | 4,66 | 246        | 580                              | 398                          | 297                         |
| Шунгіт                                                              | 7,06 | 263        | 160                              | 116                          | 87                          |
| Монтморилонітова глина                                              | 6,86 | 85         | 270                              | 192                          | 127                         |

Таблиця 2 – Вміст важких металів в пробах води до та після коагуляції шунгітом

| Проба | Концентрація Fe <sup>n+</sup> |               |                  | Концентрація Cu <sup>2+</sup> |               |                  | Концентрація Zn <sup>2+</sup> |               |                  |
|-------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|---------------|------------------|
|       | гдк                           | До<br>коагул. | Після<br>коагул. | гдк                           | До<br>коагул. | Після<br>коагул. | гдк                           | До<br>коагул. | Після<br>коагул. |
|       | мг/л                          | мг/л          | мг/л             | мг/л                          | мг/л          | мг/л             | мг/л                          | мг/л          | мг/л             |
| 1     | 0,3                           | <0,02         | 0,16             | 1,0                           | <0,05         | <0,05            | 1,0                           | <0,05         | <0,05            |
| 2     |                               | 1,81          | 0,98             |                               | 1,6           | 1,1              |                               | 0,03          | 0,01             |
| 3     |                               | <0,02         | 0,14             |                               | <0,05         | <0,04            |                               | <0,05         | 0,043            |

Встановлено, що Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O є найбільш доцільним традиційним коагулянтом для промислового використання у технологіях водопідготовки, тому виконано дослідження процесу коагуляції у серії розведень водного розчину коагулянту 0,1...0,001 г/л. Найбільш ефективно процес коагуляції протікає протягом 10-30 хв. Надалі інтенсивність процесу уповільнюється. Найбільший шар пластівців утворюється в пробірці з найвищим вмістом коагулянту.

Шунгіт виявився найбільш доцільним альтернативним коагулянтом. Внаслідок процесу коагуляції було досліджено зменшення концентрації іонів важких металів Fe<sup>n+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>. Однак з використанням у процесі коагуляції монтморилонітової глини було виявлено, що якість очистки води краща на відміну від шунгіту.

В результаті лабораторних досліджень встановлено, що інтенсивність процесу коагуляції залежить від низки факторів, а саме вмісту завислих та колоїдних речовин, концентрації коагулянту та інтенсивності аерації водного розчину тощо. Виходячи з того, що певні фізико-хімічні характеристики проб води, внаслідок використання шунгіту і монтморилонітової глини, кращі, ніж за використання заліза хлориду та алюмінію сульфату, то альтернативні коагулянти можуть бути заміною традиційним.

Для оцінки ефективності використання комплексної солі алюмінію в якості коагулянту в технології водопідготовки були використані модельні розчини органо-мінерального добрива гумату натрію. В експерименті штучні розчини гумату натрію імітують воду, яка забирається з природних джерел для технології водопідготовки. Встановлено граничний діапазон використання коагулянту Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O при органо-мінеральному забрудненні води до 60 мг/л в перерахунку на вміст завислих (каламутність) та колоїдних часток.

### **Список використаних джерел:**

1. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2017 р. Міністерство з питань житлово-комунального господарства. Київ, 2016 р. – 710 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОНООБМІННОЇ СМОЛИ DOWEX HSR-S/S ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПОЇВ**

**Ірина Симоненко, Наталія Чернова**

*Національний університет харчових технологій*

З кожним роком все більше уваги приділяється якості питної води. Особливе значення має вода, яка використовується для виробництва продуктів харчування та напоїв.

Основу будь-якого безалкогольного напою складає вода, яка відіграє життєво важливу роль в організмі людини. Завдяки воді відбувається не тільки обмін речовин, але й терморегуляція тіла. Втрата вже 10% вологості може призвести до незворотних фізіологічних процесів. Компенсувати вологу тільки за рахунок прісної води недостатньо з причини втрати ще й мінеральних та органічних сполук. Тому сучасні підприємства виробляють різні освіжаючі, тонізуючі, вітамінізовані та інші напої, до складу яких входять корисні для людини складові [1].

Метою роботи є визначення ефективності застосування сильнокислотного катіоніту DOWEX HSR-S/S для видалення іонів кальцію та магнію з водопровідної води на стадії водопідготовки для виробництва напоїв.

Методи дослідження – потенціометричні, титриметричні методи аналізу, іонообмінні методи очищення води [2].

Предмет дослідження – вода питна водопровідна згідно ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3] та сильнокислотний катіоніт гелевого типу DOWEX HSR-S/S.

Для дослідження процесу пом'якшення водопровідної води іонообмінною смолою поставлено досліди у статичних і динамічних умовах; проведено вимірювання рН, визначено концентрації іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  впродовж певних відрізків часу та залежно від наважки іонообмінної смоли (від 0,1 до 2,0 г).

Початковий вміст солей  $\text{Ca}^{2+}$  складав 4,3 ммоль/дм<sup>3</sup>,  $\text{Mg}^{2+}$  – 0,5 ммоль/дм<sup>3</sup> та загальна жорсткість водопровідної води дорівнювала 4,8 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Встановлено, що впродовж часу загальна жорсткість водопровідної води знизилась від 4,8 до 0,3 ммоль/дм<sup>3</sup>. рН дослідних зразків підвищувався з початкових ~7,5 до 8,3 у перші 24 години експерименту та далі до 8,5 ще через 144 години. Вміст солей  $\text{Ca}^{2+}$  знизився від початкового 4,3 до 0,8 ммоль/дм<sup>3</sup>, а вміст солей  $\text{Mg}^{2+}$  поступово спадав від 0,5 до 0,2 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Отримані експериментальні дані підтверджують те, що введення невеликих кількостей від 0,1 до 2,0 г іонообмінної смоли DOWEX HCR-S/S дозволяє зменшувати вміст солей твердості у водопровідній воді.

На рис.1 наведено криву залежності концентрації іонів кальцію у водопровідній воді від часу її пропускання через катіоніт DOWEX HCR-S/S в  $\text{Na}^+$ -формі.

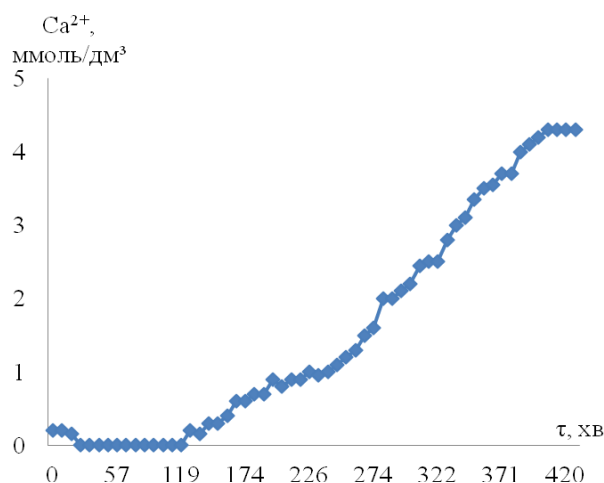


Рис. 1 – Залежність концентрації іонів кальцію у водопровідній воді від часу її пропускання через катіоніт DOWEX HCR-S/S в  $\text{Na}^+$ -формі.

Досліджено, що метод іонного обміну є ефективним і перспективним для видалення іонів кальцію з водопровідної води для виробництва напоїв.

Перевагами іонного обміну є висока ефективність видалення солей жорсткості та висока продуктивність. Недоліком є необхідність обробки іонообмінної смоли регенераційними розчинами.

#### Список використаних джерел:

1. Технологія безалкогольних напоїв: підруч. / В.Л. Прибильський, З.М. Романова, В.М. Сидор та ін.; за ред. докт. техн. наук, проф. В.Л. Прибильського. – К.: НУХТ, 2014. – 312с.
2. Гомеля М.Д. Визначення сорбційної здатності іоніту при вилученні іонів міді з води / М.Д. Гомеля, В.П. Іванова, В.С. Камаєв, Ю.А. Марущак // Науково-технічний збірник «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки». – 2017. – № 28. – с. 84-91.
3. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. – [Чинний від 2010-05-12]. – К.: Держспоживстандарт України. – 2010. – 42с. (Державні санітарні норми та правила).

**СЕКЦІЯ 4**  
**ВОДОПІДГОТОВКА У ХАРЧОВИХ**  
**ВИРОБНИЦТВАХ: СТАН ТА**  
**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ДЕЗІНФЕКТАНТІВ  
ЩОДО КОНТАМІНУЮЧОЇ МІКРОФЛОРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВОД**  
**Наталія Гусятинська<sup>1</sup>, Тетяна Нечипор<sup>1</sup>, Світлана Тетеріна<sup>1</sup>, Людмила Решетняк<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет

Виробництво харчових продуктів потребує спеціальної підготовки води з метою доведення її фізико-хімічних та мікробіологічних характеристик до певних вимог. Крім того, важливим завданням сучасних виробництв є створення замкнених оборотних систем водопостачання, що потребує застосування ряду технологічних процесів її очищення та дезінфекції.

Зокрема, у виробництві цукру з буряків необхідно забезпечити проведення санітарно-гігієнічних заходів щодо різних категорій вод, що використовуються технологічному процесі. Так, в необробленій барометричній воді при температурі 40°C створюються сприятливі умови для розмноження багатьох видів мікроорганізмів. Вміст мікроорганізмів в сульфатованій барометричній воді після підігрівача становить порядку  $5-12 \times 10^2$  КУО в 1 см<sup>3</sup>, тоді як вміст мікроорганізмів в несульфатованій барометричній воді при температурі 30...40°C може становити  $8 \times 10^3 \dots 1,8 \times 10^5$  КУО в 1 см<sup>3</sup> [1].

Контамінуюча мікрофлора жомопресової води відрізняється за складом і становить від  $10^4$  до  $10^7$  КУО в 1 см<sup>3</sup>. В жомопресовій воді присутні наступні види спороутворюючих мікроорганізмів: *Bacillus subtilis*, *B. mesentericus*, *B. stearothermophilus*, *B. coagulans*, дріжджі *Saccharomyces* тощо [2]. Кількісний вміст мікроорганізмів у транспортерно-мийній воді становить  $1 \times 10^8 \dots 1 \times 10^9$  КУО мезофільних;  $1 \times 10^4 \dots 1 \times 10^5$  КУО термофільних мікроорганізмів в 1 см<sup>3</sup>, що є загрозою інфікування та розвитку мікробної контамінації у виробництві [1].

Метою досліджень було визначення ефективності ряду сучасних дезінфікуючих засобів щодо контамінуючої мікрофлори технологічних вод у виробництві цукру та встановлення раціональних витрат засобів для обробки водних середовищ.

Об'єктами досліджень були наступні сучасні дезінфікуючі засоби для зменшення мікробного забруднення при виробництві цукру: ХСГ дез1 (40 % розчин алкілдитіокарбаматів), БЕНСТЕРІЛ (35–45 % розчин диметилдитіокарбамату натрію), ХСГ дез 5 (діюча речовина - пероцтова кислота –  $(15 \pm 3)$  %, пероксид водню –  $(30-35)$  %), ХСГ дез 6 (40 % р-н глютарового альдегіду), ХСГ дез 8 (пероксид водню,  $30 \pm 2$  %).

В якості тест-культур були обрані такі мікроорганізми: бактерії *Bacillus subtilis*, *E. coli*, слизоутворювальні бактерії *Leuconostoc mesenteroides*, міцеліальні гриби *Aspergillus niger*, дріжджоподібні гриби *Trichosporon* та *Candida*.

Дослідження проводили в лабораторних умовах. Для визначення чутливості мікрофлори, характерної для дифузійного соку, і ефективності дії на неї біоцидних препаратів використовували метод лунок в шарі агару. Культивування мікроорганізмів проводили на наступних поживних середовищах: а) м'ясопептонний агар (МПА) з внесеними чистими культурами мікроорганізмів (*B. subtilis*, *L. mesenteroides*), б) середовище з суловим агаром з чистими культурами мікроміцетів *A. niger* та дріжджів *S. cerevisiae*. Поживні середовища з відповідною культурою мікроорганізмів розливали у стерильні чашки Петрі. Після застигання поживного середовища за допомогою стерильного свердла робили лунки на відстані 1,5 – 2,0 см від краю чашки. До лунок вносили водні розчини антимікробних



препаратів різної концентрації. Результати досліджень ефективності дії вищезазначених дезінфекційних засобів на окремі види мікроорганізмів наведено в таблицях 1-2 та рис.1.

Таблиця 1

**Ступінь чутливості тест-культур мікроорганізмів**

| Культури мікроорганізмів | Діаметр зони дії антимікробного засобу, мм |       |       |       |
|--------------------------|--------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                          | <b>Дезінфікуючий засіб Benstiril</b>       |       |       |       |
|                          | Витрати діючої речовини, г                 |       |       |       |
|                          | 0,001                                      | 0,002 | 0,003 | 0,004 |
| <i>B. subtilis</i>       | 28                                         | 32    | 34    | 38    |
| <i>L. mesenteroides</i>  | 23                                         | 28    | 33    | 36    |
| <i>E. coli</i>           | 25                                         | 32    | 36    | 39    |
| <i>A. niger</i>          | 26                                         | 38    | 44    | 48    |
| <i>Trichosporon</i>      | 20                                         | 27    | 30    | 36    |
| <i>Candida</i>           | 30                                         | 35    | 40    | 44    |
| Культури мікроорганізмів | <b>дезінфікуючого засобу ХСГ дез 1</b>     |       |       |       |
|                          | Витрати діючої речовини, г                 |       |       |       |
|                          | 0,001                                      | 0,002 | 0,003 | 0,004 |
|                          | 0,001                                      | 0,002 | 0,003 | 0,004 |
| <i>B. subtilis</i>       | 28                                         | 32    | 34    | 38    |
| <i>L. mesenteroides</i>  | 23                                         | 28    | 33    | 36    |
| <i>E. coli</i>           | 25                                         | 32    | 36    | 39    |
| <i>A. niger</i>          | 26                                         | 38    | 44    | 48    |
| <i>Trichosporon</i>      | 20                                         | 27    | 30    | 36    |
| <i>Candida</i>           | 28                                         | 32    | 36    | 40    |

Висновки про ефективність антимікробних препаратів робили по наявності зони затримки росту мікроорганізмів. Відсутність зони затримки росту вказувала на те, що досліджувана культура не чутлива до дії даного антимікробного препарату. При діаметрі зони до 15мм вважали, що мікроорганізми мають малий ступінь чутливості до досліджуваного препарату, діаметр зони від 15 до 25мм вказував на середній ступінь чутливості. Наявність зони діаметром більше 25мм свідчила про високий ступінь чутливості мікроорганізмів до даного антимікробного препарату.



Рис. 1. Дія ХСГ дез 5 на *Trichosporon*: концентраціями 0,0005, 0,001, 0,002, 0,004 г;

## Ступінь чутливості тест-культур мікроорганізмів

| Культури мікроорганізмів | Діаметр зони дії антимікробного засобу, мм |        |       |       |                |
|--------------------------|--------------------------------------------|--------|-------|-------|----------------|
|                          | Дезінфікуючий засіб ХСГ дез 5              |        |       |       |                |
|                          | Витрати діючої речовини, г                 |        |       |       |                |
|                          | 0,00025                                    | 0,0005 | 0,001 | 0,002 | 0,004          |
| <i>B. subtilis</i>       | 9                                          | 20     | 27    | 32    | 43             |
| <i>L. mesenteroides</i>  | 6                                          | 20     | 32    | 39    | 45             |
| <i>Trichosporon</i>      | 18                                         | 23     | 32    | 36    | 44             |
| <i>Candida</i>           | 14                                         | 20     | 36    | 42    | Відсутній ріст |
| Культури мікроорганізмів | Дезінфікуючий засіб ХСГ дез 8              |        |       |       |                |
|                          | Витрати діючої речовини, г                 |        |       |       |                |
|                          | 0,003                                      | 0,006  | 0,01  | 0,02  |                |
|                          |                                            |        |       |       |                |
| <i>B. subtilis</i>       | 26                                         | 30     | 32    | 38    |                |
| <i>L. mesenteroides</i>  | 27                                         | 29     | 31    | 35    |                |
| <i>E. coli</i>           | 13*                                        | 16*    | 26*   | 30*   |                |
| <i>A. niger</i>          | 13*                                        | 15*    | 32*   | 38*   |                |
| <i>Trichosporon</i>      | 30*                                        | 36*    | 44*   | 46    |                |
| <i>Candida</i>           | 17*                                        | 22*    | 32*   | 40*   |                |

Примітка\* – вторинний ріст

Таким чином, оптимальні витрати щодо основних контамінантів технологічних вод бурякоцукрового виробництва досліджуваних засобів наступні: Бенстеріл – 0,001...0,002 г; ХСГ дез 1 – 0,001...0,002 г; ХСГ дез 5 – 0,00075...0,001 г; ХСГ дез 6...0,001 – 0,002 г; ХСГ дез 8 – 0,003...0,008 г.

## Список використаних джерел:

1. Белостоцкий Л.Г., Находкина В.З. Указания по ведению микробиологического контроля свеклосахарного производства. – К.: ВНИИСП, 1984. – 164 с.
2. Husiatynska N. Investigation of disinfectant's effectiveness as to contaminating microflora in sugar production / Nataliia Husiatynska, Tetiana Nechypor //EUREKA: Life Sciences (2018) – Number 5 – s. 15-21.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Грабовська О.В., Медведєва А.О., Кратюк О.М.

Київський національний торговельно-економічний університет

Основною сировиною для виробництва безалкогольних напоїв є вода, від якості якої залежить смак готового продукту. З аналізу літератури було встановлено, що найбільш перспективними щодо застосування для підготовки води є природні мінерали – клиноптилоліт та гірський кришталі, які забезпечують не тільки очистку від механічних домішок, але й беруть участь в структуруванні води, покращенні її органолептичних показників - смаку, запаху, кольору. Оброблена вода набуває чистого джерельного смаку і відповідно більшої привабливості для споживача харчових продуктів. В своєму складі клиноптилоліт має диоксид кремнію, який надає йому мікропористої структури. Крім того, він має високі іоннообмінні властивості, завдяки чому адсорбує іони важких металів,

радіонукліди. Гірський кришталю – прозорий вид кварцу, який завдяки здатності до мікросорбції ефективно видаляє органіку. Крім природних мінералів для видалення хлору та його сполук, органічних речовин, газів використовують активне вугілля (АВ), що покращує органолептичні показники води.

Мета роботи – удосконалення технології підготовки води для виробництва безалкогольних напоїв.

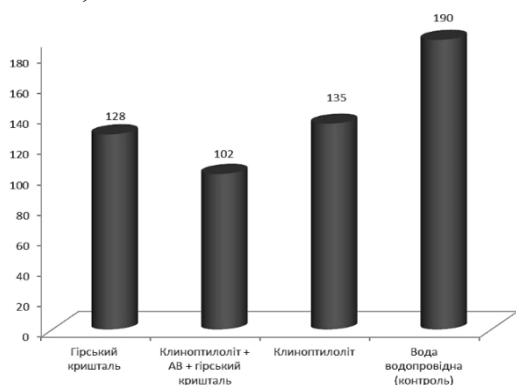
Запропоновано різні схеми очищення водопровідної і бюветної води з використанням природних мінералів клиноптилоліту, гірського кришталю, а також активного вугілля у різній послідовності. Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків води аналізували за стандартними методиками.

В дослідженнях було використано вісім зразків води: зразок №1 – вода водопровідна (контроль); зразок №2 – вода бюветна (контроль); зразок №3 – водопровідна вода, оброблена в послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський кришталю; зразок №4 – бюветна вода, оброблена в послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський кришталю; зразок №5 – водопровідна вода, оброблена клиноптилолітом; зразок №6 – бюветна вода, оброблена клиноптилолітом; зразок №7 – водопровідна вода, оброблена гірським кришталем; зразок №8 – бюветна вода, оброблена гірським кришталем.

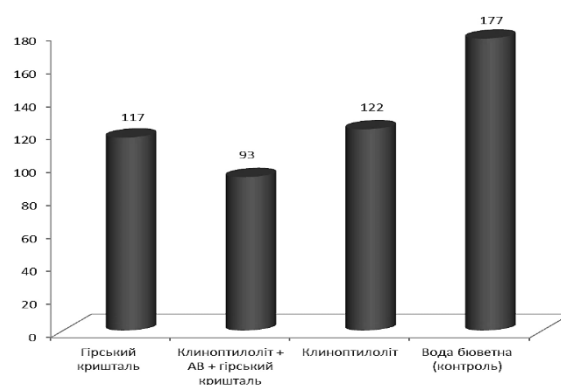
Було визначено органолептичні та фізико-хімічні показники води до і після обробки за різними схемами. Аналіз представлених результатів дає можливість зробити висновок, що за всіма дослідженими показниками вода оброблена мінералами відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Встановлено, що для зразків № 3 і № 4 (вода бюветна і водопровідна, оброблена фільтрувальними матеріалами у послідовності: клиноптилоліт, АВ, гірський кришталю) відбулось кондиціонування води за забарвленістю, мутністю, прозорістю, запахом та смаком на 100 %, а для зразків № 5 – 8 відповідно: забарвленість зменшилася на 93 і 90 %; мутність на 98 і 85 %; запах зменшився на 100 % у всіх зразках; інтенсивність смаку знизилася на 98 і 92 %; прозорість на 70 і 68 %.

Проведено порівняльні дослідження впливу різних видів обробки води на значення окисно-відновного потенціалу (ОВП) води (рис.). Встановлено, що окисно-відновний потенціал води, обробленої у послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський кришталю, має найменші значення і з часом змінюється незначно.



а



б

Рис. Порівняння ОВП вихідної води та води після оброблення природними мінералами і АВ: а – водопровідної; б – бюветної

**Висновок.** Встановлено, що органолептичні та фізико-хімічні показники досліджених зразків води відповідають вимогам ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні

умови». Використання природних мінералів у якості сорбентів для очищення води є ефективним і дозволяє суттєво покращити органолептичні і фізико-хімічні показники води, що позитивно вплине на якість безалкогольних напоїв.

#### **Список використаних джерел:**

1. Мальований М. С. Природні сорбенти України та перспективи їх застосування у природоохоронних технологіях / М. С. Мальований, Г. В. Сакалова, В. Я. Бунько, Н. Ю. Чорномаз // Розвиток прикладної екології на Буковині: матеріали ювілейної конф. – Ч.–Х.: НТУ «ХП», 2012. – С.147–152

## **ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА. СУЧАСНИЙ СТАН.**

**Олег Гриценко**

*Національний університет харчових технологій*

Якість пивоварної води має вирішальний вплив на смак і якість гарного пива. Якщо солод є "душею" пива, то вода - це "тіло" пива. Пиво складається на 90% з води.

У харчовій промисловості та при виробництві алкогольних напоїв пред'являються найсуворіші вимоги до чистоти та безпеки продукції, що виробляється, головною складовою частиною якої є вода. Залежно від якості води (типу і водно-хімічних умов вихідної води) на початковій стадії виробничого процесу використовуються різні технології з водопідготовки, які значно покращують якість продукції.

Основною відмінністю водопідготовки для харчової промисловості є обов'язкова вимога використовувати обладнання, матеріали та реагенти, сертифіковані для застосування в харчових процесах. Комплектація системи водопідготовки визначається складом вихідної води і вимог галузевих нормативних та технологічних документів. Найчастіше використовуються технології: видалення заліза/марганцю, аерація, багатошарова фільтрація, видалення з води газів (наприклад,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), вугільна фільтрація, іонообмін, ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотний осмос [1].

Вимоги до якості води для виготовлення пива регулюються Національним стандартом України ДСТУ 3888.2015. «Пиво. Загальні технічні умови». Зазначеним стандартом встановлені вимоги до основної сировини та матеріалів, які використовують при виробництві пива, до яких віднесли й воду питну [2]. Вода для приготування пива в першу чергу повинна відповідати Державним санітарним нормам та правилам України 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [3]. Це головний стандарт, який характеризує необхідні параметри якості води, яка застосовується для пиття. Цей документ є офіційним нормативним документом у сфері водопідготовки в сфері харчової промисловості. Також у пивоварів є власні внутрішні стандарти, які залежить від сорту пива.

Для виробництва харчових продуктів та напоїв вода, як артезіанська так із централізованого господарсько-питного водопостачання потребує додаткового очищення від солей жорсткості, заліза, марганцю, мінеральних солей, органічних сполук, мікробіологічних забруднень[4].

Зазвичай, належна вода для приготування затору та створення сусла повинна бути помірно жорсткою і мати низьку або помірну лужність. Гарне пиво можна заварювати практично з будь-якою водою. Проте, правильне регулювання води може зробити різницю між гарним пивом і відмінним пивом.

Природньо, вода надходить з двох джерел: поверхневих вод з озер, річок і струмків; та підземних вод, які надходять з підземних водоносних горизонтів. Поверхнева вода має тенденцію низького змісту розчинених мінералів, але високого змісту органічних речовин, таких як листя і водорості, які необхідно фільтрувати та дезінфікувати шляхом обробки хлором. Ґрунтові води зазвичай містять мало органічних речовин, але містять більше розчинених мінералів. Поширене уявлення про те, що краще пиво виробляється з гірських джерельних вод, і це, як правило, вірно. Гірська джерельна вода (тобто джерело чистої поверхні води) добре підходить для пивоваріння, оскільки вона, головним чином, не містить мінералів, що дозволяє пивоварам додавати будь-які мінеральні солі, які, на їх думку, є необхідними для пива.

Жорсткість води визначається як кількість розчиненого у воді кальцію та магнію, відповідно містить багато зазначених хімічних елементів, в свою чергу пом'якшувачі води працюють шляхом хімічної заміни кальцію та магнію у воді на натрій або калій. Протилежним до жорсткості води є лужність - це концентрація карбонату і бікарбонату. Лужність в воді підвищує рН води і пива, і це може бути негативно впливати на аромат пива, особливо для більш світлих сортів. Лужність води може бути зменшена шляхом аерації та попереднього кип'ятіння або шляхом розбавлення її дистильованою водою або водою зворотного осмосу.

Історично, багато відомих сортів пива були розроблені виходячи з води, яка була в регіоні, але в будь-якому випадку, пивовари регулювали свою воду протягом століть. Наприклад, вода міста Пльзень/Чехія (батьківщина «Пілснер») дуже м'яка, не містить мінералів та містить дуже мало бікарбонатів. Пивовари в цьому регіоні зазвичай додають солі для підвищення жорсткості води. З іншого боку, пивовари в Бертон-апон-Трент/Великобританія (батьківщина пейл-еля) часто попередньо кип'ятять воду, щоб зменшити жорсткість.

Резюмуючи викладене, хотілось би зазначити, що вітчизняні технологи пивної галузі, особливо в малому бізнесі, не мають достатньої інформації у відкритому доступі щодо хімічних властивостей водних ресурсів в регіонах України. Розробка та створення вільного доступу до такої інформації вплинула б на розвиток пивоваріння в Україні.

#### **Список використаних джерел:**

1. Водоподготовка. Технология и производство установок. веб-сайт. URL: <http://download.topbiz.com.ua/upload/7759/678.pdf>. -(дата звернення: 18.10.2019).
2. Пиво. Загальні технічні умови. Національний стандарт України ДСТУ 3888. 2015: Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 28 трав. 2015 р. № 45. URL: [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY1/dstu\\_3888-2015.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY1/dstu_3888-2015.pdf)-(дата звернення: 18.10.2019).
3. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною"( ДСанПіН 2.2.4-171-10): Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 12 трав. 2010 р. N 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-> (дата звернення: 16.10.2019).
4. Системный подход в технологии водоподготовки пищевых производств. И.Ю. Потороко, Р.И. Факуллин, Л.А. Цирюльченко: веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/sistemnyy-podhod-v-tehnologii-vodopodgotovki-dlya-pischevyh-proizvodstv>-(дата звернення: 16.10.2019).

# THE INVESTIGATION OF PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LIQUID AQUATIC SYSTEMS BY ALTERNATING IMPULSES OF PRESSURE

Iryna Dubovkina

*Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine*

**Introduction.** There are many types of physical (nonchemical) modified water to advance technologies in foodstuff production. Alternating impulses of pressure is one of the nonchemical methods of water treatment which gives the potential to decrease the energy and recourses consumption of foodstuff production. The aim of this study was to evaluate the influence of alternating impulses of pressure on the physicochemical characteristics of the liquid aquatic systems.

**Materials and methods.** The examples of liquid aquatic systems were used in the experiments. Some of them were treated by alternating impulses of pressure. Technological, physicochemical and chemical methods according to International Standards were used. Statistical methods such as the analysis of experimental data and other methods were used. Chemical reagents used were purely analytical from «Chimreactiv».

**Results and discussion.** The samples of the liquid aquatic systems obtained at the pilot unit. The physicochemical characteristics of the liquid aquatic systems investigated in order to obtain alcoholic beverages. Throughout liquid aquatic systems treatment by alternating impulses of pressure the potential of hydrogen and reactionary ability of the liquid aquatic systems were fluctuated. For carrying out of process of treatment examples gave in to processing during special time from 1second to 600 seconds. The pressure difference between the input and the output liquid aquatic solutions at the working chamber before and after treatment was  $\Delta P = 50$  kPa. The speed of rotary motion of the rotor was given  $n = 48$  sec<sup>-1</sup>. The linear speeds of a stream should be within 20 m/s for the first rotor and 25 m/s, for the second rotor. The speeds of shift of a stream should be equal to  $2,0 \cdot 10^5$  s<sup>-1</sup> for the first rotor and  $2,5 \cdot 10^5$  s<sup>-1</sup> for the second rotor. The value of pressure of shift of a stream must be 220 Pa for the first rotor and 230 Pa, for the second rotor. The clearance between the external and internal rotors and the stator was  $0,15 \cdot 10^{-9}$  m.

The investigational studies and analysis of experimental data demonstrated the increasing potential of hydrogen (pH) of liquid aquatic systems on the 15%. At the same time a value of reduction-oxidation reaction potential (Redox potential) decreases on 30-50%. The decreasing of the Redox potential depends on processing time.

**Conclusions.** The investigations established that the method of alternating impulses of pressure can be appropriate for treatment of the liquid aquatic systems in food industry. This method gives us the possibility to obtain the liquid aquatic systems with necessary and required for food technology physical and chemical properties and parameters without chemical reagents.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВОДИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

**Володимир Ковальчук<sup>1</sup>, Тетяна Опанасюк<sup>1</sup>, Світлана Олійник<sup>2</sup>, Леся Тарасюк<sup>2</sup>**

*Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут спирту і*

*біотехнології продовольчих продуктів»<sup>1</sup>,*

*Національний університет харчових технологій<sup>2</sup>, Київ, Україна*

Важливу роль в отриманні приємного смаку, високої стійкості та якості алкогольних та безалкогольних напоїв відіграє вода, яку використовували під час їх виробництва. Для забезпечення постійної якості продукції на конкретному підприємстві необхідно регламентувати склад води за найбільш значущими показниками мікрокомпонентного складу. Вміст розчинених речовин і окремих мікроелементів у підготовленій воді може як позитивно, так і негативно впливати на стабільність і смакові показники різних видів напоїв. Так для гарячих видів напоїв - чаю або кави, їх аромат найбільш повно розкривається з використанням для приготування пом'якшеної води. Холодні напої, які були виготовлені на воді з підвищеним вмістом мінеральних речовин, мають більш високу дегустаційну оцінку, ніж при їх виготовленні на пом'якшеній воді. Оскільки сучасні підприємства здійснюють очищення води із застосуванням зворотноосмотичних установок, тому у технологічно підготовленій воді відсутній освіжаючий ефект та повнота смаку. Напої, як безалкогольні так і алкогольні, приготовані на основі такої води, мають аналогічні недоліки.

На сьогодні найбільш необхідним для виробників є розроблений комплексний підхід до технології кондиціонування води, який передбачає глибоке дослідження вихідної води за мікрокомпонентним складом, шкідливими органічними та неорганічними домішками з наступною оптимізацією сольового складу підготовленої води. Ця вода забезпечить високі органолептичні та споживчі властивості, виготовлених з її використанням харчових продуктів. Актуальним для сьогодення є розвиток та впровадження нетрадиційних способів оброблення підготовленої води, які б повернули їй природну свіжість джерельної води. Одним з таких напрямів є технологія структурованої води.

Розроблено рекомендації та апаратурно-технологічну схему блочного типу щодо очищення, кондиціонування та структурування води з урахуванням особливостей вихідної води різних джерел водопостачання для виготовлення продуктів харчування різного спрямування.

Економічний ефект, запропонованої технології підготовки води, досягається за рахунок підвищення якості та стійкості харчової продукції, що забезпечує збільшення об'єму продукції на експорт. Окрім того, вода, отримана за запропонованою технологією її кондиціонування та структурування, сприятиме оздоровленню і підвищенню імунітету населення.

# КОРЕГУВАННЯ ІНДЕКСУ ПРОРОСТАННЯ ПИВОВАРНИХ ЯЧМЕНІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМОХІМІЧНО АКТИВОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Олена Ковальова

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Солод ячмінний світлий є основною сировиною в пивоварінні. Солод – це зерно ячменю, пророщене в штучних умовах. Основною сировиною для виробництва солоду є ячмінь пивоварних сортів. Для підвищення конкурентоспроможності солодової і пивоварної галузі необхідно підвищувати якість сировини. Одним з важливих показників якості ячменя є життєва активність зерен. Відмічена залежність якості отриманого солоду від енергії та здатності ячменя до проростання. З ячменя з невисокими фізіологічними показниками отримують солод з великою кількістю непророслих зерен. Такий солод при приготуванні затору погано оцукрюється, отримане з нього пивне сусло має низьку кінцеву ступінь зброджування, при цьому отримують пиво низької якості [1-2].

В деяких Європейських країнах при оцінці можливості використання ячменю для солододорощення, визначають індекс проростання, який характеризує динаміку проростання пивоварного ячменя. Закордонні дослідники, а саме, аналітики компанії Carlsberg при визначенні придатності ячмінного зерна для солододорощення пропонують визначати індекс проростання [1].

В представлених дослідженнях був проведений порівняльний аналіз різних сортів пивоварного ячменя при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів. В промисловості широко використовуються і продовжують розроблятися різноманітні стимулятори росту, які виробляються на основі складних хімічних сполук, що здатні значно покращити якісні показники пророщування зернопродуктів. Використання в солододорощенні плазмохімічно активованих водних розчинів є найбільш перспективним та високоекологічним способом інтенсивного солододорощення.

Плазмохімічно активовані водні розчини отримували наступним чином: активують водопровідну воду з направленою зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000–2000 В, силою струму 10,0–200,0 мА і подальшим переходом з підвищенням електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруга від 400 до 600 В, сила струму до 150 мА. Отримані розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах [3].

Активация води проводилась на експериментальній плазмохімічній установці. Характеристики води: питна вода, активована контактною плазмою,  $\text{Cn}_2\text{O}_2=600$  мг/л,  $\text{pH}=10,0$ , час активації – 30 хв. (дослід № 1) питна вода, активована контактною плазмою,  $\text{Cn}_2\text{O}_2=700$  мг/л,  $\text{pH}=9,0$ , час активації – 60 хв. (дослід № 2); з метою порівняння отриманих результатів у якості вихідного замочувального агенту було використано воду питну,  $\text{pH}=7,6$  (контрольний зразок).

В досліджуваних зразках визначали індекс проростання ( $I_{\text{пр.}}$ ), який вираховували за формулою:

$$I_{\text{пр.}} = \frac{10}{T_{\text{ср.}}}$$

де  $T_{\text{ср.}}$  – середній час проростання, розрахований по формулі:



$$T_{\text{ср.}} = \frac{(N_{24} + 2N_{48} + 3N_{72})}{(N_{24} + N_{48} + N_{72})} \times 100\%,$$

де  $N_{24,48,72}$  – кількість зерен, що проросли після відповідної кількості годин пророщування, шт.

Середній час проростання різних сортів пивоварного ячменя приведені в табл.1.

Таблиця 1 – Середній час проростання при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів

| № | Сорт       | Контроль | Дослід №1 | Дослід №2 |
|---|------------|----------|-----------|-----------|
| 1 | Скарлетт   | 1,81     | 1,69      | 1,54      |
| 2 | Невада     | 1,75     | 1,64      | 1,47      |
| 3 | Цезарь     | 1,77     | 1,64      | 1,49      |
| 4 | Подольский | 1,74     | 1,59      | 1,41      |
| 5 | Гонар      | 1,89     | 1,75      | 1,59      |

Середній час проростання і індекс проростання знаходиться в зворотно пропорційній залежності. Результати розрахунку індексу проростання наведені на рис. 1. Індекс проростання характеризує інтенсивність проростання пивоварного ячменю, тому цей показник можна рекомендувати виробникам солоду для оцінки життєвої активності, оскільки, чим активніше зерно проростає, тим швидше буде отримано готовий продукт (солод), а це призведе до скорочення часу і енергетичних витрат підприємства. Аналізуючи зміну індексу проростання відображеного на рис. 1, можна зробити висновок, що використання плазмохімічно активованих водних розчинів дозволить підвищити цей показник і дасть можливість використовувати навіть зерно з низькою життєвою активністю, тобто з низьким індексом проростання, а це значно розширить сировинний асортимент солодової галузі.

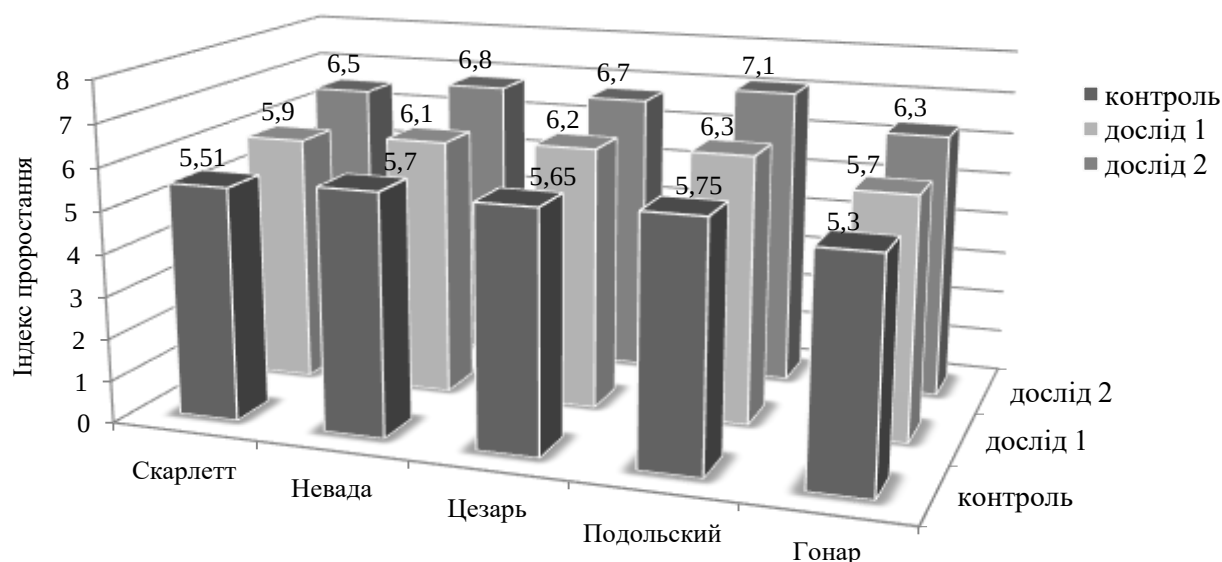


Рис. 1 – Індекс проростання пивоварних сортів ячменя при використанні плазмохімічно активованих водних розчинів

Явище активації водних розчинів викликає багаточисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами нових прогресивних технологій. Використання плазмохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання продукції з урахуванням затрат енергії та часу на активацію. Слід відмітити, що особливої уваги заслуговує використання плазмохімічно активованих розчинів при

виробництві солодів, оскільки це дозволяє інтенсифікувати технологічний процес та покращити якість готової продукції. Активування води та водних розчинів шляхом плазмохімічної обробки є першим кроком до використання властивостей води без її примусової хімізації сторонніми хімічними речовинами. Так всі процеси, які відбуваються під час активації є процесами, які проходять безпосередньо в воді без додавання сторонніх хімічних компонентів. Реактогенні властивості активованої води викликають підвищений інтерес вчених, оскільки властивості води, які виникають після активації можуть стати відправним пунктом в розвитку нового напрямку нанотехнологій.

#### **Список використаних джерел:**

1. Белокурова Е.С., Борисова Л.М., Панкина И.А. Методология определения активности прорастания ячменя пивоваренного // Научный журнал НИУ ИТМО. 2015. №2. С.18-23.
2. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. СПб.: Профессия, 2005. 536 с.
3. Пивоваров А.А., Тищенко А.П. Неравновесная плазма: процессы активации воды и водных растворов. Днепропетровск: Издательство DS-Print, 2006. 225 с.

## **ВОДА ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ТА КОСМЕТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Юлія Коробка, Максим Пашкевич, Галина Біла**

*Національний університет харчових технологій*

**Надія Антрапцева**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

Вода – є унікальною хімічною речовиною, яка використовується в усіх сферах діяльності людини, як у побуті так і в промисловості. Вода використовується для розчинення більшості природних солей і мінералів. У хімічному відношенні вода досить активна і з багатьма речовинами вступає в хімічні взаємодії навіть за звичайної температури [1-3,7].

Залежно від області використання води визначають фізичні та хімічні показники її якості.

Хімічний аналіз природної води має вирішальне значення в практиці водопостачання та водопідготовки для харчової та косметичної промисловості. Результати аналізу дозволяють встановити придатність джерела для питного чи технічного водопостачання, наявність у воді шкідливих для організму забруднень або сполук, які сприяють її корозійній активності, пінненню, утворенню накипу та ін. [3-6].

До хімічних показників відносять встановлення активної реакції води, окиснюваності, азотвмісних речовин, розчинених у воді газів, твердості та лужності, а також хлоридів, сульфатів, заліза, мангану та інших елементів. Мінеральний склад визначається по сумарному складу семи головних іонів:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ . Головними джерелами збільшення мінералізації є ґрунтові та стічні води.

Хімічні показники вимірюються в г/м<sup>3</sup>, мг/дм<sup>3</sup> (мг/л).

Методи дослідження. Під час дослідження стану водного середовища для використання у харчовій та косметичній промисловостях кількісному її визначенню часто передують якісний аналіз на виявлення наявності того чи іншого іона, хімічного елемента чи сполуки.

Серед хімічних методів широко використовують титриметричні та гравіметричні методи аналізу. Титриметричний (об'ємний) метод аналізу ґрунтується на визначенні

загальної та карбонатної твердості води, хімічного споживання кисню (ХСК), біохімічного споживання кисню (БХСК), кислотності, лужності, вмісту розчиненого кисню тощо. Гравіметричний метод базується на кількісному переведенні компонента, що аналізується, в малорозчинну сполуку і зважуванні продукту після виділення, промивання, висушування чи прожарювання. Ним визначають у природних та стічних водах ферум(III) та алюміній у вигляді оксидів, хлориди, сульфати та багато металів [3-6].

Метою роботи було визначення загальної твердості води та вмісту катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  у водах міста Києва і Київської області та інших областей України.

Результати досліджень аналізу води у м. Києві та Київській області наведено в табл. 1.

**Таблиця 1.** – Значення загальної твердості та маси кальцію і магнію в дослідній воді міста Києва та Київської області

| Місце забору зразків дослідної води | Загальна твердість Н, ммоль-екв/л | Маса кальцію m ( $\text{Ca}^{2+}$ ) | Маса магнію m ( $\text{Mg}^{2+}$ ) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| м. Київ (середнє)                   | 4,65                              | 0,0630                              | 0,0178                             |
| Інтервал значень                    | 4,32-5,01                         | 0,0541-0,0746                       | 0,0154-0,0248                      |
| Київська обл.: (середнє)            | 8,26                              | 0,0943                              | 0,0316                             |
| Інтервал значень                    | 4,90-14,80                        | 0,0717-0,184                        | 0,0096-0,0672                      |

Результати аналізу води із різних областей України представлено у табл. 2.

**Таблиця 2.** – Значення загальної твердості та маси кальцію і магнію в дослідній воді із різних областей України

| Область України            | Загальна твердість Н, ммоль-екв/л | Маса Кальцію m( $\text{Ca}^{2+}$ ), мг/100мл | Маса Магнію m( $\text{Mg}^{2+}$ ), мг/100мл |
|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Вінницька (середнє)        | 7,3                               | 0,1550                                       | 0,0601                                      |
| Інтервал значень           | 6,8-7,8                           | 0,1123-0,1784                                | 0,0034-0,0835                               |
| Житомирська (середнє)      | 5,73                              | 0,103                                        | 0,0126                                      |
| Інтервал значень           | 3,7-7,1                           | 0,0540-0,1440                                | 0,0085-0,0174                               |
| Дніпропетровська (середнє) | 4,4                               | 0,0677                                       | 0,0132                                      |
| Інтервал значень           | 4,0-5,1                           | 0,0453-0,0879                                | 0,0078-0,0217                               |
| Сумська (середнє)          | 1,95                              | 0,025                                        | 0,0084                                      |
| Інтервал значень           | 1,7-4,5                           | 0,0211-0,0438                                | 0,0056-0,0283                               |
| Черкаська (середнє)        | 12,62                             | 0,118                                        | 0,0804                                      |
| Інтервал значень           | 8,3-12,81                         | 0,00891-0,371                                | 0,0077-0,0989                               |
| Хмельницька (середнє)      | 7,63                              | 0,112                                        | 0,0246                                      |
| Інтервал значень           | 6,5-8,6                           | 0,0098-0,153                                 | 0,0175-0,0692                               |
| Львівська (середнє)        | 1,58                              | 0,0236                                       | 0,0048                                      |
| Інтервал значень           | 1,5-6,3                           | 0,0176-0,0637                                | 0,0031-0,0079                               |
| Херсонська (середнє)       | 5,46                              | 0,5196                                       | 0,02935                                     |
| Інтервал значень           | 1,44-9,48                         | 0,0183-1,021                                 | 0,0062-0,0525                               |

### Висновки:

1. За результатами досліджень визначено, що загальна твердість води є різною для різних областей України. Найвищу твердість 7,3 ммоль-екв/л визначено у Вінницькій області, найнищу 3,7 – у с. Карабчийів Житомирської області.

2. Відповідно до загальної твердості води, найбільша кількість  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  знаходиться у воді з м. Вінниці, що складає відповідно 0,1550 і 0,0601 мг/100 мл.

3. Загальна твердість води може бути найбільшою і найменшою в межах однієї області, що залежить від різних природних факторів, місця знаходження та ін..

4. Для використання такої води у харчовій та косметичній промисловостях необхідно проводити попередню водопідготовку згідно існуючих стандартизованих норм.

#### **Список використаних джерел**

1. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика: Справ. Издание/ И.М.Скурихин, А.П.Нечаев. – М.: Высш.шк., 1991. — 288 с.
2. Нечаев, А.П. Пищевая химия: 5–е издание испр. и доп./А.П.Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А.Кочеткова.–СПБ:ГИОРД,2015.–672 с.
3. Дамодаран, Ш. Химия пищевых продуктов., перев. с англ./Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема.–СПБ.: ИД «Профессия», 2012.–1040 с., ил., табл.
4. Величко, В.В. Аналітична хімія: Навч. посібник / В.В.Величко, Н.М.Великонська, В.В.Перескока.–Дніпропетровськ: НМет, 2012. – 122 с.
5. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн.2. Методы химического анализа. Учеб. для вузов. / Ю.А. Золотов, Я.Н. Дорохова, Фадеева и др. под ред. Золотова Ю.А. М.: Высшая школа, 1996. кн.1 – 383с.: ил. кн.2 – 461с.
6. Циганок, Л.П. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л.П.Циганок, Т.О.Бубель, А.Б.Вишнікін, О.Ю.Вашкевич; За ред. проф. Л.П. Циганок – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О.Гончара, 2014.– 252 с.
7. Васильковський, О.М. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей/ О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко.– Кіровоград.: 2016.– 204 с.

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ НА УТВОРЕННЯ СТАБІЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В СИСТЕМІ СПИРТ-ВОДА**

**Олег Кузьмін, Наталія Романченко, Ірина Грушевська, Владислав Рудий**

*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** На сьогодні значна більшість лікєро-горілочаних та винно-коньячних підприємств не пов'язують проблему якості алкогольних напоїв зі створенням стабільних комплексів, які характеризуються зміцненням міжмолекулярних зв'язків та появою гідратів етанолу в системі спирт-вода. Саме це викликало необхідність проведення глибоких наукових досліджень, спрямованих на вирішення важливої та актуальної для економіки України задачі по розробленню та впровадженню ефективних технологій підготовленої води для стабілізації якості алкогольних напоїв. Узагальнення існуючих технологій підготовленої води та наукових уявлень про формування її якісних характеристик мають бути спрямовані на розроблення алкогольних напоїв стабільної якості, тому аналіз проведених досліджень доводить, що завдяки новітнім методам дослідження –  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопії, лікєро-горілочані та винно-коньячні підприємства потребують інформації, щодо аналізу технологічних умов і технічних засобів для отримання рівноважних станів в системі спирт-вода.

**Матеріали і методи.** У дослідно-промислових, лабораторних і виробничих умовах використовували методи, які є загальноприйнятими і такі, що модифіковано для технології алкогольних напоїв –  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопія. Для дейтерієвої стабілізації Фур'є ЯМР спектрометра Bruker Avance II – 400 МГц використовували зовнішній стандарт – ацетон- $\text{d}_6$ , що відокремлений від досліджуваної речовини (вода, спирт, водно-спиртова суміш, горілка), який вносили до ампули у капілярі спеціальної форми з подальшим записом спектрів  $^1\text{H}$  ЯМР та обробкою даних.

**Результати.** Основним напрямком досліджень є удосконалення існуючих технологій водопідготовки, які використовуються лікеро-горілчаними та винно-коньячними підприємствами: питної; зм'якшеної за рахунок  $\text{Na}$ -катіонування; демінералізованої за рахунок зворотного осмосу (пермеат).

На рис. 1 представлено одномірні спектри протонного магнітного резонансу метильної ( $\text{CH}_3$ ), метиленової ( $\text{CH}_2$ ), гідроксильної ( $\text{OH}$ ) груп водно-спиртових систем, залежно від технології водопідготовки. Протонні спектри виміряні у діапазоні концентрацій води та спирту етилового ректифікованого (96,37 об. %), з утворенням сумішей (40 об. %).

Гідроксильні протони спирту етилового ректифікованого сорту «Люкс» з об'ємною часткою етанолу – 96,37 % представлено двома розділними сигналами етанолу  $\text{EtOH}$  з хімічним зсувом ( $\delta_{\text{EtOH}}$ ) 5,65 м. ч. та води  $\text{H}_2\text{O}$  – ( $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$ ) 4,85 м. ч. Різниця в хімічних зсувах між  $\text{EtOH}$  і  $\text{H}_2\text{O}$  складає 0,80 м. ч. ( $\Delta f$ , Гц – 320).

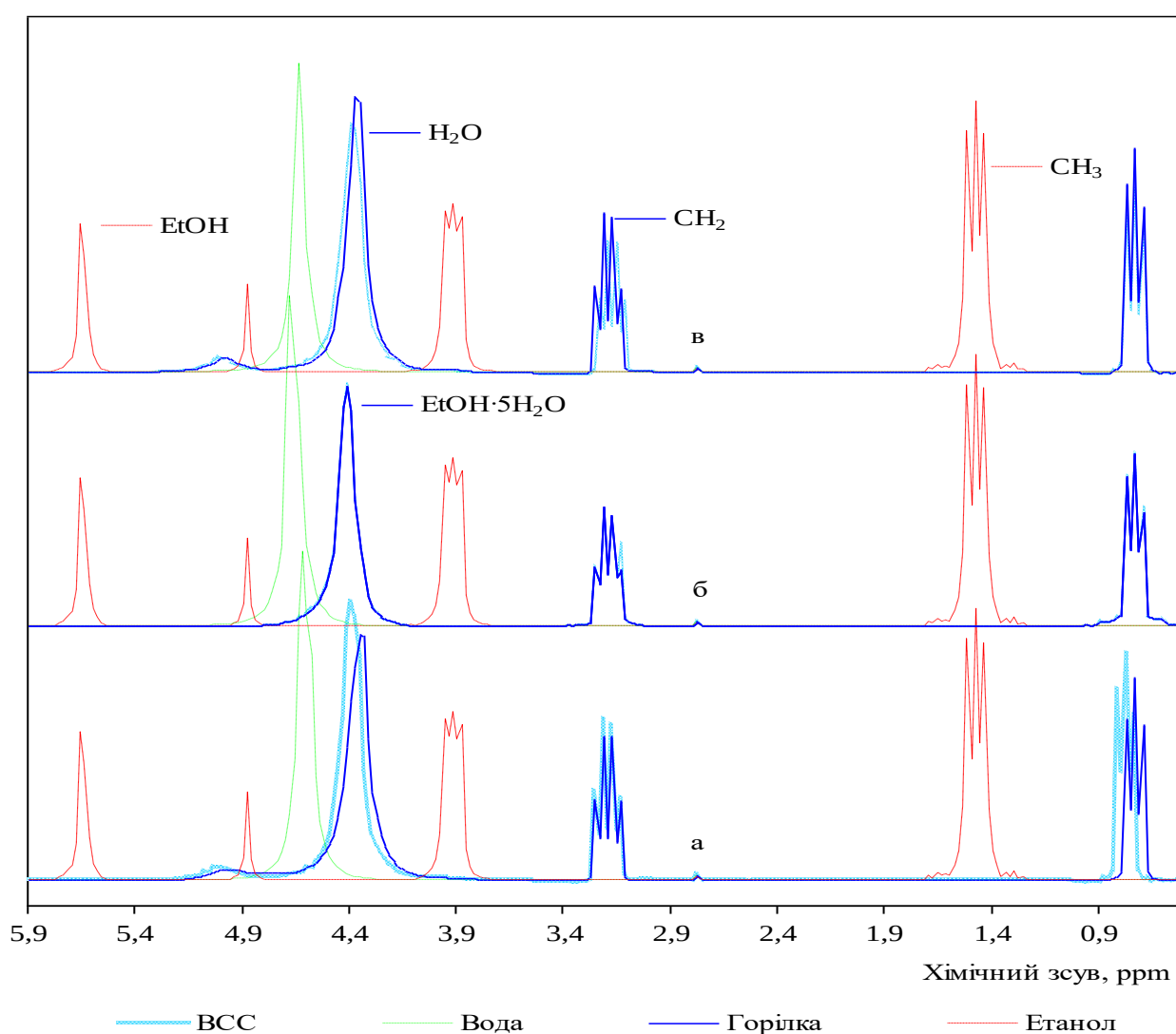


Рис. 1.  $^1\text{H}$  ЯМР спектри резонансу метильної ( $\text{CH}_3$ ), метиленової ( $\text{CH}_2$ ), гідроксильної ( $\text{OH}$ ) груп протонів для водно-спиртових сумішей, підготовлених на воді: а – питній; б – зм'якшеній  $\text{Na}$ -катіонуванням; в – демінералізований зворотним осмосом (пермеаті)

$^1\text{H}$  ЯМР спектри води представлено одним гідроксильним протоном у вигляді синглету з розширеною основою, вершиною неправильної форми та хімічним зсувом ( $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$ , м. ч. –

4,17...4,65), який змінювався залежно від технології.

Утворення системи спирт-вода (питна) відбувається з ослабленням водневих зв'язків за наявності асоціатів води та етанолу, що мають хімічний зсув гідроксильних протонів води ( $\delta_{H_2O}$ ) 4,36 м. ч. та етанолу – ( $\delta_{EtOH}$ ) 4,96 м. ч. (рис. 1, а) та різницю в хімічних зсувах між  $EtOH$  і  $H_2O$ , що складала ( $\Delta\delta$ ) 0,60 м. ч. ( $\Delta f$ , Гц – 240), які не зазнають суттєвих змін після обробки сортівки активним вугіллям при значеннях хімічних зсувів гідроксильних протонів ( $\delta_{H_2O}$ ) 4,33 м. ч. та ( $\delta_{EtOH}$ ) 4,93 м. ч. Умов для утворення стабільних комплексів в системі спирт-вода (питна) не виявлено, відсутність утворення гідратів етанолу характеризують систему з несталою рівновагою. Для створення алкогольних напоїв воду питну використовують при подальшому  $Na$ -катіонуванні.

$^1H$  ЯМР спектри води зм'якшеної представлено у вигляді синглета з хімічним зсувом ( $\delta_{H_2O}$ ) 4,65 м. ч. (рис. 1, б). Сортівка на воді зм'якшеній представлена сумарним синглетом з ( $\delta_{EtOH+H_2O}$ , м. ч. – 4,41) з розширеною основою і вершиною правильної форми. Сортівка на воді зм'якшеній ( $pH$ , од.  $pH$  – 7,18) має водневий показник 7,84, що характеризується зниженою концентрацією іонів гідроксонію  $H_3O^+$  відносно іонів гідроксилу  $OH^-$ . При постійній концентрації спирту у сортівки (39,94 %) і термостатуванні системи ( $T$ , К – 296,5;  $t$ , °C – 23,5) відбувається миттєве структурування системи. Протонний обмін настільки швидкий, що спостерігається тільки один загальний сигнал гідроксилу етанолу ( $EtOH$ ) і води ( $H_2O$ ) із певною асиметрією.

Можна вважати, що система спирт-вода (зм'якшена) відзначається сталою рівновагою, що характеризує миттєве утворення гідратів  $EtOH \cdot 5H_2O$  при одночасному зміцненні водневих зв'язків. Горілка на зм'якшеній воді характеризується сумарним гідроксидом  $EtOH+H_2O$ , представленим симетричним синглетом ( $\delta_{EtOH+H_2O}$ , м. ч. – 4,41). В подальшому воду зм'якшену використовують для демінералізації зворотним осмосом.

Система спирт-вода (демінералізована) характеризується несталою рівновагою (рис. 6, в), яка передбачає перебудову системи спирт-вода (зм'якшена) при одночасному руйнуванні водневих зв'язків та отриманні окремих асоціатів води і етанолу з хімічним зсувом гідроксилу води ( $\delta_{H_2O}$ , м. ч. – 4,38) та етанолу ( $\delta_{EtOH}$ , м. ч. – 4,99). Горілка на пермеаті характеризується ослабленими водневими зв'язками та наявними асоціатами води та етанолу при значеннях хімічних зсувів гідроксилу води ( $\delta_{H_2O}$ , м. ч. – 4,36) та етанолу ( $\delta_{EtOH}$ , м. ч. – 4,96). В подальшому воду демінералізовану зворотним осмосом (пермеат) використовують без додаткової обробки.

**Висновки.** Можна зробити висновок, що типові технології підготовленої води, окрім  $Na$ -катіонування, не призводять до стабілізації протонів гідроксильної групи при утворенні гідратів та зміцнення водневих зв'язків. Тому потребують подальшого розвитку пошук та застосування альтернативних технологій, зокрема електрохімічної активації.

## ВИМОГИ ДО ВОДИ ДЛЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Аліна Наконечна, Ганна Пастух

Національний університет харчових технологій

Більша частина поверхні планети Земля вкрита водою, тільки 3% від загальної кількості – це прісна вода і основна її частина міститься в льодовиках. І лише 1,1 % води на Землі придатний для пиття. Людство незабаром зіткнеться з проблемою нестачі питної води.

Для пиття чи приготування їжі не всю воду можна вживати. Воду поділяють на питну і технічну. Звична вода, яку використовують для пиття, приготування їжі і в різних побутових цілях – це питна вода. Технічна вода – це вода з джерел, яка використовується у

промисловості і не пройшла процес очищення та знезараження. Природно, вона не придатна ні для пиття, ні для миття посуду, прання, для гігієнічних процедур. Утім, не завжди вода, навіть яка пройшла відповідну очистку, відповідає запитам споживачів. Тому часто люди як технічну сприймають ту ж водопровідну воду.

Найкраща якість водопровідної води в Західній Європі. У Німеччині, Італії та Франції дуже високі вимоги до води обумовлені ще й високими стандартами національної кухні, оскільки склад і якість води для приготування страв для країни гурманів важливі. Відповідно без якісної води не буде німецького пива. За даними ЮНЕСКО, найчистіша вода – у Фінляндії.

Однак є країни з протилежною ситуацією. Це стосується як доступу до водних ресурсів, так і якості води. Дуже погані справи в Афганістані, Ефіопії і Чаді. Проте і в країнах в яких є надлишок води, є також багато проблем.

Що стосується України, то як свідчать результати соціопитування, більшість українців (59 %) у цілому задовольняє якість питної води, яку вони вживають, але водночас більше третини жителів країни (38 %) не задоволені нею [1].

Практично половина українців не розділяють у використанні технічну і питну воду, практично стільки ж українців використовують водопровідну воду для пиття (45 %) і приготування їжі (52 %). Друге за популярністю джерело води – це криниця: 28 % опитаних використовують таку воду як для пиття, так і для приготування їжі. Далі йдуть бутильована вода (16 % використовують для пиття і 11 % – для приготування їжі); вода з бювета/свердловини (як для пиття, так і для приготування їжі використовують по 12 % українців). Замикає п'ятірку лідерів привізена вода (в цистернах, бутлях): для приготування їжі і пиття її використовують 6-7 % жителів України.

В Україні у 2010 році набув чинності ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 „Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”, розроблені з метою поетапного впровадження європейських вимог щодо питної води.

У питній воді нормується низка бактеріологічних, органолептичних, фізичних і хімічних показників якості. До них відносять титр кишкової палички (колі титр, котрий має бути не менше 300), запах, присмак, колір і каламутність, загальна жорсткість (не повинна перевищувати 10 мг екв/л, норма – 7 мг екв/л). Досить жорсткі норми встановлені для токсичних хімічних речовин, що присутні в природних водах або додаються до води в процесі її обробки (берилій, свинець, селен, стронцій, фтор та ін.) [2].

Фізіологічне значення води для людини полягає в тому, що вона входить до складу всіх біологічних тканин. Фізіологічна потреба людини в питній воді складає близько 2,5-3 л на добу. У звичайних умовах кількість випитої рідини становить 1-1,5 л / добу, додатково з продуктами харчування надходить 1-1,2 л води, а також в результаті окислення харчових речовин в організмі утворюється до 0,5 л води. Організм людини погано переносить зневоднення: втрата 10% води призводить до порушення обміну речовин, а втрата 20-22% призводить до смерті [3].

В закладах ресторанного господарства створені локальні водопроводи, питна вода яких повинна дезінфікуватись та очищатись сучасними методами перед споживанням людиною. В ресторанному господарстві вода використовується для приготування страв та напоїв, миття продуктів, посуду.

Для забезпечення водою закладів ресторанного господарства в населених пунктах, де відсутній водопровід, джерело водопостачання має вибиратися за погодженням з місцевими

закладами санітарно-епідеміологічної служби. Якщо потребу у воді не можуть задовольнити наявні місцеві джерела, а також якщо останні відсутні, допускається за погодженням з місцевими закладами санітарно-епідеміологічної служби підвезення води, що відповідає вимогам чинного ДСТУ.

Доставка води здійснюється в опломбованих спеціалізованих цистернах, оцинкованих бочках, флягах, бідонах транспортом, призначеним для перевезення харчових продуктів.

Зберігання запасу води в закладах ресторанного господарства має здійснюватися в чистих бочках, баках та іншій тарі з кришками, що щільно закриваються і замикаються. Ємності для перевезення і зберігання води необхідно після звільнення від води ретельно промивати і періодично обробляти дезінфікуючими розчинами, дозволеними санітарно-епідеміологічною службою. Гаряча і холодна вода мають бути підведені до всіх мийних ванн і раковин зі встановленням змішувачів, а також до технологічного обладнання, де це необхідно, та душових. Мінімальна температура гарячої води має бути не нижчою ніж 70°C.

Кухарі в усьому світі дуже часто вибирають для приготування їжі очищену воду. Очищення призводить до того, що з води видаляються компоненти, які погано впливають на її смак і запах, і це позитивно впливає на якість страв. Овочі, приготовлені на такій воді, швидше стають м'якими, супи стають більш наваристими. Пом'якшена вода ідеально підходить для приготування кубиків льоду, морозива, смачного чаю або кави.

Система зворотного осмосу – це найкраща система очищення води для приготування їжі. Багатоступенева система фільтрації, заснована на принципі зворотного осмосу, забезпечує найкращу якість очищення, при цьому поліпшується смак і запах води, а значить і смак приготовленої їжі.

Установка зворотного осмосу в кафе або ресторані повністю зніме питання, що виникають у санітарно-епідеміологічної служби щодо води, яка використовується для ресторанному господарстві, адже на виході з такого фільтра йде повністю очищена вода, звідки забираються не тільки дрібні частинки, хлор і хлорорганічні сполуки, але навіть бактерії і віруси. Така вода додасть особливо приємний смак страв і напоїв.

Потрібно відзначити, що сучасні кавомашини і кавові автомати та посудомийні машини також розраховані на ідеально чисту воду, адже накоп, що виникає при використанні простої водопровідної води дуже швидко виведе з ладу примхливі деталі кавомашини, що призведе до вимушених простоїв і дорогого ремонту. Позбавити від подібних проблем і продовжити термін експлуатації кавового автомата або кавомашини зможе система очищення, яка використовує зворотний осмос в якості основного методу фільтрації. Вона затримає солі жорсткості розчинені у воді і накоп не буде утворюватися в нагрівальних баках приладів.

Системи зворотного осмосу в напівпромисловому виконанні ідеально підходять для кафе, ресторанів та інших закладів громадського харчування.

Щоб оцінити якість та безпечність питної води потрібно проводити регулярні лабораторні дослідження атестованою лабораторією. Мікробне забруднення чи значна кількість певних хімічних домішок не змінюють суттєво органолептичних властивостей води (смак, запах, колір), а відповідно і не викликають підозри щодо її безпечності, але можуть негативно впливати на здоров'я людини.

#### **Список використаних джерел:**

1. Яку воду вживають українці? Інтернет ресурс: <https://agropolit.com/blog/80-yaku-vodu-vjivayut-ukrayintsi>



2. ДСТУ 7525:2014 «Питна вода».

3. Вода в організмі людини: роль і вміст. Інтернет ресурс:  
<https://odesa.consumer.gov.ua/uk/131-voda-v-organizmi-lyudini-rol-i-vmist-2>

## ВИКОРИСТАННЯ REDOX-K ФІЛЬТРІВ І ФОСФОНАТІВ У ПІДГОТОВЦІ ВОДИ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ І ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ

Ю.Г. Поржезінський

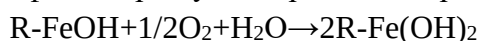
*Національний університет харчових технологій*

При хімічній деаерації води сульфід натрію дозується у воду, де вступає в хімічну реакцію з киснем води. Недоліки сульфід натрію пов'язані з недостатньою швидкістю і повнотою його реакції з киснем. Для усунення цих недоліків використовують модифіковані розчини сульфід натрію каталізовані солями кобальта та міді.

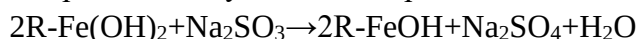
Більш раціональним з технічно-економічної точки зору є нова запропонована технологія хімічної деаерації води монорозчином сульфід натрію в стехіометричній кількості концентрацією 10-15% з подальшою фільтрацією через Redox-K фільтр. Фільтр використовується, як каталізатор прискорення реакції окислення сульфідата натрію. Фільтр завантажений зернистим каталітичним фільтруючим матеріалом —редокситом. [1,2]

Редоксит—це органічно-мінеральне з'єднання, що виготовляється на базі катіоніту КУ2-8. У форму катіоніта вводяться і закріплюються на поверхні зерен іони заліза із змінною валентністю, які виконують каталітичну функцію. Редоксит має високу ємність за киснем 3500 мг-екв/кг і максимальну робочу температуру 123°C.[3]

Ємність за киснем залежить від різних факторів: вмісту у оброблюємії воді після На-катіонування солей жорсткості і іонів металів, значення рН вихідної води, та режима експлуатації Redox-K фільтра (швидкості фільтрування, температури). При недостатці сульфідата натрію у воді, редоксид проявляє буферні властивості і забирає кисень із води:



При надлишку має місце процес відновлення півтораокису заліза до закисної форми:



Буферні властивості редоксита стабілізують процес підготовки води.

**Таблиця 1. Результати виробничих досліджень роботи установок хімічних деаерації води з каталітичним фільтром в котельнях теплових мереж.**

| Значення параметру                                                          | Назва міста     |         |     |          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|-----|----------|------------|
|                                                                             | Дніпропетровськ | Житомир |     | Луганськ | Кривий Ріг |
| Продуктивність по підживлювальній воді, м³/год<br>мінімальна<br>максимальна | 0.6             | 2       | 7   | 1        | 0,6        |
|                                                                             | 5               | 20      | 80  | 10       | 5          |
| Об'єм каталітичного фільтруючого матеріалу, м³                              | 0,085           | 3,3     | 3,2 | 0,165    | 0,085      |
| Норма довантаження на рік, не більше, %                                     | 5               |         |     |          |            |
| Термін роботи, опалювальний період, місяць                                  | 3               | 2       |     | 1        | 1          |

|                                                                                                                            |       |       |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------|-------|
| Вміст кисню у воді після установки,<br>мкг/дм³                                                                             | 5-20  | 10-30 |      |       |
| Нормативне значення вмісту кисню<br>в мережній та підживлювальній воді<br>водогрійних котлів та теплових мереж,<br>мкг/дм³ | 30-50 |       |      |       |
| Температура води перед установкою<br>хімічної деаерації води з каталітичним<br>фільтром, °С                                | 10-20 | 2-40  | 5-10 | 25-30 |

Виробничі дослідження показали надійність і ефективність роботи запропонованої технології, вилучення кисню на поверхні зернистого матеріалу каталізатора відбувається за 2-3 секунди. Концентрація кисню у воді знижувалась після Redox-K фільтра до 10-30 мкг/л при допустимій нормі для теплових мереж 50 мкг/л.

Нова технологія знекиснення води економічна (моно розчин сульфата натрію в кілька разів дешевше модифікованого розчину), не забруднює теплові мережі солями кобальта та міді, що викликають електрохімічну корозію. Нова технологія знекиснення води з каталітичним Redox-K фільтром запроваджена фірмою „Нафтохімекологія” в теплових мережах м. Мелітополя (продуктивність 80 м<sup>3</sup>/год), Житомира (60 м<sup>3</sup>/год), Білої Церкви, Дніпропетровська та ін.

З 2008 року на підприємствах „Житомиртеплокомуненерго” згідно рекомендацій почали відмивку теплових мереж із застосуванням фосфонатів. На водопідготовці зм'якшували воду на Na-катіонітних фільтрах, вилучали кисень при хімічної деаерації води із застосуванням Redox-K фільтра і добавляли у воду фосфонати. Безпосередньо перед мережевими насосами були встановлені магнітні шламовідокремлювачі з автоматичним скиданням шламу конструкції НДП „Водоочисні технології” м. Северодонецьк. Це забезпечило відсутність заносу труб водогрійних котлів шламом.

Протягом кількох діб після початку дозування реагентів спостерігалось помутніння мережевої води і зростання концентрації в ній заліза до 3-5 мг/л. В процесі відмивання старих відкладень почали виявлятися пошкодження трубопроводів, що закривались продуктами корозії. Виявлені пошкодження усувались, а нові не з'являлись по причині зменшення корозії. Таким чином зменшилась витрата підживлювальної води на підприємствах, що сприяло зменшенню витрати газу та солі для регенерації Na-катіонітних фільтрів, зменшилась витрата електроенергії. Так в котельнях, де була повністю відмита мережа від відкладень, економія електроенергії складала 20-30%, завдяки зменшенню витрат напору на тертя в трубопроводах.

### **Висновки**

1. Впровадження нової технології хімічної деаерації води на базі каталітичного Redox-K фільтра забезпечує економічну і надійну роботу схеми знекиснення води для водогрійних котлів і теплових мереж.

2. Для теплових мереж, рекомендується застосовувати хімічну деаерацію води з Redox-K фільтром і корекційною протинакипною обробкою води фосфонатами.

### **Список використаних джерел:**

1. Поржезінський, Ю.Г. Нові технологічні рішення в хімічній деаерації води./ Ю.Г.Поржезінський, С.І.Рибалка // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2010.- №32.- С. 19-20.

2. Патент України на корисну модель № 33315. Застосування нерозчинного у воді складного радикала іоніту, як каталізатора процесу окиснення сульфїту киснем. Власник НВО „Нафтохімтехнологія” чинний від 10.06.2008р.
3. Поржезінський Ю.Г. Дослідження процесу хімічної деаерації води на основі редокситу/ Ю.Г. Поржезінський, М.М. Осадчий // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2009.- №28.- С. 88-89.

## **БЕЗРЕАГЕНТНИЙ МЕТОД ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ ЕЛЕКТРОАКТИВАЦІЄЮ**

**Романченко Н.М., Костін В.Б.**

*Національний університет харчових технологій*

**«Воді була надана чарівна сила – стати  
соком життя на Землі»**

Леонардо да Вінчі

Вода – найцінніший дар природи, який забезпечує життя на Землі. Основою біохімічних процесів, що протікають в організмі людини, є вода. Людський організм на 2/3 складається з води, а лімфа і кров майже повністю. Але, це лише в тому випадку, якщо вона чиста. На жаль, питна вода містить завжди які-небудь домішки, в тому числі і шкідливі для здоров'я людини, а також хвороботворні бактерії та віруси.

В воді знаходиться велика кількість мікроорганізмів тваринного та рослинного походження. Це пояснюється фізичними та хімічними властивостями води. Світ мікроорганізмів, що населяють воду дуже різноманітний. До них відносяться бактерії, найпростіші, гриби, віруси. Вода, ґрунт, та організм людини і тварини є природнім середовищем перебування мікроорганізмів. В природній воді міститься велика кількість домішок. Домішками, в основному, є солі жорсткості та з'єднання заліза. Також в воді містяться різні шкідливі речовини, що утворюються на сучасному виробництві: свинець, ртуть, мідь.

Для знезараження питної води на підприємствах та в побуті використовуються реагентні та безреагентні методи. Реагентні методи включають в себе знезараження хлором, озоном або сріблом. Безреагентні методи: термічну обробку, електроактивацію.

На Україні знезараження води проводиться в основному хлоруванням. Але, оскільки, хлор є сильним окислювачем, а в воді містяться органічні речовини – це призводить до утворення хлорорганічних речовин, в т.ч. діоксину.

Знезараження води електричним током – це нова область, яка зародилась в кінці минулого сторіччя. В анодній камері одержуємо антимікробний розчин нового типу – електрохімічно активований аноліт.

Під час обробки води в електроактиваторах (електричним струмом) всі молекулярні структури розпадаються на іони. Вода насичується високоактивними речовинами – окисниками і відновниками. Під дією електричного струму, а також високоактивних окисників і відновників, відбувається деструкція мікроорганізмів всіх видів і форм. В результаті відбувається загибель та розклад бактерій, спор, грибків, мікроорганізмів на прості речовини (а саме на воду, вуглекислий газ...).

Знезараження води досягається за рахунок слідуючих фізико-хімічних процесів:

- По-перше, за рахунок сильної знезаражувальної дії постійного електричного струму.

- По-друге, за рахунок хімічної дії на бактерії, віруси, зоо- та фітопланктон і т.п. сильних окисників, таких як перекис водню, озон, атомарний кисень та ін. Підвищення ступеня знезаражування досягається при введенні в воду хлоридів металів (KCl, NaCl...). В той же час необхідність збереження приємного смаку питної води не дозволяє використовувати цей метод.

Використання води, очищеної безреагентним способом, в харчовій промисловості сприятиме підвищенню ефективності виробництва та підвищенню якості вітчизняної продукції. Це дасть змогу задовольнити потреби споживачів та одержати конкурентноздатну продукцію.

**Список використаних джерел:**

1. Куртов В.Д., Апуховский А.И., Косинов Б.В. Об удивительных свойствах электроактивированной воды. – К.: Техника, 2002. – 100с.
2. Жижин В. Это коварное H<sub>2</sub>O. – Днепропетровск.: Технополис №7, 2001. – 136 с.

## **ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ МОДИФІКУВАННЯ ПРИРОДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ У ЛІКЕРО-ГОРІЛЧАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Ірина Самченко, Світлана Олійник**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Воду як основну або допоміжну сировину використовують практично у більшості технологічних процесів під час виробництва харчових продуктів. На сьогодні лікєро-горілчані підприємства України для технологічних потреб споживають воду питну з конкретних свердловин або міського водопостачання. При цьому виникають проблеми додаткового очищення вихідної води, оскільки вона не має необхідної якості та потребує кондиціювання.

Для підтримання якості лікєро-горілчаної продукції виробникам необхідно постійно проводити моніторинг існуючих систем очищення води на підприємстві. Найбільш ефективним методом модернізації є застосування ефективних нових фільтрувальних та сорбційних матеріалів. Фільтрування та сорбційне очищення води є обов'язковими блоками під час одержання підготовленої води. Практично на усіх підприємствах використовується, як фільтрувальне завантаження, кварцовий пісок. Через низьку вартість та доступність він є пріоритетним у порівнянні з іншими більш ефективними фільтрувальними матеріалами. Об'єктом досліджень були: вода підготовлена, природний шунгіт (контрольний зразок) та природний модифікований шунгіт.

Модифікування природного шунгіту дає змогу збільшити сумарний об'єм пор за водою та сумарний об'єм основних оксидів у 1,2 – 1,4 рази, внаслідок чого збільшується його адсорбційна активність: за йодом та за адсорбцією оцтової кислоти у 1,2 – 1,3 рази, лужністю водного настою у 1,6 – 2,0 рази, що сприятиме більш тривалому фільтрувальному циклу та можливості поглибленого сорбування шкідливих мікродомішок води.

Адсорбційна активність за гуміновими речовинами модифікованого природного матеріалу є вищою на 20 – 25 % у порівнянні контрольним зразком. За рахунок покращених адсорбційних властивостей ефект очищення води від домішок заліза, марганцю, азотовмісних та органічних сполук є вищим на 5 – 25 % під час застосування зразку модифікованого шунгіту.

Встановлено перспективність модифікування природного шунгіту для виробництва лікєро-горілочної продукції, що дасть змогу підвищити ефективність очищення.

#### Список використаних джерел:

1. Ковальчук, В.П. О комплексной программе повышения качества ликероводочной продукции//Алкоголь і тютюн. — 2001, № 2. — С. 6–8.

## ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОХОРОНИ ПРИРОДНИХ ВОД

**Віра Тимофієва, Надія Антрапцева**

*Національний університет біоресурсів та природокористування України*

**Галина Біла**

*Національний університет харчових технологій*

Природні води, як найважливіша складова біосфери, зазнають інтенсивного антропогенного впливу. Щорічні економічні втрати України від неефективного, нераціонального природокористування й тотального забруднення навколишнього середовища, становлять від 15 до 20% її національного доходу. Зниження якості природних вод в умовах інтенсивного землеробства призводить до несприятливих, а часом і до необоротних наслідків для водних і наземних екосистем. Вимивання розчинних добрив у більш глибокі горизонти ґрунту забруднює ґрунтові води, призводить до евтрофікації водойм, загибелі флори і фауни.

Одним зі шляхів попередження цього фактору забруднення природних вод є застосування нових видів добрив пролонгованого дії з регульованою швидкістю вивільнення поживних речовин. Перспективними в цьому плані є мінеральні добрива на основі поліфосфатів мікроелементів з різною будовою аніона і, відповідно, розчинністю в ґрунтових розчинах.

Для оцінки ефективності використання поліфосфатів магнію-мангану як добрив пролонгованого дії була вивчена їх розчинність у стандартних агрохімічних розчинах, що імітують середовище ґрунтового поглинаючого комплексу. В якості об'єктів дослідження використовували конденсовані фосфати загальної формули  $(Mg_{0,5}Mn_{0,5})_{(n+2)/2}P_nO_{3n+1}$ .

Результати досліджень свідчать про те, що властивості полімерних фосфатів обумовлені ступенем поліконденсації фосфатного аніона (табл.).

Таблиця - Характеристика конденсованих фосфатів магнію-мангану

| Тем-<br>пера-<br>тура,<br>°C | n   | Склад, мас. %                 |       |       | Вміст, % відн.<br>(у перерахунку на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |                      |                       |
|------------------------------|-----|-------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                              |     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MgO   | MnO   | водо-<br>розчинні                                                   | лімонно-<br>розчинні | цитратно-<br>розчинні |
| 25                           | 1*  | 54,21                         | 11,54 | 6,77  | 100,00                                                              | 100,0                | 100,0                 |
| 215                          | 5*  | 67,42                         | 13,92 | 11,04 | 63,6                                                                | 78,6                 | 80,5                  |
| 260                          | 10* | 69,80                         | 14,53 | 11,51 | 47,1                                                                | 57,5                 | 59,2                  |
| 370                          | 4** | 73,86                         | 14,92 | 11,22 | 6,0                                                                 | 10,9                 | 15,1                  |

\*число атомів фосфору в аніоні лінійної будови, \*\* в аніоні циклічної будови.

Одержані дані свідчать про те, що використання конденсованих фосфатів мікроелементів в якості добрив пролонгованої дії з регульованою швидкістю вивільнення поживних речовин є одним із шляхів охорони природних вод.

## **ПСИХОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ФАХІВЦІВ З ВОДОПІДГОТОВКИ У ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

**Наталія Чугаєва**

*Національний університет харчових технологій*

На початку ХХІ століття відбувається неупинний розвиток людства, який супроводжується бурхливими темпами росту технологій, що сприяють прогресу, однак часто призводять до забруднення води. Загальновідомим фактом є те, що вода є основною умовою існування людини та усіх живих організмів. Саме тому нагальною потребою сучасних харчових виробництв є їхнє забезпечення високоякісною питною водою. В цих умовах актуальним є професійне зростання фахівців з підготовки води у харчовій промисловості у процесі навчання в Національному університеті харчових технологій.

З перших професійних кроків майбутні спеціалісти з водопідготовки у харчових виробництвах мають усвідомлювати всю повноту соціальної відповідальності власної діяльності, ось чому здобувачам вищої освіти необхідно серед професійно-орієнтованих дисциплін вивчати і «Психологію». Цю тезу протягом багатьох років підтверджують студенти заочної форми навчання, які вважають, що технолог харчової промисловості, зокрема з підготовки води, працює з персоналом на виробництві, і тому має бути психологічно компетентним. На початку роботи молодими фахівцями часто опікуються наставники з числа досвідчених співробітників, тобто наставництво у офіційній чи неофіційній формі присутнє на багатьох підприємствах. Їхнім першочерговим завданням є забезпечення входження на посаду колишніх студентів із розумінням ними практичної значимості продуктивного виконання професійних обов'язків, тому що від вживання якісної води залежить не тільки здоров'я, а і життя людства.

Згадаємо з наших попередніх досліджень, що успішна соціалізація здобувачів вищої освіти є основною метою діяльності педагога-наставника [1]. Відповідно до цього, однією з умов ефективної діяльності фахівців з підготовки води є їхня професійна соціалізація, якій сприятимуть наставники на харчових виробництвах.

Отже, кожен майбутній фахівець з водопідготовки у харчових виробництвах має розуміти, що обрана ним професія є не просто важливою, а життєво необхідною для суспільства. І в цьому йому допоможуть науково-психологічні знання, отримані під час навчальних занять у Національному університеті харчових технологій.

Список використаних джерел

1. Чугаєва Н.Ю. Психологічні особливості педагога-наставника як умова ефективної соціалізації студентів: монографія / Н. Ю. Чугаєва. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. – 200 с.

**СЕКЦІЯ 5**  
**ВПРОВАДЖЕННЯ МЕМБРАННИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ**  
**ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ ТА**  
**НАПІВПРОДУКТІВ ХАРЧОВИХ**  
**ВИРОБНИЦТВ**

# ВПЛИВ ЗНАЧЕННЯ pH ВХІДНОЇ ВОДИ НА ЗАГАЛЬНУ МІНЕРАЛІЗАЦІЮ ПЕРМЕАТУ ДРУГОГО СТУПЕНЮ ДВОСТУПЕНЕВИХ УСТАНОВКАХ ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ

Ярослав Барашовець

ТОВ «Системи чистої води»

Леонід Рева

Національний університет харчових технологій

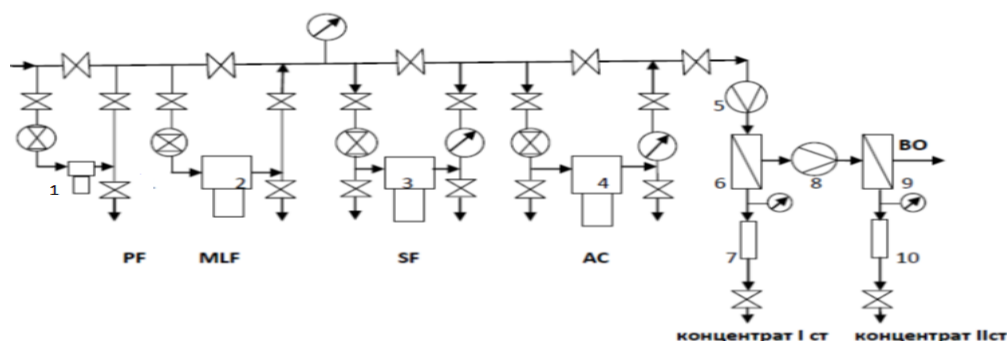
**Вступ.** Сучасні підприємства харчової промисловості дедалі більше використовують установки зворотного осмосу для отримання очищеної води для технологічних процесів, та підвищення якості готової продукції. Проте, через значну зношеність міських водопровідних мереж якість води, яка подається міськими водопроводами, часто не відповідає вимогам, що пред'являються до якості питної води, що суттєво впливає на якість води, отриманої з установок зворотного осмосу і в кінцевому рахунку – на якість готової продукції. Крім того, значні коливання якості вхідної води - визивають періодичне погіршення якості очищеної води після установок зворотного осмосу. Тому виникає потреба в більш ретельному дослідженні впливу певних фізико-хімічних показників якості вхідної води на якість отриманого пермеату з двоступеневих установок зворотного осмосу.

**Об'єкт досліджень.** Об'єктом нашого дослідження є технологія очищення вхідної води поверхневих джерел методом двохступеневого зворотного осмосу.

**Методи досліджень.** Для проведення досліджень: визначення впливу зміни значення рН на показник загальної мінералізації очищеної води двоступеневої установки зворотного осмосу - було приготовано 4 модельних розчини з загальною мінералізацією – 250 мг/дм<sup>3</sup> та значенням рН 7,0; 7,5; 8,0; 8,5. Роботи проводились на експериментальній установці наукової лабораторії кафедри ТЦПВ, ННІХТ, НУХТ.

Для зниження колоїдального індексу (SDI) було використано фільтр попередньої фільтрації та багатошаровий фільтр; для пом'якшення води – використано фільтр з сильнокислотним катіонітом; для видалення органічних забруднень та активного хлору – використано сорбційний фільтр з активованим кокосовим вугіллям.

Апаратурно-технологічна схема очистки води методом зворотного осмосу зображена на Рис. 1.



де, - 1. Фільтр попередньої фільтрації; 2. Багатошаровий механічний фільтр; 3. Пом'якшувач; 4. Вугільний фільтр; 5. Насос 1 ступеня зворотного осмосу; 6. Мембрана зворотного осмосу 1 ступеня; 7. Витратомір концентрату 1 ступеня; 8. Насос 2 ступеню зворотного осмосу; 9. Мембрана зворотного осмосу 2 ступеня; 10. Витратомір концентрату 2 ступеня.



**Результати.** Отримані результати представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати отриманих досліджень при загальній мінералізації вхідної води 250 мг/дм<sup>3</sup> та значеннях рН 7,0; 7,5; 8,0; 8,5.

| Загальна мінералізація вхідної води, мг/дм <sup>3</sup> | рН вхідної води | Загальна мінералізація пермеату 1 ст, мг/дм <sup>3</sup> | Загальна мінералізація пермеату 2 ст, мг/дм <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 250,0                                                   | 7,0             | 8,0                                                      | 5,0                                                      |
|                                                         | 7,5             | 7,0                                                      | 4,5                                                      |
|                                                         | 8,0             | 4,0                                                      | 2,0                                                      |
|                                                         | 8,5             | 6,0                                                      | 4,0                                                      |

**Висновки.** Виходячи з поставлених задач нами отримані такі висновки:

- При дослідженні впливу значення рН вхідної води ми отримали кращий ефект очищення та досягли мінімального значення загальної мінералізації 2,0 мг/дм<sup>3</sup> у зразку з вхідним рН 8,0 та загальною мінералізацією 250,0 мг/дм<sup>3</sup>.

- Найбільш доцільним для отримання пермеату 2-го ступеню є вхідна вода зі значенням рН 8,0.

- Проведене дослідження підтвердило основні фізико-хімічні процеси та виявило залежність, яка впливає на якість пермеату. Результати досліджень дозволяють рекомендувати підприємствам харчової промисловості – використовувати двоступеневі установки зворотного осмосу з автоматичною корекцією значення рН вхідної води з допомогою дозуючих станцій та проточних рН-метрів – для отримання очищеної води і відповідно готової продукції більш високої якості.

**Список використаних джерел:**

1. Пантелеев А.А., Ломая Т.Л. Технология обратного осмоса в фармацевтическом производстве // Медицинский бизнес. – 2001. - № 6-7. – С. 34 -35.
2. Мулдер М. Введение в мембранную технологию. Пер. с англ. М.: Мир, 1999. - 513 с
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник: - К.: Вища шк., 2005. – 671 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАМІНИ МЕХАНІЧНОГО ФІЛЬТРУВАННЯ МЕТОДОМ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ НА ЕТАПІ ПІСЛЯКОАГУЛЯЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

**Вікторія Богатиренко, Алла Лукомська**

*Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ*

В умовах забруднення основного водного джерела України — річки Дніпро, особливого значення набуває пошук нових прийомів та методів очищення води для побутових і технологічних потреб.

Традиційні методи очищення води передбачають попереднє очищення із застосуванням коагулянтів та подальше механічне фільтрування. Необхідність проведення коагуляційної стадії очищення води зумовлена тим, що у природних поверхневих водах присутні домішки колоїдно - дисперсних частинок, зазвичай силікатів та важкорозчинних гідроксидів.

Феруму, які знаходяться у завислому стані і зумовлюють каламутність і колірність вод. Завислі частинки важкорозчинних домішок води мають однойменні заряди, в більшості випадків негативні за знаком, що сприяє виникненню міжмолекулярних сил відштовхування між ними і протидіє їх злипанню. Стабільність таких ліофільних колоїдів у водах буде тим більшою, чим вищий вміст органічних речовин. Обидва фактори в цілому забезпечують агрегативну стійкість вод. Висока стійкість природних поверхневих вод річки Дніпро як колоїдного розчину зумовлена присутністю великої кількості таких органічних сполук як гумінові речовин.

Під дією коагулянтів або інших речовин, які сприяють зменшенню агрегативної стійкості колоїдних систем, частинки малих розмірів притягуються, злипаються, укрупнюються і осаджуються або емульгуються. Тому на наступному етапі традиційної схеми очищення – механічному фільтруванні грубодисперсні агрегати відокремлюються для одержання чистої води. Методи механічного фільтрування можна умовно поділити за принципом здійснення власне процесу фільтрування на дві великі групи: фільтрування через шар зернистого завантаження або фільтрування через порувату перетинку.

Проте слід зазначити, що у сучасних технологіях підготовки води осадження відбувається надзвичайно повільно, а видалення домішок колоїдного ступеня дисперсності й органічних речовин часто є неповним. Отже, розробка нових операцій, спрямованих на повне видалення колоїдних домішок природних вод, присутність яких у водах призводить до руйнування обладнання для водопідготовки, залишається наразі актуальною задачею.

Одним із способів розв'язання цієї проблеми є заміна механічного фільтрування на ультрафільтрацію, яка відноситься до баромембранних процесів, рушійною силою яких є різниця тиску рідини з обох боків мембрани. Ультрафільтраційні мембрани мають розміри пор  $(0,01 \div 0,1)$  мкм, що дозволяє їм затримувати високодисперсні та колоїдні домішки, макромолекули, водорості, одноклітинні організми, цисти, бактерії та віруси. Це визначає суттєву перевагу використання ультрафільтраційних мембран над механічними фільтрами і було покладено в основу розробки схеми попереднього очищення води для ТЕЦ із заміною вузла механічних фільтрів на ультрафільтраційні мембрани після стадії коагулювання.

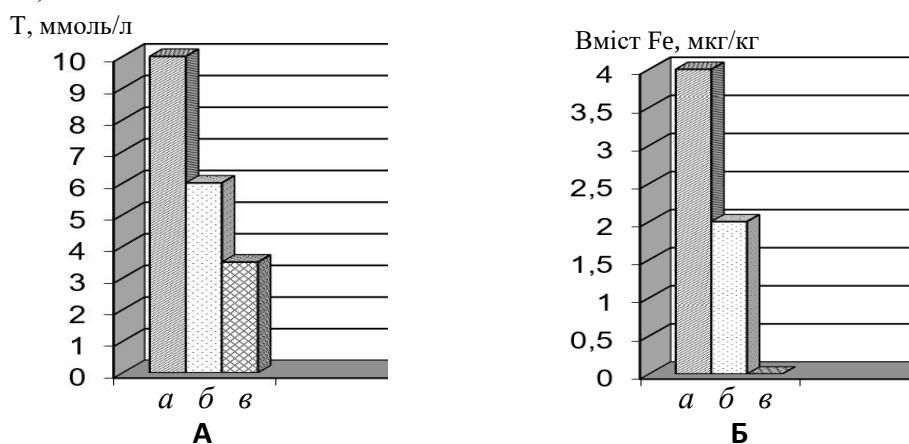
Експериментальні дослідження проводились в лабораторії виробництва Ecosoft в місті Ірпінь. Було відібрано проби води, яка пройшла стадію механічної фільтрації та ультрафільтрації після попередньої коагуляційної обробки на Київській ТЕЦ-5. Для ультрафільтрації була вибрана мембрана ПВДФ (полівініліденфторид) з розмірами пор 0,03 мкм компанії Dow Chemical Company. Якість фільтрованої води оцінювалась за такими кількісними показниками: вміст завислих частинок, солевміст, твердість, лужність, вміст хлоридів та сульфатів, вміст силікатної кислоти, вміст Феруму, окиснюваність та рН (табл. 1, рис.1 та рис.2).

**Таблиця 1.** Показники якості води після коагуляційної обробки і наступного очищення методами механічної фільтрації та ультрафільтрації

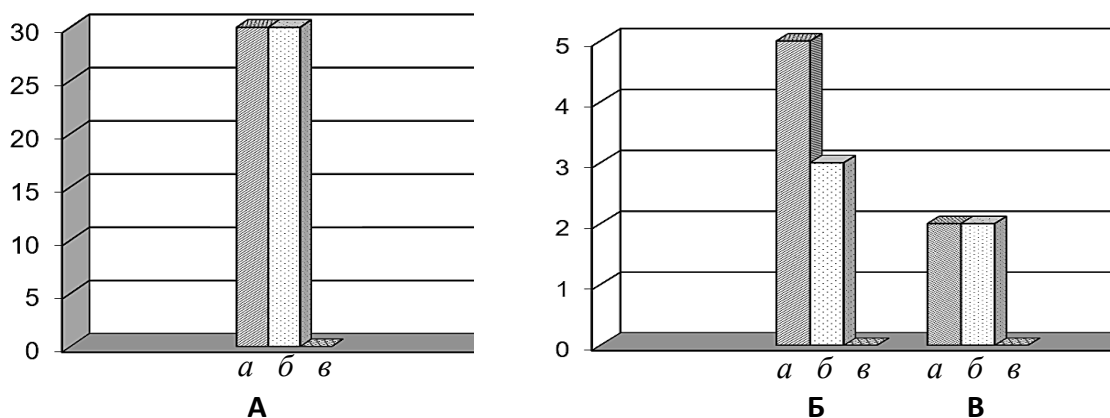
| Назва показника                             | Значення показника якості води |                                              |                                         |
|---------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                             | Після стадії коагуляції        | Після очищення методом механічної фільтрації | Після очищення методом ультрафільтрації |
|                                             | 1                              | 2                                            | 3                                       |
| Вміст зважених частинок, мг/дм <sup>3</sup> | 5                              | 3                                            | ----                                    |
| Солевміст, мг/дм <sup>3</sup>               | 450                            | 400                                          | 300                                     |
| Твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>           | 10                             | 6                                            | 3,5                                     |
| Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>            | 10                             | 10                                           | 10                                      |
| рН                                          | 11                             | 11                                           | 8                                       |

| Назва показника                             | 1   | 2   | 3    |
|---------------------------------------------|-----|-----|------|
| Вміст хлоридів, мг/дм <sup>3</sup>          | 120 | 120 | 120  |
| Вміст сульфатів, мг/дм <sup>3</sup>         | 250 | 250 | 250  |
| Вміст силікатної кислоти мг/дм <sup>3</sup> | 2   | 2   | ---- |
| Вміст Феруму, мкг/кг                        | 4   | 2   | ---- |
| Окиснюваність, мг/дм <sup>3</sup>           | 30  | 30  | 10   |

Результати експериментального вивчення ефективності заміни метода механічної фільтрації на ультрафільтрацію показали, що саме ультрафільтрація забезпечує ефективне відділення колоїдних домішок (при невеликих значеннях робочого тиску 2 ÷ 3 атм), оскільки з використанням цього методу фільтрації знижується солевміст і твердість води, досягається високий ступінь очищення води від Феруму і Мангану, колоїдного Силіцію та органічних речовин. Проте при такому ультратонкому очищенні води тим не менше зберігається сольовий склад природної води. Крім того, вдається знизити енерговитрати, собівартість очищеної води і витрати води для потреб очищення; зменшити зайняту площу під обладнання і кількість використовуваних реагентів; досягти практично повного видалення завислих речовин, ефективної дезінфекції (про що свідчить зниження окиснюваності і видалення 99,99% бактерій і вірусів) і освітлення води (зниження показників каламутності та колірності води).



**Рис.1. Порівняльна характеристика жорсткості (А) та вмісту Феруму (Б) залежно від способу (б, в) подальшої очистки води, одержаної після стадії коагуляційної обробки (а):**  
*а* – після стадії коагуляції; *б* – після очищення методом механічної фільтрації; *в* – після очищення методом ультрафільтрації



**Рис.2. Порівняльна характеристика вмісту окиснюваності (А), зважених частинок (Б), та вмісту силікатної кислоти (В) залежно від способу (б, в) подальшої очистки води, одержаної після стадії коагуляційної обробки (а)**

*а* – після стадії коагуляції;  
*б* – після очищення методом механічної фільтрації;  
*в* – після очищення методом ультрафільтрації;

**Висновки.** На основі проведених експериментальних досліджень показано, що застосування методу ультрафільтрації на стадії попереднього очищення води замість механічної фільтрації має низку переваг, що відображається високими якісними показниками технологічної води. Застосування ультрафільтраційних мембран з розмірами пор 0,03 мкм дозволяє видалити більшу кількість зважених частинок важкорозчинних сполук, частково видалити розчинені органічні речовини і тим самим забезпечити попереднє знезараження води.

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДЕРЕВНИХ МЕМБРАН ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ГІДРОКСОСПОЛУК ФЕРУМУ**

**Тетяна Дульнева, Ольга Ієвлєва, Дмитро Кучерук**

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

Однією з найважливіших проблем, пов'язаних із охороною навколишнього середовища, є, безумовно, забруднення природної води сполуками Феруму. Слід зауважити, що такі речовини зустрічаються і у підземних водах (у вигляді стійких у присутності розчиненої вугільної кислоти та за відсутності кисню сполук), і у поверхневих водах (у вигляді органічних комплексних поєднань, які забарвлюють воду в жовто-бурі відтінки, або у вигляді колоїдів та тонко дисперсних зависей, які зумовлюють каламутність води).

Багато дослідників відмічають високу ефективність та економічність мембранних методів для очищення води [1-3]. Як правило, для таких цілей застосовують полімерні та керамічні мембрани. Однак, останнім часом велика увага приділяється розробці деревних мембран, які можуть бути достойною альтернативою мембранам з традиційних матеріалів. Вони виготовляються з природної екологічно чистої сировини, що відновлюється, є недорогими, доступними та легко утилізуються. Встановлено, що розмір пор деревної мембрани відповідає середньому розміру пор мікрофільтраційної мембрани [4].

Відомо, що деревні мембрани використовують для знезараження води, зниження її каламутності та кольоровості [5]. В роботах [6-7] показано високу ефективність використання деревної мембрани для очищення води від гідроксосополук Al(III) та для сумісного очищення води від сполук Алюмінію і Флуору. Тому доцільно було б вивчити можливість використання деревної мембрани для очищення води від інших сполук, а саме – гідроксосополук Fe, які, як було сказано вище, є частими забруднювачами природних вод.

Дослідження були проведені на дослідній баромембранній установці проточно-рециркуляційного типу з мікрофільтраційною трубчастою деревною мембраною. Волокна деревини цієї мембрани спрямовані перпендикулярно до вісі фільтрування.

У дослідженнях використовували модельні розчини, які готували на основі солі  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  у діапазоні концентрацій іонів Fe(III) 6,5 – 344,5 мг/дм<sup>3</sup>. Перерахунок кристалогідратів вели на суху речовину, а рН розчинів регулювали додаванням розчину NaOH.

Аналіз на вміст іонів  $\text{Fe}^{3+}$  у вихідному та очищеному (пермеаті) розчинах проводили методом колориметрії з сульфосалициловою кислотою [8]. На основі експериментальних результатів розраховували коефіцієнт затримки  $R$  (%) іонів  $\text{Fe}^{3+}$  і питому продуктивність  $J_v$ , (м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год)) мембрани [9]. Після кожного експерименту мембрану регенерували шляхом промивання зворотним потоком дистильованої води, а після 8 – 10-ти фільтроциклів – регенераційним розчином. Температура підтримувалася постійною за допомогою термостату

«Ultra-Thermostat Typ U 10» і становила 20,0°C. Слід зазначити, що фільтруючий розчин подавали на зовнішню та внутрішню поверхні мембрани.

Відмічено високу (до 99,9%) ефективність процесу при фільтруванні води крізь зовнішню поверхню мікрофільтраційної трубчастої деревної мембрани, що обумовлено стеричним механізмом та формуванням на її поверхні додаткового затримуючого шару у вигляді динамічної мембрани із гідроксисполук Fe(III). Найбільше значення коефіцієнту затримки Fe(III), яке становило 99,9 %, мембрана проявляла при вихідній концентрації Fe(III) до 340,2 мг/дм<sup>3</sup>, рН<sub>вих.</sub> 7,0 – 8,0, робочому тиску 1,0 МПа і питомій продуктивності мембрани 0,05 – 0,08 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год). За цих умов значення концентрації Fe(III) у пермеаті було нижчим, ніж ГДК Fe(III) у питній воді, яке, згідно [10], складає 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Наявність таких аніонів, як хлориди, сульфати та бікарбонати в концентрації 200 мг/дм<sup>3</sup> по кожному з них практично не впливала на розділові властивості мембрани.

Відзначено, що при фільтруванні розчину крізь внутрішню поверхню трубчастої деревної мембрани значення питомої продуктивності мембрани  $J_v$  різко зростало, однак зменшувалась її затримуюча здатність відносно гідроксисполук Fe(III), що обмежує використання цього варіанту на практиці. З підвищенням тиску від 0,02 до 0,1 МПа при очищенні розчину з вихідною концентрацією Fe(III)=6,5 мг/дм<sup>3</sup> і рН<sub>вих.</sub>=7,1 протягом 120,0 хв різко підвищувалося значення питомої продуктивності мембрани  $J_v$  завдяки розширенню пор її внутрішньої поверхні під дією робочого тиску. За цих умов ГДК Fe(III) у питній воді було досягнуто при тиску  $P=0,08$  МПа (нижче, ніж у випадку подачі розчину на зовнішню поверхню мембрани), та питомій продуктивності, що становила 2,6 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год) (вище, ніж у випадку подачі розчину на зовнішню поверхню мембрани). Однак, при цьому збільшувався час процесу очищення розчину від гідроксисполук Fe(III), що був необхідний для досягнення ГДК Fe(III) у питній воді.

Таким чином, проведені дослідження демонструють значну ефективність використання деревних мембран для вирішення проблеми забруднення природних вод сполуками заліза.

#### Список використаних джерел:

1. Тверской В.А. Мембранные процессы разделения. Полимерные мембраны. Москва: МИТХТ им. М.В.Ломоносова, 2008. 59 с.
2. Baker R.W. Membrane Technology and Applications. John Wiley, 2004. 552 p.
3. Norman N Li. Advanced Membrane Technology and Applications. Wiley-Interscience: 2008. 994 p.
4. Sens M.L., Emmendoerfer M.L., Muller L.C. Water filtration through wood with helical cross-flow. *Desalination and Water Treatment*. 2015. **53**. P. 15–26.
5. Muller L.C. Filtracao de Agua com Escoamento Tangencial Helicoidal em Madeira da Espécie *Tabebuia cassinoides* DC. Florianopolis, SC. 2013. 83 p.
6. Дульнева Т.Ю., Деремешко Л.А., Билык Ю.С., Кучерук Д.Д., Гончарук В.В. Очистка воды от алюминия древесной мембраной. *Химия и технология воды*. 2018. Т. 40, № 4. С. 453–462.
7. Дульнева Т.Ю., Деремешко Л.А., Кучерук Д.Д., Гончарук В.В. Сумісне очищення води від алюмінію і фтору деревною мембраною. Біоресурси і природокористування. 2018. Т. 10, № 3–4. С. 105–112.
8. Лурье Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод. Москва: Химия, 1973. 376 с.
9. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию. Москва: ДеЛи принт, 2007. 208 с.
10. ДСТУ 7525: 2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ.: Мінекономрозвитку України, 2014. 26 с.

# ЗАСТОСУВАННЯ КЕРАМІЧНОЇ МІКРОФІЛЬТРАЦІЙНОЇ МЕМБРАНИ З ГЛИНИСТИХ МІНЕРАЛІВ ДЛЯ СУМІСНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД СПОЛУК ФЕРУМУ ТА МАНГАНУ

Тетяна Дульнева, Ольга Ієвлєва, Дмитро Кучерук

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

Як відомо [1,2] основним джерелом питного водопостачання населення України є поверхневі та підземні води. Однак, одна з причин незадовільної якості таких вод викликана наявністю в них сполук Феруму та Мангану, які є одними з найпоширеніших їх забруднювачів. Тому розробка нових ефективніших процесів очищення води від цих сполук є надто важливою й актуальною. Для вирішення такої проблеми нами запропоновано використовувати трубчасті керамічні мембрани з глинистих мінералів, що розроблені ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України. Вміст Феруму в природних водах, як правило, становить  $3,0 - 5,0 \text{ мг/дм}^3$ , однак може коливатися від  $0,5$  до  $50,0 \text{ мг/дм}^3$  [3], а в стічних водах досягати  $12,0 \text{ г/дм}^3$  [4]. У природних водах Манган знаходиться переважно у вигляді розчинених солей: хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів  $\text{Mn(II)}$  [5]. У підземних водах концентрація сполук  $\text{Mn(II)}$  становить  $0,5 - 4,0 \text{ мг/дм}^3$  [6], а в річках Дніпро, Десна і Уж сезонно перевищує ГДК в 2 – 6 разів [7].

Дослідження проведені на дослідній баромембранній установці, що працювала в проточно-рециркуляційному режимі та містила мікрофільтраційну трубчасту керамічну мембрану з глинистих мінералів. Модельні розчини готували з використанням солей  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Перерахунок кристалогідратів вели на суху речовину, а рН розчинів регулювали додаванням розчину  $\text{NaOH}$ . Розділові характеристики мембрани – коефіцієнт затримки іонів  $R$  і її питому продуктивність  $J_v$  розраховували згідно [8].

На рис. (криві 1–3) показано, що зі збільшенням тривалості ( $\tau$ ) процесу очищення розчину, який містив одночасно сполуки  $\text{Fe(III)}$  і  $\text{Mn(II)}$  з вихідною концентрацією відповідно  $C_{\text{вих. Fe(III)}}$   $9,33 \text{ мг/дм}^3$  і  $C_{\text{вих. Mn(II)}}$   $0,2$ ;  $0,4$  і  $0,6 \text{ мг/дм}^3$  при  $\text{pH}_{\text{вих.}}$   $7,0$  і робочому тиску ( $P$ )  $1,0 \text{ МПа}$  зменшувалася концентрація Мангану у пермеаті  $C_{\text{пер. Mn(II)}}$ . При цьому чим більшою була вихідна концентрація  $\text{Mn(II)}$ , тим вища концентрація  $\text{Mn(II)}$  у пермеаті. Із рис., крива 1 також видно, що при нейтральному значенні  $\text{pH}_{\text{вих.}}$  розчину тільки при вихідній концентрації  $\text{Mn(II)}$   $0,2 \text{ мг/дм}^3$  і тривалості експерименту  $>45 \text{ хв.}$  була досягнута норма ГДК Мангану в питній воді. За аналогічних умов протягом всього експерименту концентрація  $\text{Fe(III)}$  у пермеаті була нижча, ніж ГДК Феруму [9] в питній воді (рис., крива 4).

Такий характер отриманих кривих можна пояснити стеричним механізмом дії керамічної мембрани, що ґрунтується на різниці розмірів її пор і частинок сполук  $\text{Fe(III)}$  і  $\text{Mn(II)}$ , які утворюються при  $\text{pH}_{\text{вих.}}$   $7,0$ . Очевидно, частинки гідроксисполук  $\text{Fe(III)}$  мали більший розмір, ніж частки сполук  $\text{Mn(II)}$ , тому вони краще затримувалися мембраною, закупорюючи пори і формуючи на її поверхні модифікуючий шар у вигляді так званої самоутворюваної динамічної мембрани, яка з часом зменшувала концентрацію  $\text{Mn(II)}$  у пермеаті. Цей факт підтверджували також результати зменшення питомої продуктивності ( $J_v$ ) мембрани на початку процесу, а потім встановлення практично постійних її значень (рис., криві 1'–3').

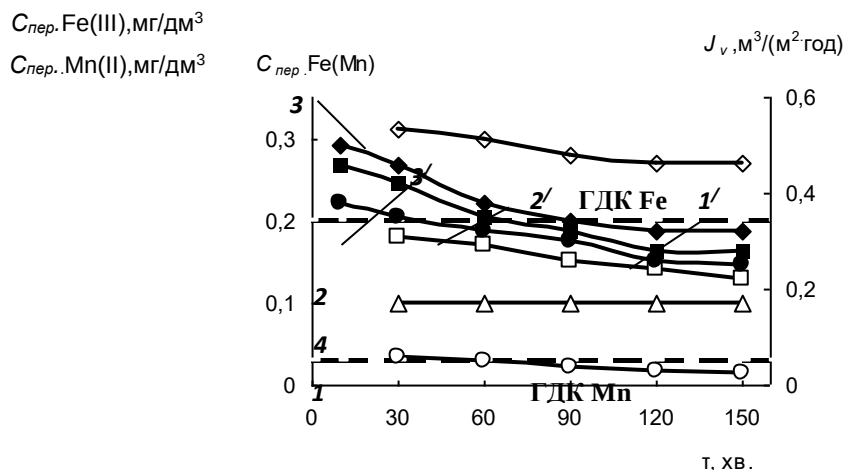


Рис. Вплив

тривалості ( $\tau$ ) процесу на концентрації Mn(II) і Fe(III) у пермеаті відповідно  $C_{\text{пер. Mn(II)}}$  (1-3),  $C_{\text{пер. Fe(III)}}$  (4) і питому продуктивність ( $J_v$ ) мембрани (1'-3') при вихідній концентрації  $C_{\text{вих. Mn(II)}}$ , мг/дм<sup>3</sup>: 0,2 (1,1'); 0,4 (2,2') і 0,6 (3,3'). Горизонтальні штрихові лінії відповідали ГДК Mn(II) і Fe(III) у питній воді.

Таким чином, показана висока ефективність процесу сумісного очищення води від сполук Fe(III) і Mn(II) модифікованою ними в динамічному режимі мікрофільтраційною керамічною мембраною з глинистих мінералів і обґрунтовано стеричний механізм її дії. Показано, що таке модифікування збільшувало затримуючу здатність керамічної мембрани до сполук Mn(II).

#### Список використаних джерел:

1. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. Под ред. В.В. Гончарука. Киев: Наук. Думка, 2005. 400 с.
2. Белоусова А.П. Качество подземных вод: современные подходы к оценке. Москва: Наука, 2001. 339 с.
3. Гомеля М.Д., Трус І.М., Грабітченко В.М. Вплив аерації та електролізу на зниження вмісту заліза. Екологічна безпека. 2014. № 1 (17). С.78–82.
4. Филипчук В.Л. Очистка промышленных сточных вод від іонів заліза. Труды Одесского политехнического университета. 2002. Вып. 1, № 17. С. 1–5.
5. Гринь Г.И., Семенов Е.А., Козуб П.А. Изучение процесса удаления соединений марганца из природных и сточных вод. Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып.: Химия, химические технологии и экология. 2003. Т. 1, № 11. С. 53–56.
6. Мамченко А.В., Кий Н.Н., Якупова И.В., Чернова Л.Г., Дешко И.И. Марганец в питьевой воде и методы его удаления // Вода і водоочисні технології. – 2009. – № 6/7 (36/37). – С. 13–23.
7. Чернова Н.М. Очищення природних вод від сполук марганцю із застосуванням сорбента-катализатора: Автореф. дис. ...канд. тех. наук. – К.: 2014. – 21 с.
8. Кочаров Р.Г. Теоретические основы обратного осмоса. Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. 143 с.
9. ДСТУ 7525: 2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 26 с.

## **Fe<sup>2+</sup> REMOVAL FROM WATER ON POLYMERIC MEMBRANES WITH MAGNETICALLY ACTIVE SURFACE**

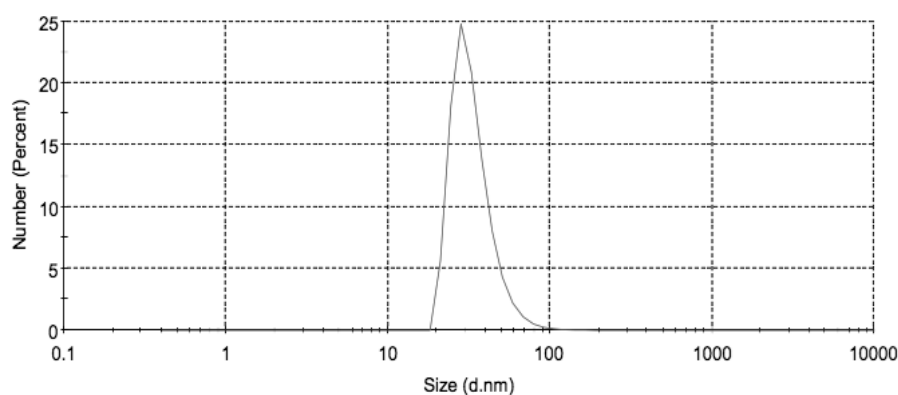
**Victoriia Konovalova<sup>1</sup>, Iryna Kolesnyk<sup>1</sup>, Olena Ivanenko<sup>2</sup>, Andriy Marinin<sup>3</sup>,  
Anatoliy Burban<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*National University of Kyiv-Mohyla Academy, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

<sup>3</sup>*National University of Food technology, Kiev, Ukraine*

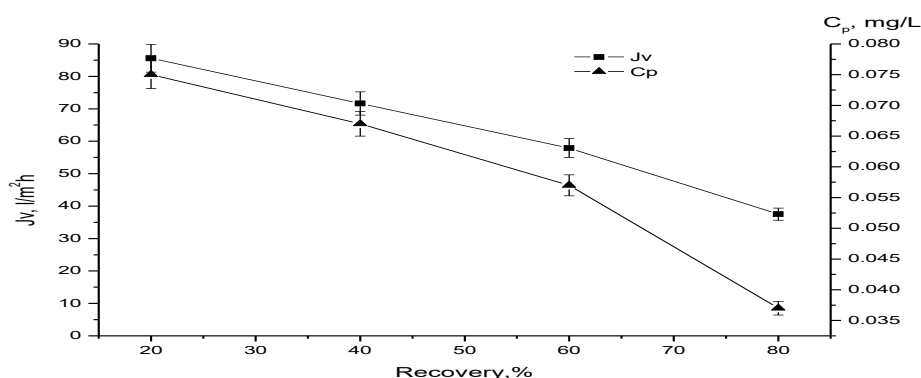
The aim of this study is to show results of Fe<sup>2+</sup> removal from water by polyelectrolyte enhanced ultrafiltration on polyvinylidene fluoride membranes modified with magnetite nanoparticles. Magnetite nanoparticles has been synthesized by co-precipitation method and stabilized with sodium polyacrylate. Their average diameter, measured by TEM, is 10-20 nm and hydrodynamic diameter is about 30 nm.



**Fig. 1. Particle size distribution by number for magnetite nanoparticles, functionalized with sodium polyacrylate**

At first stage the surface of PVDF membranes has been modified by grafting of polyethylenimine (PEI). At the second stage polyelectrolyte, grafted to the membrane surface, has been used as linker for magnetite nanoparticles immobilization [1]. Modification of membranes has been confirmed by IR spectroscopy, scanning electron microscopy and electro kinetic analysis. IR spectroscopy confirms PEI immobilizing on membrane surface. The dependence of zeta-potential on pH for PVDF membrane modified with PEI confirms the modification of the membrane surface as zeta-potential increases with pH decreasing. SEM has shown that the surface of modified membrane is densely covered with nanoparticles, which form clusters. The dependence of the volume flux on the applied pressure at various concentrations of the carboxymethylcellulose (CMC) has been studied. The volume flux does not reach the plateau for all polysaccharide concentrations, which indicated absence of gel layer in the diffusion region near membrane surface. Polyelectrolyte enhanced ultrafiltration with CMC has been used for ferrum(II) removal at initial Fe<sup>2+</sup> concentration of 20 mg/L. The concentrations of iron in permeate using an unmodified membrane ranges from 0.6 to 1.0 mg/L, whereas for the modified membrane it is 0.02-0.08 mg/L.





**Fig. 2. Dependence of volume flux and ferrum(II) on the recovery level at CMC concentration 0.1 % after ultrafiltration on PVDF membranes modified with magnetite nanoparticles**

The results showed that at recovery up to 60 % volume flux decline was admissible in the range from 80 to 50 L/m<sup>2</sup>·h. With recovery increase up to 80 % there was a significant decrease of flux as the polyelectrolyte concentration increased in 4 times due to concentrating. However, increasing of recovery did not affect the permeate quality. The Fe<sup>2+</sup> concentration in permeate decreased with recovery increasing. This indicates stability of the CMC-Fe complex, and also makes it possible to reduce the polyelectrolyte concentration. **References**

1. В.В. Коновалова, І.С. Колесник, С.М. Царик, А.Ф. Бурбан. Модифікування полівініліденфлуоридних мембран наночастинками магнетиту// Хімія, фізика та технологія поверхні. – 2018. – Т.9, № 3. – С. 203-211.

## CERAMIC MEMBRANES IN WATER TREATMENT TECHNOLOGIES

**Anna Kuzminchuk, Ihor Astrelin**

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

Ceramic membrane elements are used in all separate segments of water treatment technologies. Analytical review of the market [1] indicates that the global market of ceramic micro-, ultra- and nano-membranes in 2019 was already 13.5 billion USD. The biggest manufacturers today are: Pall Corporation (USA), TAMI Industries (France), Atech Innovations (Germany), Jiangsu Jiuwu Hi-Tech Co. Ltd (China), Hyflux Ltd (Singapore), GEA Group (Germany), Veolia Water Technologies (France), ITN Nanovation AG (Germany).

The most popular ceramic membranes are in drinking and wastewater treatment technologies [2]. This is due to the fact that they are amenable to thermal regeneration and sterilization, as well as resistant to most chemicals.

Table — Ceramic membranes usage

| Sphere of use                                  | Frequency of application                                              |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Drinking water treatment                       | Majority of installations and installed capacity of ceramic membranes |
| Ground water treatment                         | Few installations                                                     |
| Industrial process water/ wastewater treatment | Many installations, much smaller in                                   |
| Commercial pool water treatment                | Few installation                                                      |
| Produced water treatment                       | Minimal installations                                                 |

The most popular forms of commercial ceramic membranes are multichannel cylindrical or hexagonal long elements. Thin disk and square membranes are less common. They are used in small filtration systems for personal filters or in labs.

Minerals, containing silicon and aluminium oxides are main raw materials of ceramic filtering material. Synthetic titanium and zirconium oxides also are other commonly used substances. Also another modification compounds can be added for specific properties.

#### References

1. Ceramic Filtration Membrane Market, Share & Trends Analysis by Material (Silica, Alumina, Titania, Zirconia, Others), by Technology (Ultrafiltration, Microfiltration, Nanofiltration), by Application (Pharmaceuticals, Water & Wastewater Treatment,. // Reports and data. – 2019. – С. 124.
2. Tough Talking: Innovation and Applications for Ceramic Membranes. Available at: <https://www.waterworld.com/international/wastewater/article/16201695/tough-talking-innovation-and-applications-for-ceramic-membranes> [till Jun 11th, 2015].

### ВИДАЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН, НАТРІЮ ТА КАЛЬЦІЮ МЕТОДОМ НАНОФІЛЬТРАЦІЇ

В.О. Лясота, Я.В. Радовенчик

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

Одним із баромембранних процесів, які широко застосовуються в різних галузях промисловості, є нанофільтрація. Завдяки своїй простоті обладнання та максимальному ступені очищення даний процес є досить актуальним при очищенні води, зокрема, при водопідготовці питної води.

Мембрана- головний конструктивний елемент при процесі нанофільтрації, основними характеристиками якої є селективність та питома продуктивність [1]. Селективність – здатність мембрани мати різну проникність по відношенню до компонентів суміші, що розділяється. Питома продуктивність – потік речовини, що проходить через одиницю поверхні мембрани за одиницю часу.

Нанофільтраційні мембрани типу ОПМН-П застосовуються для очищення природних та стічних вод від органічних сполук та низькомолекулярних речовин, пом'якшення води, концентрування і очищення сольових розчинів у водопідготовці, біотехнології, хімічній і харчовій промисловостях.

Фізіологічно повноцінна вода повинна мати в собі 2 – 20 мг/дм<sup>3</sup> іонів Na<sup>+</sup> і 25 – 75 мг/дм<sup>3</sup> іонів Ca<sup>2+</sup>, згідно із Державними санітарними нормами та правилами ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Вживання жорсткої води призводить до хвороб серця та нирок.

Значними забруднювачами питної води є і поверхнево – активні речовини. Вони здатні деструктивно діяти на живий організм, порушуючи природні метаболічні процеси на клітинному та субклітинному рівнях.

Досвід роботи діючих очисних споруд свідчить про негативний вплив ПАР на якість процесів водоочищення. Кожен з існуючих способів вилучення ПАР – сорбція іонообмінними смолами, піноутворення, озонування, випаровування, виморожування,

окислення у плазмовому розряді має свої фізико-хімічні, концентраційні та економічні обмеження [2].

Під час видалення іонів натрію та кальцію виявлено, що селективність мембрани при досягненні тиску 1,5 МПа залишалася стабільно високою: при затримуванні іонів  $\text{Ca}^{2+}$  вона досягала 94% , показник для  $\text{Na}^+$  становив 75% , що є досить високим результатом.

Досліджуючи питому продуктивність, отримані дані вказують на те, що найраціональнішим робочим тиском буде 1,5–2,0 МПа, так як при нижчому тиску знесолення буде менш інтенсивним, а при значному його збільшенні питома продуктивність підвищиться несуттєво, при великих затратах на електроенергію.

Другу серію досліджень склало доцільність вилучення з водних розчинів катіонних ПАР на прикладі етонію з використанням нанофільтраційної мембрани.

Під час роботи в лабораторії встановлено, що зі збільшенням робочого тиску від питома продуктивність мембрани ОПМН-П при фільтруванні розчину етонію зростає. Подальше зростання робочого тиску викликає сповільнення збільшення продуктивності мембрани. Це явище можна пояснити ефектом гелеутворення на поверхні досліджуваної мембрани, критерієм існування якого є незалежність характеристик мембрани від величини робочого тиску.

При збільшенні концентрації етонію селективність мембрани зростає до 90 %, але надалі це зростання гальмується, і при вмісті етонію 400 мг/дм<sup>3</sup> селективність складає 94 % , при цьому питома продуктивність мембрани знижується внаслідок утворення гелевого шару ПАР на поверхні мембрани.

Отже, в результаті проведення дослідів можна зробити висновок про високу ефективність нанофільтрації в очищенні як природних так і стічних вод від йонів кальцію та натрію при постійному робочому тиску 1,5 МПа. Також, мембрана проявляє високу затримуючу здатність по відношенню до етонію при робочому тиску 1,5 МПа. Із його підвищенням продуктивність мембрани падає, що пов'язано із явищем гелеутворення на її поверхні. Також вивчено, що зі збільшенням концентрації до 400 мг/дм<sup>3</sup> селективність мембрани зростає, після чого вона залишається сталою, а питома продуктивність починає знижуватись внаслідок гелеутворення на поверхні мембрани, як у випадку дослідження тиску.

#### **Список використаних джерел:**

1. Брик М.Т. Энциклопедия мембран: том 1. К.: Изд. дом «Киево-Могилянская академия». 2006. 658 с.
2. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. Л.: Химия, 1982. 140 с.

**СЕКЦІЯ 6**  
**БУТИЛЬОВАНІ ВОДИ: НОВІ ВИДИ**  
**ПРОДУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІСТЬ,**  
**БЕЗПЕЧНІСТЬ, ФІЗІОЛОГІЧНА**  
**ПОВНОЦІННІСТЬ**

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД БУТИЛЬОВАНИХ ВОД: БЕЗПЕКА ТА ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ

Ірина Андрусішин, Інна Голуб, Олена Лампека

*ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І.Кундієва НАМН», м.Київ, Україна*

Вода має великий вплив на здоров'я людини. Знання про те, як важливі мінеральні речовини та інші складові в питній воді, налічують тисячі років і згадуються вже в давньоіндійських Ведах. Відомості про те, що вода може містити небажані компоненти, є відправною точкою для розробки нормативів якості питної води [1]. Міжнародні норми, що регламентують гранично допустимі концентрації органічних і неорганічних речовин діють в багатьох країнах світу. Ці норми є гарантією безпеки питної води [2]. Наслідки, можливі при вживанні повністю демінералізованої води, не розглядаються, в зв'язку з тим, що в природі така вода практично не зустрічається, окрім, можливо, дощової води і природного льоду.

Важливо, що у документі ДСанПіН 2.2.4-171-10 [3] наводяться показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Цей момент дуже важливий, з позицій фізіологічної повноцінності питної води, особливо для таких елементів як калій, кальцій, магній, йод та інш. У ряді оглядів ВООЗ наводиться переконлива доказова база даних, яка демонструє ефекти від вживання маломінералізованої, дистильованої або обезсоленої води на здоров'я людини.

Питання про вплив на організм мінеральних речовин, які входять до складу бутильованих вод, є в даний час, дуже актуальним. Для питних цілей використовуються різні за призначенням та рівнем мінералізації фасовані питні, мінеральні, лікувальні води. Загальні концентрації неорганічних речовин, розчинених у таких водах, можуть сягати  $10^2$  г / мл.

Відомо, що з водою людина одержує до 25% добової потреби хімічних речовин (до 20% - добової дози кальцію, до 25% - магнію, до 50-80% - фтору, до 50% - йоду з розрахунку вживання 2 л води на добу). Тому, нестача або надлишок МаЕ та МЕ у питній воді може сприяти формуванню та розвитку фізіологічних зрушень, а в окремих випадках бути першопричиною формування патологічних станів [1, 4, 5]. Відомо, що надмірне надходження кадмію з питною водою може призводити до онкологічних захворювань легень та статевій систем, а стронцію - до порушень формування опорно-рухового апарату. Нестача у воді йоду спричиняє захворювання на дифузний зоб щитоподібної залози, а літію – викликає розвиток психічних захворювань (маніакально-депресивного синдрому, шизофренії). В той же час, при лікуванні анемії та деяких захворювань травного шляху призначається мінеральна вода, яка містить миш'як, фтор, бор, йод та інші елементи [1,5].

Систематичне вживання води, що містить шкідливі речовини в кількостях, що перевищують допустимі межі, або корисні хімічні елементи, які знаходяться в межах нижчих фізіологічним нормам, веде до певних фізіологічних зрушень та формуванню патологічних станів. Сучасні виробники бутильованої води випускають питну воду у скляних, або пластикових ємностях. Остання тара найбільш розповсюджена та не впливає на ціну кінцевого продукту, легка та безпечна, коли зроблена з полікарбонату, а вода в ній зберігається у належних умовах. Вибір пластикової або скляної тари сильно залежить від менталітету населення кожної країни. Останніми роками перевагу через стан екології доквілля через надмірне навантаження пластиками споживач все частіше надає більш дорогій скляній тарі. Слід також нагадати, що артезіанська вода може містити ряд важких металів (свинець та миш'як).

Враховуючи вищезазначене, нами були вивчені рівні вмісту 20 хімічних елементів в 32 пробах бутильованої води (джерельної, мінеральної, столової). Вміст хімічних елементів в пробах визначали за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою відповідно до методики [6]. Так, у мінеральних водах вищим за ГДК був вміст кальцію, калію,

магнію, натрію та у деяких видах кремнію. У бутильованій джерельній воді виявлено високий вміст свинцю, кадмію, подекуди – миш'яку, кальцію та кремнію. У бутильованій артезіанській воді спостерігали перевищення вмісту кальцію, магнію, калію, свинцю, кадмію, барію та кремнію.

Отже виявлення та усунення можливого несприятливого впливу хімічного складу питної води на організм є важливим фактором збереження здоров'я населення. Без жодного перебільшення можна сказати, що високоякісна вода, що відповідає санітарно-гігієнічним і епідеміологічним вимогам, є однією з неодмінних умов збереження здоров'я нації.

#### **Список використаних джерел:**

1. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии.- М.: ОНИКС 21 век. Мир, 2004.-215 с.
2. Шестопапов В.М., Набока М.В., Омельчук С.А., Почкайлова Л.П. Безпечність питної води в Європейському і Українському водному законодавстві//Довкілля та здоров'я. 2008.- №4(47).-с.18-25
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної призначеної для споживання людиною. Затв. МОЗ.України від 12.05.2010 р. № 400. К. - 49 с.
4. Проданчук М.Г., Мудрий І.В., Великий В.І. та інші. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення України (огляд літератури), 2006.-№3.-с.4-7
5. Rosborg I. Drinking water minerals and mineral balance [I.Rosborg, F.Koszisek, O.Selinus, [et al.]. – SIP, Switzerland, 2015. – 105 p.
6. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою у воді. ДСТУ ISO 11885:1996.-К.Держспоживстандарт України, 2007-14 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ**

**Олександр Билан, Анна Остапенко, Василь Сидор, Валентина Остапенко**

*Національний університет харчових технологій*

Дана робота присвячена дослідженню різних способів підготовки питної води та визначенню оптимальних з точки зору якості, безпечності, збалансованості мінерального складу та впливу на довкілля. Вихідною водою була вода з бювету (з артезіанської свердловини) та водопровідна.

Робота виконується у декілька етапів. Ми дослідимо якість води до очищення, на етапах попередньої водопідготовки та після пом'якшення. Пом'якшення води буде здійснюватись наступними способами: іонний обмін ( $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{H}^-$ ), зворотній осмос, нанофільтрація, ультрафільтрація. Нижче представлені результати етапу досліджень, де нами досліджено деякі показники якості та визначено переваги та недоліки іонообмінного і мембранних способів підготовки води.

Дослідження здійснювалося на установці в лабораторії води НУХТ. Вона працювала в наступних режимах: вода пройшла попередню підготовку води, і після чого іонообмінник (Na-катіонування) в одному випадку, в другому - зворотньоосмотична установка, в третьому – нанофільтрацію і в четвертому – ультрафільтрацію. Визначали загальну жорсткість води стандартним методом, водневий показник та солевміст за допомогою рН і TDS-метрів відповідно.

Результати досліджень наведені в табл. 1. Де проба 1 – це бюветна вода (вихідна та після етапів очистки), проба 2 – водопровідна вода (вихідна та після етапів очистки).

Таблиця 1. Деякі показники якості води до та після підготовки води

| Місце відбору проби води      | Загальна жорсткість, ммоль/дм <sup>3</sup> |         | Солевміст, ppm |         | pH, одиниці pH |         |
|-------------------------------|--------------------------------------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|
|                               | проба 1                                    | проба 2 | проба 1        | проба 2 | проба 1        | проба 2 |
| вихідна вода                  | 5,93                                       | 3,95    | 453            | 341     | 7,6            | 6,8     |
| після мультимедійного фільтра | 5,92                                       | 3,94    | 451            | 338     | 7,55           | 6,7     |
| після сорбційного фільтра     | 5,91                                       | 3,93    | 451            | 338     | 7,5            | 6,65    |
| після іонообмінного           | 0,2                                        | 0,15    | 375            | 293     | 7,3            | 6,7     |
| після зворотнього осмосу      | 0,1                                        | 0,05    | 11             | 10      | 6,1            | 6,0     |
| після нанофільтрації          | 2,85                                       | 2,49    | 229            | 184     | 7,0            | 6,7     |
| після ультрафільтрації        | 5,3                                        | 3,6     | 398            | 285     | 7,4            | 6,5     |

Таким чином, як видно з табл. 1 загальна жорсткість знизилась після іонообміну на 94-96%, після зворотнього осмосу на 98,7-99,6%, після нанофільтрації 37-52%, після ультрафільтрації на 9-11%; солевміст після іонного обміну знизився лише на 14-17%, після зворотнього осмосу на 96-97%, після нанофільтрації знизився до 50%, після ультрафільтрації – 12-16%. Водневий показник суттєво змінився та не відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 при очистці води зворотнім осмосом, тому така вода не може бути питною без додаткової водопідготовки, після іонного обміну, нано- та ультрафільтрації змінився несуттєво і не потребує коригування.

**Висновки.** На підставі усіх вищезазначених результатів досліджень потрібно зазначити, що застосування способів зворотного осмосу та іонного обміну (Na-катіонування) є ефективними для пом'якшення підземної та поверхневої води. Іонний обмін дає можливість отримати воду низької жорсткості та з оптимальним, для питної води, солевмістом. Але відомо, що даний спосіб має значний недолік відносно збільшення вмісту натрію у пом'якшеній воді. Що особливо важливо при підготовці саме питної води, т.я. даний мікроелемент в поєднанні з калієм відповідає за водний баланс в організмі людини. І оптимальним є співвідношення цих мікроелементів 1:1. Вміст натрію у питній воді більше 50 мг/дм<sup>3</sup>, призводить до затримки води в клітинах організму людини, що негативно впливає на роботу серцевої м'язи, підвищується артеріальний тиск і порушується водний баланс. При використанні зворотнього осмосу вода стає майже повністю демінералізованою, з досить низкою жорсткістю, солевмістом, водневий показник при підготовці води за даною технологією зміщується в кислий бік, тому при виборі такого способу пом'якшення слід враховувати вид вихідної води – поверхнева чи підземна. Вразі використання артезіанської –

застосовувати купажування (знесоленої та природньої), а у випадку водопровідної – повне знесення з послідуною домінералізацією. Вода після ультрафільтрації зазнає незначних змін щодо сольового складу, при такій водопідготовці з води видаляються бактерії та віруси, тому даний спосіб добре підійде для води з незначною жорсткістю, а саме для водопровідної. Оптимальним способом, на нашу думку, для води підземної, води з кюветів є нанофільтраційний. При його застосуванні у воді частково змінюється сольовий склад, видаляються мікроорганізми, незначні важкі метали.

Слід зробити висновки, що оптимальної технології підготовки питної води не існує, бо в залежності від поставленої задачі та призначення необхідно вибирати способи очистки води. При цьому слід враховувати такі основні критерії підбору: екологічність, відсутність хімреагентів, раціональне використання водних ресурсів, збереження нативності складу води тощо.

#### **Список використаних літературних джерел**

1. Б.Н. Фрог. Водоподготовка. – М.: МГУ, 2001. – 680 с.
2. ГОСТ 4151–72. Вода питьевая. Определение общей жесткости воды; Введ. 01.01.74. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 4 с.
3. ДСТУ 4077–2001. Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD); Чин. 01. 07.2003. – К.:Держспоживстандарт, 2003. – 12 с.
4. Корінько, І.В. Інноваційні технології водопідготовки: монографія. / І.В. Корінько, Ю.О. Панасенко.– Харків: ХНАМГ, 2012. – 208 с.
5. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4. – 171 – 10, -[Введ. в дію 01.07.10]. – Київ. – 25с.
6. Б.Е. Рябчиков. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 301 с.Бювети Києва. Якість артезіанської води. За ред. Гончарука В.В. – К.: Геопринт, 2003. – 110 с.

## **ВИКОРИСТАННЯ ШУНГІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ ДОМІШОК**

**Олена Грабовська, Катерина Додонова, Аліна Авраменко**

*Національний університет харчових технологій, м. Київ*

**Вступ.** На сьогодні природні води не завжди відповідають вимогам до питної води для споживання населенням і потребують додаткового очищення. Відомим є використання шунгіту як природного очисника питної води. Шунгіт має вуглецеву основу містить дуже велику кількість елементів, майже всю періодичну таблицю Менделєєва.

З наукової літератури відоме використання шунгіту для видалення з води різних забруднюючих речовин (нафтопродуктів, фенолів, хлорорганічних сполук, важких металів). 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.

Шунгіт – єдиний у світі природний мінерал, що містить фуллерени, які 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.

Крім того, відкритим залишається питання щодо ролі розвинутої поверхні шунгіту в процесах сорбції токсичних забруднювачів. Отже роботи, які проводяться щодо дослідження механізмів сорбції токсикантів природним шунгітом залишаються актуальними на сьогодні.

Метою даної роботи було дослідження механізмів сорбції шунгіту по відношенню до органічних сполук, вміст яких контролюється в природних водах (поверхнево-активні речовини, феноли, гумусові кислоти).

#### **Матеріали і методи.**

У роботі використано комерційний препарат шунгіту, який було попередньо подрібнено та фракціоновано. В якості органічних сполук було використано препарати натрієвої солі гумінових кислот (ГК) фірми "Aldrich" та препарат фульвокислоти, який виділений з бурого вугілля "Леонардиту" (Угорщина), стандартний зразок фенолу МСО 0579:2003 та високочистий препарат аніонної поверхнево-активної речовини (АПАР) додецилсульфату натрію фірми "Serva".

Сорбцію досліджених органічних сполук вивчали у статичному режимі за двома способами. За першим – в конічні колби ємністю 100 см<sup>3</sup> поміщали 50 см<sup>3</sup> попередньо приготовлених в мірних колбах робочих розчинів органічних сполук, додавали сухі наважки тонкої фракції (< 0,26 мм) шунгіту по 0,1 г, струшували колби на механічному вібраторі протягом 6 год. і відстоювали протягом 15 год. Потім тверду фазу відокремлювали від рідкої шляхом центрифугування при швидкості 5000 об/хв. За другим способом сорбцію проводили без струшування, а тільки шляхом відстоювання протягом 3 діб.

Залишкові концентрації АПАР та гумусових кислот визначали спектрофотометричним методом з метиленовим синім та за власним поглинанням при довжині хвилі 277 нм відповідно. Вміст фенолу визначали флуориметричним методом на аналізаторі "Флюорат-02".

#### **Результати.**

Показано, що за першим способом ступінь вилучення органічних забруднювачів залежить від їх концентрації у розчині. Так, для АПАР до концентрації 0,5 мг/дм<sup>3</sup> АПАР вилучення відбувається приблизно на 40-50%, а у діапазоні концентрацій 0,5 – 20,0 мг/дм<sup>3</sup> вилучення становило приблизно 92 %.

Для гумінових кислот навпаки, невеликі концентрації (до 1 мг/дм<sup>3</sup>) ГК майже на 100 % вилучаються шунгітом. Збільшення концентрації ГК до 20 мг/дм<sup>3</sup> знижують ступінь їх вилучення шунгітом до ~55 %. Ізотерма сорбції ГК шунгітом має ступінчатий характер і відображає стан їх існування у розчині. Вилучення фульвокислот шунгітом за першим способом майже не спостерігається. Проте, після відстоювання протягом 3 діб ступінь вилучення фульвокислот суттєво збільшується.

**Висновок.** Адсорбція органічних сполук на шунгіті суттєво залежить від ступеня дисперсності мінералу. Дрібні фракції шунгіту краще вилучають органічні сполуки з водних розчинів.

Доведено, що адсорбція органічних сполук шунгітом однакового ступеня дисперсності суттєво залежить від часу контакту компонентів розчину з поверхнею мінералу. Зі збільшенням часу контакту шунгіту з органічними сполуками, ступінь сорбції збільшується.

### **Список використаних джерел:**

1. Мосин О. В., Игнатов, И. Природный фуллеренсодержащий минеральный сорбент шунгит в водоподготовке и водоочистке/Чистая вода: проблемы и решения. . 2012. № 6. С. 109—115.
2. Орлов А.Д. « Шунгит – камень чистой воды». – ДИЛЯ 2004.

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАПОЇВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

**Наталія Стеценко, Галина Сімахіна**

*Національний університет харчових технологій*

Наразі у нашій країні формується активний попит на оздоровчі та функціональні напої, які у світі позиціонують як напої напрямів «Wellness», «better-for-you», «health», «Fit for fun», «vital». Поки український ринок знаходиться на стадії свого розвитку, в інших країнах представлений широкий асортимент напоїв, які крім здатності втамовувати спрагу, володіють додатковою користю для здоров'я людини. Медициною багатьох країн напій визнано оптимальною формою харчового продукту, який варто використовувати для збагачення організму людини біологічно активними речовинами.

Дослідження останніх років свідчать про суттєве розширення сфери застосування питних мінеральних вод. Поряд з традиційними способами їх застосування з лікувальною метою при різних соматичних захворюваннях, створюються рекомендації до їх вживання для неспецифічного підвищення загальної резистентності організму до дії патологічних та інших несприятливих чинників навколишнього середовища і діяльності людини.

Корисність і лікувальні властивості мінеральних вод обумовлюються вмістом у них солей, що знаходяться в іонізованому стані, газовим складом, підвищеним вмістом біологічно активних речовин (бром, йод, залізо, миш'як, органічні речовини). Самими значущими вимогами для основи напою можна вважати рівень мінералізації, основний іонний склад, вміст специфічних компонентів, у тому числі мікроелементів.

Відомо, що питні мінеральні води суттєво розрізняються за силою лікувального впливу, що зумовлено особливостями їх фізико-хімічного складу: різним ступенем мінералізації, яка знаходиться у діапазоні 3-12 г/л, а також співвідношенням одновалентних та двовалентних іонів. Найбільший вплив на гормональну регуляцію обміну речовин мають мінеральні води з концентрацією солей 9-12 г/л з переважанням одновалентних катіонів та аніонів: натрію, хлору, гідрокарбонату [1].

Основну частку розчинних у воді мінеральних речовин становлять 6 найважливіших іонів: 3 катіона – натрію, кальцію, магнію, а також 3 аніона – хлориду, сульфату, гідрокарбонату. Води гідрокарбонатного типу не викликають негативної реакції організму. Більш того, у присутності гідрокарбонатного іону краще засвоюються макро- та мікроелементи. З'єднуючись зі шлунковим соком, гідрокарбонатний іон виділяється у вигляді вуглекислого газу, завдяки чому посилює секреторну діяльність шлунка. Присутність у гідрокарбонатних водах кальцію підвищує їх протизапальну дію.

Сульфатний іон знижує шлункову і підвищує кишкову секрецію, стимулює моторику жовчного міхура, підсилює моторику кишечника. Сульфатно-хлоридні води є ефективними при поєднанні запального процесу у жовчній системі зі зниженою секрецією шлунка.

Вперше модифікацією слабомінералізованих газованих вод наприкінці 1970-х років зайнялися у компанії «Pergier» (Франція), де почали використовувати екстракти лікарських рослин та ефірні олії як компоненти, що здатні модифікувати склад та аромат продукту. Так були створені води серії Sophiawood, Agnes B, Pauljoe, Dita Von Teese.

Використання екстрактів з рослинної сировини і зараз залишається перспективним напрямом створення напоїв оздоровчого та профілактичного призначення, адже екстракти містять велику кількість біологічно активних речовин різної фармакологічної спрямованості. При поєднанні з мінеральною водою вони сприяють підвищенню адаптивних можливостей організму, активізують захисні механізми, підвищують імунну активність, нормалізують функціональну діяльність організму. Ефективним визнано використання екстрактів та відварів женьшеню, вівса, люцерни, плодів і квіток глоду, зеленого чаю, трави пустирнику, плодів шипшини, листя м'яти перцевої, бурих водоростей та багатьох інших [2].

Останнім часом велика увага приділяється напоям підвищеної біологічної цінності, а також функціональним напоям, що містять збалансований склад вітамінів, макро- і мікроелементів. У Європі активно розробляють продукцію безалкогольної промисловості з особливими, заданими властивостями, до складу якої входять мінеральні води, рослинна, плодово-ягідна та інша сировина. Такі напої відносять до типу «шорлі», які представляють собою комбінацію натуральної мінеральної води і приблизно 55% фруктового соку, переважно яблучного, який можна комбінувати із соками інших фруктів та ягід. Шорлі чудово втамовує спрагу на відміну від соків і солодких газованих напоїв, а також має низьку енергетичну цінність, що робить його дуже привабливим для людей, що стежать за масою тіла.

Розширення асортименту безалкогольних напоїв оздоровчого призначення із застосуванням природних мінеральних вод дозволить покращити мікронутрієнтний харчовий статус населення країни.

#### **Список використаних джерел:**

1. Козлова В.В., Фролков В.К., Пшукова И.В., Саградян Г.В., Абрамцова А.В. Некоторые итоги и перспективы модификации питьевых минеральных вод различной минерализации. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017. №1. С. 17-20.
2. Гриднев В.П., Мамонова Н.В., Задорожная Н.А. Исследование сочетанного применения минеральной воды и лекарственных растений в качестве регуляторов желудочной секреции. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2003. №6. С. 110-112.

**СЕКЦІЯ 7**  
**ВОДООБОРОТНІ СИСТЕМИ В**  
**ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИЦІ.**  
**ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ**  
**СТІЧНИХ ВОД**

## БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ДРІЖДЖОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Наталія Бублієнко, Олена Семенова, Тетяна Сулейко

*Національний університет харчових технологій*

Одним із найпотужніших факторів забруднення навколишнього середовища є стічні води підприємств харчової промисловості, значна частина яких є висококонцентрованими. До останніх належать стоки підприємств дріжджової промисловості, що містять специфічні забруднювальні компоненти значної концентрації, а отже скидання їх у системи каналізації є недопустимим [1].

Перспективним способом очищення таких стічних вод є біологічний, що поєднує обробку стоків в анаеробних і аеробних умовах, і дає змогу не лише вирішити екологічну проблему, але й є економічно привабливим за рахунок використання деяких цінних компонентів – біогазу і активного мулу.

Досліди проводились на кафедрі екологічної безпеки та охорони праці НУХТ. Використовувалась лабораторна установка, яка включала метантенк, газгольдер, аеротенк-змішувач і вторинні відстійники. Процес відбувався в періодичному режимі.

Були використані стандартні методики для визначення основних гідрохімічних і технологічних показників очищення води (ХСК, кількість біогазу, вміст метану в ньому, навантаження на активний мул і його приріст в аеротенку, глибина очищення).

Очищувались концентровані стічні води цеху сепарації хлібопекарських дріжджів, що мали забрудненість за ХСК 5 500 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>.

На першому етапі здійснювалась метанова ферментація стоків при температурі 50 °С (термофільний режим бродіння). При періодичному режимі доза щодобового завантаження становила 25 та 50 % від загального об'єму культуральної рідини реактору.

Тривалість бродіння при 25 та 50 % дозі завантаження становила 4 та 6 діб, відповідно. Дані свідчать про пряму залежність часу бродіння від концентрації забруднень в стоках.

Кінцеве значення ХСК – 1 080 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>, глибина збродження – 81 %. Процес супроводжувався утворенням біогазу: 4,96 і 4,13 дм<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> для 25 і 50 %-ої дози завантаження, а вміст метану в ньому був 81 і 79 %, відповідно.

Найінтенсивніше процеси трансформації забруднень та газогенерації відбуваються в експоненціальній (логарифмічній) фазі росту мікроорганізмів анаеробного активного мулу, що і підтверджується дослідними даними. Просліджується чітка залежність між процесами очищення та синтезу біогазу. Так, найбільше виділення біогазу відбувається при максимальному споживанні поживних компонентів стоків. При підвищенні дози завантаження, інтенсивність процесів очищення та газогенерації знижується, що підтверджує уявлення про діяльність мікроорганізмів в умовах підвищення вмісту забруднюючих речовин.

Отриманий біогаз використовують як альтернативний вид палива, отримуючи теплову або електричну енергію. Біогазу утворюється така кількість, яка здатна забезпечити необхідний температурний режим у метантенку.

Також у процесі бродіння накопичується надлишковий анаеробний активний мул, який містить сполуки азоту, фосфору, калію, вітаміни групи В. Цей мул вільний від термочутливих патогенних мікроорганізмів, гельмінтів, насіння бур'янів. Усе це зумовлює можливість використання мулу як добрива або добавки до корму сільськогосподарських тварин.

Для доочищення стічних вод після метанового бродіння використовувався аеротенк-змішувач [2 - 3]. Основним вхідним показником були кінцеві значення ХСК стічної рідини після метанової ферментації.

Обробка аеробним мулом здійснювалась в періодичному режимі в лабораторному аеротенку. Концентрація мулу становила 3,0 – 3,5 г/дм<sup>3</sup>. Тривалість аерації 11 годин, кінцеві значення ХСК – 30 О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, глибина очищення 97,3 %. Подальша аерація практично не призводить до зниження забрудненості, що вказує на межі можливого очищення при даних умовах.

Навантаження на аеробний активний мул при обробленні таких стічних вод становило 0,58 г ХСК/г активного мулу, приріст мулу – 270 мг/дм<sup>3</sup>.

Проведені досліді довели, що застосування анаеробно-аеробної технології біологічного очищення стічних вод дріжджового підприємства забезпечує практично повне вилучення забруднень за ХСК. Так, загальна глибина очищення стічних вод досягає показника 99,4 %. Важливим є можливість підвищення ефективності процесу за рахунок використання біогазу та активного мулу, збагаченого цінними біологічно активними компонентами.

#### **Список використаних джерел:**

1. Апостолук С.О. Екологічна безпека стану питної води в Україні / С.О. Апостолук // Промислова екологія. – 2013. – №1. – С. 14–15.
2. Пат. 75309 Україна, МПК С02F 11/02 (2006.01). Аеротенк-прояснювач / Семенова О.І., Ткаченко Т.Л., Бублієнко Н.О., Шилофост Т.О.; власник Національний університет харчових технологій. – № у 2012 06205; заявл. 23.05.2012; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
3. Семенова О.І., Бублієнко Н.О., Шилофост Т.О., Решетняк Л.Р. Склад організмів активного мулу при очищенні вуглеводневмісних стічних вод та стоків агропромислового комплексу // Продовольчі ресурси. – 2018. – № 10. – С. 237 – 243.

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ОЧИСНИХ СПОРУД ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

**К.С. Галушка**

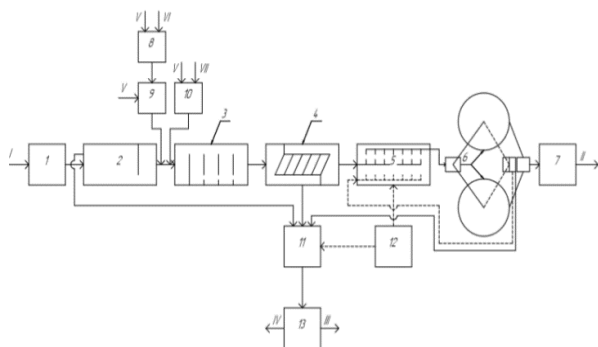
*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

*Проведено порівняльний аналіз роботи очисних установок молокозаводу, було розроблено проект по модернізації існуючої технологічної схеми очищення стічних вод, знайдено ефективний метод очистки стічних вод, зроблено висновки, щодо доцільності його використання.*

З розвитком високоефективних та економічних технологій, які використовуються на молокопереробних підприємствах, кількість води, яка споживається у виробничому циклі, зменшується. Найбільш забрудненими є виробничі стічні води, кількість яких становить 85-90% забруднень, куди потрапляють молоко та молочні продукти, розчинені органічні та неорганічні речовини та сторонні предмети, крім того сполуки азоту, фосфору, солі калію, марганцю, вітаміни А, С, Д, В, В<sub>2</sub>, ферменти. Активна реакція стічної води молокозаводу нейтральна, слаболужна, але легко переходить у кислу внаслідок зброжування молочного цукру. Стічні води мутно-білого, жовтуватого кольору.

Метою роботи було визначити найпростішу та ефективну технологічну схему очищення стічних вод молокопереробного підприємства з дотриманням відповідних екологічних норм.

Розроблено проект по модернізації існуючої технологічної схеми очищення стічних вод. Для цього було використано введення флокулянту (поліакриламід), для покращення якості очистки вод; заміну застарілого методу дезинфекції-хлорування, на озонування. Дана технологічна схема є доцільною для використання на молокозаводу, оскільки призводить до ефективного очищення стічних вод до поставлених норм, є зручною у експлуатації та економічно вигідна.



*Рис. 1 – Технологічна схема очищення стічних вод молокозаводу: 1-приймальна камера; 2-жировловлювач; 3-дирчастий змішувач; 4-тонкошаровий відстійник; 5-аеротенк змішувач активного мулу; 6- радіальний відстійник; 7- ультра фіолетові лампи в кожухах; 8-розчинний бак коагулянту; 9-витратний бак коагулянту; 10- витратний бак флокулянту; 11-стабілізатор аеробного осаду; 12- компресор; 13-фільтр прес.*

#### Список використаних джерел:

1. С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський. «Промислов екологія»-друге видання. — Знання, 2012-430 ст.
2. В.С. Джигирей «Екологія та охорона навколишнього природного середовища». — Знання 2006-319ст..
3. Яковлев С.В., Я. А Карелін, А. В. Жуков, С. К. Колобанов. «Каналізація» - видання п'яте, перероблене і доповнене .— Стройиздат, 1975.

## ОРГАНОКРЕМНЕЗЕМНІ СОРБЕНТИ ФУНКЦІОЛІЗОВАНІ КИСЛОТНИМИ ГРУПАМИ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ ТА РІДКОЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ

**К.С. Галушка**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

*Проведено дослідження модифікованих кремнеземів, функціолізованих кислотними групами зроблено висновки, щодо можливості їх використання для очистки стічних вод промисловості від важких та рідкоземельних металів.*

Цікавість до модифікованих кремнеземів, а особливо до активованих матриць на основі функціональних органокремнеземів зростала через перспективи їх використання для різних видів хроматографічного розділення, одержання прищеплених металокомплексних каталізаторів іммобілізованих ферментів та інших біологічно активних сполук. Особливо стрімко кремнеземи з хімічно модифікованою поверхнею увійшли в практику високоефективної рідинної хроматографії, як із зворотніми фазами, так і в нормальному фазному варіанті.

Метою роботи було дослідження характеристик синтезованих органокремнеземних сорбентів на основні їх фізико-хімічних та структурноадсорбційних властивостей. Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва, що базується на принципі безвідходності.

Введення в структуру ксерогелю функціональних груп на ранніх стадіях синтезу забезпечує високу концентрацію активних сорбційних центрів, причому можна

використовувати багатокомпонентні системи. Метод дозволяє цілеспрямовано впливати на розміри та упаковку кремнеземних глобул в процесі формування гелю, що є ключовим пунктом в науковому підході до синтезу матеріалів із заданою пористою структурою.

На основі даних рентгенофазового аналізу та скануючої електронної мікроскопії з'ясовано, що природа функціональної групи впливає на ступінь упорядкованості структури одержаних матеріалів.

Кислоти збільшують обсяг пор. Передбачається проникнення в межміцелярний простір дегідратуючи міцели гідрогелю, обумовлюючи зміцнення скелета гелю і меншу його деформованість при остаточній сушці; в результаті обсяг пір силикагеля зростає. При цьому не враховувалася специфіка природи кислоти, концентрація її розчину і, нарешті, первісна структура гідрогелю.

#### **Список використаних джерел:**

1. Айлер Р. К. Химия кремнезема. / Р. К. Айлер; пер з англ. Л.Т. Журавльова. – М.: Мир, 1982. – Ч.1. – 416 с.
2. Фенелонов В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов / В.Б. Фенелонов. – Новосибирск: СО РАН, 2004. – 440 с.
3. Финн Л.П. Строение и термодеструкция ксерогелей полиорганосилоксанов по данным ИК-спектров / Л.П. Финн, И.Б. Слиякова // Коллоид. журн. – 1975. – Т.37, №4. – С.723 – 729. 94

## **ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД**

**Ірина Горашенко, Інна Бондарчук**

*Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського*

До 70 відсотків важких металів потрапляють до організму людини з водою. Низька якість питної води зумовлюється неякісним очищенням стічної води від важких металів, що призводить до погіршення стану здоров'я людини [1].

Мул - це тип донних відкладень, який виступає у ролі суміші сорбентів і забезпечує акумуляцію важких металів: міді, цинку, марганцю. Під час накопичення важких металів в активному мулі його стан поступово погіршується. Одним з методів очищення стічних вод – є засіб очищення стічних вод від важких металів ферментними препаратами [1]. Найбільш розповсюдженими установками для проведення біологічного очищення стічних вод вважаються споруди, оснащені аеротенками [2]. Інтенсивність процесу окислення в аеротенках залежить від чинників: відповідності технологічних параметрів, температури, співвідношень концентрації розчиненого кисню та дози активного мулу до об'єму стічної води, балансу джерел біогенних елементів; адаптованості живих організмів, утворення специфічної мікрофлори під час очищення концентрованої стічної води та симбіотичного характеру життєдіяльності мікробних асоціацій [2]. Відомо, що існуючі технологічні схеми роботи аеротенків передбачають складність проведення біологічного очищення стічної води, а саме: нерівномірність надходження стічних вод, біообростання стінок споруд, складність системи впуску та випуску стічної рідини, нерівномірна аерація мулової суміші стисненим повітрям руйнування залізобетонних конструкцій. Так, біофільтри з обертовим навантаженням поєднують в собі позитивні якості біофільтрів та аеротенків, в них працює прикріплений



біоценоз, є можливість регулювання часу перебування стічних вод. Однією із сучасних установок можна вважати мембранний біологічний реактор, який дозволяє вирішити два взаємопов'язаних завдання - очищення стічної води в біореакторі та розподілення фаз у мембранному блоці [3]. Ефективними напрямками інтенсифікації процесу біологічного очищення в аераційних спорудах є підвищення працюючої концентрації та використання усієї біомаси біоценозу в процесі біоочищення. З метою підвищення концентрації активного мулу вирисовується пристрій, який включає комплекс споруд: аеротенк, вторинний відстійник та модуль фільтрування у контурі рециркуляції. Разом з тим, очищення стічної води підприємств харчової промисловості має свою особливість. Склад стічної води підприємств харчової промисловості має велику кількість жиру, тому на першому етапі очищення поблизу джерел скидання забруднених стоків встановлюють жируловлювачі, після чого максимально знежирена вода потрапляє до барабанного сита, де відбувається механічна очистка від великих часток. Далі вода потрапляє на реагентну обробку. В залежності від рН середовища проводять корегування даного показника для якісної дії коагулянтів, які працюють при визначеному рН середовищі. Коагулянт і флокулянт додаються почергово до трубчатого флокулятора, де відбувається ретельне перемішування зі стічною водою. Застосування реагентів дає можливість не тільки покращити якість очищення стічної води, але й прискорити процес очищення в декілька разів. Наступним етапом в очищенні стоків харчової промисловості є флотаційне очищення, яке призначене для більш глибокого видалення з води жирів та дрібнодисперсних домішок-забруднювачів. Очищена на етапі первинної обробки вода направляється на біологічну очистку до аеротенку, де відбуваються біохімічні процеси (нітрифікація, денітрифікація, сульфат редукція, дефосфорація, тощо), зменшення органічних речовин та біогенних елементів. Осад із барабанного сита та аеротенка направляється на згущення та зневоднення, отриманий фугат (вода яка отримана після зневоднення осаду) повертають на первинний етап очищення. Очищена вода надходить на знезараження, після чого скидається до каналізаційних мереж (на місцеві очисні споруди) або до водойм.

Отже, стічні води, що утворюються на підприємствах харчової промисловості, по органічним забруднювачам являють собою складні полідисперсні системи. Для безпечного скидання подібних стоків в каналізаційну мережу потрібна наявність на території підприємства локальних очисних споруд, що забезпечують очищення стічних вод від жиру і суспензій, та інших забруднень. Складний склад стоків підприємств харчової промисловості обумовлює багатостадійність технологічних схем очищення. Вимоги до складу стоків, що скидаються в каналізацію, диктують необхідність проведення досліджень та розробки сучасних схем очищення, а також інтенсифікації роботи очисних споруд на підприємствах.

#### **Список використаних джерел:**

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води/ А.К. Запольський. — К.: Вища школа, 2005. — 672 с.
2. Корнієнко І.М., Волошин М.Д. Інтенсифікація біологічного очищення стічних вод збільшенням дози активного мулу //Вопросы химии и химической технологии. — 2004. — № 4. — С. 216 — 219.
3. Корнієнко І.М., Волошин М.Д., Полянчиков О.І. Визначення важких металів у гідробіонтів *Herpobdella octoculata* та *Asellus aquaticus*, вилучених з очисних споруд //

## MAINTENANCE OF MBR & MBBR COMBINATION BY LABORATORY ANALYSES

Yuliia Dzhiora

*Cherkasy State Technological University*

*Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway*

**Background.** Combination of MBR & MBBR became often used for the effective cleaning of wastewater. This system has high robustness and reliability, but should be adjusted according to the water content, flow rate, purpose of permeate etc. In this study pilot scale combination was investigated for fouling mitigation. To determine optimal condition, combination should be systematically examined as well as diverse analyses should be taken in order to trace the dependence of hydrodynamic parameter with biological growth and fouling. After such adjustment, system works with stable moderate fouling rate [1]. During that time were defined that not all the suggested analyses correlate with hydrodynamic data.

### Materials and methods

**Study set-up.** The investigation was conducted in the Norwegian University of Life Sciences. Wastewater source was sewage from campus in Ås, Norway. The studies were conducted with co-financing by the European Union's ERASMUS<sup>+</sup> Project and under the support of Ecomotive AS.

**Pilot plant combination.** The PP consists of 3 main parts (figure 1). MBBR treatment (there was used two tanks of MBBR to reduce the workload for separational part [2]). After MMBR part water comes for followed separation in membrane tank and farther directed to the permeate tank.

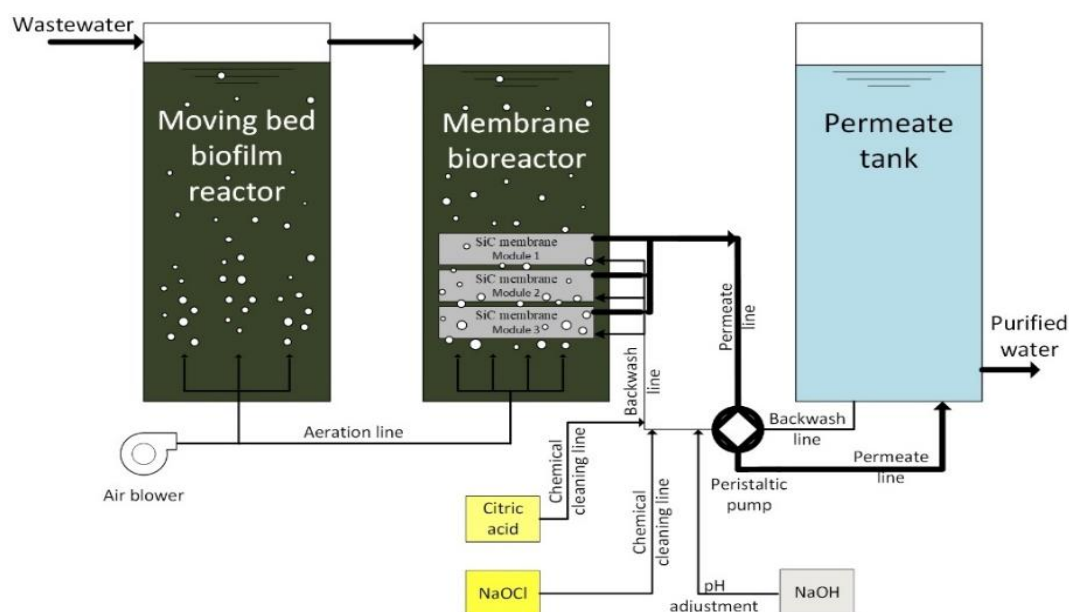


Figure 1 – Schematic representation of filtration mode of MBR & MBBR combination

System in operation mode works continuously according to defined filtration cycles. Each cycle as well splits on the filtration, relaxation and backwash time. Relaxation and filtration are necessary but limiting part of the filtration cycle. Due to these stops and positive pressure during backwash, system loses productivity. Backwash is necessary to maintain optimal conditions for

filtration, that includes low transmembrane pressure (TMP) and high permeability (P) and subsequently low fouling rate [2].

*Separation membranes.* In the MBR part of the combination a set of ceramic membranes with followed characteristics was used to purify wastewater (table 1) [3].

Table 1 – Characteristics of membrane

|                                                |                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Membrane                                       | Flat-sheet SiC MF membranes produced by Cembrane Inc.  |
| Filtration area, m <sup>2</sup>                | 0.276 m <sup>2</sup>                                   |
| Theoretical capacity(gross), m <sup>3</sup> /d | 0.96                                                   |
| Aeration                                       | Continuous via aerator diffusers with 2 mm perforation |

**Results and discussions.** During operational time of PP, there was conducted analysis of raw wastewater, mixed liquor (ML) from MBBR, activated sludge (AS) from MBR and permeate. There were chemical oxygen demand (COD) together with nitrite content as a correction factor for COD, mixed liquor suspended solids (MLSS), relative hydrophobicity (RH) and capillary suction time (CST). While COD, MLSS and CST have shown good correlation with TMP, that represents fouling development; there were no correlation for RH.

COD completely correlates with value of TMP, therefore this laboratory analysis also could be used for system state assessment. According to gathered information, could be concluded that MBBR stage plays important role in the system, because different COD value in raw water doesn't have big effect on COD in separation tank. That mean that separation tank was operated under stable performance conditions even though loading rate was different. It is also approved by effluent quality, that stays on the same level all the time.

MLSS is one of main characteristics of biomass (mixed liquor in MBBR and activated sludge in separation membrane tank). MLSS value shows biological growth in the volume of treated wastewater. It is highly dependent on changes in system. Every increasing of TMP (decreasing of  $P_N$ ) correlate with MLSS value (that grows as well). This value help to assess state of biosystem and decide which volume of activated sludge should be discharged (excess amount of sludge should be removed from separation chamber and partially recycle to MBBRs).

SVI analysis also was provided to evaluate settling ability of sludge. Settling ability dependent of biomass characteristics and decrease with MLSS decreasing. In addition, this value help to maintain system condition (table 2). For normal operational conditions SVI value should remain at the range from 100 to 250 mL/g. Such conditions maintain good settlement ability of the sludge as well as low permeate turbidity.

Table 2 – SVI value and sludge characteristics (4)

| SVI      | Sludge characteristics                                                                                                                                 | Maintenance of the system                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ↑        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ compact &amp; dense;</li> <li>• bulking or too young sludge;</li> <li>• slow settlement ability.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ discharge rate;</li> <li>• ↑ returning sludge rate.</li> </ul> |
| ↓        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ compact &amp; dense;</li> <li>• older sludge;</li> <li>• fast settlement ability.</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ discharge rate;</li> <li>• ↓ returning sludge rate.</li> </ul> |
| Constant | the same characteristics                                                                                                                               | —                                                                                                         |

**Conclusion.** In order to get the best performance of the wastewater treatment system, it should be adjusted for the specific treatment conditions. For the MBR & MBBR combination,

analytical methods should be used (determination of COD, MLSS, VSS, NO<sub>2</sub> content and CST analyses) to maintain system in the optimal conditions.

#### **References:**

1. Дзигора Ю.В. Комбіноване біомембранне очищення стічної води // Ресурси природних вод Карпатського регіону / Проблеми охорони та раціонального використання. Матеріали Вісімнадцятої міжнародної науково-практичної конференції (м.Львів, 23–24 травня, 2019р.): збірник наукових статей – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2019. – С. 117-118.
2. Dzhigora Yuliia Combination of moving bed biofilm reactor and membrane bioreactor for wastewater treatment // Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения: материалы Международной конференции, посвященной 145-летию УП «Минскводоканал», Минск, 13-14 февраля 2019 г.: в 2 ч. - Минск: БГТУ, 2019. – Ч. 2. – С. 147-150.
3. Cembrane Inc. (2016). Operation & Maintenance manual for SiCFM submerged MF/UF Flat Sheet Membrane.
4. Yousuf, I. (2013). METHODS FOR ESTIMATION AND COMPARISON OF ACTIVATED SLUDGE SETTLEABILITY Paper Presented by: Imraan Yousuf Author: Imraan Yousuf, Product Quality Support Officer, Gold Coast City Council 38th Annual WIOA Qld Water Industry Operations Conference METHODS, (95).

## **МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСООБМІНУ БАШТОВОЇ ГРАДИРНІ ТЕЦ**

**Олександр Єщенко**

*Національний технічний університет України*

*«КПІ імені Ігоря Сікорського»*

**Микола Єщенко**

*Національний університет «Києво-Могилянська академія»*

Частину електричної і теплової енергії виробляють ТЕЦ загального користування, які входять до складу систем централізованого теплозабезпечення міст. Баштові випаровувальні градирні є основним компонентом системи зворотного водопостачання для охолодження циркуляційної води на ТЕЦ і підвищення ефективності процесу тепло масообміну в градирні є вкрай важливим для забезпечення оптимальних режимів роботи конденсаційного устаткування.

Для інтенсифікації тепломасообмінних процесів в градирні необхідно виконати розрахунково-аналітичне дослідження процесу в градирні для виявлення впливу режимних параметрів та конструктивних рішень, а при модернізації застосувати сучасні високотехнологічні конструктивні елементи.

Процес охолодження циркуляційної води всередині градирні є процесом теплообміну (вода обмінюється теплом з повітрям) ускладненим за рахунок масообміну. Рухомою силою тепломасообміну виступає різниця температур води і повітря, точніше їх ентальпії і яка має місце при їх безпосередньому контакті. При цьому кожна з фаз (рідина, газ) знаходиться під дією різниці потенціалів (температур, концентрацій) а на межі їх розділу встановлюється рівноважний стан.

На інтенсивність процесу тепломасообміну з яким пов'язана ефективність градирні впливає доволі факторів головними серед яких є:

- рівномірність розподілення фаз (повітря, вода) в вертикальній і горизонтальній площині внутрішнього об'єму градирні;

- конструктивні особливості контактних пристроїв, насамперед водо- зрошувача, які впливають на час контакту фаз та питому міжфазну поверхню;

- конструкції диспергуючих пристроїв для циркуляційної води (форсунок);

- параметри (теплові та гідрогазодинамічні) потоків води і повітря.

Теоретичний та розрахунковий матеріал [1,2] дає можливість проаналізувати значення параметрів процесів в градирні та визначити їх вплив на конструктивні характеристики та движучі сили (потенціали) для підвищення ефективності процесу тепло- і масообміну в елементах градирні.

З наведеного матеріалу видно, що частка тепла від води до повітря, передається «сухим процесом» інтенсивність якого характеризує « $\alpha$ » (коефіцієнт теплообміну). А частка тепла передається теплотою фазового переходу інтенсивність якого характеризує « $\beta$ » (коефіцієнт масообміну). Співвідношення вказаних часток залежить від параметрів повітря, що надходить до градирні і формування міжфазної поверхні в реакторному об'ємі (зрошувальної насадки).

Повітря поглинає тепло і масу (вологість) від води і виходить з градирні в насиченому стані ( $\phi = 100\%$ ). За умови низького теплового навантаження повітря може бути ненасиченим. Масоперенос (випаровування) здійснюється тільки складовою прихованої теплоти фазового переходу і пропорційний зміні відносної вологості повітря.

Величина випаровування в умовах клімату середньої полоси складає 1% від загальної витрати циркуляційної води на кожні  $7^{\circ}\text{C}$  температурного перепаду ( $\Delta t = t_1 - t_2$ ) і, в основному, залежить від  $t$  по «сухому термометру» зовнішнього повітря, що входить до градирні.

В якості вихідних даних при проектуванні градирні входять: витрата циркуляційної води; витрата повітря; температура води (вхідна і вихідна) розрахункові кліматичні умови; технологічні та конструктивні параметри зрошувача; теплові та гідравлічні характеристики охолоджуваного обладнання (конденсатора).

Загалом, виконуються три види розрахунків:

- визначення кінцевої температури охолоджувань в градирні води  $t_2$ ;

- густина зрошування  $q_{\text{ж}}$ ;

- площа зрошування градирні  $F$ .

Також, проектні параметри разом з вихідними даними та вказаними видами розрахунків використовуються для оцінки роботи конкретної градирні в процесі експлуатації та реконструкції.

Розрахунки виконуються за такими основними способами: за допомогою комп'ютерної техніки з використанням спеціально розроблених програм, по графікам (номограмам), простим розрахунком згідно алгоритму.

Для дослідження процесів тепломасопереносу в градирні з метою їх послідуочної інтенсифікації важливим є розрахунок та визначення двох величин: середньої різниці ентальпій ( $\Delta I_{cp}$ ), як рухомої сили процесу та безрозмірного критерія Меркеля ( $Me$ ), використовуючи вирази:

$$\Delta I_{cp} = \frac{I_k - I_n}{\int_{I_k}^{I_n} \frac{dI}{(I_n - I_k)}}$$

$$Me = \frac{\Delta t C_{ж}}{K \Delta I_{cp}} \approx Ah \lambda^m$$

де  $I_k, I_n$  - кінцева і початкова ентальпія охолоджувальної (циркуляційної) води;

$\Delta t$  – перепад температур охолоджувальної (циркуляційної) води;

$A$ - емпіричний коефіцієнт, що характеризує конструктивні особливості зрошувача;

$h$  – висота зрошувальної насадки;

$\lambda$  – відношення масової витрати повітря до масової витрати води.

Для розробки програми розрахунку середньої різниці ентальпій повітря та критерію Меркеля для градирень було використано мову програмування Python 3.7 та платформу Anaconda. Середовище для розробки (IDE) – Spyder. Була використана бібліотека matplotlib для побудови графіку співвідношення результуючого критерію Меркеля із вхідним параметром, температурою на термометрі (Upsilon) від 15 до 25 град. Цельсія.

Середня різниця ентальпій повітря (**deltaIcp**) знайдена за інтегральним методом шляхом інтегрування за Сімпсоном. Критерій Меркеля (**Me**) отримано за методом Чебишева, а також двома іншими способами (**Me2, Me3**).

Отриманий за результатами розрахунків графік  $Me = f(t)$  має вигляд (Рис.1).

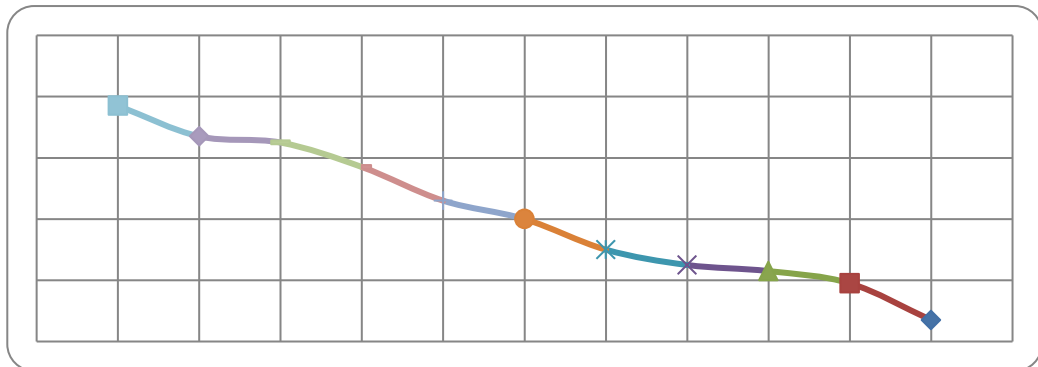


Рис.1 Залежність безрозмірного критерія Меркеля від температури повітря

Спираючись на результати розрахунків  $\Delta I_{cp}$  та  $Me$  можна оцінити вплив параметрів контактуючих середовищ (повітря, вода) з метою оптимізації процесу тепломасопереносу в об'ємі зрошувальної насадки, а також вибрати оптимальні рішення щодо її конструктивних характеристик.

#### Список використаних джерел:

1. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие/ Под общ. ред. В.С. Пономаренко.- М.: Энергоатомиздат.- 1998.-376с.
2. Лаптев А.Г., Ведьгаева И.А. Устройство и расчет промышленных градирен.- Казань: КГЭУ.-2004.-180 с.

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ БАРОМЕМБРАННОГО ПРОЦЕСУ ОЗОНУВАННЯ З МЕТОЮ ПОВНОГО ВИКОРИСТАННЯ НАНОФІЛЬТРАЦІЙНОГО ПЕРМЕАТУ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

Володимир Захаров, Юрій Змієвський, Валерій Мирончук, Олександр Устінюк  
*Національний університет харчових технологій*

**Вступ.** Однією з ключових тенденцій розвитку промисловості у 21 ст. є максимально повне використання вторинних сировинних ресурсів з метою зменшення скидів у навколишнє середовище. Велика кількість та різноманіття стічних вод харчових підприємств викликають необхідність розроблення нових способів їх очистки, з врахуванням особливостей кожної з галузей. Одним з таких напрямків стало розроблення способу повного використання нанофільтраційного (НФ) пермеату молочної сироватки.

**Матеріали та методи.** Авторами пропонується використовувати процес озонування і подальшої сорбції для використання НФ пермеату молочної сироватки. Дослідження озонування відбувалось із застосуванням фізичного експерименту - барботування озono-газової суміші через шар оброблюваного розчину. Кількість затраченого на процес озону визначалась з допомогою йодометричного методу, який полягав у визначенні еквівалентної кількості озону, який вступив у реакцію з йодидом-калію, титруванням. В подальшому НФ пермеат до та після оброблення розділявся на баромембранний установці. В кінці аналізувалися процес протікання мембранного розділення та склад оброблюваних розчинів.

**Результати і обговорення.** Дослідження розділення НФ пермеату молочної сироватки озонуванням у поєднанні з подальшим її очищенням на активованому вугіллі в порівнянні з розділенням необробленого пермеату дозволило отримати наступні результати: підвищення продуктивності мембран зворотного осмосу в межах 25...30 %; вихід пермеату із установки зворотного осмосу збільшився з 88,0 % до 94,5 %; вихід кількість концентрату із установки зворотного осмосу зменшився вдвічі, з 12,0 % до 5,5 %. Було досягнуто видалення половини сухих речовин у вигляді органічних складових. Це дозволило отримати пермеат з концентрацією сухих речовин біля 0,01 % та концентрат з 4,50 %, переважну кількість яких складає мінеральний вміст, на відміну від співвідношення мінеральних солей до органічних складових рівним 50:50 без застосування запропонованого оброблення. Зменшена кількість сухих речовин у пермеаті після зворотного осмосу дозволяє використовувати його у якості води для миття обладнання, а концентрат з підвищеним мінеральним вмістом - для отримання мінеральних концентратів солей природного походження.

**Висновок.** Запропонований спосіб інтенсифікації баромембранних процесів, окрім підвищення продуктивності мембран, дозволив зменшити використання води для потреб виробництва та зменшення кількості скидів у систему водовідведення, за рахунок використання вторинних сировинних ресурсів.

## ЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Віктор Ковальчук

*Національний університет водного господарства та природокористування*

У харчовій промисловості України працює більше 22 тисяч компаній на яких зайнято близько 1 млн осіб, а її частка в загальному промисловому виробництві сягає 15-21%. Харчова промисловість характеризується використанням великої кількості води на одиницю продукції, утворенням висококонцентрованих стічних вод, які не містять токсичних домішок, проте, часто мають значення рН, що виходять за межі рекомендованого діапазону 6,5-8,5, можуть мати значні концентрації жирів і вимагати коригування вмісту біогенних елементів. З огляду на потенційну здатність до біологічного розкладу органічних забруднень і технологічні, економічні та екологічні переваги, вирішальну роль у запобіганні забрудненню води водойм стічними водами харчової промисловості відіграють аеробні методи біологічної очистки. Інтенсифікація біологічного очищення стічних вод підприємств харчової промисловості може досягатися як покращенням їх підготовки до біологічного очищення, так і шляхом розробки нового ефективного обладнання та технологій власне біологічного очищення стічних вод.

Для попереднього видалення із стічних вод завислих речовин і жирів в НУВГП запропонована нова комбінована споруда - відстійник-флотатор, при розробці якої були прийняті до уваги переваги та недоліки застосовуваних в харчовій промисловості жируловлювачів, відстійників і флотаторів. Відстійник-флотатор являє собою флотаційну камеру вертикального типу, в якій стічні води спочатку піддаються короткотривалому відстоюванню, а потім напірній флотації з рециркуляцією. Це дозволяє: - збільшити загальну ефективність вилучення із стічних вод зависі за рахунок попереднього осадження найбільш крупних частинок, які погано флотуються; - забезпечити найбільш ефективний контакт твердої фази і бульбашок повітря під час їх спільного вертикального руху; - спростити процес видалення шламів і осаду.

На основі виконаних досліджень був розроблений типоряд відстійників-флотаторів діаметром 2,4, 4,0, 6,0 і 7,2 м продуктивністю від 10 до 150 м<sup>3</sup>/год, ефективність роботи яких була досліджена на введених в експлуатацію очисних спорудах Чернігівського м'ясокомбінату «Ритм», Ніжинського і Новгород-Сіверського м'ясокомбінатів, Білоцерківського м'ясокомбінату «Поліс», Морозівської і птахофабрики «ОрільЛідер», Золотоніського маслоробного комбінату (рис. 1) та багатьох інших. Без застосування будь-яких коагулянтів і флокулянтів ефективність видалення завислих речовин і жирів із стічних вод м'ясокомбінатів і птахофабрик становила відповідно 35,5-85,8 і 65,6-87,8%. Середня залишкова концентрація завислих речовин і жирів не перевищувала, відповідно, 246 і 74 мг/дм<sup>3</sup>. У той же час зменшення ХПК стічних вод становило 39,5-76,0% (в середньому 57,8%), БПК<sub>5</sub> - 43,7-63,8% (в середньому 52,8%), БПК<sub>повн</sub> - 41,8-74,2% (в середньому 53,3%). Очищення у відстійнику-флотаторі стічних вод заводу з виробництва концентрату яблучного соку «Букофрут» забезпечило зменшення концентрацій завислих речовин (середні значення) - на 82,3%, ХПК - на 56,6; БПК<sub>повн</sub> - на 46,0%, а БПК<sub>5</sub> - на 47,7%.





*Рис. 1. Відстійник-флотатор на очисних спорудах Золотоніського маслоробного комбінату*

Для біологічного очищення стічних вод харчової промисловості запропоновано застосування аеротенків великої гідравлічної висоти (8-10 м) з поверхневою струминною аерацією, поєднаних з периферійними вторинними відстійниками (рис 2). Їх застосування забезпечує наступні переваги: 1) в одній споруді здійснюватиметься біологічна очистка стічних вод при підвищених дозах активного мулу і його ефективне відділення від очищених стічних вод; 2) застосування системи струминної аерації забезпечує високу окислювальну здатність і економічність аерації; 3) за рахунок постійного відбирання мулової суміші із нижньої придонної частини і її подачі на поверхневі струминні аератори, забезпечується рециркуляція активного мулу і низхідний рух мулової суміші у зоні аерації; 4) у нижній частині зони аерації внаслідок поступового зниження концентрації розчиненого кисню в біологічних процесах утворюється аноксидна зона, яка забезпечує можливість симультанної нітрифікації-денітрифікації.



*Рис. 2. Аеротенки-відстійники великої гідравлічної висоти у складі очисних споруд Шосткінського міськмолзаводу*

Для глибокого доочищення стічних вод підприємств харчової промисловості можуть бути використані аеровані фільтри з плаваючим завантаженням. При витратах очищуваних стічних вод до 500 м<sup>3</sup>/добу доцільним є комбінування споруд між собою (рис. 3).



*Рис. 3. Комбіновані очисні споруди м'ясопереробного комплексу «Росана»*

Технологія очищення стічних харчової промисловості успішно впроваджена на більш ніж тридцяти підприємствах харчової промисловості України.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВОДНО-ХІМІЧНОГО РЕЖИМУ АЕС З МЕТОЮ БЕЗПЕЧНОЇ ТА НАДІЙНОЇ РОБОТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА ПГВ-1000

Тетяна Коваленко, Діана Лукашук

*Національний університет "Львівська політехніка"*

Основною задачею хімічного цеху АЕС є організація процесів водопідготовки та контролю за водно-хімічними режимами (ВХР) роботи устаткування електростанцій.

Водно-хімічний режим АЕС – це один з важливих факторів, що впливає на надійну та безпечну експлуатацію АЕС. ВХР повинен бути організований таким чином, щоб забезпечувалась цілісність устаткування енергоблоків. Тобто, необхідно підтримувати такі фізико-хімічні властивості теплоносія (води або пари), які би забезпечували мінімальну швидкість корозії пошкодження устаткування та утворення відкладень на їх поверхнях.

Таким чином, розробка і впровадження на АЕС вдосконаленого ВХР, який забезпечить мінімізацію корозійних процесів з метою безпечної та надійної роботи парогенератора ПГВ-1000 є надзвичайно актуальним завданням.

Розглянемо основні фактори, що впливають на корозійні процеси. Це є параметри теплоносія, що контактує з конструкційними матеріалами устаткування АЕС (температура, тиск, швидкість, фазовий склад) та показники якості теплоносія: рН, окислювально-відновний потенціал, вміст кисню, інших розчинених газів, хлорид і (або) фторид іона, загальний солевміст, наявність технологічних домішок.

Основні вимоги до ВХР: забезпечення мінімальної кількості відкладень на теплопередавальній поверхні парогенератора (ПГ), у проточній частині турбін та в устаткуванні конденсатно-живильного тракту (КЖТ); запобігання корозійних і корозійно-ерозійних пошкоджень конструкційних матеріалів ПГ, устаткування та трубопроводів контурів енергоблоку АЕС.

У різних компаніях, що експлуатують парогенератори АЕС розроблені і реалізовані різні ВХР їх контурів. В роботі [1] аналізуються різні ВХР АЕС. Зокрема, розглядаються безкорекційний, гідразинний, аміачний, гідразинно-аміачний ВХР. Всі ці режими не є безшламові, хоча останні три режими зменшують корозію конструкційних матеріалів конденсатно-живильного тракту і, отже, винос продуктів корозії в контур.

Для першого контуру при роботі енергоблоку АЕС з реакторами ВВЕР-1000 на енергетичних рівнях потужності передбачено проведення слаболужного відновного аміачно-калієвого ВХР з борною кислотою. М'яке регулювання реактивності активної зони реактора здійснюється за рахунок змін в теплоносії концентрації борної кислоти.

При проведенні ВХР першого контуру АЕС з ВВЕР слід враховувати накопичення в теплоносії ізотопу літію, який утворюється в реакторі.

Присутність в теплоносії борної кислоти призводить до зниження водневого показника рН теплоносія, тому для нейтралізації кислотних властивостей розчину в теплоносії вводиться гідроксид калію.

Продукти корозії при циркуляції теплоносія по першому контуру активуються в реакторі і утворюють радіоактивні відкладення на внутрішніх поверхнях устаткування і трубопроводів, а також на поверхнях тепловиділяючої збірки (ТВЗ), включаючи оболонки ТВЕЛів. Накопичення у відкладеннях на устаткуванні та трубопроводах першого контуру радіоактивних довгоживучих ізотопів корозійного походження, головним чином радіонуклідів  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$  тощо, призводить до погіршення радіаційної обстановки,

ускладнення проведення ремонтних робіт, а також викликає необхідність проведення дезактивації устаткування.

При розгляді питань ВХР другого контуру (ВХР-2) особлива увага приділяється КЖТ, тобто ділянці контуру, де теплоносії знаходиться у вигляді води, і в першу чергу, оцінюють процеси корозії і ерозії конструкційних матеріалів.

Корозія КЖТ небезпечна не лише тим, що пошкоджуються поверхні устаткування, а й тим, що при цьому живильна вода збагачується продуктами корозії. Зі збільшенням їх виносу в парогенератор посилюються процеси підшламової корозії і залізооксидне накипоутворення. Ці процеси з часом можуть призвести до пошкоджень, які вимагають аварійної зупинки ПГВ-1000.

У зв'язку з цим головна вимога до організації водного режиму на КЖТ – зведення до мінімуму переходу в воду оксидів конструкційних матеріалів.

Умови виконання цієї вимоги:

- вибір відповідних швидкостей, що знижують або ліквідують процеси ерозії;
- використання на КЖТ корозійностійких конструкційних матеріалів;
- підтримання фізико-хімічних показників, зменшують інтенсивність процесів корозії і уповільнюють перехід у воду утворених оксидів;
- організація максимально повного виведення з КЖТ оксидів конструкційних матеріалів.

Що стосується перших двох умов, то вибір швидкостей конденсату, живильної води і конструкційних матеріалів виробляють на стадії проектування. А третя і четверта умови можуть бути виконані при правильній організації ВХР-2.

Отже, безпечна і надійна експлуатація АЕС можлива лише при одночасному розгляді питань вибору матеріалів, розробки конструкції устаткування і організації ВХР.

#### **Список використаних джерел:**

1. Аль-Самави А.Х. Организация водно-химического режима парогенераторов с реакторами типа ВВЭР / А.Х. Аль-Самави, В.В. Евстигнеев, Г.Н. Лихачёва // Ползуновский Вестник “Энергетика”. – № 1. – 2002. – С. 32 – 35.

## **ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ІНГІБУВАННЯ КОРОЗІЇ ФОСФОРВМІСНИМИ КОМПЛЕКСОНАМИ В ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНИХ ВИРОБНИЦТВ**

**Микола Космина, Юлія Носачова**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Згідно з концепцією сталого розвитку суспільства одним з основних напрямків науково-технічного прогресу є впровадження ресурсоефективних технологій. В зв'язку з цим, одним з найбільших гострих питань є проблема економії водних ресурсів, які широко використовуються в промисловості. Одним з основних заходів раціонального використання водних ресурсів, а також збереження їх від забруднень є замкнуте водопостачання підприємств. За всіма видами промисловості 70-75% загальної витрати води використовується переважно в якості теплоносія. Понад 80% випадків виходу з ладу теплообмінних апаратів пов'язано з корозією поверхонь (труб і трубних решіток) з боку охолоджуючої води. Варто зазначити, що крім корозійних процесів на стан системи

охолодження суттєво впливають процеси накиповідкладення. І якщо останні можливо вирішити за рахунок використання деіонізованих середовищ, це не вирішує ні технічні, ні економічні проблеми, які виникають в результаті корозії. Слід зазначити, що екологічні аспекти, пов'язані з корозією теплообмінного обладнання систем холодження, в значній мірі домінують над економічними втратами.

Метою роботи була оцінка ефективності фосфонових кислот ОЕДФК та НТМФК, які є відомими антискалантами в якості реагентів, які інгібують корозійні процеси. Як середовище використовувалась київська водопровідна вода та деіонізована вода після зворотного осмосу. Корозійні процеси вивчалися при в температурному інтервалі 20 – 50 °С та в динамічному режимі, що моделює режими в системах охолодження.

Оцінка корозії методом поляризаційного опору здійснювалася з допомогою індикатору поляризаційного опору Р5126 та двохелектродного датчика із сталі 20.

Таблиця 1 - Вплив дози фосфонових кислот на зниження швидкості корозії Ст 20 в київській водопровідній воді в діапазоні температур 30 – 50 °С

| Інгібітор                       | Доза, мг/дмЗ | R <sub>ср</sub> , кОм | J     | Z, % |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|-------|------|
| <b>20 °С</b>                    |              |                       |       |      |
| Холоста проба водопровідна вода | –            | 0,173                 | –     | –    |
| ОЕДФК                           | 2            | 0,222                 | 1,3   | 22   |
|                                 | 5            | 0,417                 | 2,4   | 59   |
|                                 | 10           | 0,778                 | 4,5   | 78   |
| НТМФК                           | 2            | 0,322                 | 2,4   | 59   |
|                                 | 5            | 0,7                   | 5,3   | 81   |
|                                 | 10           | 5,9                   | 44,8  | 98   |
| <b>30 °С</b>                    |              |                       |       |      |
| Холоста проба водопровідна вода | –            | 0,108                 | –     | –    |
| ОЕДФК                           | 2            | 0,236                 | 2,18  | 54   |
|                                 | 5            | 0,634                 | 5,87  | 83   |
|                                 | 10           | 0,650                 | 6,02  | 83   |
| НТМФК                           | 2            | 0,250                 | 2,31  | 57   |
|                                 | 5            | 0,546                 | 5,06  | 80   |
|                                 | 10           | 0,828                 | 7,67  | 87   |
| <b>50 °С</b>                    |              |                       |       |      |
| Холоста проба водопровідна вода | –            | 0,07                  | –     | –    |
| ОЕДФК                           | 2            | 0,263                 | 3,75  | 73   |
|                                 | 5            | 1,036                 | 14,28 | 93   |
|                                 | 10           | 1,290                 | 18,4  | 95   |
| НТМФК                           | 2            | 0,128                 | 1,8   | 45   |
|                                 | 5            | 0,288                 | 4,11  | 75   |
|                                 | 10           | 0,394                 | 5,6   | 80   |

Таблиця 2 - Вплив дози фосфонових кислот на зниження швидкості корозії Ст 20 в деіонізованій воді в діапазоні температур 30 – 50 °С

| Інгібітор                       | Доза, мг/дм <sup>3</sup> | Rp <sub>ср</sub> , кОм | J      | Z, % |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--------|------|
| <b>20 °С</b>                    |                          |                        |        |      |
| Холоста проба деіонізована вода | –                        | 0,075                  | –      | –    |
| ОЕДФК                           | 2                        | 0,107                  | 1,923  | 68   |
|                                 | 5                        | 0,494                  | 6,67   | 85   |
|                                 | 10                       | 0,733                  | 7,683  | 89   |
| НТМФК                           | 2                        | 0,299                  | 5,341  | 81   |
|                                 | 5                        | 2,339                  | 35,490 | 97   |
|                                 | 10                       | 2,155                  | 34,99  | 97   |
| <b>30 °С</b>                    |                          |                        |        |      |
| Холоста проба деіонізована вода | –                        | 0,073                  | –      | –    |
| ОЕДФК                           | 2                        | 0,207                  | 1,223  | 44   |
|                                 | 5                        | 0,594                  | 4,67   | 77   |
|                                 | 10                       | 0,703                  | 5,683  | 82   |
| НТМФК                           | 2                        | 0,219                  | 3,341  | 63   |
|                                 | 5                        | 2,109                  | 15,49  | 71   |
|                                 | 10                       | 2,100                  | 18,99  | 77   |
| <b>50 °С</b>                    |                          |                        |        |      |
| Холоста проба деіонізована вода | –                        | 0,056                  | –      | –    |
| ОЕДФК                           | 2                        | 0,059                  | 0,805  | 0    |
|                                 | 5                        | 3,317                  | 1,215  | 17   |
|                                 | 10                       | 36,983                 | 17,21  | 74   |
| НТМФК                           | 2                        | 0,001                  | 0,036  | 0    |
|                                 | 5                        | 0,003                  | 1,04   | 34   |
|                                 | 10                       | 0,116                  | 2,069  | 52   |

Протикорозійну дію фосфонових кислот можна пояснити утворенням поліадерних важкорозчинних фосфонатів на поверхні металу. З підвищенням температури зростає швидкість катодної реакції відновлення кисню, при цьому катіони заліза зв'язуються комплексами і не утворюють гідроксид заліза. В деіонізованій воді ефект зниження корозії дещо зменшується, так як катіони кальцію та магнію також приймають участь в утворенні важкорозчинних фосфонатних комплексів.

### Список використаних джерел:

- [1] Shabliy T., Nosachova J., Radovenchik Y., Vember V. Study of effectiveness of heavy metals ions as the inhibitors of steel corrosion. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. 4/12 (88). P. 10-16. doi: 10.15587/1729-4061.2017.106974
- [2] Гомеля М. Д., Носачова Ю. В. Створення добавок для забезпечення ресурсозбереження в системах охолодження. Наукові вісті НТУУ, 2004. №5. С. 101 – 105.
- [3] Gomelya, N. D., Shabliy, T. A., Trohymenko, A. G., & Shuryberko, M. M. (2017). New inhibitors of corrosion and depositions of sediments for water circulation systems. Journal of Water Chemistry and Technology, 39(2), 92-96. doi:10.3103/S1063455X17020060

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ФЕРИТИЗАЦІЙНОЇ ПЕРЕРОБКИ ГАЛЬВАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Геннадій Кочетов <sup>1</sup>, Дмитро Самченко <sup>1</sup>, Олена Дашковська <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури,

<sup>2</sup>ДНУ "Інститут модернізації змісту освіти"

Проблема техногенного забруднення навколишнього середовища з кожним роком все більше загострюється і набуває глобальних масштабів. На сьогодні в Україні діють декілька тисяч гальванічних виробництв, токсичні стічні води, а також відходи очистки води яких становлять особливу небезпеку для живих організмів внаслідок канцерогенної та мутагенної дії сполук важких металів. Зараз найпоширенішим методом очищення стічних вод вітчизняних гальванічних виробництв є реагентний, який не забезпечує належну ефективність очищення води і призводить до утворення великих обсягів токсичних гальванічних шламів [1]. Під впливом атмосферних опадів з них вимиваються в ґрунт та водні об'єкти іони важких металів, тим самим наносячи невиправну шкоду всій екосистемі.

Серед пріоритетних напрямків досліджень в галузі природно-техногенної безпеки в нашій країні особлива увага приділяється заходам з переробки та знешкодження токсичних відходів. Однак існуючі технології вимагають застосування багатостадійних процесів з використанням великої кількості хімічних реагентів, електроенергії і потребують значних капітальних вкладень. Тому для вирішення цієї проблеми актуальною є подальша розробка і впровадження екологічно надійних, маловідходних та енергоощадних технологій, що дозволяють ефективно утилізувати шлами і створювати замкнуті системи оборотного водопостачання на виробництві.

Одним з перспективних методів переробки та подальшої утилізації рідких і твердих гальванічних відходів є метод феритизації. Використання цього методу дозволяє отримати нешкідливі і хімічно стійкі феритні сполуки важких металів в результаті обробки розчину лужним реагентом та киснем повітря. Крім того, цей метод забезпечує високий ступінь вилучення важких металів. Однак, традиційна феритизація досить енергоємний процес, оскільки здійснюється, як правило, при температурах вище 70°C. Альтернативою високотемпературній активації реакційної суміші в процесі феритизації може бути її активація електромагнітними імпульсними розрядами. Актуальним є вдосконалення феритизаційної переробки гальванічних відходів шляхом зменшення витрати енергоресурсів.

Нами було проведено експериментальні дослідження впливу характеристик електромагнітних імпульсних розрядів активації процесу феритизації на ступінь вилучення важких металів з реакційної суміші та вивчено структурні властивості отриманих осадів

переробки рідких гальванічних відходів.

В роботі об'єктом дослідження обрані гальванічні шлами реагентної очистки відпрацьованих електролітів нікелювання, міднення і цинкування та висококонцентровані розчини травильного виробництва сталі.

Процес феритизації проводився при оптимальних параметрах [2]: співвідношення концентрацій іонів  $[\text{Fe}^{\text{зар.}}] / \Sigma([\text{Ni}^{2+}] + [\text{Cu}^{2+}] + [\text{Zn}^{2+}]) = 4/1$ ;  $\text{pH} = 10,5$ ; тривалість процесу  $\tau = 25$  хв.; швидкість аерації реакційної суміші киснем повітря  $v = 0,15$  м<sup>3</sup>/год.

Як показали результати експериментів, при всіх досліджених способах активації процесу феритизації (низькотемпературному, термічному, електромагнітному імпульсному) залишкові концентрації іонів важких металів (Fe, Ni, Cu, Zn) в обробленому розчині знаходились в межах від 0,05 мг/дм<sup>3</sup> до 3,0 мг/дм<sup>3</sup> при вихідній концентрації в 10,41 г/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про те, що процес феритизації забезпечує високий ступінь вилучення іонів важких металів з реакційної суміші, який сягає значень  $> 99,7\%$ , а отже за цим показником переважає інші методи переробки гальванічних відходів.

Як показують результати експериментальних досліджень, зміна режимних характеристик генерації електромагнітних імпульсних розрядів впливає на ефективність вилучення іонів важких металів з реакційної суміші. Слід відмітити, що зниження генеруючих частот з 100 Гц до 1 Гц при збільшенні періоду з 5 до 100 мс і тривалості імпульсу від 5 до 100 і 900 мс призводить до незначного зменшення концентрації іонів нікелю та міді в розчині. При зменшенні амплітуди магнітної індукції в робочій зоні з 0,298 до 0,086 Тс концентрація іонів міді в розчині зростає, а нікелю зменшується. Значне зменшення залишкових концентрацій іонів міді з 0,83 мг/дм<sup>3</sup> до 0,26 мг/дм<sup>3</sup> в розчині досягнуто в серії дослідів, в якій змінювалась частота імпульсів від 0,5 Гц до 10 Гц при різній кількості їх пакетів. Вміст іонів феруму, нікелю та цинку в розчині до 0,2 мг/дм<sup>3</sup>.

Якість очищеного розчину після феритизаційної перероби з термічною та електромагнітною імпульсною активацією процесу відповідає вимогам 1 категорії для гальванічного виробництва, щодо гранично допустимих концентрацій іонів важких металів. В той же час залишкові концентрації іонів: феруму, нікелю та міді після процесу феритизації при 18 °С, не відповідає вимогам зазначеного стандарту.

Структурні дослідження методом рентгенівської дифрактометрії свідчать про високу кристалічність отриманих осадів феритизації, за виключенням зразка з низькотемпературною активацією процесу. В цих зразках ідентифіковані феромагнітні фази  $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Zn})\text{Fe}_2\text{O}_4$ ,  $(\text{FeNi})\text{O}(\text{OH})$  з кубічною структурою. Показано, що найефективніші результати як по залишковим концентраціям важких металів, так і структурі отриманих осадів були досягнуті з використанням електромагнітної імпульсної активації та наступними режимними характеристиками процесу: амплітудою магнітної індукції в 0,298 Тл; частотою імпульсів від 0,5 до 10 Гц ; кількістю пакетів імпульсів – 4 шт; кількістю імпульсів в пакеті – 10 шт; інтервалом між пакетами – 10 с; періодом між імпульсами від 50 до 1000 мс та тривалістю імпульсу від 50 до 1000 мс. Вміст феритних фаз в зразку осаду досягав 90%.

Аналіз результатів досліджень засвідчив, що зразок осаду, який отримано при електромагнітному імпульсному способі активації характеризуються високим ступенем іммобілізації важких металів, після вилуговування - 99,96%. Результати кількісного аналізу іонів важких металів після вилуговування свідчать про те, що їх концентрації в елюаті відповідають вимогам стандартів щодо ГДК в ґрунті (таблиця).

Результати вилуговування іонів металів, мг/кг

| Метали             | Гальванічний шлам | Осад феритизованої переробки шламів |           |                                     | ГДК у ґрунті            |                        |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|
|                    |                   | Спосіб активації процесу            |           |                                     | ДСанПіН<br>2.2.7.029-99 | Директива<br>86/278/ЄС |
|                    |                   | низько-<br>температурний            | термічний | електро-<br>магнітний<br>імпульсний |                         |                        |
| Fe <sup>заг.</sup> | 0,86              | 0,41                                | 0,20      | 0,21                                | –                       | –                      |
| Ni <sup>2+</sup>   | 660               | 10,91                               | 0,78      | 0,47                                | 4,0                     | 50                     |
| Cu <sup>2+</sup>   | 47,6              | 3,24                                | 0,72      | 0,83                                | 3,0                     | 50                     |
| Zn <sup>2+</sup>   | 16,52             | 1,17                                | 0,33      | 0,41                                | 23,0                    | 150                    |

Крім того, показано, що ефективність застосування електромагнітного імпульсного способу активації процесу феритизації визначається суттєвою економією енергоресурсів в порівнянні із термічною. При цьому собівартість переробки гальванічних відходів зменшується більш, ніж на 40%.

Таким чином, для вирішення зазначених вище проблем важливою і актуальною є розробка інноваційної комплексної технології переробки гальванічних відходів удосконаленням феритизаційним методом, який спрямований на вилучення з гальванічних відходів токсичних важких металів з мінімізацією утворених осадів та раціонального використання води, сировини та енергії в системі гальванічного виробництва.

#### Список використаних джерел:

1. Galvanic Sludge Recycling with the Extraction of Valuable Components/ Tokach Y. E., Rubanov Y. K., Pivovarova N. A., Balyatinskaya L. N. // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Vol. 18, Issue. 11. P. 1646 – 1655.
2. Recovery of copper as zero-valent phase and or copper oxide nanoparticles from wastewater by ferritization / Heuss-Aßbichler S., John M., Klapper D., Bläß U. W., Kochetov G. // Journal of Environmental Management. 2016. P. 33 – 41.

## АНАЛІЗ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЖЕРЕЛ ПИТНОЇ ВОДИ У КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Інна Попова, Наталія Зінченко

*Національний університет харчових технологій, м.Київ*

Басейн річки Дніпро у Київській області можна розглядати як класичний приклад нестійкого регіонального розвитку, що є результатом спроб перетворити Дніпровський регіон з традиційно аграрного в промисловий всього протягом декількох десятиліть. Ситуація ускладнюється ще й надзвичайно гострими соціальними і економічними труднощами, з якими стикаються країни басейну. Басейн Дніпра є багатогалузевим комплексом, який має високу природну і соціально-економічну цінність. Крім того, що на території басейну зосереджені соціально-значущі природні ресурси (наприклад, водні, земельні та лісові ресурси), він також являє собою цінну ресурсну базу для широкого кола зацікавлених сторін, включаючи комерційні, промислові та урядові організації (наприклад, промислові підприємства, землекористувачі, водокористувачі, урядові структури, органи контролю і регулювання тощо). У водному басейні Дніпра зосереджені великі урбанізовані утворення, а також велика кількість малих і середніх міських населених пунктів.



До *точкових джерел* забруднення розглянутого басейну Верхнього Дніпра в межах України можна віднести скиди комунального підприємства Київводоканал. Необхідно відзначити, що на Бортницькій очисній споруді цього підприємства надходять стічні води м. Київ та Вишгород. До того ж свої стічні води в міській системі каналізації скидають так звані вторинні водокористувачі, серед яких промислові підприємства вищезазначених міст. Додатковий відбір проб і їх незалежний аналіз в рамках польових досліджень по речовинах, що є пріоритетними, міг би дати справжню картину надходження забруднюючих речовин зі стоками нижче міста Київ. [1,2].

До *дифузних джерел* забруднення можна віднести:

- злизові стоки міст Київ, Вишгород, а також інших населених пунктів, розташованих поблизу водних об'єктів, що відносяться до розглянутого басейну, оскільки злизова система водовідведення в них давно не виконує свої функції, ці стоки не потрапляють на станції очистки, стікаючи в довколишні водні об'єкти та забруднюючи їх. У зимовий період в зливових стоках підвищується рівень мінералізації внаслідок змиву хімікатів, що використовуються для ліквідації ожеледиці на дорогах;
- стоки з промайданчиків у великій кількості існуючих у м. Київ і його околицях і, як правило, забруднюючих прилеглі водні об'єкти (20 малих річок м. Київ) паливно-мастильними матеріалами, нафтопродуктами, важкими металами;
- стоки із сільгоспугідь, що виносять розчинені мінеральні добрива та отрутохімікати;
- стоки тваринницьких ферм і птахофабрик;

стоки котеджних містечок, готельних туристичних комплексів, ресторанів, зростаючих з неймовірною швидкістю уздовж Київського водосховища і його відвідних каналів і р. Десна, необладнані належними системами очистки стічних побутових вод.

За період з 2000 року скидання стічних вод м. Києва зменшився більш, ніж у півтора рази. Роль БСА полягає не стільки в тому, що обсяг стічних вод тут великий, а в тому, що якість цієї води істотно гірше, ніж у Дніпрі. Разом з тим, водовідведення хоч і не впливає на водність Дніпра в розглянутому регіоні, проте впливає на якість води. Так, вміст біогенних речовин тут на порядок вище, ніж у Дніпрі. Одночасно вдвічі менше вміст розчиненого кисню.

*Таблиця 1 Надходження забруднюючих речовин у Київське водосховище з території України у складі стічних вод*

| Речовина                | 2000  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2018  |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Сухий залишок, тис. т   | 47,02 | 32,56 | 30,98 | 28,39 | 26,39 | 26,82 |
| БСК полный, тис. т      | 1,6   | 1,51  | 1,643 | 1,284 | 1,132 | 1,396 |
| Нафтопродукти, т        | 22,3  | 11,81 | 11,83 | 7,792 | 6,958 | 6,12  |
| Азот аммонійний, тис. т | 0,835 | 0,498 | 0,476 | 0,399 | 0,415 | 0,34  |
| Феноли, т               | 0,648 | 0,047 | 0,041 | 0,045 | 0,035 | 0,03  |

Для зменшення негативного впливу підвищення вмісту речовин-забруднювачів необхідно проводити комплексний моніторинг усіх об'єктів навколишнього середовища, розробляти нові альтернативні технології водообробки, використання яких дозволило б

отримувати безпечну для здоров'я питну воду, навіть з досить сильно забруднених деякими видами хімічних речовин (озонування, використання окисників).

#### **Список використаних джерел:**

1. Романенко В.Д., Жукинський В.Н., Оксик О.П. Методологические предпосылки для установления и использования экологических нормативов качества поверхностных вод // Гидробиол. журн. – 1999. – 35, №3. – С.3-14.

2. Оксик О.П., Жукинський В.Н. Методические приёмы использования эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. – 1983. – 19, №5. – С.63-67.

## **ВИКОРИСТАННЯ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОТРЕБ**

**Вікторія Сердюк, Віктор Максін**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Водний кодекс України визначає, що водокористування буває двох видів – загальне та спеціальне. Загальне водокористування здійснюється громадянами для задоволення їх потреб (купання, плавання на човнах, любительське і спортивне рибальство, водопій тварин, забір води з водних об'єктів без застосування споруд або технічних пристроїв та з криниць) безкоштовно, без закріплення водних об'єктів за окремими особами та без надання відповідних дозволів.

Спеціальне водокористування – це забір води з водних об'єктів із застосуванням споруд або технічних пристроїв, використання води та скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти, включаючи забір води та скидання забруднюючих речовин із зворотними водами із застосуванням каналів.

Спеціальне водокористування здійснюється юридичними і фізичними особами насамперед для задоволення питних потреб населення, а також для господарсько-побутових, лікувальних, оздоровчих, сільськогосподарських, промислових, транспортних, енергетичних, рибогосподарських (у тому числі для цілей аквакультури) та інших державних і громадських потреб.

Особливістю користування водними об'єктами для потреб сільського господарства є той факт, що під час зрошення земель сільськогосподарського призначення водокористувачі зобов'язані здійснювати заходи щодо попередження підтоплення, заболочення, засолення та забруднення цих земель. Якість води, що використовується для зрошення земель сільськогосподарського призначення, повинна відповідати встановленим нормативам [1].

Визначення якості води має відповідати вимогам національного стандарту України ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який розроблений на заміну ДСТУ 2730-94 та введений в дію з 01.07.2016 року.

До агрономічних критеріїв оцінювання якості природної води належать:

- збереження і підвищення родючості ґрунтів, зокрема попередження процесів засолення, осолонцювання, злитизації і порушення біологічного режиму ґрунтів;
- забезпечення планової врожайності сільськогосподарських культур, зокрема продуктивності та інтенсивного розвитку;

– забезпечення необхідної якості сільськогосподарської продукції, зокрема повноцінності та доброякісності.

Згідно ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

I клас – «Придатна»;

II клас – «Обмежено придатна»;

III клас – «Непридатна».

Зрошувальна вода I класу – придатна для зрошення без обмежень.

Зрошувальну воду II класу – використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення води до показників I класу.

Зрошувальна вода III класу – вода, показники якої виходять за межі значень, що встановлені для зрошувальних вод II класу – непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу [2].

Згідно держстату, частина, на яку припадає використання питних підземних вод на сільськогосподарські потреби у 2018 році становила 10,8 % (243,522 тис. м<sup>3</sup>) від загального видобутку води.

Обсяг невикористаних прогнозних ресурсів підземних вод в Київській області сягає 4000,934 тис. м<sup>3</sup>/добу, тобто на сільськогосподарські потреби припадає 432,101 тис. м<sup>3</sup>/добу [3].

Існує певна колізія у визначенні понять використання вод на «сільськогосподарські потреби» і на «виробничі (технологічні) потреби» для сільськогосподарських підприємств, так як саме поняття витрати води на «сільськогосподарські потреби» і являється для цих підприємств виробничими витратами, отже, вважаю, що дані, можуть першочергово бути невірно відображені самими підприємствами під час звітування, і становити значно більший відсоток.

Все ж враховуючи наявні офіційні дані, це доволі великий показник використання підземних вод. Доволі поширеним явищем є використання чистої питної води, яка відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) на зрошення та обприскування полів, миття та дезінфекцію ферм.

Більшість сільськогосподарських підприємств, в цілях «умовної економії» грошових ресурсів, замість дотримання вимог визначення «умовної економії», що визначається як розрахункова величина економії в результаті впровадження досягнень науково-технічного прогресу в виробничий процес або виконання інших організаційних заходів, включених до плану; уникають процесу очищення технічної або обмежено-придатної води та витрачання людських і матеріальних ресурсів, використовуючи тим самим чисту питну воду, яка вже останні десять років, особливо гостро це спостерігалось у 2019 році, все помітніше стає дефіцитною.

Іншим негативним сценарієм подібної ситуації є те, що сільськогосподарські підприємства використовують для зрошення, а саме найнебезпечніше для напування худоби воду, яка не відповідає нормативним вимогам для зазначених цілей конкретного водокористування і не може використовуватися без попередньої очистки і приведення її до необхідної якості.

Саме усвідомлення власної відповідальності сільськогосподарських підприємств перед збереженням природних ресурсів і їх раціональним використанням, а також контроль з боку держави дасть можливість призупинити негативні наслідки вичерпання обмеженої кількості безпечної питної води з підземних джерел. І як альтернативу, наприклад, для цілей зрошення сільськогосподарських угідь, використовувати очищену стічну воду.

**Список використаних джерел:**

1. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 р. № 214/95-ВР. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1995. № 24. Ст. 189.
2. ДСТУ 2730 : 2015. Видання. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.
3. Державна служба статистики України : сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

## **РОЛЬ КИСНЮ У ПРОЦЕСАХ КАВІТАЦІЙНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК**

**Юрій Сухацький, Зеновій Знак**

*Національний університет "Львівська політехніка"*

Ароматичні сполуки, як компоненти стічних вод хімічних та нафтохімічних виробництв, – сполуки із потенційними канцерогенними та мутагенними властивостями, шкідливі для екосистем. Існуючі технології очищення таких стічних вод не дають змогу досягнути гранично допустимих концентрацій ароматичних сполук, є багатостадійними, енерго- та ресурсоемними. На сьогодні у світі активно впроваджують більш екологічно безпечні, гнучкі технології, що базуються на передових процесах окиснення, серед яких кавітація посідає чільне місце. Кавітація супроводжується виникненням у рідині нових та ростом вже наявних зародків з утворенням кавітаційних бульбашок, сплескування яких зумовлює локальне підвищення температури і тиску, а також соноліз води, внаслідок якого формуються високореакційноздатні частинки радикальної природи, які й беруть участь у процесах деструкції, окиснення та мінералізації органічних сполук, зокрема й ароматичних. Інтенсивність розвитку кавітаційних явищ визначається величиною енергії, яка підводиться до реакційної системи, що, своєю чергою, залежить від технологічних (тиску на вході у кавітатор, питомої потужності генераторів кавітації, величини рН, концентрації забруднювачів) параметрів та конструктивних особливостей (форми, типу, розмірів робочих елементів, їх кількості та просторового розміщення) генераторів кавітації [1].

Підвищення ступеня деградації (деструкції, окиснення, мінералізації) досягають комбінуванням кавітації (акустичної або гідродинамічної) з іншими процесами, наприклад, реагентним обробленням. Як реагенти застосовують  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $H_2O_2$ , реактив Фентона,  $NaClO$  тощо. Найдешевшим реагентом із перерахованих вище є кисень повітря. Так, внаслідок кавітаційного оброблення водно-толуенового середовища без перемішування, яке б забезпечувало його аерацію, швидкість деградації толуену була, щонайменше, втричі нижчою, ніж за інтенсивного перемішування водно-толуенового середовища [2]. Це пов'язано з тим, що кисень належить до так званих хімічно активних газів, які беруть участь у реакціях перетворення радикалів, що виникають внаслідок сонолізу води:



Абсорбований кисень у кавітаційній бульбашці може дисоціювати з утворенням атомарного Оксигену



який спричиняє виникнення гідроксильних радикалів



які, своєю чергою, можуть утворювати гідрогену пероксид



Утворені під час кавітаційного оброблення водних середовищ радикали ( $O^{\bullet}$ ,  $HO^{\bullet}$ ,  $HO_2^{\bullet}$ ) беруть участь у руйнуванні карбонових ланцюгів ароматичних сполук, а гідрогену пероксид – у процесах окиснювальної деградації фрагментів цих сполук. Постійне перемішування реакційної суміші ( $Re > 12000$ ), що містила кавітаційно оброблений та вихідний імітати (водно-бензенові середовища), забезпечувало абсорбцію кисню водними середовищами. Кисень брав участь у перебігу перетворення бензену за радикальним механізмом. Це забезпечувало значне зростання ступеня перетворення бензену: від 30-36% – без перемішування реакційної системи до 79-99% – за її інтенсивного перемішування [3]. Кавітаційні явища генерували ультразвуковим випромінювачем магнітострикційного типу “Ultrasonic Disintegrator UD-20” (частота коливань – 22 кГц).

Оброблення водно-бензенового середовища об’ємом 15 дм<sup>3</sup> у гідродинамічному струменевому кавітаторі за дозування повітря (витрата повітря – 1,3 мл/с) сприяє зростанню ступеня деградації бензену на 3% (від 95,8 до 98,8%), порівняно із обробленням без додаткового введення повітря. Умови кавітаційного оброблення: тиск на вході у кавітатор – 0,3 МПа; кількість сопел – 3; діаметр сопла – 2,5 мм; тривалість оброблення – 4200 с; початкова концентрація бензену у воді –  $9,35 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>. Концентрацію бензену у водному середовищі визначали методом UV-Vis-спектроскопії (довжина хвилі – 254,6 нм) на однопроменевому спектрофотометрі ULAB 102UV.

Отже, введення кисню (повітря) у реакційну систему інтенсифікує процеси кавітаційної деградації органічних сполук, зокрема й ароматичних.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом (реєстраційний номер проекту Ф82/43168).

#### Список використаних джерел:

1. Енергетичні характеристики оброблення агресивних водних середовищ у гідродинамічних кавітаторах / В.Т. Яворський, З.О. Знак, Ю.В. Сухацький, Р.В. Мних // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2016. – Т. 52, № 4. – с. 132-136.
2. Sukhatskiy Yu.V. Cavitation wastewater treatment from toluene / Yu.V. Sukhatskiy, O.I. Zin, Z.O. Znak, R.V. Mnykh // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2018. – № 886. – с. 67-72.
3. Інтенсифікація кавітаційного розкладу бензену / З.О. Знак, Ю.В. Сухацький, О.І. Зінь, К.Р. Вирста // Питання хімії та хімічної технології. – 2019. – № 4 (125). – с. 55-61.

# МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕНOSTІ СТІЧНИХ ВОД ДНІПРОВСЬКОГО ВОДНОГО БАСЕЙНУ

Наталія Сімунова, Олена Майборода

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Дефіцит прісної питної води в даний час розглядається як одна з глобальних проблем сучасності. При цьому, у міру зростання населення нашої планети, значно збільшилися і масштаби водоспоживання, що згодом сприяло погіршення умов життя і уповільнення темпів економічного розвитку країн, що зазнають дефіцит води. Як вважають фахівці, запаси прісної питної води далеко не безмежні і вони вже підходять до кінця.

З метою встановлення якості питної води було відібрано проби з річок Десна (місце відбору проб м. Київ) та Кізка (місце відбору проб Вишгородський район), що відносяться до водовідбірного басейну Дніпра. Далі було проведено ряд експериментальних досліджень, які узагальнено у Таблиці 1. Отримані дані було порівняно з показниками, що були отримані СЕС м. Вишгород та науковцями кафедри харчової хімії Національного університету харчових технологій.

Таблиця 1. Показники досліджень якості води (місце відбору проб Вишгородський район, Київська область)

| Дата дослідження | Показники |                 |                                                       |                  |                                    |                             |                             |                                     |                             |                              |                                        |                                              |
|------------------|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
|                  | pH        | Температура, °C | БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | Завислі речовини | Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup> | Нітрити, мг/дм <sup>3</sup> | Нітрати, мг/дм <sup>3</sup> | Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup> | Хлориди, мг/дм <sup>3</sup> | Сульфати, мг/дм <sup>3</sup> | Органічні речовини, мг/дм <sup>3</sup> | Загальна бета-активність, БК/дм <sup>3</sup> |
| 16.10.2013       | 7,14      | 15              | 7,2                                                   | 7,4              | 0,17                               | -                           | 3,6                         | 0,72                                | 32,6                        | 58,3                         | відсутні                               | 0,13                                         |
| 25.05.2014       | 7,1       | 19              | 6,6                                                   | 5,9              | 0,2                                | -                           | 0,35                        | 0,69                                | 32,1                        | 49,7                         | відсутні                               | 0,19                                         |
| 14.07.2018       | 7,16      | 23              | 8,9                                                   | 7,2              | 0,15                               | -                           | 0,15                        | 0,59                                | 25,2                        | 48,9                         | відсутні                               | 0,11                                         |

Державна гідрометеорологічна служба України здійснює моніторинг річкових, озерних і морських вод за хімічними, біологічним, радіологічними показниками, а також за вмістом токсичних речовин. Гідрохімічні пункти діляться на 4 категорії, які визначаються з урахуванням таких факторів як розмір водотоку і обсяг водойми, народногосподарське значення водного об'єкта, наявність організованого скидання стічних вод і високого рівня забруднення води. Пункти 1,2 і 3 категорій розташовуються на річках і водосховищах з високим, середнім і низьким рівнем забруднення. Пункти 4 категорії розташовуються на найменш забруднених ділянках річок.

Для оцінки якості води та стану водних екосистем використовуються:

- гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів;
- екологічні показники, що широко застосовуються в країнах Східної Європи, Кавказу та Центральної Азії, що дозволяють зіставити оцінку стану поверхневих вод інших країн: БСК<sub>5</sub> і концентрація амонійного азоту, концентрації фосфатів і нітратів у річках, загальний вміст фосфору й азоту в озерах.

Затверджені показники екологічної безпеки в області охорони вод:

- біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) і концентрація амоній-іона (в перерахунку на азот) у річковій воді;
- біогенні речовини в прісній воді - фосфат-іони (у перерахунку на фосфор) і нітрат-іони (у перерахунку на азот) в річках, фосфат-іони (у перерахунку на фосфор) і азот загальний (по К'ельдалю) в озерах.

Інформація, отримана в системі моніторингу поверхневих вод, представляється у вигляді: абсолютних значень вмісту гідрохімічних інгредієнтів (середні, максимальні, мінімальні значення); списку таксономічного складу і кількісних параметрів спільнот гідробіонтів; приведених до нормативним значенням (частки ГДК); комплексних оцінок (наприклад, індекс забруднення поверхневих вод - ІЗВ, гідробіологічні індекси). Для інтерпретації великого обсягу гідрохімічних даних використовується індекс забрудненості вод (ІЗВ). Розрахунок ІЗВ проводиться за формулою з використанням середньорічних концентрацій шести показників: розчиненого кисню, легкоокислюваних органічних речовин (по БСК<sub>5</sub>), азоту амонійного, азоту нітритного, фосфору фосфатів і нафтопродуктів. [1,2].

#### **Список використаних джерел:**

1. ДСТУ 4208:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила відбирання», – К.: Держспоживстандарт, 2007 – 7с.
2. Керівний нормативний документ. Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Екологічна оцінка якості поверхневих вод та естуаріїв України. Методика. КНД. 211.1.4.010 -94. – К.: мін природа України, 1994. – 14с.

## **МЕТОДИ ДЕГАЗАЦІЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

**Юрій Сухацький**

*Національний університет “Львівська політехніка”*

Під час експлуатації установок з підготовки води надійність і економічні показники роботи обладнання визначаються, насамперед, дотриманням норм водно-хімічного режиму (ВХР). Дотримання норм ВХР дає змогу забезпечувати роботу теплосилового обладнання електростанцій без пошкоджень і зниження економічних показників, що може бути зумовлено корозією внутрішніх поверхонь обладнання, утворенням відкладень на теплообмінних поверхнях і в проточній частині турбіни.

Наявність у рідині (воді) розчинених газів (кисню, вуглекислого газу, сірководню), які належать до корозійноагресивних газів, спричиняє або посилює процеси корозії металів. Розчинений СО<sub>2</sub>, крім того, виявляє агресивну дію щодо бетону. Дегазацією називають комплекс заходів, пов'язаних із вилученням з води розчинених газів (кисню, карбону(IV) оксиду, в окремих випадках – сірководню, метану тощо). Суть дегазації полягає у зменшенні

розчинності у воді газів або їх хімічному перетворенні в неагресивні чи нетоксичні сполуки. Найчастіше застосовують фізичні та хімічні методи дегазації.

До фізичних методів, застосуванням яких досягають зменшення розчинності газу, належать десорбція віддуванням, термічні, вакуумні та комбіновані. У деяких випадках використовують десорбцію витісненням.

Суть десорбції віддуванням полягає у тому, що через воду барботують газ, який не містить тієї речовини, яку вилучають (наприклад, для десорбції сірководню застосовують повітря, а кисню – азот). Парціальний тиск газу, який вилучають, у газі, що барботує, дорівнює нулю. Внаслідок цього виникає різниця парціальних тисків – рушійна сила десорбції. Тому розчинений у воді газ переходить у бульбашку газу, який барботує через воду, і виводиться з об'єму рідини.

Термічна дегазація ґрунтується на зменшенні розчинності газів за підвищених температур. Цей метод широко застосовують на практиці, але якщо вода містить деякі агресивні гази, наприклад,  $O_2$ ,  $H_2S$ , то одночасно із десорбцією інтенсифікуватимуться і корозійні процеси.

Вищим за інтенсивністю дегазації та ефективнішим, порівняно із термічним методом і особливо десорбцією віддуванням, є вакуумний метод. За зменшення тиску над рідиною пропорційно зменшується парціальний тиск розчиненої речовини, що зумовлює виникнення різниці парціальних тисків (збільшення рушійної сили процесу) [1]. Газова фаза, яку вилучають з простору над рідиною, є концентрованою за десорбованою речовиною і містить незначну кількість водяної пари. Це зумовлює простоту подальшого технологічного перероблення вилученої сполуки.

Використання комбінованих методів передбачає здійснення дегазації за одночасного підвищення температури і зменшення тиску. Внаслідок цього відбувається глибока дегазація води.

Хімічні методи дегазації ґрунтуються на взаємодії розчинених газів із спеціально підібраними і введенними у воду реагентами, внаслідок чого утворюються нетоксичні, неагресивні конденсовані речовини.

Для вилучення розчиненого кисню застосовують реагенти з відновними властивостями. Найчастіше використовують залізну (стальну) стружку, натрію сульфід і тіосульфат, гідразин, і, значно рідше, – сульфур(IV) оксид. Під час взаємодії розчиненого кисню з натрію сульфідом утворюється нешкідливий натрію сульфат:



Недоліки натрію сульфіді пов'язані із недостатньою швидкістю його взаємодії з киснем. Швидкість взаємодії реагентів залежить від температури води і надлишку натрію сульфіді. Для усунення цих недоліків застосовують модифіковані розчини натрію сульфіді, каталізовані солями Кобальту та Купруму, – натрію метабісульфід та гіпосульфід [2]. Однак, наявність таких каталізаторів у воді може зумовлювати електрохімічну корозію поверхонь нагріву та значно збільшувати вартість розчину, порівняно із монорозчином.

Рациональнішою з техніко-економічної точки зору є нова технологія хімічної деаерації води стехіометричною кількістю монорозчину натрію сульфіді з концентрацією 10...15% мас. з подальшим фільтруванням через Redox-K фільтр. Фільтр виконує роль каталізатора реакції взаємодії натрію сульфіді з киснем. Завантаження фільтра – зернистий каталітичний фільтрувальний матеріал-редоксит. Редоксит – органічно-мінеральна сполука, яку виготовляють на основі катіоніту КУ2-8. У форму катіоніту вводять йони Феруму зі змінною



валентністю, які закріплюються на поверхні зерен. Редоксит має високу ємність за киснем 3500 мг-екв/кг і максимальну робочу температуру 393 К [3].

Якщо воду обробляють сульфур(IV) оксидом, то утворюється сульфатна кислота



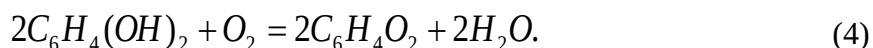
Внаслідок цього величина рН води зменшується, що є небажаним явищем.

Гідразин застосовують у вигляді гідразину гідрату або гідразину сульфату [1]



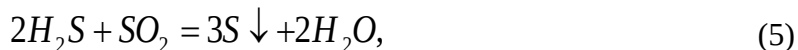
Ця реакція із задовільною швидкістю відбувається за підвищених температур і за наявності каталізатора. Гідразин використовують, в основному, для глибокого вилучення кисню з води (вміст кисню у воді  $\leq 10$  мкг/дм<sup>3</sup>) після фізичних методів. Основний недолік гідразину – його висока вартість, що призводить до значних економічних витрат. На теплоелектростанціях у деаераторах високого тиску здійснюють одночасну термічну і хімічну деаерацію води. При цьому гідразин зв'язує розчинений кисень, а аміак підтримує величину рН води.

Перспективними вважають методи вилучення кисню за допомогою редокс-іонітів [4] – йонообмінних смол, які містять групи типу гідрохінону, пірогалолу, пірокатехіну тощо, які мають відновну здатність. Наприклад, гідрохінон окиснюється розчиненим киснем до хінону:



Хімічне вилучення кисню зазвичай здійснюють після попередньої фізичної дегазації води.

Сірководень, як типовий відновник, вилучають за допомогою речовин-окисників: сульфур(IV) оксиду, хлору, кисню, озону, калію перманганату. Відповідні окисно-відновні процеси ілюструють такі сумарні рівняння реакцій [1]:



Нейтралізацію води здійснюють у тих випадках, коли значення рН виходить за допустимі межі, вказані у стандартах для певного виробництва.

#### Список використаних джерел:

1. Іванченко А.В. Конспект лекцій з дисципліни “Загальна хімічна технологія” для студентів спеціальності 161 “Хімічні технології та інженерія” / А.В. Іванченко. – Кам’янське: ДДТУ, 2016. – 80 с.
2. Поржезінський Ю.Г. Нові технологічні рішення в хімічній деаерації води / Ю.Г. Поржезінський, С.І. Рибалка // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 32. – с. 19-20.
3. Поржезінський Ю.Г. Сучасна водопідготовка ТЕЦ цукрового заводу / Ю.Г. Поржезінський // Цукор України. – 2014. – № 9 (105). – с. 35-37.
4. Оверченко Т.А. Створення комплексної технології стабілізаційної обробки води для водоциркуляційних систем: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” // Т.А. Оверченко. – К., 2017. – 166 с.

## **ВИДАЛЕННЯ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ІЗ ШАХТНИХ ВОД ПРИ ВИКОРИСТАННІ СОРБЦІЙНИХ МЕТОДІВ**

**Інна Трус, Ігор Руденко**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

На сьогоднішній день внаслідок антропогенної діяльності людини відбулось значне забруднення довкілля, тому до найбільш важливих проблем охорони навколишнього середовища варто віднести необхідність розробки екологічно безпечних та економічно доцільних технологій очищення мінералізованих вод. До найбільш небезпечних екотоксикантів, які становлять підвищену небезпеку для людини та довкілля, варто віднести важкі метали, оскільки вони мають радіологічну і хімічну токсичність, високу міграційну здатність та здатність до акумуляції [1].

Для вилучення важких металів використовують сорбційні, іонообмінні, реагентні, мембранні, електрохімічні і біологічні методи. Більшість методів мають високу вартість реагентів чи технічну складність реалізації процесу. Для очищення шахтних вод доцільно використовувати сорбційні технології. Необхідність вирішення екологічних проблем, пов'язаних з забрудненням біосфери важкими металами, зумовлює необхідність розробки нових способів одержання чи модифікації сорбентів для підвищення їх сорбційної ємності. Дослідження направлені на створення дешевих сорбентів з покращеними селективними і експлуатаційними характеристиками. Це дозволить підвищити ефективність очищення мінералізованих вод від важких металів [2].

В роботі [3] використано модифікований сульфідом натрію магнетит та показано, що він є досить доступним синтетичним неорганічним сорбентом з високою селективністю по іонах міді, який доцільно використовувати для очищення води від іонів важких металів.

### **Список використаних джерел:**

1. Ковальчук А. Фосфорилування шкаралуп волоських горіхів для підвищення ефективності очищення водних розчинів / А. Ковальчук, Т. Почечун, В. Галиш, І. Трус // Технічні науки та технології. – 2018. - № 2(12). – С. 236-244.
2. Білявський С.А., Сарахман Р.Б., Галиш В.В., Трус І.М. Оптимізація технології одержання сорбентів з відходів рослинного походження // Екологічні науки. – 2018. - № 21. – С. 212-217.
3. Гомеля М.Д. Очистка води від іонів важких металів відстоюванням, нанофільтруванням та флоатацією / М.Д. Гомеля, І.М. Трус, О.В. Глушко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського. – 2019. – Том 30 (69) . – № 2. – С. 204-213.

# УДОСКОНАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОЄМНОСТІ МЕТОДОЛОГІЇ ВИБОРУ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВОДООЧИЩЕННЯ

Володимир Штепа

*Поліський державний університет, Республіка Білорусь*

Наталія Засць

*Національний університет харчових технологій України*

**Вступ.** Класично проектування систем видалення забруднювачів із стоків виконується відповідно до нормативних документів (наприклад, ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування») і базується на виборі обладнання згідно систематизації забруднювачів за їх фазово-дисперсним станом (ФДС) створеної академіком Л.А. Кульським (порядку 50-ти років тому). У основу такої методології покладено здатність багатьох речовин у водному середовищі змінювати свій фазово-дисперсний стан під впливом таких чинників, як рН, сольовий склад, температура, дозволяє варіювати технологічні прийоми процесів видалення домішок за допомогою реакцій, властивих іонним, молекулярним і колоїдним систем та зваженим частинам.

При цьому концепція вибору методів та засобів очищення стічних вод згідно ФДС також має значний недолік [1]: у результаті вибирається кілька альтернативних технологічних рішень одного завдання і постає питання уже вибору між ними, відштовхуючись від їх умовної, стосовно конкретного об'єкту водоочищення, ефективності та ресурсозатратності (електроенергозатратності), який при багатокомпонентності забруднювачів та непередбачуванності зміни їх значень значно ускладнюється. Відповідно, без математичних та фізичних засобів попередньої оцінки результатів кваліфікація проекту (DQ – Design Qualification) можна не пройти вже початковий етап валідації комплексів очищення стічних вод.

Отже, створення методичного та технічного забезпечень вимірювання і використання параметрів енергоефективності, як складової ресурсоефективності, що підтримуватимуть процеси валідації систем очищення стічних вод (СОСВ), дозволить покращити виконання технічного регулювання таких електротехнологічних комплексів.

**Матеріали і методи.** У контексті процесів водоочищення доцільно застосовувати лише електроенергетичні показники, оскільки саме вони є інтегральними для оцінки ресурсоефективності комбінованих процесів видалення забруднювачів: важко (фактично не можливо) врахувати комплексні енергетичні характеристики фізичних (механічних), біологічних, хімічних, фізико-хімічних способів водоочищення, що пов'язано із їх багатофакторністю та постійними енергетичними трансформаціями та неможливістю експериментально встановити (або математично спрогнозувати) у режимі реального часу внутрішню будову водного розчину стоків після опрацювання у відповідному технологічному обладнанні [2].

Тоді електроенергоємність (ЕЕ) водоочищення визначатиметься (стосовно одиницю часу):

$$EE = W_{zag} / l, \text{ кВт/м}^3 \quad (1)$$

$W_{zag}$  – загальні витрати електроенергії на реалізацію процесів водоочищення (без врахування втрат та неефективного використання), кВт/год;  $l$  – витрати стічних вод, м<sup>3</sup>/год.

При цьому теоретично приймається, що: вся електроенергія постачається до зон біо-фізико-хімічних реакцій; процеси водоочищення протікають згідно аналітичних залежностей вказаних у нормативних документах, наприклад, ДБН В.2.5-75:2013.

Такі спрощення дозволили сформулювати концепцію щодо удосконалення на основі електроенергоємності методології вибору методів та засобів водоочищення.

**Результати досліджень.** Для удосконалення методології ФДС на основі критерію енергоефективності [2], розроблено методичне забезпечення проектування квазінатуральної фізичної моделі (ФМ) водоочищення, як складової розвитку (удосконалення) інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) у двох аспектах: структурному і функціональному (рис. 1).

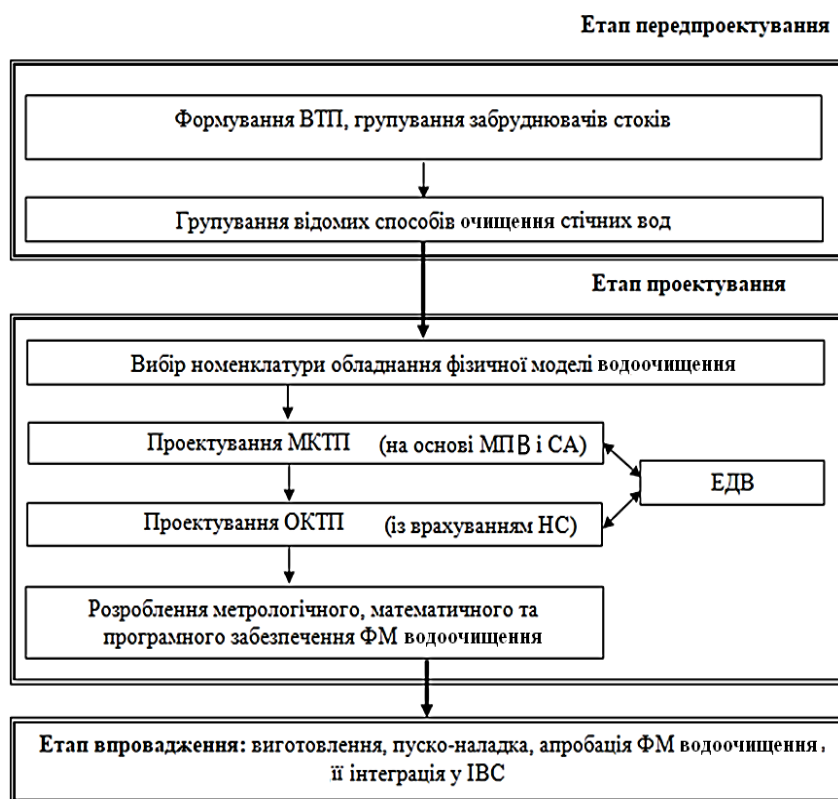


Рис. 1. Структура агрегативного методу проектування фізичних моделей водоочищення для ІВС СОСВ: ВТП – водний технологічний паспорт, МКТП – маршрутний комплексний технологічний процес, МПВ – метод перехресних впливів, СА – системний аналіз, ЕДВ – експериментальні дослідження водоочищення, ОКТП – операційний комплексний технологічний процес

При цьому розширивши функціональні можливості ФМ та доповнивши її програмною реалізацією методичного забезпечення, яке реалізовує відтворення та (або) збереження технологічних параметрів на етапах проектування і при експлуатації в режимі реального часу, створили віртуальну міру енергоефективності водоочищення (ВМЕВ), технологічним ядром якої є фізико-хімічні способи опрацювання стоків.

Звідси, удосконалення використання методології ФДС на основі ЕЕ містить ряд послідовних кроків, створюючи передумови для вирішення відповідних об'єктно-орієнтованих оптимізаційних техніко-економічних завдань (рис. 2).

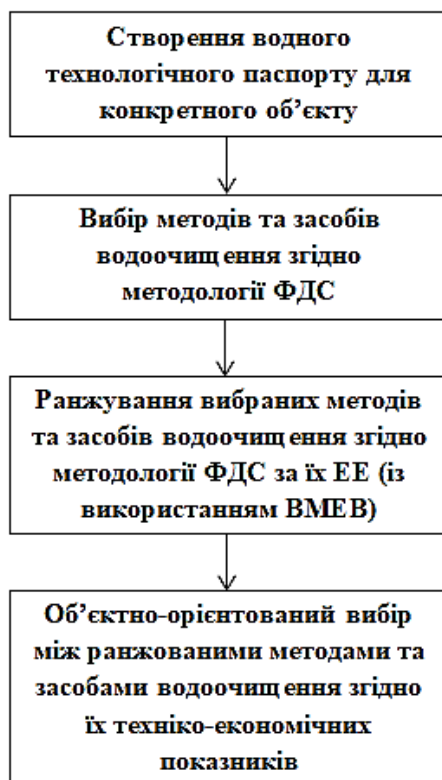


Рис. 2. Удосконалення на основі електроенергоємності методології вибору методів та засобів водоочищення (використанням ВМЕВ)

**Висновок.** Пропонований підхід удосконалення (на основі ЕЕ) класичної методології дозволяє здійснити ранжир за енергоефективністю уже вибраних згідно ФДС методів та засобів очищення стічних вод із використанням ВМЕВ.

**Список використаних джерел:**

1. Мазоренко Д. І., Цапко В. Г., Гончаров Ф. І. Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва. – К.: Знання, 2006 – 376 с.
2. Штепа В. М. Обґрунтування та розробка критерію енергоефективності функціонування електротехнологічних систем водопідготовки / В. М. Штепа, Ф. І. Гончаров, М. А. Сироватка // Науковий вісник НУБіПУ. – Київ: НУБіПУ, 2011. – Вип. 161. – С.187–193.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗНЕКИСНЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДИФІКОВАНИХ РЕДОКСИТІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗОМІСТКИХ КОМПОЗИТІВ

**Марія Шуриберко, Микола Гомеля, Тетяна Шаблій**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Значні об'єми води в промисловості використовуються саме в енергетиці та системах охолодження. Застосування водоциркуляційних систем, а саме замкнутих та оборотних та методи кондиціювання води є одними з перспективних методів забезпечення екологічності використання природної води та економічної вигоди. Тому такі методи потрібно завжди вдосконалювати та вивчати всі сторони процесів, що в них відбуваються.

Головним завданням при використанні водоциркуляційних систем є потреба у зменшенні жорсткості води та корозійної активності, щоб попередити накипоутворення та

корозію металу [1]. Якщо такі заходи по якості води відсутні у цьому випадку збільшуються додаткові витрати на ремонт обладнання та забір свіжої води, а також скид продувочних вод.

Задля забезпечення економічності і екологічності рекомендовано в оборотних та замкнених системах охолодження та теплопостачання використовувати стабільну воду. Зниження корозійної агресивності води можна досягати різними шляхами: застосування інгібіторів корозії металів або попереднє видалення агресивних газів з води – дегазація води [2]. Такі методи поділяють на фізичні, хімічні, фізико-хімічні і біохімічні.

Одним з таких методів знекиснення води є використання модифікованих відновниками катіонітів або аніонітів - редокситів. Цей метод дозволяє повністю вилучити іони кисню з води без вторинного її забруднення. Особливість редокситів виявляється в широкій варіації окисно-відновного потенціалу за рахунок полімерного носія та іоногенних груп, високої редокс-ємності, що забезпечується значною кількістю функціональних груп, розвиненою внутрішньою реакційною поверхнею пор і фіксацією редокс-груп полімерним ланцюгом [3, 4, 5]. Ці всі методи передбачають регенерацію відпрацьованих редокситів.

Нами запропоновано застосовувати в якості відновника модифіковане завантаження на основі залізомістких композитів (редоксит МЗ). Цей матеріал є доступний, отриманий на основі промислових відходів і в разі зниження його активності проблема відновлення вирішується поповненням додатковими кількостями редокситу.

Дослідження показали ефективність використання одностадійного знекиснення води за допомогою редокситу МЗ та було встановлено, що такий сорбент дозволяє зменшувати концентрацію розчиненого кисню у воді у 6 – 8 разів від початкового значення 8 – 9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 0,9 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Але такий процес знекиснення води супроводжується вторинним забрудненням води іонами заліза ( $\leq 0,78$  мг/дм<sup>3</sup>).

Далі були проведені дослідження вже з використанням двохступеневої стабілізаційної обробки, що включає в себе на першій стадії – знекиснення води, а на другій – її подальше натрій-катіонування. В цьому випадку така обробка є більш ефективною. Вміст розчиненого кисню у воді у порівнянні з одностадійною обробкою зменшується до 0,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, при цьому вторинного забруднення води іонами заліза не відбувалося та одночасно з води видаляються іони жорсткості. По мірі переходу іоніту в Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>-форму ефективність вилучення заліза знижується.

Тому були проведені дослідження з використанням пом'якшеної води. Було встановлено, що при використанні такої води ефективність знекиснення води на фільтрі заповненому редокситом та катіонообмінному фільтрі в Na<sup>+</sup>-формі зростає, як і ефективність вилучення іонів заліза.

Також було досліджено вплив швидкості фільтрування на процеси знекиснення води та видалення з неї іонів заліза. Дослідження показали лінійну зворотню залежність ефективності видалення сполук від швидкості фільтрування. При збільшенні швидкості фільтрування в 2,5 – 3 рази вміст кисню відповідно зростає в 2,5 – 3 рази, а при збільшенні швидкості фільтрування у 5 разів вміст кисню також зростає приблизно у 5 разів. Дана ж тенденція спостерігається і для процесів вилучення іонів заліза. Така тенденція обумовлена зменшенням часу контакту води з сорбентом та іонітом при сталих значеннях швидкості окислення сполук заліза та сорбції іонів заліза на катіоніті.

#### **Список використаних джерел:**

1. Bernstein Hans–Friedrich. Water degassing in the networks of hot water supply. Entgasur und Wasserbehandlung in Fernwärmesystement. Euroheat and power. 2008. 37, №6. P. 50-55.

2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. Москва: МГУ. 1996. С. 680.
3. Тамазашвілі А.Т., Мазна Ю.І., Сіренко Л.В. Порівняння ефективності фосфатних інгібіторів корозії сталі у водопровідній воді. Східно–Європейський журнал передових технологій. 2012. 2/13 (56). С. 28-31.
4. Кравченко Т.А., Соцкая Н.В., Слєпцова О.В. Знекиснення водних розчинів катоднополяризуємих мідь місткими редокситами. Журнал прикладної хімії. 2001. 74, №1. С. 32-36.
5. Спосіб хімічного знекиснення води: пат. 72404 Україна: МПК C02F 1/70, C02F 1/42. опубл.15.02.2005.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОАГУЛЯЦІЙНО-ФЛОКУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ЗАБАРВЛЕНИХ РОЗЧИНІВ**

**Ірина Якименко, Тетяна Солодовнік**

*Черкаський державний технологічний університет*

Забруднення навколишнього середовища стічними водами промислових підприємств сприяє скороченню обсягів питної води, а саме, разом з неочищеними стічними водами підприємств текстильної, харчової, хімічної або металообробної галузі у водойми потрапляють шкідливі для здоров'я риб, тварин і людей отруйні речовини. Для текстильної промисловості характерними забруднювачами є барвники та зважені частинки, які несуть небезпеку для людей та екосистем. Наприклад, щороку одне середньостатистичне підприємство витрачає в середньому 350 мільйонів кубічних метрів води, його стічні води характеризуються такими основними забруднювачами як: миючі засоби ( $50\text{--}120\text{ мг/дм}^3$ ), завислі речовини ( $250\text{--}400\text{ мг/дм}^3$ ), барвники, сульфати, фосфати, хлориди, сполуки важких та кольорових металів, легкоспливаючі агресивні речовини. Встановлено, що біологічна потреба кисню в таких водах досягає  $300\text{--}350\text{ мг/дм}^3$ .

Згідно проведеного аналізу літературних джерел та патентного пошуку встановлено, що процеси очищення, які відбуваються за рахунок адсорбційних властивостей коагулянтів та флокулянтів, широко застосовують в технологіях очистки як природних так і промислових стічних вод від колоїдних частинок, радіонуклідів, фосфатів, барвників та завислих речовин [1-2]. Відомо, що найбільш поширеними для технологічних процесів очищення є неорганічні коагулянти, а саме, алюміній та залізо сульфати, ферум та алюміній хлорид, а також природні флокулянти такі як: крохмаль, хітозан, насіння Моринги олійної та альгінат натрію [3-4].

На кафедрі хімічних технологій та водоочищення Черкаського державного технологічного університету проводяться дослідження, які направлені на інтенсифікацію процесу коагуляції шляхом додаванням природних флокулянтів. В якості об'єктів дослідження використовувались модельні забарвлені розчини в присутності зважених частинок, які наближені до стічних вод текстильного підприємства. Для приготування модельних розчинів використовувались барвники - активний (синій) та прямий (чорний), а також каолін. В процесі дослідження вивчалися властивості комплексної дії коагулянту кристалогідрат алюміній сірчанокислий з природними флокулянтами хітозаном та альгінатом натрію.



Рис. 1 – Експериментальна установка пробної коагуляції JAR-Test Flocculator 2000 Kemira

З метою порівняння реакційних властивостей коагулянту, та взаємодії його з природними флокулянтами, а саме хітозаном та альгінат натрію, було проведено очистку модельних розчинів при однакових дозах коагулянту (Табл. 1) та флокулянту (Табл. 2). Інтервал відбору проб в процесі осадження складав 1, 2 і 3 години. Встановлено, що оптимальне осадження для процесу очищення розчинів відбувається впродовж 2 годин.

Таблиця 1 – Залежність ступеня очистки модельних розчинів від дози коагулянту

| Доза коагулянту,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Ступінь очистки, %<br>Барвник активний |          | Ступінь очистки, %<br>Барвник прямий |          |
|----------------------------------------|----------------------------------------|----------|--------------------------------------|----------|
|                                        | Кольоровість                           | Мутність | Кольоровість                         | Мутність |
| 20                                     | 22                                     | 99,2     | 80,5                                 | 98,3     |
| 30                                     | 36                                     | 99,2     | 84,1                                 | 98,5     |
| 40                                     | 57,3                                   | 98,9     | 87,2                                 | 98,9     |
| 50                                     | 69,5                                   | 92       | 89,5                                 | 98,7     |
| 60                                     | 83,8                                   | 90       | 89,4                                 | 97,9     |
| 70                                     | 86,8                                   | 88,4     | 89,8                                 | 97,7     |

Таблиця 2 – Залежність ступеня очистки модельних розчинів від дози флокулянту

| Доза флокулянту,<br>мг/дм <sup>3</sup> | Ступінь очистки, %<br>Барвник активний* |         | Ступінь очистки, %<br>Барвник прямий** |         |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
|                                        | Альгінат натрію                         | Хітозан | Альгінат натрію                        | Хітозан |
| 0                                      | 57,9                                    | 60,3    | 90,3                                   | 91,4    |
| 10                                     | 64,2                                    | 85,2    | 94,1                                   | 98      |
| 50                                     | 66,9                                    | 85,5    | 93,3                                   | 98,4    |
| 100                                    | 61,7                                    | 82,7    | 91,6                                   | 98,6    |
| 150                                    | 61,7                                    | 79,7    | 91,6                                   | 98,6    |
| 200                                    | 59,6                                    | 79,5    | 87,4                                   | 98,6    |

\* - Доза коагулянту  $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  складає 40 мг/дм<sup>3</sup>;

\*\* - Доза коагулянту  $\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  складає 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким чином, результатом експериментально-дослідної роботи є встановлення оптимальних доз реагентів для процесу очищення забарвлених стічних вод в присутності зважених частинок. Доведено, що розбіжності в кількості доданих коагуляційно-флокуляційних реагентів напряму пов'язана з структурою молекул барвників. Також аналіз отриманих даних показав, що хітозан має більші перспективи для застосування в



технологічних схемах очищення стічних вод текстильної промисловості, ніж такі природні флокулянти як крохмаль, альгінат натрію та інші.

**Список використаних джерел:**

1. Homaeigohar, Shahin; Zillohu, Ahnaf Usman; Abdelaziz, Ramzy; Hedayati, Mehdi Keshavarz; Elbahri, Mady. A novel nanohybrid nanofibrous adsorbent for water purification from dye pollutants. *Materials*, Vol. 9, No. 10, 848, 19.10.2016, p. 1-16.
2. Солодовник Т.В. (2003). Сорбция растворимых красителей на хитинсодержащих комплексах. *Химия и технология воды*, 25(4), С. 342-349.
3. Pontius F. W. Chitosan as a Drinking Water Treatment Coagulant // *American Journal of Civil Engineering*. Volume 4, Issue 5, (2016), Pages: 205-215.
4. Sara Ann Fast, Bahareh Kokabian, Veera Gnaneswar Gude. Chitosan enhanced coagulation of algal turbid waters – Comparison between rapid mix and ultrasound coagulation methods// *Chemical Engineering Journal*, 244 (2014), p.403–410.

## **АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВОДОПІДГОТОВКИ КОТЛОВОЇ ВОДИ НА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

**Альона Ялова, Наталія Бондар, Алла Сусідко**

*Криворізький технічний коледж*

Теплоенергетичні установки безперервно споживають значну кількість води високої якості. Постійна потреба теплових електростанцій, теплоелектроцентралей, котелень в підтримці водного балансу обумовлена наявністю технологічних втрат води і пари, неможливістю повної регенерації всіх видів теплоносія, в тому числі і наявністю незворотних споживачів пари і гарячої води. Зниження якості обробки води призводить до погіршення експлуатаційних, екологічних та економічних показників роботи енергетичних підприємств. Аналіз існуючих методів підвищення якості до котлової води показує, що застосування нових технологічних схем обробки води із комбінованим використанням термічних, гідромагнітних, електродіалізних технологій та установок зворотного осмосу в поєднанні з традиційними методами очистки є одним з найбільш дієвих напрямків водопідготовки в теплоенергетиці.

Безперервність процесу виробництва електричної та теплової енергії не дає можливість повної заміни обладнання по обробці води, також це не можливо з урахуванням значних фінансових затрат підприємства. Дослідженнями підтверджено, що основними недоліками сучасних хімічних технологій обробки води є великі витрати реагентів на освітлення і знесолення води, на іонообмінні матеріали в засипних фільтрах. Тому доцільно вважати, що для сучасних ТЕС, ТЕЦ та котелень доступно лише ступінчаста реконструкція водопідготовчих установок на основі діючих.

В сучасних умовах створення високоекологічних і енергоефективних систем передбачає широке використання мембранних методів, зокрема установок зворотного осмосу, які дозволяють уникнути використання великої кількості концентрованих реагентів і знизити обсяг мінералізованих стічних вод з можливістю їх повторного застосування в циклі станції. В даний час установки зворотного осмосу успішно застосовуються і є невід'ємною частиною сучасних ВПУ, особливо при створенні малостічних і ресурсозберігаючих схем.

На основі іонообмінних мембран різними підприємствами було створено понад 1500

електродіалізних установок для харчової промисловості та енергетичної галузі.

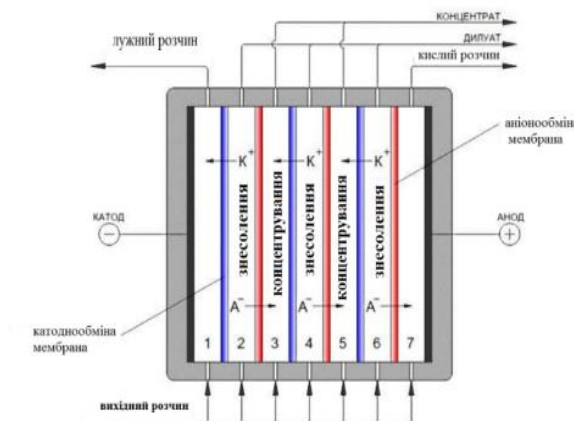


Рис. 1. Схема установки електродіалізу, що складається з семи секцій

Живильна вода подається в кожну з секцій. У крайніх секціях апарату встановлені електроди, необхідні для створення електричного поля в середовищі електроліту. Замикання ланцюга відбувається за допомогою провідника другого роду - розчину електроліту. При накладенні електричного поля, іони електроліту і продукти дисоціації води  $H^+$  і  $OH^-$  приходять в впорядкований рух. Переміщенню іонів перешкоджають мембрани, що тягне за собою появу камер концентрування (непарні) і знесолення (парні) розчину. Знесолені та концентровані розчини з парних і непарних секцій об'єднуються у відповідні потоки і окремо відводяться з апарату. Реально існуючі апарати складаються з значно більшої кількості камер, тому потоки знесоленої води і концентрату значно перевищують кислий і лужний потоки. Переваги даного методу - екологічність: електродіаліз не вимагає для свого здійснення додаткових реагентів або інших витрачаються речовин; технологічність: пристрій електродіалізатор забезпечує простоту їх обслуговування і надійність при експлуатації; низький рівень споживання енергії. Для теплоенергетики характерно знесолення води з низькою мінералізацією. Встановлено, що гідравлічна схема з вузлами управління для знесолення початкової води низької мінералізації без солей жорсткості за принципом двох незалежних потоків вимагає менше енергетичних витрат і матеріалів. Вона ефективна при невисокій твердості вихідної води (0,5 - 1,5 мг-екв/л).

Однак, з огляду на складні гідравлічні схему і труднощі реалізації процесу реверсування установки електродіалізу, слід розглядати і більш ефективні варіанти застосування мембранних технологій - технології зворотного осмосу. Мембранні установки мають комплексну технологічну схему, в якій представлені у вигляді блоків освітлювальні і адсорбційні фільтри.

На теплових електростанціях, теплоелектроцентралях і в котельних зворотній осмос запропоновано включати як перший ступінь знесолення перед іонообмінними фільтрами або випарниками. Аналіз характеристик установок зворотного осмосу показав, вони мають ряд переваг перед іонообмінними системами знесолення: забезпечують зниження кількості стоків в 2,2 - 2,5 рази, зменшення витрати дорогих реагентів на 70 - 90%, зниження експлуатаційних витрат на 60 - 70%, зменшення виробничих площ під ВПУ при високій автономності, простоті експлуатації і можливістю повної автоматизації процесу.

Гідромагнітна системи застосовуються для впливу на теплоносії з метою зміни його властивостей і рішення експлуатаційних задач, пов'язаних з підготовкою води на ТЕС, ТЕЦ та котельних. Ефект магнітної обробки оцінюється стабілізуючим впливом поля на стан

середовища. У нестійких термодинамічних системах стабілізуючий вплив магнітного поля забезпечує зміна параметрів якості води в технологічних процесах водопідготовки в необхідну сторону.

Підсумком аналізу по вивченню, високоефективних і екологічно безпечних технологій водопідготовки, а також сучасних систем і апаратів для обробки води на ТЕС, ТЕЦ та в котельних є наступні результати: 1) мембранні установок можуть застосовуватися в якості ступені знесолення води перед фільтрами іонного обміну або в комбінації з традиційними іонообмінними методами при обробці води з низьким солевмістом; 2) установка зворотного осмосу може застосовуватися в якості додаткових вузлів знесолення живильної води; 3) тонкоплівкові випарні установки для обробки теплоносія з низькою температурою підігріву є більш економічні та екологічні в порівнянні з іншими методами обробки води на ТЕС, ТЕЦ та в котельних; 4) гідромагнітні систем водопідготовки для комбінованих схем, значно дозволяють знизити витрати при їх застосуванні.

#### **Список використаних джерел:**

1. Поржезінський Ю.Г. Основи проектування водопідготовки ТЕЦ і котельень харчових підприємств. Навчальний посібник. Ю.Г. Поржезінський. – К.: РВЦ НУХТ, 2008, с. 206.
2. Slesarenko, V.V. Electrodialysis membrane plants in water conditioning schemes at thermal power stations / V.V.Slesarenko // J. of China ICC. The 2nd International Conference on Application of Membrane Technology.- Beijing. - 2002. -P. 15-19.
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.

**СЕКЦІЯ 8**  
**ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ**  
**РАЦІОНАЛЬНОГО**  
**ВОДОКОРИСТУВАННЯ**

# **ANALIZA PERYFITONU I FITOPLANKTONU JEZIORA TURAWSKIEGO**

## **THE ANALYSIS OF PERIPHYTON AND PHYTOPLANKTON IN THE TURAWA LAKE**

**Mirosław BĄK, Małgorzata OSTROWSKA**

*Uniwersytet Opolski, Polska*

Będąca prawym dopływem Odry, wypływająca z Wyżyny Śląskiej (Polska południowo-zachodnia) rzeka Mała Panew jest ciekim średnio zanieczyszczonym. Zlewnia rzeki obejmuje teren województw śląskiego oraz opolskiego i ma powierzchnię 2131,5 km<sup>2</sup>. Większą część zlewni pokrywają lasy mieszane, w górnym i środkowym biegu dochodzące do samych brzegów rzeki. Na terenie zlewni powstają zanieczyszczenia bytowe od ludności, przemysłowe, rolnicze (spływy powierzchniowe resztek nawozowych). Zanieczyszczenia powodują zmiany parametrów fizykochemicznych i biologicznych wód. Związki chemiczne spływające do rzek (np. spływy powierzchniowe resztek nawozowych), są pochłaniane zarówno przez rośliny przybrzeżne, jak i te zanurzone w wodzie. To powoduje rozwój roślin i zmniejszenie jednocześnie ilości zanieczyszczeń w środowisku wodnym. Rzeka podzielona jest zbiornikiem retencyjnym Turawa na dwa oddzielne odcinki o zróżnicowanych właściwościach hydrologicznych i przyrodniczych, [1]. Przed zbiornikiem ciek ma charakter zbliżony do naturalnego, natomiast poniżej do ujścia do Odry przepływy są regulowane w wyniku gospodarki wodnej prowadzonej na zbiorniku oraz konieczności poboru wody dla Elektrowni „Opole” w Brzeziu. Źródła rzeki zaliczane są do wód trzeciej klasy czystości, natomiast woda poniżej Jeziora Turawskiego jest drugoklasowa. Ładunek zanieczyszczeń przed zbiornikiem wynosił 2 682 Mg NPK/rok, natomiast poniżej 7 300 Mg NPK/rok, [2]. Większa część powierzchni dna zbiornika pokryta jest aluwialnymi mułami. Dno piaszczyste występuje przy północnym brzegu jak również w zatoce przy zaporze czołowej. Fragmenty roślinności szuwarowej w postaci luźnych skupień pałki wąskolistnej i trzciny pospolitej występują przy północnym brzegu zbiornika w silniej zamulonych miejscach. Na brzegach zbiornika znajdują się ośrodki wypoczynkowe. Przed zbiornikiem, z okolicznych miejscowości bezpośrednio do koryta rzeki dostają się ze ściekami przemysłowymi metale ciężkie. Zbiornik jest dla substancji zanieczyszczających, w tym przesączających się z okolicznych miejscowości ścieków przemysłowych [2] zawierających metale ciężkie, naturalnym osadnikiem.

Zanieczyszczenia wywołują zjawiska przyczyniające się do modyfikowania zespołów organizmów i gatunków, w tym również glonów. O występowaniu i rozwoju zbiorowisk glonów w ekosystemach wodnych decydują biogeny, które z powodu występowania zanieczyszczeń są obecne w nadmiernych stężeniach w allochtonicznej materii organicznej dopływającej do wód. Duże ich ilości powodują eutrofizację, której wynikiem jest nadmierny rozwój glonów, te zaś obumierając i ulegając rozkładowi doprowadzają do wtórnego zanieczyszczenia wód.

Ponieważ w zbiorniku retencyjnym Turawa od wielu lat obserwowane są zakwity glonów, podjęto badania nad fizykochemicznymi właściwościami wody i ich wpływem na wybrane organizmy roślinne, ze szczególnym uwzględnieniem glonów. Analizie poddano peryfiton i fitoplankton kształtujący się pod wpływem zmian warunków fizyczno-chemicznych wody w Jeziorze Turawskim. Materiał do badań mikroskopowych pobierano zasadniczo w sierpniu, wrześniu i październiku roku 2015. Punkt poboru prób zlokalizowany był po północnej stronie Jeziora Turawskiego na wlocie do naturalnej utworzonej zatoczki, w której głębokość wody wynosi ok. 2,0 m. Oznaczono łącznie 33 taksony glonów (gatunki wraz z odmianami lub w randze rodzaju) należących do 3 grup systematycznych. W trzech przypadkach znalezione glony udało się zaliczyć

jedynie do rodzaju. W próbach planktonowych było 12 taksonów, natomiast w próbach peryfitonowych 32 taksony. Najliczniej reprezentowane były gatunki z *Bacillariophyceae* – 18 taksonów, a wśród nich najczęściej występowały *Gomphonema constrictum*, *Gomphonema olivaceum*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*. Po nich były *Chlorophyta* - 13 taksonów, a wśród nich głównie *Cosmarium botrytis*, *Pediastrum boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*. *Cosmarium botrytis* to gatunek szeroko rozpowszechniony i odporny na zanieczyszczenia organiczne. W grupie *Cyanophyta* oznaczono 2 taksony, z dominacją *Microcystis aeruginosa*. Wśród wszystkich oznaczonych taksonów 12 było w planktonie, a 32 reprezentowały peryfiton. W biosestonie zaobserwowano 6 taksonów zielenic, 4 okrzemek i 2 sinic. W peryfitonie natomiast najwięcej było gatunków okrzemek (18), mniej zielenic – 12 taksonów i 2 gatunki sinic.

Dynamika rozwoju fitoplanktonu i peryfitonu Jeziora Turawskiego okazała się charakterystyczna dla zbiornika zaporowego. Do jego cech należą: zakwit sinicowy w okresie lata i jesieni, zwłaszcza w okresach ciepłych oraz okrzemkowy zakwit letnio - jesienny. W zbiorniku rozwijały się masowo głównie formy biosestonu uznawane za wskaźniki podwyższonej trofii wody (*Microcystis aeruginosa*, *Gomphonema constrictum* i *Asterionella formosa*). Masowe zakwity *Microcystis aeruginosa* odnotowano podczas badań zarówno w roku 2007 i 2015. Z wyjątkiem fosforu ogólnego, wartości wskaźników charakteryzujące warunki tlenowe oraz warunki biogenne pozwalały na zakwalifikowanie wody w zbiorniku jako mało zanieczyszczonej.

[1] Góralczyk J., Makowiecki J.: 1983 – „Przyrodnicze podstawy rozmieszczenia produkcji rolniczej w województwie Opolskim”, Wydawnictwo Instytutu Śląskiego, Opole.

[2] Ostrowska M.: 2004 - „Zanieczyszczenia powstające na terenie zlewni rzeki Mała Panew w latach 1995-1998”, monografia (rozdział), „Geologiczne i środowiskowe problemy gospodarowania i ochrony doliny górnej i środkowej Odry”, Wrocław: Państwowy Instytut Geologiczny, str. 233-246.

## ANALYSIS OF MINERAL VITAMIN COMPOSITION OF FUNCTIONAL WATER

Anatoly Batyan<sup>1</sup>, Vladimir Litvyak<sup>2</sup>, Vyacheslav Kravchenko<sup>1</sup>, Viktor Lemiasheuski<sup>1</sup>, Elena Khrustalyova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 220070, Republic of Belarus, Minsk, st. Dolgobrodskaya, 23/1;

<sup>2</sup>Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center for foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus, Minsk, ul. Kozlova, 29

**Relevance.** Drinks are known that have vitamins, minerals and water in their composition [1,2,3], however, these drinks do not take into account the daily requirements for different age groups of men and women, as well as the compatibility of vitamins and minerals. The use of such drinks can contribute to the development of hyper- and hypovitaminosis, as well as to exacerbation of chronic diseases of the gastrointestinal tract. In addition, the mixing of water-soluble (e.g., vitamins of group B, vitamin C) and fat-soluble vitamins (e.g., vitamin E and vitamin D) is impractical and very difficult from a technological point of view and often requires technological methods leading to damage to the chemical structure of vitamins as a result of which , their functional activity changes.

**The goal** is to evaluate the composition functionalized by gender, age status, etc. water with a balanced vitamin and mineral content.

**The object of the study** was water enriched with water-soluble minerals and water-soluble vitamins.

**Research Methods.** The analysis of the daily requirement for vitamins and minerals of men and women with different age status is normal and in the presence of pathological conditions. The content of trace elements in water and water quality control were estimated based on state standards [4,5].

Biologically active functional water can be obtained by adding to the artesian, melt or distilled water enriching ingredients (vitamins and minerals) in the required ratio, taking into account their compatibility.

It was found that for women aged 18 to 59 years, the following elements are necessary in water:

- water-soluble vitamins: C - 90 mg / l, B2 - 1.8 mg / l, B6 - 2.0 mg / l, PP - 20 mg / l, B9 - 0.4 mg / l, B5 - 5.0 mg / l, P - 50 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Ca<sup>2+</sup> - 1000 mg / l, Mg<sup>2+</sup> - 400 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,
- water-soluble trace elements: I<sup>-</sup> - 0.150 mg / l, Se<sup>4+</sup> - 0.050 mg / l, Cr<sup>3+</sup> - 0.040 mg / l, Mo<sup>6+</sup> - 0.400 mg / l, Co<sup>2+</sup> - 0.020 mg / l.

For women aged 14 to 18 years, the following elements are required in water:

- water-soluble vitamins: C - 70 mg / l, B2 - 1.5 mg / l, B6 - 1.6 mg / l, PP - 18 mg / l, B9 - 0.4 mg / l, B5 - 4 mg / l, R - 50 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Ca<sup>2+</sup> - 1200 mg / l, Mg<sup>2+</sup> - 400 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,
- water-soluble trace elements: I<sup>-</sup> - 0.150 mg / L, Se<sup>4+</sup> - 0.050 mg / L, Cr<sup>3+</sup> - 0.035 mg / L, Mo<sup>6+</sup> - 0.250 mg / L, Co<sup>2+</sup> - 0.020 mg / L.

To obtain biologically active water for men in the age range from 18 to 59 years, water enrichment with elements is required in the following ratio:

- water-soluble vitamins: C - 90 mg / l, B2 - 1.8 mg / l, B6 - 2.0 mg / l, PP - 20 mg / l, B9 - 0.4 mg / l, B5 - 5.0 mg / l, P - 50 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Ca<sup>2+</sup> - 1000 mg / l, Mg<sup>2+</sup> - 400 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,
- water-soluble trace elements: I<sup>-</sup> - 0.150 mg / l, Se<sup>4+</sup> - 0.050 mg / l, Cr<sup>3+</sup> - 0.040 mg / l, Mo<sup>6+</sup> - 0.400 mg / l, Co<sup>2+</sup> - 0.020 mg / l.

In order to strengthen the nervous system, the mineral and vitamin composition of water is proposed as follows:

- water-soluble vitamins: B5 - 5.0 mg / l, B12 - 0.01 mg / l, P - 50 mg / l, N - 0.05 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Na<sup>+</sup> - 1300 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,
- water-soluble trace elements: Zn<sup>2+</sup> - 15 mg / l, Se<sup>4+</sup> - 0.05 mg / l, F<sup>-</sup> - 4 mg / l, Cr<sup>3+</sup> - 0.05 mg / l, Mo<sup>6+</sup> - 0.4 mg / l, I<sup>-</sup> - 0.15 mg / l, P<sup>5+</sup> - 800 mg / l;

An important advantage of using the proposed enriched water is increased immunity. The vitamin and mineral composition of such a drink is as follows:

- water-soluble vitamins: B1 - 1.5 mg / l, B3 - 20 mg / l, B9 - 0.4 mg / l, N - 0.05 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Na<sup>+</sup> - 1300 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,
- water-soluble trace elements: Fe<sup>2+</sup> - 20 mg / L, Cu<sup>2+</sup> - 1.5 mg / L, Se<sup>4+</sup> - 0.1 mg / L, Cr<sup>3+</sup> - 0.05 mg / L, Mo<sup>6+</sup> - 0.4 mg / L, Co<sup>2+</sup> - 0.02 mg / l or I<sup>-</sup> - 0.15 mg / l, P<sup>5+</sup> - 800 mg / l;

Based on the needs of vitamins and minerals for thyroid diseases associated with iodine deficiency, it is recommended to enrich the water with the proposed elements:

- water-soluble vitamins: B1 - 1.5 mg / l, B3 - 20 mg / l, B9 - 0.4 mg / l, N - 0.05 mg / l,
- water-soluble macronutrients: Na<sup>+</sup> - 1300 mg / l, K<sup>+</sup> - 2500 mg / l,

- water-soluble trace elements: Cu<sup>2+</sup> + - 1.5 mg / L, Mn<sup>2+</sup> + - 2.5 mg / L, Se<sup>4+</sup> + - 0.1 mg / L, Cr<sup>3+</sup> + - 0.07 mg / L, Mo<sup>6+</sup> + - 0.4 mg / L, I - - 0.25 mg / l, P<sub>5</sub> + - 800 mg / l.

It should be noted that the body will receive the water necessary for its life with optimal structural and informational properties if enriched water is structured (i.e., water activation) is carried out as a result of single or multiple freezing at a temperature of –70 ° C or lower and subsequent thawing ( defrosting) at a temperature not exceeding + 10°C.

It is important to emphasize that the recommended dose of consumption of biologically active functional water: no more than 1 (one) liter per day.

1 liter of water contains the concentrations of vitamins and minerals (macro- and microelements) necessary to meet the daily requirement.

**Conclusion.** Thus, the composition of the biologically active (enriched with water-soluble minerals and water-soluble vitamins) gender-functionalized water with a balanced vitamin-mineral composition was estimated.

This water can be used to maintain the nervous system, increase immunity, including for infectious and inflammatory diseases (tuberculosis), as well as for diseases of the thyroid gland associated with iodine deficiency. An important advantage is the possibility of using biologically active functionalized water in both the food and pharmaceutical industries.

**List of sources used:**

1. Koshelev, Yu.A. Dry soft drink: Patent No. 2494653. RU, IPC7 A23L 2/52, A23L 2/56, A23L 2/60 / Yu.A. Koshelev, A.S. Zalesov; application No. 2011142583/13; patent holder: ZAO Altayvitaminy. - declared. 10.20.2011; publ. 10.10.2013 // State register of inventions of the Russian Federation. – 2013.

2. Kostin, O.G. Soft drink (options): Patent No. 2422052. RU, IPC7 A23L 2/38 / O.G. Costin; application No. 2009118121/13; patent holder: O.G. Kostin. - declared. 05.12.2009; publ. 06.27.2011 // State Register of Inventions of the Russian Federation. – 2011.

3. Bobylev, S.V. Soft drink: Patent No. 2202257. RU, IPC7 A23L 2/00, A23L 2/02, A23L 2/38, A23L 2/52 / C.V. Bobylev; application No. 2001107551/13; patent holder: LLC FKPCbF Bobimeks tm. - declared. 03.22.2001; publ. 04.20.2003 // State register of inventions of the Russian Federation. – 2003.

4. STB GOST 1188-99. Drinking water. General requirements for the organization and methods of quality control; Enter 10.01.2006. - M.: Gosstandart, 2006. – 23 p.

5. STB GOST R 51592-2001. Drinking water. General requirements for sampling; Enter 05/30/2001. - M.: Gosstandart, 2001 . – 40 p.

**RESEARCH OF THE MINERAL COMPOSITION OF THE ENRICHED WATER-SOLUBLE MINERALS OF STRUCTURED WATER**

Anatoly Batyan<sup>1</sup>, Vladimir Litvyak<sup>2</sup>, Vyacheslav Kravchenko<sup>1</sup>, Elena Khrustalyova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, 220070, Republic of Belarus, Minsk, st. Dolgobrodskaya, 23/1;*

<sup>2</sup>*Republican Unitary Enterprise «Scientific and Practical Center for foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus», Republic of Belarus, Minsk, ul. Kozlova, 29*

**Relevance.** Currently, drinks are known that have vitamins, minerals and water in their composition [1,2,3], however, they do not take into account the norms of daily requirements of minerals for various age groups of the population, and there is no control over the compatibility of the used minerals. The use of such drinks can lead not only to a lack of minerals, but also to



exacerbation of chronic diseases of the gastrointestinal tract, due to the antagonistic and synergistic effects of the interaction of the micronutrients used.

**The goal** is to analyze the content of minerals in structured water enriched with water-soluble minerals.

**The object of the study** was water enriched with water-soluble minerals. Trace elements play an important role in maintaining the biological balance of the body. Most of them, first of all, are in the cells in the form of cofactors of enzymes, providing their catalytic activity, but they also play a role in stabilizing the structures of non-enzymatic macromolecules, as well as in normalizing the maintenance of vitamins and hormones in the human body.

Even a slight deficiency can adversely affect, for example, the normal activity of the immune system, the physical and general condition of the body, the healing process after an illness or surgery, or the full recovery of the body.

**Research Methods.** Natural waters vary quite a lot in terms of mineralization and chemical composition. The degree of mineralization of water is affected by the amount of solids. The dry residue is the amount of dissolved salts (in mg) that are contained in 1 liter of water. Normal drinking water contains 500-600 mg / l of salts. The mineral substances that men and women need daily are clarified. The content of trace elements in water and water quality control were estimated based on state standards [4,5]. The mineral composition was determined by chemical, titrimetric and colorimetric methods. The amount of mineral substances dissolved in water was expressed in mg / l.

Mineralized structured water can be obtained by adding to the water (artesian, melt, distilled or bidistilled) enriching ingredients: zinc sulfate ( $\text{ZnSO}_4$ ) - a source of zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ), manganese sulfate ( $\text{MnSO}_4$ ) - a source of manganese ( $\text{Mn}^{2+}$ ), iron sulfate ( $\text{FeSO}_4$ ) - a source of iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ), ammonium molybdate ( $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ) or sodium molybdate ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ) or ammonium molybdate tetrahydrate ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) - a source of molybdenum ( $\text{Mo}^{6+}$ ), nickel sulfate ( $\text{NiSO}_4$ ) - a source of nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ ), copper sulfate ( $\text{CuSO}_4$ ) - a source of copper ( $\text{Cu}^{2+}$ ), cobalt chloride ( $\text{CoCl}_2$ ) - and cobalt point ( $\text{Co}^{2+}$ ), boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) - source of boron ( $\text{B}^{3+}$ ), sodium fluoride ( $\text{NaF}$ ) - source of fluorine ( $\text{F}^-$ ), magnesium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) - source of magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ammonium metavanadate ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ) - source vanadium ( $\text{V}^{5+}$ ).

The composition of the enriching ingredients in mineralized structured water is as follows: zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ) - zinc sulfate ( $\text{ZnSO}_4$ ) - 1.1 mg / l; manganese ( $\text{Mn}^{2+}$ ) - manganese sulfate ( $\text{MnSO}_4$ ) - 0.31 mg / l; iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ) - iron sulfate ( $\text{FeSO}_4$ ) - 2 mg / l; molybdenum ( $\text{Mo}^{6+}$ ) - ammonium molybdate ( $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ) or sodium molybdate ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ) or ammonium molybdate tetrahydrate ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) - 0.19 mg / l; nickel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) - nickel sulfate ( $\text{NiSO}_4$ ) - 0.11 mg / l; copper ( $\text{Cu}^{2+}$ ) - copper sulfate ( $\text{CuSO}_4$ ) - 0.25 mg / l; cobalt ( $\text{Co}^{2+}$ ) - cobalt chloride ( $\text{CoCl}_2$ ) - 0.025 mg / l; boron ( $\text{B}^{3+}$ ) - boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) - 0.1 mg / l; fluorine ( $\text{F}^-$ ) – sodium fluoride ( $\text{NaF}$ ) - 0.09 mg / l; magnesium ( $\text{Mg}$ ) - magnesium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) - 0.4 mg / l; vanadium ( $\text{V}^{5+}$ ) - ammonium metavanadate ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ) - 0.12 mg / l.

It should be noted that the body will receive the water necessary for its life with optimal structural and informational properties if enriched water is structured (i.e., water activation) is carried out as a result of single or multiple freezing at a temperature of  $-70^\circ\text{C}$  or lower and subsequent thawing (defrosting) at a temperature not exceeding  $+10^\circ\text{C}$ .

The systematic use of structured water leads to normalization of sleep, lowering blood cholesterol, normalization of acid-base balance, elimination of toxins, including in infectious and inflammatory diseases (tuberculosis), and normalization of metabolism.

When a magnetic field is applied to water, the rate of chemical reactions and crystallization of dissolved substances increases, adsorption processes are intensified, and coagulation of impurities and their precipitation are improved. The use of magnetized water inside increases the permeability of biological membranes of tissue cells, reduces the amount of cholesterol in the blood and liver, regulates blood pressure, increases metabolism, and promotes the release of small stones from the kidneys.

With the help of mineralized water, you can actively regulate the metabolic processes of the body. For example, iron is involved in erythropoiesis, as part of hemoglobin, it provides oxygen transport to tissues and removes carbon dioxide from the tissue, prevents the development of anemia. Fluoride is necessary for the mineralization of bones and teeth. Copper is involved in tissue respiration, hematopoiesis, and immune responses. Manganese affects the development of bone tissue, is involved in tissue respiration, and immune responses.

It is important to emphasize that it is recommended to use no more than 500 ml of functionalized minerals and structured water per day. A trace element — vanadium (V<sup>5+</sup>), introduced in the form of an ammonium salt of metavanadate (NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub>) in an amount of 0.12 mg / l (daily requirement of 0.025 mg), was chosen as a limiting enriching ingredient.

However, it should be noted that it is necessary to avoid the simultaneous intake of mineralized functionalized water with other preparations containing trace elements. An interval of at least 1 hour is required between the intake of mineralized functionalized water and drugs. It is not recommended to drink water along with milk or coffee, as this reduces the absorption of the components.

**Conclusion** Thus, a study was made of the mineral composition of structured water enriched with water-soluble minerals. With the help of mineralized water, you can make up for the deficiency of micro and macro elements, as well as actively regulate the body's metabolic processes. It is recommended to drink this water in case of diseases and conditions, accompanied by an increased need for trace elements or insufficient intake of trace elements with food: malnutrition; intense physical activity; fatigue, general weakness, lack of appetite, insomnia; convalescence period after infectious and inflammatory diseases (tuberculosis), operations; menstruation period.

#### **List of sources used:**

1. Koshelev, Yu.A. Dry soft drink: Patent No. 2494653. RU, IPC7 A23L 2/52, A23L 2/56, A23L 2/60 / Yu.A. Koshelev, A.S. Zalesov; application No. 2011142583/13; patent holder: ZAO Altayvitaminy. - declared. 10.20.2011; publ. 10.10.2013 // State register of inventions of the Russian Federation. – 2013.
2. Kostin, O.G. Soft drink (options): Patent No. 2422052. RU, IPC7 A23L 2/38 / O.G. Costin; application No. 2009118121/13; patent holder: O.G. Kostin. - declared. 05.12.2009; publ. 06.27.2011 // State Register of Inventions of the Russian Federation. – 2011.
3. Bobylev, S.V. Soft drink: Patent No. 2202257. RU, IPC7 A23L 2/00, A23L 2/02, A23L 2/38, A23L 2/52 / C.V. Bobylev; application No. 2001107551/13; patent holder: LLC FKPCbF Bobimeks tm. - declared. 03.22.2001; publ. 04.20.2003 // State register of inventions of the Russian Federation. – 2003.
4. STB GOST 1188-99. Drinking water. General requirements for the organization and methods of quality control; Enter 10.01.2006. - M.: Gosstandart, 2006. – 23 p.
5. STB GOST R 51592-2001. Drinking water. General requirements for sampling; Enter 05/30/2001. - M.: Gosstandart, 2001 . – 40 p.

**EKONOMICZNE ASPEKTY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU  
WYKORZYSTANIA WODY – BEZPIECZEŃSTWO, LOGISTYKA, TURYSTYKA –  
PROGRAM NOWEJ POLITYKI PRZEMYSŁOWEJ**

**Marek Niemczyk**

*Prezes Stowarzyszenia Podatników w Polsce*

Ukraińskie rzeki mogą stać się ważnymi arteriami, łączącymi Europę Bałtycką z obszarami położonymi dalej na wschód i południe. Przewidywany dynamiczny wzrost przewozów morsko-rzecznych na Ukrainie uzasadnia realność śmiałych projektów nowych połączeń wodnych między basenem Morza Czarnego a rzekami zlewiska Bałtyku, w tym także możliwości przypiłynięcia z Gdańska do Odessy Wisłą i Prypecią, przez reaktywowany kanał Bug-Dniepr, nawet jeśli ta perspektywa w dzisiejszych realiach to jeszcze odległa perspektywa.

Rzeki wchodzące w obszar Międzynarodowej Drogi Wodnej E-40 mogą stać się ważnymi arteriami, łączącymi Europę Zachodnią, w szczególności kraje basenu Morza Bałtyckiego z krajami Europy Południowo-Wschodniej oraz Zakaukaziem i Azją Środkową. Połączenie to ma olbrzymi potencjał rozwojowy i może znacznie usprawnić transport towarów z północy na południe do Białorusi, Ukrainy, portów rosyjskich nad Morzem Czarnym, Gruzją i Turcją oraz ze wschodu na zachód.

Charakterystyczny dla Ukrainy jest duży udział wielofunkcyjnych statków morsko-rzecznych w transporcie międzynarodowym, nieraz na duże odległości. Jest to głównie zasługa dużych naturalnych głębokości Dniepru – trzeciej pod względem długości, przepływu i powierzchni dorzecza rzeki Europy. Właśnie nad Dnieprem położona jest trzyipółmilionowa stolica kraju – Kijów, a także główne ośrodki przemysłu ciężkiego i przetwórczego - Dniepropietrowsk, Zaporże, Charków i Mikołajów, co dodatkowo zwiększa atrakcyjność tej arterii dla przewoźników i gestorów ładunków.

Przy sprzyjających przedsięwzięciach Ukraina może stać się istotnym dla UE obszarem tranzytowym. W realizacji takiej strategii ważne miejsce zajmuje dalszy rozwój międzynarodowego transportu morsko-rzeczego, osiągnięty głównie dzięki inwestycjom poprawiającym żeglowność oraz poprzez obniżenie opłat za przejście przez śluzy i za podnoszenie mostów zwodzonych. Statki morsko-rzeczne mogą docierać z portów morskich do położonych w głębi kraju ośrodków gospodarczych Ukrainy, takich jak Kijów, Czernichów, Dniepropietrowsk, Zaporże, Charków czy Mikołajów.

Ponadto, ze względu na wysokie koszty pracy i drogą ziemię, lokalizacja przemysłu w Kijowie nie jest opłacalna. Otwiera to szansę dla lokalizacji stref przemysłowych w leżących w niewielkim oddaleniu od stolicy portach rzecznych, na przykład położonego na rzece Desna Czernihowa, albo białoruskiego Homla.

Kijów jest również ważnym węzłem transportowym. W przyszłości miasto może stać się jednym z kluczowych europejskich centrów logistycznych. Obecnie Kijów jest połączony autostradą z portową Odessą oraz dwupasmową drogą ekspresową z Mińskiem i portami bałtyckimi Litwy i Łotwy. Poza tym realizowane są plany połączenia Kijowa autostradą m. in. z Berlinem, Krakowem i portami Morza Północnego.

Równocześnie prowadzona jest modernizacja głównych linii kolejowych, zapewniających ekspresowe połączenia z Europą Zachodnią poprzez Polskę. Następuje więc systematyczna poprawa dostępności transportowej Kijowa i wzrasta zainteresowanie inwestorów zagranicznych.

Ważne miejsce w rozwoju sieci transportowo-logistycznej mógłby zajmować kijowski port rzeczny. Tym bardziej, że duże naturalne głębokości Dniepru (3-5 metrów) pozwalają na obsługę w tym porcie kontenerowców. Jednak problemem w górnym biegu Dniepru są liczne przeszkody nawigacyjne, takie jak niskie mosty i sześć śluz, na jakich obowiązują wysokie opłaty za przejście. Dlatego w obecnych warunkach taniej wychodzi transport ładunków np. z Kijowa do Odessy koleją. Ponadto, żeby zmienić charakter ukraińskich portów rzecznych z masowych na uniwersalne, konieczne są znaczne inwestycje w terminale przeładunkowe, jak i szersze wprowadzenie technik informatycznych i rozwiązań multimodalnych.

Transport towarowy przeżywa na Ukrainie kryzys, podobnie jak cała gospodarka. Transport samochodowy jest dominującą w tym kraju gałęzią transportu. Z przyczyn geopolitycznych spada znaczenie transportu rurociągowego (gaz z Rosji). Żegluga śródlądowa pomimo tego, że posiada w tym kraju doskonałe warunki hydro – nawigacyjne, szczególnie na Dnieprze, przewozi stosunkowo niewiele towarów.

Należy zwrócić uwagę na nierówne rozłożenie transportu śródlądowego w europejskich korytarzach transportowych, wskazując, że 68% przewozów odbywa się na Renie, 16% w korytarzu północ – południe, 14% na Dunaju a tylko 2% na kierunku wschód – zachód.

Projekt udrożnienia MDW E 40 nie będzie wymagał przeprowadzenia na Ukrainie inwestycji hydrotechnicznych, a więc i przeprowadzenia operacji związanych z nabyciem, dzierżawą lub wywłaszczeniem gruntów, a więc zmiany w stanie prawnym i procedurach nie powinny mieć znaczenia dla realizacji projektu.

Struktura przewozów realizowanych w tych krajach, a także rozwój wymiany handlowej tych państw, wzrost przewozów tranzytowych w ramach korytarzy transportowych tworzą potencjalny rynek dla przejęcia części ładunków przez żeglugę śródlądową. Przedstawione w wielu opracowaniach prognozy wskazują na wzrost przewozów żeglugą śródlądową, szczególnie w zakresie transportu ładunków w kontenerach i transportu surowców dla energetyki.

Jakie dokonały się zmiany od ostatniej Konferencji w której brałem udział tj. 08.11.2015r. – poniżej tylko wybrane najważniejsze wydarzenia

1. 30 sierpnia 2019 r., po dwudniowych obradach, został podpisany protokół z 18 posiedzenia Polsko – Ukraińskiej Komisji ds. Wód Granicznych. Ze strony polskiej protokół podpisała Anna Moskwa, podsekretarz stanu w Ministerstwie Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, ze strony ukraińskiej Iryna Ovcharenko, przewodnicząca Państwowej Agencji ds. Zasobów Wodnych Ukrainy.

Podczas 18 posiedzenia Komisji strony podsumowały roczną współpracę w gospodarce wodnej w zlewni Bugu i Sanu, w okresie od września 2018 r. do sierpnia 2019 r. Zakres współpracy obejmuje m.in. badania i wymianę danych hydrometeorologicznych i hydrogeologicznych, ochronę wód granicznych przed zanieczyszczeniem, ochronę przeciwpowodziową i przeciwdziałanie skutkom suszy, planowanie w gospodarce wodnej. Prace są prowadzone w ramach czterech grup roboczych.

Ponadto strony zadeklarowały podjęcie współpracy przy przygotowaniach planów gospodarowania wodami oraz planów zarządzania ryzykiem powodziowym.

Polska należy do grupy państw zagrożonych deficytem wody. W ostatnich latach deficyt ten i związane z nim zjawisko suszy nasiliły się. Zmiany klimatu i wzrost globalnej temperatury prowadzą także do zwiększenia częstotliwości ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Obecnie Polska magazynuje wodę w zbiornikach retencyjnych na poziomie ok. 4 mld m<sup>3</sup>, co stanowi tylko ok. 6,5 proc. objętości średniorocznego odpływu rzecznego. Tymczasem warunki fizyczne i geograficzne Polski stwarzają możliwości retencjonowania na poziomie ok. 15 proc. Aby ograniczyć ryzyko powodziowe oraz złagodzić skutki suszy opracowany zostanie „Program przeciwdziałania niedoborowi wody” (nazywany Programem rozwoju retencji). Jego przyjęcie planowane jest na IV kwartał 2020 r. – I kwartał 2021 r.

Program będzie zakładał połączenie wszelkich dostępnych metod retencjonowania wody: retencję dużą, małą, sztuczną, naturalną oraz meliorację.

Załącznik do przyjętych założeń programu stanowi wykaz 94 inwestycji, które zostaną zrealizowane do 2027 r. Ich łączny koszt to ok. 10 mld zł.

2. W Gdańsku 22 sierpnia 2019 roku odbyło się spotkanie kierownictwa Portu Gdańsk z ambasadorami oraz przedstawicielami ambasad Białorusi, Gruzji, Chin, Holandii, Indonezji, Korei, Malezji, Węgier, Ukrainy oraz Rumunii. W wydarzeniu wzięła udział podsekretarz stanu w Ministerstwie Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej Anna Moskwa
3. „Biała Księga” Komisji Europejskiej, określa strategię rozwoju transportu w Europie, której celem jest przesunięcie do roku 2030, 30% ruchu drogowego na kolejowy i wodny śródlądowy, a 50% do roku 2050. Z uwagi na konieczność dekarbonizacji całego sektora transportu Komisja chce ułatwić wykorzystanie potencjału żeglugi śródlądowej i zwiększyć jej znaczenie w łańcuchu transportu intermodalnego.

Projekt "Rozwój sektora żeglugi śródlądowej" został wpisany jako projekt strategiczny do Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), a niektóre funkcjonalne fragmenty dróg wodnych zostały wpisane na indykatywną listę projektów, które są analizowane pod kątem możliwości ich finansowania w ramach Europejskiego Funduszu Inwestycji Strategicznych (tzw. Planu Junckera)".

4. Jak ważna jest budowa infrastruktury w tym m.in. rozwój żeglugi śródlądowej pokazuje Inicjatywa Trójmorza a mianowicie:

Powołaną przez Polskę i Chorwację w 2015 roku Inicjatywę Trójmorza, skupiającą dwanaście krajów położonych między Bałtykiem, Adriatykiem i Morzem Czarnym, władze w Berlinie traktowały początkowo z nieufnością. Rząd Angeli Merkel obawiał się kolejnego podziału w Unii Europejskiej na wschód i zachód, który uwidocznił się już w sprawie polityki migracyjnej. Poza tym między Niemcami a członkami Inicjatywy toczył się spór o gazociąg Nord Stream 2, który po dnie Bałtyku będzie transportował do Niemiec jeszcze większe ilości rosyjskiego gazu.

Kiedy podczas szczytu Inicjatywy Trójmorza w 2017 roku w Warszawie pojawił się nawet prezydent USA Donald Trump, opowiedział się on w sprawie gazu przeciwko Niemcom. Amerykański przywódca krytykował Berlin zarzucając, że Niemcy za bardzo uzależniają się od Rosji. Stany Zjednoczone mają jednak przy tym własne interesy: poza politycznymi, widzą w Europie Wschodniej potencjalny rynek zbytu dla własnego gazu.

Awantura wokół gazociągu okazała się dla Niemiec sygnałem alarmowym. W Berlinie zorientowano się, że nie tylko Amerykanie coraz bardziej interesują się regionem między Bałtykiem, Adriatykiem i Morzem Czarnym. Poprzez ofensywę inwestycyjną swoją obecność zwiększają tam Chiny, nie wspominając o Rosji, która pilnuje swoich interesów w regionie. Niemcy, mające bliskie związki gospodarcze z krajami tworzącymi Inicjatywę, nie chciały dłużej stać na uboczu. – Nie chciano być tylko widzami, wiadomo przecież, że projekty infrastrukturalne mają także wymiar w polityce zagranicznej.

### **Berlin zmienia kurs**

Już w ubiegłym roku Berlin dokonał zmiany kursu. Szef dyplomacji Heiko Maas wziął udział w trzeciej konferencji Trójmorza w Bukareszcie. Nawiązując do polityki odprężenia z czasów kanclerza Willy'ego Brandta ogłosił on nową „politykę wschodnią” mówiąc, że Niemcy chcą być budowniczym mostów i pośrednikiem działającym w duchu europejskiej jedności.

Maas ubiegał się nawet o członkostwo Niemiec w Inicjatywie, ale odpowiedź nie była jednoznaczna. Podczas gdy prezydent Rumunii Klaus Iohannis poparł niemieckie starania, premier Polski Mateusz Morawiecki zbył je okazując brak zainteresowania. Na ewentualne przyłączenie Niemiec muszą zgodzić się wszyscy członkowie grupy.

### **Także UE zainteresowana**

W Słowenii w dniach 5 – 6 czerwca 2019 r. obok przywódców państw zrzeszonych w Inicjatywie obecny był też między innymi prezydent Niemiec Frank-Walter Steinmeier. Republika Federalna ma status państwa partnerskiego w gremium. Prezydent Polski Andrzej Duda wskazywał, że rozwój Europy Środkowo-Wschodniej może postępować także z pomocą Berlina. „Niemcy są najlepiej infrastrukturalnie rozwiniętym krajem w Europie. I to, że ze strony Niemiec jest także wsparcie dla naszych dążeń, by gonić Europę Zachodnią pod względem infrastrukturalnym, jest dla nas niezwykle istotne” - powiedział. Na spotkaniu pojawił się też szef Komisji Europejskiej, Jean-Claude Juncker oraz przedstawiciel Stanów Zjednoczonych, sekretarz ds. energii, Rick Perry. Pokazuje to, że Komisja Europejska nie uważa Trójmorza za inicjatywę konkurencyjną wobec UE. Juncker wspiera także niemieckie dążenia do członkostwa. Niemcy raczej nie zostaną pełnoprawnym członkiem, bo to zmieniłoby charakter Inicjatywy. – Berlin chce jednak sygnalizować swoją gotowość do współpracy.

Powstały niedawno Fundusz, na razie dysponuje kwotą ok. 500 milionów euro. Docelowo ma to być 4 do 5 miliardów euro.

### **Do opracowania wykorzystano informacje zawarte w:**

1. *Materiały* <https://www.dw.com/pl/trójmorze-coraz-ważniejsze-dla-niemiec>
2. *Materiały* <https://www.pch24.pl/w-lublanie-powolano-fundusz-inwestycyjny-inicjatywy-trojmorza>
3. *Materiały* <https://www.gov.pl/web/dyplomacja/trojmorze>
4. *Materiały* [www.gov.pl/web/gospodarkamorska/wiadomosci](http://www.gov.pl/web/gospodarkamorska/wiadomosci)
5. *Materiały* <http://www.programwisla.pl/>
6. *Materiały* <http://polska30.pl/>

## **WATER SECURITY IN EMERGING MARKETS**

**Zakhar Maletskyi<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>*Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Faculty of Science & Technology (REALTEK),  
Drøbakveien 31, Ås, Norway*

**Abstract:** Water is a valuable resource and key-component of national economy development. It affects directly or indirectly 78% of global jobs, accounts for up to 59% of total resource use in industry in developed countries, strongly affecting average annual per capita GDP growth. Each USD invested in water infrastructure brings 3-34 USD of benefits, depending on region and technologies. Water crisis in the group of risks with highest likelihood and impact. Nearly half the global population are already living in potential water scarce areas at least one

month per year and this trend is growing. Income growth in emerging markets will be strongly associated with water consumption because of water demand in food production and sanitation. There will be a need to gradually make multiple alternative water sources available to complement current abstraction from ground and surface waters. This will rise the need in rainwater harvesting solutions, efficient desalination, reuse of wastewater, covering water management strategies, technological and infrastructure development.

**Keywords:** water value; water jobs; water footprint; water investments; water security; scarcity; emerging markets.

### **1. Water & Economic Performance**

The value of water comes out through its direct and indirect role in production of goods and services, including drinking water, food, energy, health protection and education, mining and industrial manufacturing, waste treatment, environmental protection and many others (Young 2010).

According to (UNESCO 2016), more than 42% of the world's total active workforce are heavily water-dependent, including work in agriculture, mining and industries ranging from paper to pharmaceuticals. Moreover, another 1.2 billion jobs are moderately water-dependent; though they do not use large quantities, industries such as construction, recreation and transportation do need access to some (Gilquin & Uhlenbrook 2017). In total, 78 percent of global jobs need water.

Among the economic implications of water scarcity is the impact on businesses worldwide leading to higher operating costs and staying competitive (Guarino 2017). According to (UNESCO 2012), in high income nations industry accounts for up to 59% of total water use. The lack of water will have a domino effect on communities: local commerce declines, incomes go down, tax revenues decrease, population declines due to lack of employment opportunities, cities and the surrounding communities shrink dangerously (Guarino 2017).

According to (Tropp 2013), improved water supply and sanitation and water resources management boosts countries' economic growth. Notably, poor countries with improved access to clean water and sanitation have annual average growth of 3.7%, while poor countries with the same per capita income but without improved access had an average annual per capita GDP growth of only 0.1%.

Economic benefits from 3 to 34 USD per 1 USD invested, depending on region and technologies, would be gained in the health, individual and household, agricultural and industrial sectors, if the water and sanitation targets are achieved (Tropp 2013). This will gain 322 million working days per year, and the annual global value of adult working days gained because of less illness would be almost 150 million USD.

### **2. Water Security & Emerging Markets**

Nearly half the global population are already living in potential water scarce areas at least one month per year and this could increase to some 4.8–5.7 billion in 2050 (Burek 2016).

The future global water demand will raise primarily due to population growth, increasing wealth and changing diet preferences. The biggest contributors to these changes will be emerging markets and developing countries that are already suffering from water, food and health problems. Emerging markets are countries that has some characteristics of a developed market, but does not satisfy standards to be termed a developed market (MSCI 2013).

Income growth in emerging markets will be strongly associated with water consumption because of water demand in food production and sanitation. Due to income growth, diet preferences are also subject to change from predominantly cereal-based to meat-preferred, which are higher

water intensive commodities. Improved living standards are set to change the use of water for lifestyle purposes, affecting energy industry (Dinar & Schwabe 2015). The interdependence of these three is referred to as the “water-food-energy” nexus (Flammini & Puri 2013) and can be quantified by Virtual Water Demand Concept (Lillywhite 2010).

Globally, freshwater ecosystems are depreciating rapidly and substantially (Sadoff 2015), rising the problem of water security, especially in emerging markets (Hoekstra & Chapagain 2006). Increasing water use and scarcity may impose constraints on the economic growth of emerging markets (Dinar & Schwabe 2015). In addition to physical constraints of water availability, many emerging markets are facing increasing environmental and social costs as they devote more infrastructure and institutions to achieving greater water security, but these costs are artificially inflated and the productive benefits reduced because of socially inefficient water policies (Dinar & Schwabe 2015).

### **3. Towards water security in emerging markets**

Analysis done by Barbier (Dinar & Schwabe 2015) for 112 developing countries and emerging markets shows that increasing rates of water utilization has a significant and negative impact on overall economic growth. The most likely reason for this effect is inefficient water policies that requires corrections in water pricing, institutional reforms, encouraging active role of private sector and facilitating transboundary water agreements and management.

In the present conditions of emerging markets, it will be necessary to reduce the growing stress on natural water sources, both in terms of pollution and in terms of water abstraction. There will be a need to gradually make multiple alternative water sources available to complement current abstraction from ground and surface waters, with useable water from additional sources (i.e. brackish, salt, and recycled water), in a cascading and “fit-for-use” approach (WssTP 2016).

This will rise the need in rainwater harvesting solutions, efficient desalination, reuse of wastewater, covering water management strategies, technological and infrastructure development.

The core challenge water industry faces in emerging markets is balancing economic mechanisms with the intrinsic value of water as a common good that requires new solutions and involvement of multiple stakeholders along the value chain to decision making.

### **Acknowledgements**

This work has been being developed under Water Harmony Eurasia project (Diku <https://www.waterh.net/>).

### **References**

1. Burek, P. et al., 2016. Water Futures and Solutions.
2. Dinar, A. & Schwabe, K., 2015. Handbook of Water Economics, Edward Elgar Publishing Limited. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84957959517&partnerID=tZOtx3y1>.
3. Flammini, A. & Puri, M., 2013. Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus, Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf>.
4. Gassert, F. et al., 2013. Aqueduct Country and River Basin Rankings: A Weighted Aggregation of Spatially Distinct Hydrological Indicators. , (November), pp.1–28. Available at: [http://www.wri.org/sites/default/files/aqueduct\\_country\\_rankings\\_010914.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/aqueduct_country_rankings_010914.pdf).
5. Gilquin, C. & Uhlenbrook, S., 2017. Water becomes priority for economic development. capacity4dev.eu. Available at: <https://europa.eu/capacity4dev/articles/water-becomes-priority-economic-development> [Accessed November 18, 2018].
6. Guarino, A.S., 2017. The Economic Implications of Global Water Scarcity. Research in Economics and Management, 2(1), p.51. Available at:



<https://globalriskinsights.com/2016/12/economic-cost-global-water-scarcity/> [Accessed November 18, 2018].

7. Hoekstra, A.Y. & Chapagain, A.K., 2006. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, 21(1), pp.35–48. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s11269-006-9039-x> [Accessed November 18, 2018].

8. Lillywhite, R., 2010. Footprinting methods for assessment of the environmental impacts of food production and processing. *Environmental Assessment and Management in the Food Industry*, pp.255–271. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978184569552150014X> [Accessed November 18, 2018].

10. MSCI, 2013. MSCI Market Classification Framework. MSCI Market Accessibility Review, (June), pp.1–4. Available at: [https://www.msci.com/documents/1296102/1330218/MSCI\\_Market\\_Classification\\_Framework.pdf/d93e536f-cee1-4e12-9b69-ec3886ab8cc8](https://www.msci.com/documents/1296102/1330218/MSCI_Market_Classification_Framework.pdf/d93e536f-cee1-4e12-9b69-ec3886ab8cc8) [Accessed November 18, 2018].

11. Sadoff, C.W. et al., 2015. Securing Water, Sustaining Growth, Tropp, H., 2013. Making water a part of economic development: The economic benefits of improved water management and services. In *Investing in Water for a Green Economy: Services, Infrastructure, Policies and Management*. pp. 58–86. Available at: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/waterandmacroecon.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/waterandmacroecon.pdf) [Accessed November 18, 2018].

12. UNESCO, 2012. Managing Water under Uncertainty and Risk, Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002156/215644e.pdf>.

13. UNESCO, 2016. World Water Development Report. Water and Jobs, WaSo, Water, Society and Climate Change. Available at: <https://www.wasoproject.org/> [Accessed November 18, 2018].

14. World Economic Forum, 2018. The global risks report 2018, 13th edition, Available at: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GRR18\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf) [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GRR18\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf) <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2018>. WssTP, 2016. WssTP Strategic Innovation and Research Agenda 2030. , p.64. Available at: [http://wsstp.eu/wp-content/uploads/sites/102/2017/01/WssTP-SIRA\\_online.pdf](http://wsstp.eu/wp-content/uploads/sites/102/2017/01/WssTP-SIRA_online.pdf) <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673601834413>.

15. Young, R.A., 2010. Determining the economic value of water: Concepts and methods, Available at: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781936331703> [Accessed November 18, 2018].

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ХАРАКТЕРУ КАРБОНАТНО – КАЛЬЦІЄВОЇ РІВНОВАГИ ПІДЗЕМНИХ ВОД КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Богатиренко Вікторія Альфредівна, Калінін Ігор Васильович,  
Біленко Марина Анатоліївна**

*Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ*

Згідно з даними Організації Об'єднаних Націй з водних ресурсів у світі існує дуже мале число регіонів, які не мають проблем втрати потенційних джерел постачання прісної води, погіршення якості води і забруднення поверхневих та підземних джерел [1]. Більшість цих проблем виникають внаслідок екологічно руйнівних моделей розвитку і, головним чином, відсутності як розуміння проблем суспільством, так і знань у галузі охорони ресурсів поверхневих і підземних вод.

В Україні як прісну питну використовують переважно воду поверхневих джерел, причому інтенсивне водокористування в Україні вже перевищує екологічну ємність

водоресурсного потенціалу країни: загальний об'єм водозабору майже сягає об'єму річного стоку, що формується в межах України в маловодний рік. Проте ще більшу загрозу для здоров'я людини становить якість водних об'єктів. Дослідження у галузі моніторингу стану вод вже впродовж багатьох років займаються науковці НАН України: Інституту геологічних наук, Науково-інженерного центру радіогідроекологічних полігонних досліджень, Державного геологічного об'єднання "Північгеологія", Інституту колоїдної хімії та хімії води імені А. В. Думанського, Інституту геохімії навколишнього середовища [2]. За результатами проведених досліджень виявлено, що якість прісної питної води наразі сильно знижується внаслідок забруднення поверхневими й підземними водними стоками, стоками промислових підприємств, комунальної і сільськогосподарської діяльності людини. Відповідно за показниками якості практично усі поверхневі водойми не можна віднести до водойм першої категорії, коли вода вважається чистою і придатною для споживання [3]. Натомість за станом хімічного і бактеріального забруднення вода класифікується як забруднена і брудна (IV - V клас якості).

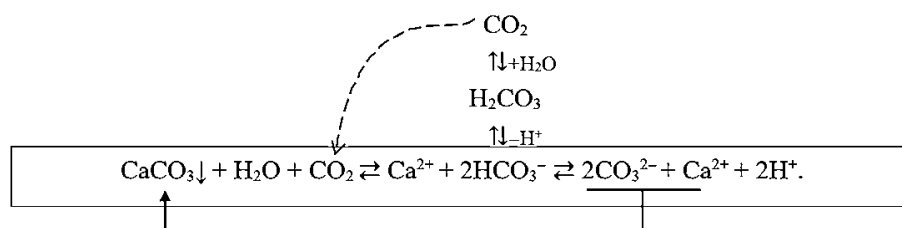
Оскільки за останні десятиліття реєструється зростання частоти відхилення якості питної води водопроводів України від нормативних вимог, для населення України актуальним стає використання підземних питних вод нецентралізованого водопостачання. Підземні води відіграють дійсно важливу роль у водогосподарському балансі України. Загальна кількість підземної води в водоспоживанні досягає 17 %, з яких 54 % припадає на господарсько - питне використання. На відміну від поверхневих, підземні води мають більшу захищеність від наслідків господарської діяльності. Води підземних джерел можна використовувати практично у природному незміненому стані; вони не потребують значної попередньої водопідготовки перед споживанням, що суттєво підвищує їхню цінність. Такі води фактично зберігають незмінені первісні властивості зазвичай вищої якості і, крім того, відрізняються від поверхневих більшою стабільністю фізико-хімічних показників і меншим вмістом органічних речовин.

Для вивчення динаміки змін показників якості підземних питних вод нецентралізованого водопостачання Київської області було вибрано підземні питні води міст Бровари та Васильків: вода артезіанської скважини (зразок № 1) [бювет № 4 м. Бровари], а також колодязна (зразок № 3) і джерельна (зразок № 2) вода [м. Васильків]. Колодязна вода – це води верховодки, глибина колодязю до 4 м. Джерельна вода відбиралась з вод, які виходять на поверхню з висхідного джерела, що живиться слабконапірними водами, очевидно, верхнього водоносного горизонту (джерело має невеликий гідростатичний тиск без фонтануючих струменів води). Глибина скважини 154 м, вона постачає води сеноманського, достатньо «чистого» водоносного горизонту. Вода бювету періодично досліджується за 20 показниками якості, зокрема на вміст деяких катіонів, аніонів та забруднюючих речовин, солевмісту, про що свідчать звіти хіміко-бактеріологічної лабораторії питної води комунального підприємства Броварської міськради "Броваритепловодоенергія".

Підземні води Київської області представлені водоносним комплексом західної частини Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (ДАБ): четвертинним ярусом (на глибинах 30–50 м), харківським горизонтом ( $\approx 90$  м), буцацьким горизонтом (в межах 60–120 м глибини), водоносними горизонтами сеноман - келовейських (120–160 м) і середньоюрських відкладів [4]. З урахуванням гідрогеологічної моделі артезіанська шарувата система північно-західної частини ДАБ характеризується інтенсивним вертикальним водообміном

переважно низхідної фільтрації гравітаційних підземних вод, що охоплює водоносні комплекси від артезіанських нижньоюрських відкладень до ґрунтових вод. Водообмін можливий внаслідок того, що артезіанські басейни цієї частини ДАБ фізично пов'язані поровими розчинами, які виникають у роздільних слабо проникних карбонатизованих шарах глинистих порід (карбонатизованих глин, мергелів, алевритів) з високорозвиненою сіткою тріщин і поруватістю. Фільтрація порових розчинів супроводжується масопереносом природних хімічних сполук, які або надходять із суміжних водоносних горизонтів («наскрізна» фільтрація по тріщинах), або вилуговуються з порід роздільного шару («пориста» фільтрація у тонких порах). Її інтенсивність визначає хімічний склад і концентрацію розчинених речовин у порових розчинах, які зрештою потрапляють у водоносні горизонти і змінюють катіонний і аніонний склад підземних вод. Прісні порові розчини зазвичай відповідають хімічному складу ґрунтових вод ДАБ [5]. В межах Київського мегаполісу знаходяться найбільш проникні глинисті роздільні шари. В умовах високої тріщинуватості і проникності роздільних слабопроникних шарів захищеність підземних вод артезіанських водоносних горизонтів залежить від гідродинамічних і гідрохімічних режимів стану підземних вод, які змінюються під впливом природних і техногенних факторів.

Особливості гідрохімічного стану зумовлюють зміни гідрологічного режиму при змінах пори року і визначають динамічний характер складу підземних питних вод, зокрема сезонні коливання йонно - молекулярного складу системи карбонатно-кальцієвої рівноваги, рН ґрунтових вод, і відповідно їх стабільності й агресивності [3]. Основними компонентами карбонатно-кальцієвої рівноважної системи є йони  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , а також атмосферний  $\text{CO}_2$ , який розчиняється у воді і частково утворює карбонатну кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$  [2]. Така йонно - молекулярна система включає ряд рівноваг: адсорбційно-гідратаційну рівновагу розчину з газовим середовищем з утворенням розчиненого у воді вуглекислого газу ( $\text{CO}_2^{\text{вільний}}$ ), багатоступінчасту дисоціацію утвореної внаслідок розчинення частини  $\text{CO}_2^{\text{вільний}}$  карбонатної кислоти  $\text{H}_2\text{CO}_3$  і гетерогенну рівновагу розчину з твердою фазою  $\text{CaCO}_3$ . В цілому рівновага, яка встановлюється між цими компонентами в природній воді, описується схемою, показаною на рис. 1. Надлишок  $\text{CO}_2$  переводить важкорозчинний кальцій карбонат у розчинний  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , тобто стає причиною розчинення карбонатних утворень у водному середовищі з встановленням нової рівноваги.



**Рис. 1. Схема системи карбонатно - кальцієвої рівноваги**

Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) може надходити в підземні води з атмосфери, утворюватися при біохімічних і хімічних процесах в підземних умовах. Особливість входження  $\text{CO}_2$  в систему карбонатно - кальцієвої рівноваги в підземних водах пов'язана із збільшенням його розчинності з утворенням гідрогенкарбонат- та карбонат-йонів з глибиною (згідно з законом Генрі) і відповідному зниженні температури. Відтак кількість молекулярного  $\text{CO}_2$  у воді знижується.

Внаслідок перебігу процесів фотосинтезу або виділення  $\text{CO}_2$  в атмосферу (зокрема від впливом температурного фактору) його вміст у підземних водах зменшується. Це, в свою чергу, зміщує рівновагу в напрямку накопичення карбонатних порід внаслідок розкладання кальцій (або магній) гідрогенкарбонату. Таким чином, розчинення та осадження карбонатів (переважно  $\text{CaCO}_3$ ) – це два безперервні і різноспрямовані процеси, що відбуваються одночасно.

Експериментальні дослідження і проведені відповідні розрахунки основних показників стану карбонатно-кальцієвої рівноваги дали підстави говорити про динамічний характер досліджуваної рівноважної системи. Її склад залежить від кліматичних умов кожного сезону року і тісно взаємопов'язаний з кількістю атмосферних опадів впродовж року. Причиною цього явища є тріщинуватість порід водотривких товщ і вертикальна фільтрація підземних вод між водоносними горизонтами. Тому у всіх водоносних горизонтах в сезони інтенсивних опадів і низьких температур зростає вміст вільного  $\text{CO}_2$ , який переважно входить в систему карбонатно - кальцієвої рівноваги. Підземні води мають достатньо високий ступінь пересичення  $\text{CaCO}_3$ , який знаходиться в розчинному метастабільному стані, проте при виході на поверхню легко переходить в стан важкорозчинних карбонатів (осадів). Отже, перед використанням такі води потребують додаткового очищення для зниження карбонатної твердості води.

Відповідно слід очікувати на високий ступінь залежності цих підземних вод від стоку забруднюючих речовин. Тому вони безперечно потребують контролю і захисту від неправильної промислової, побутової і сільськогосподарської діяльності людини.

#### **Список літературних джерел:**

1. Охрана водных ресурсов, качества воды и водных экосистем. – ООН: Конвенции и соглашения. Повестка дня на XXI век, принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21\\_ch18c.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch18c.shtml).
2. Злобіна К. С. Кураєва І. В., Кроїк Г. А. Особливості хімічного складу підземних вод Києва, що використовуються для побутового водопостачання [Електронний ресурс] // Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Геологія. Географія. — 2011. — Т. 19, вип. 13. — С. 58—63. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdugg\\_2011\\_19\\_13\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdugg_2011_19_13_14).
3. Сніжко С. І. Теорія і методи аналізу регіональних гідрохімічних систем. — К.: Ніка-Центр, 2004. — 394 с.
4. Связь гидрохимических аномалий радона и фтора с участками тектонических нарушений (на примере г. Киева) / Жовинский Э. Я., Комов И. Д., Диденко П. И., Макаренко Н. Н. и др. // Пошукова та екологічна геохімія, 2004. — № 4. — С. 56—60.
5. Сухоребрий А. А. Химический состав поровых растворов слабопроницаемых слоёв как показатель защищенности подземных вод // Геол. журн. — 2018. — № 1 (362). — С. 17—27.

## ВОДА ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЗАПАС ДЕРЖАВИ УКРАЇНИ

Юрій Заїка

*Український науково-дослідний інститут «Ресурс»*

Вода - основний ресурс, який використовується для споживання населенням за будь-яких соціальних, економічних та екологічних умов.

Питна вода повинна бути безпечною для здоров'я та за своїм фізико-хімічним складом-сприятлива для споживання. Тому гостро стоїть питання забезпечення населення країни якісною питною водою у разі виникнення надзвичайних ситуацій та екологічних катастроф.

На сьогоднішній день варто ґрунтовно підійти до питання закладки саме питної води до державного резерву України, адже її використання необхідне в особливих ситуаціях для країни. Вона повинна відповідати якісним характеристикам, бути безпечною для населення, а також зберігати свої властивості протягом усього періоду зберігання [1-4].

Проблематика формування запасів питної води у державному резерві не є досить новою, але потребує ґрунтовного наукового вивчення. Так як якість води, яку отримує кінцевий споживач, не завжди залежить лише від природних факторів і потребує постійного контролю. Вимоги до якості питної води встановлено Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Тому необхідно правильно підготувати воду для збереження, в першу чергу за збалансованим фізико-хімічним складом, по-друге без вмісту хімічних домішок та отруйних речовин.

Важливо перед закладанням води на зберігання провести її доочищення від патогенних мікроорганізмів, органічних забруднювачів та іонів важких металів. Саме на цьому етапі актуальним є застосування нових технологій, які дозволяють доочищати воду за рахунок використання сучасних екологічних методів – окиснення, сорбції, іонізації та знезараження ультрафіолетовим випромінюванням [5,6].

Важливим є підхід до вибору тари для тривалого зберігання питної води. Без сумніву, найбезпечніша тара - скляна. Але пляшка зі скла важка, може розбитися і коштує дорожче пластику. Жерстяна тара є більш доступною та стійкою, але, в свою чергу, за тривалого зберігання та контакті з водою відбувається корозія захисного покриття та перехід шкідливих речовин з металу у воду, що значно погіршує якість останньої.

Пластикові резервуари - найбільш затребувані в промисловості і в побуті. Легкий пластик легко транспортувати і зберігати, а його сучасні марки, призначені для харчових продуктів, не поступаються іншим матеріалам за якістю, гігієнічністю і міцністю. Але термін зберігання та використання пластику обмежений. Після закінчення зазначеного виробником терміну цей матеріал виділяє хімічні речовини, що впливають на смак і безпеку води. Це відбувається і за порушення умов зберігання, а саме вплив високих температур та потрапляння прямих сонячних променів. Тому на сьогоднішній день питання вибору тари є відкритим.

Необхідно звернути особливу увагу до вимог нових міжнародних стандартів щодо забезпечення необхідної якості води, тривалості зберігання. Існуюча база нормативної документації потребує оновлення.

Слід наголосити, що виробники мають забезпечувати виконання вимог законодавства про безпечність на всіх етапах виробництва [2]. Також гостро стоїть питання подовженого терміну зберігання води питної в споживчій тарі, оскільки відповідно до Закону України **Про**

**вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції**, розділу I, статті 1, продукція, строк придатності якої до споживання або використання закінчився, відноситься до неякісної та небезпечної продукції та підлягає вилученню з обігу, тому розглядається питання збереження питної води протягом 3-4 років.

З огляду на вищесказане, варто ґрунтовно підійти до питання збереження питної води як стратегічного запасу у державному резерві України, більш поглиблено вивчити способи очищення та підготовки води, періодичність контролю її якості і дослідити способи її фасування та зберігання.

**Список використаних джерел:**

1. Закон України про воду, питне водопостачання та водовідведення від 18.05.2017 р. №2047-VIII зі змінами від 15.05.2018 р. № 2417-VIII.
2. Закон України Про основні принципи та вимоги щодо безпечності та якості харчових продуктів: [закон України: від 23 грудня 1997 р. №771/97-ВР]
3. Про стан безпеки водних ресурсів держави та забезпечення населення якісною питною водою в населених пунктах України: Рішення РНБО України від 27.02.2009 р., введене в дію Указом Президента № 221 від 6.04.2009 р.
4. Water and health in Europe/WHO regional publications European series No.93.
5. Сидоренко О. В. Фактори формування якості води питної / О. В. Сидоренко, Ю. О. Якобчук // Україна та ЄС: подолання технічних бар'єрів у торгівлі (Київ, 18–19 березня 2015 року) : тези доп. – К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2015. – С. 261.
6. Якобчук Ю. О. Актуальні проблеми безпечності води питної / Ю. О. Якобчук, О. В. Сидоренко // Інноваційні технології розвитку сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємства: наукові пошуки молоді : Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів (2 квітня 2015 р.) : тези у 2-х ч. Ч. 1 / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2015. – С. 239.

## **РАЦІОНАЛЬНЕ ВОДОКОРИСТУВАННЯ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ШКІР У ВИРОБНИЦТВІ**

**Юлія Ключай, Поліна Ребрикова, Олена Мокроусова**

*Київський національний університет технологій та дизайну*

Виробництва шкіри є сукупністю чисельних послідовно виконуваних різноманітних обробок сировини чи напівфабрикату [1]. Основу шкіряного виробництва складають різноманітні технології, які розробляються для кожного виду шкіри окремо. В виробництві шкіри використовують сировинні матеріали (воду, повітря) та різноманітні хімічні матеріали: кислоти, луги, солі, мінеральні та органічні дубителі, ферменти, ПАР, барвники, жирувальні матеріали, полімери, пігментні концентрати тощо [2].

Технологічний процес виробництва шкіри характеризується достатньою складністю і включає як рідинні так і механічні обробки. При чому підготовчі, дубильні та фарбувально-жирувальні процеси на 70 % складаються із рідинних обробок. Рідинні процеси передбачають обробку шкіряної сировини або напівфабрикату у водних розчинах хімічних матеріалів [1, 2]. Отже, основні процеси шкіряного виробництва від підготовчих до оздоблювальних протікають у водневому середовищі і вимагають великих витрат води.

На протікання та результат рідинних обробок сировини чи напівфабрикату впливають ряд параметрів: рідинний коефіцієнт, температура, концентрація реагентів, тривалість

процесу, «вік» обробної рідини та інтенсивність механічних дій. Рідинний коефіцієнт вказує на витрати води для обробки одиниці маси сировини [1].

Для виконання рідинних процесів шкіряне виробництво використовує достатньо велику кількість води після промислової водопідготовки. На переробку 1 тони шкіряної сировини витрачається близько 80 м<sup>3</sup> води, стільки ж забруднених стоків потрапляє в каналізацію шкіряних заводів [3, 4]. Для новітніх ресурсощадних технологій витрати води знижено до 10-30 м<sup>3</sup> [5]. Також для досягнення необхідного рівня якості та комплексу експлуатаційних властивостей готових шкір у виробництві застосовується велика кількість різних хімічних матеріалів, що зумовлено необхідністю створення високосформованої структури дерми та відповідних до цільового призначення шкір експлуатаційних властивостей.

Ефективність технологічних процесів залежить від якості промислової води, оскільки обумовлює розчинність хімічних матеріалів з подальшим впливом на їх дифузію в структуру дерми та взаємодію з функціональними групами колагену та його структурними елементами. Зниження якості води для рідинних процесів з подальшим відповідним впливом на розчинність, рН та активність хімічних матеріалів ускладнює можливість якісного формування структури шкіри, потребує застосування підвищеної кількості хімічних матеріалів та коригування параметрів технологічних процесів. Зазначене обумовлює підвищення собівартості готової продукції та зниження ефективності технологічних процесів.

Враховуючи, що в технологічних процесах виробництва шкіри вода використовується, переважно, як розчинник, важливим є здійснення промислової водопідготовки з метою усунення ряду домішок згідно з їх допустимою нормою для підвищення ефективності використання хімічних матеріалів та якісного формування структури дерми шкіри. Зазвичай, промислова водопідготовка на шкіряних підприємствах передбачає проведення процесу відстоювання, який дозволяє вилучити з води грубодисперсні домішки, що осідають на дно безперервно діючих відстійних бетонованих резервуарів. Для досягнення повного освітлення і знебарвлення води від колоїдних домішок у відстійники вводять коагулянти – хлориди або сульфати алюмінію чи заліза. При цьому відстоювання не впливає на коригування рН води, показника її твердості, окисності тощо. Для покращення зазначених показників води та її очищення є доцільність застосування процесів зм'якшення або знесолення.

Для оцінки ефективності промислової водопідготовки (зразок – технічна вода) у виробництві шкіри та доцільності здійснення процесів зм'якшення або знесолення (зразок – очищена вода) були проведені дослідження якісних та кількісних показників технічної та очищеної води.

Дослідження передбачали визначення: рН води, твердості води (тимчасової та загальної), рівня окисненості води, вмісту вуглекислого газу та загального вмісту солей. Дослідження виконували згідно традиційних методів, що описані в [6]. Результати досліджень представлені в таблиці 1.

**Аналіз якості технічної та очищеної води у технологічних процесах виробництва шкіри**

| Показник                                                      | Вода     |         |
|---------------------------------------------------------------|----------|---------|
|                                                               | Технічна | Очищена |
| pH                                                            | 7,06     | 5,06    |
| Карбонатна (тимчасова) твердість, мг-екв/дм <sup>3</sup>      | 5,4      | 1,0     |
| Загальна твердість води, мг-екв/дм <sup>3</sup> (кип'ятінням) | 6,12     | 1,25    |
| Загальна твердість води, мг-екв/дм <sup>3</sup> (титруванням) | 6,11     | 1,2     |
| Окисність води, мг/дм <sup>3</sup>                            | 3,76     | 0,48    |
| Вміст вуглекислого газу, мг/дм <sup>3</sup>                   | 37,4     | 11,0    |
| Загальний вміст солей, мг/дм <sup>3</sup>                     | 0,42     | 0,062   |

За результатами досліджень виявлено суттєві відмінності за всіма показниками якості води. Рівень pH технічної води становив 7,06, що дозволяє віднести її до класу нейтральної (табл. 1), тоді як очищена вода була віднесена до слабкокислої через pH на рівні 5,06.

За показниками твердості технічну воду із рівнем загальної твердості 6,12 мг-екв/дм<sup>3</sup> можна віднести до класу «помірно твердої», а очищену воду з рівнем загальної твердості 1,25 мг-екв/дм<sup>3</sup> – до класу «дуже м'якої» води. За рівнем загального вмісту солей, як технічну так і очищену воду можна віднести до прісних вод. Показник окисненості води відповідає вимогам нормативних документів до промислової води, оскільки входить в межі 4-6 мг/л O<sub>2</sub>.

В цілому, можна зробити висновок, що за аналізом якості технічна вода після промислової водопідготовки, що використовується у шкіряному виробництві, може бути рекомендована для промислового використання.

В цілому, раціональний та ґрунтовний підхід щодо своєчасного виявлення рівня показників якості води, встановлення їх впливу на ефективність технологічних процесів виробництва шкіри сприятиме ресурсозбереженню, екологізації виробництва шкіри та цілеспрямованому регулюванню якісних показників готових шкір. Комплекс запропонованих заходів дозволить своєчасно реагувати та коригувати параметри технологічних процесів виробництва шкір, виявляти недоліки застосування промислової води та хімічних матеріалів, що дозволить виробникам швидко удосконалювати обробку сировини та шкіряного напівфабрикату з метою отримання шкір високої якості та конкурентоспроможності.

**Список використаних джерел:**

1. Журавський В. А., Касьян Е. Є., Данилкович А. Г. Технологія шкіри та хутра: підруч. для студ. вищих навч. закл. Київ, 1996. 744 с.
2. Данилкович А. Г., Мокроусова О. Р., Охмат О. А. Технологія і матеріали виробництва шкіри : навч. посіб. Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. – К. : Фенікс, 2009. 580 с.
3. Buljan J., Reich G., Ludvik J. Mass balance in leather processing. URL: [https://www.unido.org/sites/default/files/2009-05/Mass\\_balance\\_in\\_leather\\_processing\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2009-05/Mass_balance_in_leather_processing_0.pdf)
4. Павлова М. С. Экологический аспект химической технологии кожи. Москва, 1997. 191 с.
5. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів для створення конкурентоспроможних товарів: монографія. В 2 ч. Ч. 1. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів / за ред. А.Г. Данилковича. Київ: Фенікс, 2011. 438 с.
6. Унифицированные методы анализа вод. Под ред. д-ра хим. наук Ю. Ю. Лурье. Издание 2-е, исправленное. М., «Химия», 1973. 376 с.



## ІНТЕГРАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД МОГИЛІВ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ольга Кравченко, В'ячеслав Чоботар

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Екологічна оцінка є неодмінною умовою екологічного нормування якості поверхневих вод. Тому при виконанні екологічної оцінки необхідно передбачати зіставлення одержаних результатів із значеннями екологічних нормативів, встановленими для даного водного об'єкта. Це необхідно для аналізу відповідності (чи невідповідності) якості вод значенням усіх тих показників, які встановлені у результаті екологічного нормування якості вод для конкретного водного об'єкту.

Для екологічної оцінки якості води були відібрані проби з різних джерел водопостачання Могилів-Подільського району Вінницької області. Вибір даної території був обумовлений тим, що, по-перше, саме в Вінницькій області склалася одна з найкритичніших ситуацій щодо якості води, оскільки за даними щорічної доповіді про стан навколишнього середовища [1], з 6879 відібраних проб децентралізованого водопостачання 32,3% не відповідають санітарно-гігієнічним нормативам. По-друге, вказаний район в економічному аспекті є суто аграрним, з переважанням рослинництва, садівництва, овочівництва. Тобто, забруднення джерел водопостачання має першочерговий вплив не тільки на стан здоров'я населення, а й на отримання якісної сільськогосподарської продукції.

Для екологічної оцінки якості води обрано наступні джерела водопостачання:

Проба № 1 – каптажне джерело в с. Григорівка, глибиною 5 м, джерело знаходиться на еталонній ділянці. Рельєф місцевості (невеликий схил) обумовив стікання води з вказаного джерела у відстійники для напування ВРХ; з цієї метою вода використовувалася до початку 2000-х років (координати точки відбору – 48.419680, 27.945274).

Проба № 2 – колодязь в селі Садківці, глибиною 8 м, використовується для задоволення побутових та питних потреб. На відстані 10 м від джерела знаходяться багаторічні насадження плодових дерев (координати точки відбору – 48.389731, 27.910490).

Проба № 3 – колодязь в селі Бронниця, глибиною 10 м, використовується для задоволення побутових та питних потреб. До 60-70 років ХХ століття на місця колодязя була тваринницька ферма (координати точки відбору – 48.396238, 27.906028).

Проба № 4 – джерело централізованого водопостачання села Бронниця (координати точки відбору – 48.401054, 27.889304).

Методика оцінки якості води за комплексним показником – індексом забрудненості води (далі ІЗВ) – була рекомендована для використання Держкомгідрометом. Визначення індексу забруднення вод вважається найдоступнішим методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів, який базується на показниках хімічного складу води [2]. Розрахунок ІЗВ відібраних нами проб здійснено за формулою:

$$ІЗВ = 1/10 \sum (C_i / ГДК_i)$$

де  $C_i$  – середня концентрація одного з десяти показників якості води;  $ГДК_i$  – гранично допустима концентрація кожного з 10 показників якості води (твердість загальна, окисність перманганатна, вміст хлоридів, сульфатів, нітратів, заліза, кадмію, свинцю, цинку, міді)

Результати розрахунків ІЗВ та аналіз чистоти води з досліджуваних джерел на основі отриманих даних наведено у табл. 1:

Таблиця 1 – Індекс забруднення води та категорії її чистоти:

| Номер проби | ІЗВ  | Характеристика якості води | Клас якості води |
|-------------|------|----------------------------|------------------|
| 1           | 4,41 | Брудна                     | V                |
| 2           | 3,97 | Забруднена                 | IV               |
| 3           | 6,41 | Дуже брудна                | VI               |
| 4           | 3,81 | Забруднена                 | IV               |

Отже, за величиною ІЗВ, вода з усіх джерел є непридатною як для питних цілей, так і для господарсько-побутових потреб.

Загальними рекомендаціями для зменшення забруднення вод сільськогосподарського призначення є мінімізація та обмеження застосування азотних (нітратних) добрив, у населених пунктах та поблизу джерел водопостачання, а також доцільним є застосування амідної, амонійної форм та комплексних добрив, які у більшій мірі фіксуються ґрунтом та використовуються ґрунтовою мікрофлорою, що знизить ризики потрапляння в підґрунтові води. Для очистки централізованих джерел водопостачання необхідно встановити фільтри зворотного осмосу або йонного обміну. Доцільно проводити щоквартальний відбір проб води у вказаних джерелах з метою оцінки динаміки вмісту гідрохімічних показників по сезонах та за рік.

#### Список використаних джерел:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінв Д.С. – 2017. – 350 с.
2. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : Підручник. – К.: Ніка – Центр, 2001. – 264 с.: іл.
3. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти.: ВЦ “Київський університет”, К. - 1999. – 319 с.

## MODERN TRENDS IN PHOSPHORUS REMOVAL IN WASTEWATER TREATMENT

**Anna Ozhynska, Marta Litynska, Nataliia Tolstopalova**

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

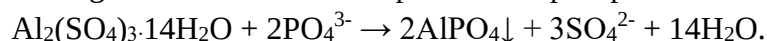
Phosphates are compounds of various metals and phosphoric acid. They have a wide range of applications, for example in the food industry, in detergents (to reduce water hardness, for fuller use of surfactants), in fertilizers, and so on. But they also have a negative impact on the environment. Since phosphates are the nutrients for the growth of many plants, they will cause eutrophication. Due to the action of phosphates, surfactants are delayed in tissues for a long time, sometimes causing allergies. That is why the use of phosphates should be restricted. Possible ways of removal of phosphates are coagulation, adsorption and biological treatment.

During chemical treatment of wastewater, the reagent ions interact with soluble salts of the orthophosphate acid, thus creating highly dispersed colloid phosphate sediment. Meanwhile, the chemical reacts with water-borne bases to produce large-flake sediment. This sediment triggers coagulation of the high-dispersion colloid phosphate sediment and suspension, it also adsorbs some of the phosphorus-bearing organic compounds, and then it is withdrawn from the system. Salts of two- and three-valent metals are used as reagents. The practice of wastewater treatment widely uses

such coagulants as aluminum and iron salts, and also lime. Adding aluminum sulfate to wastewater in the presence of alkali produces the following reaction:

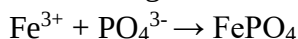


Further on, the following reaction occurs in the presence of phosphates:



These two reactions compete for aluminum ions, created by adding the reagent – aluminum sulfate. The flakes of aluminum hydroxide sediment absorb aluminum phosphates and colloid particles of solid impurities, thus helping to remove phosphorus by clearing out the wastewater. Aluminum sulfate is very effective for treatment of high-color low-turbidity waters. Recommended pH range is 7.5÷7.7, but  $\text{Al}(\text{OH})_3$  can precipitate in the wide pH range 4.5÷12. The presented mechanism is not quite accurate, since the formation of various hydrolysis products, for example,  $\text{Al}_2(\text{OH})_2^{4+}$ ,  $\text{Al}_4(\text{OH})_8^{4+}$ ,  $\text{Al}_2(\text{OH})_5^{5+}$ ,  $\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}^{5+}$  and others.

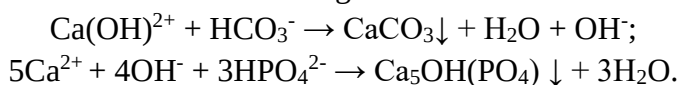
When salts of three-valent iron are used as coagulant, the following reaction occurs:



Salts of two-valent iron may also be used as coagulants. In this case two-valent iron is oxidized to three-valent iron by oxygen.

$\text{FePO}_4$  particles in the sediment have colloid sizes, and so excess of ferric ions must be added in the quantity sufficient to produce iron hydroxide. The iron hydroxide sediment captures  $\text{FePO}_4$  particles and other solid particles contained in wastewaters; in addition, it works as adsorbent in respect of other phosphorus-bearing compounds. Flaky sediment of iron hydroxide is hard to precipitate, and frequently one needs to use organic polymers in order to produce clear supernatant water. The pH of the precipitation is 4÷9.

Use of lime as coagulant involves the following reactions:



Lime interacts with bicarbonate ions of wastewaters to produce calcium carbonate; in addition, it reacts with phosphates. Orthophosphate is precipitated by calcium ions and produces calcium oxyapatite, while polyphosphates are removed through adsorption on pregenerated particles of calcium oxyapatite. As pH grows, solubility of calcium oxyapatite rapidly decreases, and removal of phosphorus improves. Virtually all orthophosphate precipitates at pH higher than 9.5. At  $\text{pH} < 9.5$ , phosphorus is adsorbed on calcium carbonate (Ruzhitskaya and Gogina, 2017).

Among these available treatment methods, adsorption is considered to be an effective approach due to its easily-handle operation and ecofriendly characters. Various adsorbents such as fly ash, aluminum hydroxide, iron-based compounds, Ca-based sorbents and many others are used for phosphorus adsorption.

However, the direct addition of adsorbents in water treatment system may cause fast loss of adsorbents and reduce their reusability as a result of their tiny powder size, which usually restrict the application of adsorbents. To further improve the recyclability and adsorption capacity, it is of particular significance to develop more novel phosphate-specific adsorbents. In recent investigations, zirconium-based materials have been paid more attention in controlling P pollution due to their high binding affinity towards P and non-toxicity of such adsorbents. During last years scientists synthesized a lot of novel highly effective adsorbents for phosphorus removal, especially, fibrous loaded with zirconium, amorphous zirconium oxide nanoparticles, composite sorbent containing zirconium and iron oxides, etc. In addition, iron-based materials have good P removal efficiency and possessing advantageous characteristics in terms of cost, chemical stability and

environmental consequence. In order to inherit the advantages of zirconium and iron adsorbents, a composite sorbent containing zirconium and iron oxides exhibited promising performance for P adsorption (Xiong et al., 2017).

Phosphorus removal from wastewater can be accomplished biologically in activated sludge reactors by incorporating an anaerobic stage prior to existing aerobic basins. The resulting cyclic anaerobic and aerobic conditions favor the growth of microorganisms that utilize intracellular polyphosphate as an energy source during the anaerobic period, which allows them to sequester available carbon for use during the following aerobic stage. In turn, the aerobic utilization of intracellular stored carbon is accompanied by the uptake of phosphorus and accumulation of phosphorus as polyphosphate. This polyphosphate accumulation results in efficient removal of phosphorus from the wastewater. Although this process, termed enhanced biological phosphorus removal, has been used successfully in full-scale wastewater treatment plants, identification and characterization of the industrially relevant organisms that are involved in phosphate uptake have proven to be difficult (Zilles et al., 2009).

Among, current wastewater treatment technologies, the constructed wetland technology is considered as an eco-friendly, low cost technology with some distinct advantages such as; low operation and maintenance cost, as well as provide aesthetic value, generate usable plant biomass, and help support wildlife habitat. The constructed wetlands are formed by various beds loaded with inadequately sapped graded medium such as soil or gravel planted with vegetation coupled with microbial inhabitants that are essential for contaminants removal in surface water; groundwater or waste streams (Sehar et al., 2015).

Coagulation is the best method of treating wastewater from phosphorus. Because there is a rapid deposition of metals, high-quality clarification of water, the most efficient way to clean colloidal and suspended particles.

## References

- [1] Ruzhitskaya, O. and Gogina, E. (2017). Methods for Removing of Phosphates from Wastewater. Proceedings of MATEC Web Conferences, 106, pp. 1-6. doi:10.1051/mateconf/201710607006
- [2] Sehar, S., Sumera, Naeem, S., Perveen, I., Ali, N., & Ahmed, S. (2015). A comparative study of macrophytes influence on wastewater treatment through subsurface flow hybrid constructed wetland. Ecological Engineering, 81, 62–69. doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.009
- [3] Xiong, W., Tong, J., Yang, Z., Zeng, G., Zhou, Y., Wang, D., ... Cheng, M. (2017). Adsorption of phosphate from aqueous solution using iron-zirconium modified activated carbon nanofiber: Performance and mechanism. Journal of Colloid and Interface Science, 493, 17–23. doi: 10.1016/j.jcis.2017.01.024
- [4] Zilles, J. L., Peccia, J., Kim, M.-W., Hung, C.-H., & Noguera, D. R. (2002). Involvement of Rhodocyclus-Related Organisms in Phosphorus Removal in Full-Scale Wastewater Treatment Plants. Applied and Environmental Microbiology, 68(6), 2763–2769. doi: 10.1128/aem.68.6.2763-2769.2002

# ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГОЛОВНОЇ ВОДНОЇ АРТЕРІЇ УКРАЇНИ

Роман Пономаренко, Леонід Пляцук, Олег Третяков

*Національний університет цивільного захисту України*

Однією з найбільш чутливих сфер для кожної людини є екологія. Вона безпосередньо впливає на наше здоров'я та якість життя. В Україні майже 80% населення забезпечені питною водою з поверхневих джерел, зокрема, майже 75% – із Дніпра. Дніпро – третя за розміром річка Європи (після Волги і Дунаю). Дніпро є транскордонним водотоком: 20 % басейну річки розташовано на території Російської Федерації, 23 % – Республіки Білорусь та 57 % – України. Річка Дніпро є основною водною артерією України, її водні ресурси становлять понад 60% усіх водних ресурсів країни. Загальна площа басейну Дніпра – 504 тис. км<sup>2</sup>, з них 286 тис. км<sup>2</sup> знаходиться у межах України у її найбільш розвиненій в економічному відношенні частині. Водами Дніпра живляться 80% площ земель України через зрошувальні і обводнювальні системи [1,4,5].

Проблема оцінки якості води на сучасному етапі має важливе і першочергове значення та займає центральне місце у водоохоронній діяльності. Оскільки оцінка забруднення поверхневих вод дає можливість мати уявлення про характер та ступінь їх забрудненості, системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дає змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання. Тому на сьогоднішній день існує гостра необхідність визначити причини погіршення екологічного стану основної водної артерії нашої держави та можливі шляхи вирішення проблеми оздоровлення водних систем басейну Дніпра.

Проведення аналізу зміни екологічного стану водних об'єктів здійснюється на основі проведення порівняльного аналізу за їх гідрофізичними, гідрохімічними, гідробіологічними, бактеріологічними, токсикологічними та іншими показниками, які відображають особливості абіотичної та біотичної складових водних екосистем. Нормовані показники [2], які найчастіше використовують для визначення якості поверхневих вод, поділяють на такі:

1) кисневий – охоплює розчинений у воді кисень, біохімічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК); 2) токсикологічний – об'єднує амонійний азот, нітрити та важкі метали; 3) санітарно-токсикологічний – визначає вміст нітратів, важких металів та мінералізацію зі всіма її складниками; 4) рибогосподарський – об'єднує нафтопродукти, феноли й отрутохімікати.

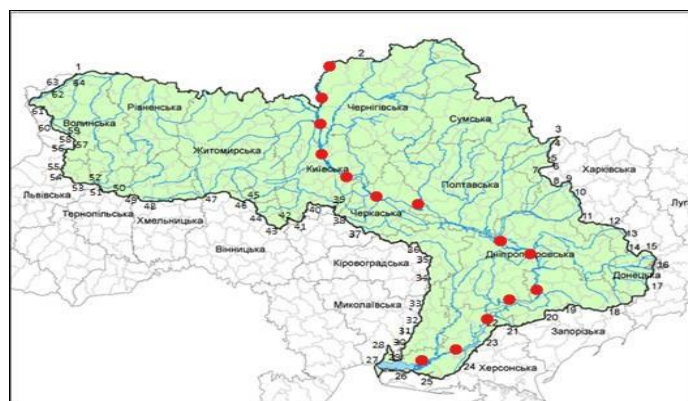
Для проведення аналізу зміни екологічного стану води басейну річки Дніпро, встановлення можливих причин цього явища та можливих шляхів покращення його екологічного стану, необхідно вирішення таких завдань:

- розглянути основні характеристики басейну Дніпра, що визначають його екологічний стан;
- провести ретроспективний аналіз якості води річки Дніпро за даними моніторингу водних ресурсів України за останні 10 років;
- встановити можливі причини зміни якості води поверхневого джерела;
- запропонувати основні заходи щодо покращення якісного стану води річки Дніпро.

Оцінка якості поверхневих вод необхідна у випадках, коли необхідно простежити тенденцію просторово-часової зміни стану вод під впливом природних і антропогенних процесів. Оцінку якості води в пропонується проводити з врахуванням показників: БСК<sub>5</sub> і O<sub>2</sub>, як обов'язкових, а інших за найбільшими відношеннями до ГДК зі списку: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, ХСК,

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Fe загальний,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{As}^{3+}$ , НП, СПАР. Виходячи з наявних даних [2], визначення зміни якості води Дніпра пропонується проводити з врахуванням зміни вмісту нормованих показників: суми аніонів ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ), з перерахунком в молярну масу з метою нівелювання різниці між масою різного атомарного складу аніонів; розчиненого кисню у воді; біохімічного споживання кисню ( $\text{БСК}_5$ ); фосфатів  $\text{PO}_4^{3-}$  нітритів, нітратів, а також амонію  $\text{NH}_4^+$ .

Ретроспективний аналіз якісного стану води було проведено за даними проб контрольного забору води р. Дніпро в межах Басейнового управління водними ресурсами по 14 постам (рис. 1).



*Рис. 1 Схематичне розміщення 14 постів контрольного забору води, за даними яких проводилось дослідження*

Аналіз зміни якісного стану води у р. Дніпро необхідно проводити з врахуванням вимог ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» [3].

Пропонується використовувати запропонований інтерпретований методологічний підхід до оцінки якості води поверхневого джерела в подальшому при проведенні аналізу зміни екологічного стану інших поверхневих джерел водопостачання.

#### **Список використаних джерел:**

1. Третьяков О. В., Безсонний В. Л., Пономаренко Р. В., Бородич П. Ю. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми. // Проблеми надзвичайних ситуацій. - 2019. - № 1(29). - с. 61-78.
2. Карта Моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України. Державне агентство водних ресурсів України.  
<http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>
3. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання : надано чинності наказом Держспоживстандарту України від 05.07.07 р. №144. Офіц. вид. К. : Держспоживстандарт України, 2007. 39 с. : іл. + додатки. ( Національний стандарт України ).
4. Основи моделювання в ергономії, екології і хімічній технології [Електронний ресурс] : монографія / С. М. Логвінков, Г. Д. Коваленко, О. Б. Скородумова [та ін.] ; за заг. ред. С. М. Логвінкова. - Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2017. - : іл. с. 134-137.
5. Bezsonnyi V., Tretiyakov O., Khalmuradov B., Ponomarenko R. Examining the dynamics and modeling of oxygen regime of Chervonooskil water reservoir (Дослідження динаміки та моделювання кисневого режиму Червонооскільського водосховища). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 5/10 (89). P. 32–38.  
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5546>

# ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ ВІД $\text{Eu(III)}$ $\text{Zn,Al-}$ ТА $\text{Mg,Al-}$ ШАРУВАТИМИ ПОДВІЙНИМИ ГІДРОКСИДАМИ, ІНТЕРКАЛЬОВАНИМИ ЦИТРАТ-АНІОНАМИ, ТА ЇХ МАГНІТНИМИ КОМПОЗИТАМИ

Любов Пузирна, Богдан Яцик, Галина Пшинко

*Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України*

Забруднення водних середовищ трансурановими елементами (ТУЕ) (переважно  $\alpha$ -випромінювачі) є надзвичайно небезпечними з точки зору внутрішнього опромінення людини навіть через 33 роки після Чорнобильської катастрофи. Так, серед тривалентних актиноїдів саме  $^{241}\text{Am}$  ( $T_{1/2}=432,2$  р.) – єдиний, абсолютна концентрація якого не зменшується у довіклі з часом, а тільки збільшується, оскільки він накопичується в результаті розпаду  $^{241}\text{Pu}$  ( $T_{1/2}=14,35$  р.) і цей рівень лише зростатиме, залишаючи постійний фон на тисячі років. У даній роботі в якості хімічного аналогу радіаційно небезпечного елемента  $^{241}\text{Am}$  використано  $\text{Eu(III)}$  у зв'язку з близькістю значень їх іонних радіусів, що призводить до аналогічної фізико-хімічної поведінки зазначених елементів у природних середовищах. Крім того, вибір  $\text{Eu(III)}$  обумовлений його присутністю у рідких радіоактивних відходах у вигляді радіоізотопів  $^{152+154}\text{Eu}$ .

Мета роботи полягала у визначенні раціональних умов застосування  $\text{Zn,Al-}$  та  $\text{Mg,Al-}$  шаруватих подвійних гідроксидів (ШПГ), інтеркальованих цитрат-іонами, та їх магнітних композитів для очищення водних середовищ від  $\text{Eu(III)}$ , як хімічного аналогу радіонукліду  $^{241}\text{Am}$ .

У роботі використовували зразки неорганічних сорбентів –  $[\text{Zn}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{11}](\text{Cit}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Zn,Al-Cit}$ ),  $[\text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{OH})_{11}](\text{Cit}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Mg,Al-Cit}$ ), синтезованих шляхом розчинення карбонатних форм відповідних ШПГ у лимонній кислоті з подальшим осадженням  $\text{NaOH}$ , а також відповідних магнітних композитів –  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot [\text{M}^{(\text{II})}_4\text{M}^{(\text{III})}_2(\text{OH})_{11}](\text{Cit}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Zn,Al-Cit}$  та  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Mg,Al-Cit}$ ), отриманих за допомогою ультразвукової обробки колоїдних зависів магнетиту та цитратних форм ШПГ. Водні розчини  $\text{Eu(III)}$  готували, розчиняючи необхідну наважку  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  («х.ч.») у азотній кислоті, та розбавляли дистильованою водою. Вихідна концентрація  $\text{Eu(III)}$  у модельних розчинах становила  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>. Сорбційні експерименти проводили в статичних умовах при безперервному струшуванні впродовж 1 год, співвідношення водної фази до твердої ( $V/m$ ) – 500 см<sup>3</sup>/г, фракція порошкоподібного сорбенту –  $\leq 0,25$  мм. Після встановлення адсорбційної рівноваги водну фазу відокремлювали центрифугуванням (5000 об/хв) або магнітною сепарацією (для магнітних композитів). Визначення залишкової концентрації  $\text{Eu(III)}$  проводили спектрофотометричним методом у видимій області спектру (довжина хвилі  $\lambda=650$  нм).

Ефективність досліджуваних сорбентів оцінювали за величиною сорбції ( $a_s$ , мкмоль/г) та ступенем очищення ( $R$ , %), які розраховували наступним чином:

$$a_s = (C_0 - C_p) \cdot \frac{V}{m}$$
$$R = \frac{(C_0 - C_p)}{C_0} \cdot 100,$$

де  $C_0$ ,  $C_p$  – вихідна та залишкова (після сорбції) концентрації  $\text{Eu(III)}$  у водному розчині, мкмоль/дм<sup>3</sup>;  $V$  – об'єм водної фази, дм<sup>3</sup>;  $m$  – наважка сорбенту, г.

Дослідження впливу значення рН водного розчину на сорбцію  $\text{Eu(III)}$  на зразках  $\text{Zn,Al-Cit}$  і  $\text{Mg,Al-Cit}$  та відповідних їх магнітних композитів ( $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Zn,Al-Cit}$ ,

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Mg,AlCit) показало, що максимальні величини сорбції (38÷42 ммоль/дм<sup>3</sup>) для сорбентів Zn,Al-Cit і Mg,Al-Cit досягаються в області вихідного рН розчину 3,5÷6,0, що, ймовірно, обумовлено утворенням цитратних форм – EuL, у міжшаровому просторі досліджуваних ШПГ. При рН ≥ 6,0 характерним є зменшення сорбції Eu(III) на зазначених сорбентах. Для зразків Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Zn,Al-Cit та Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Mg,AlCit при рН ≥ 3,5 спостерігається поступове збільшення величин сорбції, що досягають найбільших значень при рН=7,0. Очевидно, що зі збільшенням рН водного розчину концентрація Н<sup>+</sup>-іонів зменшується, як і їх конкурентний вплив на вилучення Eu(III), оскільки у кислому та нейтральному середовищі Eu(III) перебуває переважно у вигляді Eu<sup>3+</sup> та катіонних гідроксоформ (Eu(OH)<sup>2+</sup>, Eu(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup>). Вказаний фактор є особливо відчутним при застосуванні магнітних цитратних ШПГ, що обумовлено переважно вилученням Eu(III) за рахунок його взаємодії з групами М–О та/або М–ОН октаедричних шарів ШПГ, а також фериольними групами магнітних сорбентів. Граничні значення адсорбції Eu(III), розраховані за рівнянням Ленгмюра, становлять: для Zn,Al-Cit – 78 мг/г, Mg,Al-Cit – 152 мг/г, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Zn,Al-Cit – 83 мг/г, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Mg,AlCit – 100 мг/г. Більші величини граничної адсорбції Eu(III) досягаються для цитратних форм ШПГ у порівнянні з їх магнітними цитратними формами, ймовірно, через особливості будови вказаних сорбентів. Встановлено, що сорбційна рівновага досягається на досліджуваних зразках цитратних ШПГ та їх магнітних форм через 1 год контакту водного розчину (C<sub>0</sub>(Eu(III))=1·10<sup>-4</sup> ммоль/дм<sup>3</sup>, рН=4,0) з фазою сорбентів (V/m=500 см<sup>3</sup>/г). При цьому більший ступінь очищення водних середовищ від Eu(III) досягається на цитратних формах ШПГ та складає для Zn,Al-Cit – 84 %, Mg,Al-Cit – 83 % в порівнянні з їх магнітними композитами (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Zn,Al-Cit – 45 %, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Mg,AlCit – 55 %).

Таким чином, з огляду на екологічну безпечність, високу спорідненість до Eu(III) (хімічного аналогу радіонуклідів <sup>241</sup>Am) та швидку тривалість сорбції, а також можливість застосування магнітної сепарації (для магнітних композитів), що дозволяє проводити повну автоматизацію процесу вилучення радіонуклідів, досліджувані сорбенти є перспективними для очищення водних середовищ, забруднених ТУЕ.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ПИТНОЇ ВОДИ З ДЖЕРЕЛ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Наталія Сабадаш, Анастасія Сергієнко  
*Національний університет харчових технологій*

Високий рівень забруднення джерел питного водопостачання призвів до низької якості питної води, що стало серйозною загрозою для здоров'я людей. За даними ВООЗ, близько 80 % захворювань людей пов'язані з неякісною питною водою.

Децентралізовані системи є найбільш проблемним видом водопостачання в країні. Якість води у верхньому водоносному горизонті підземних вод низька. Це є наслідком діяльності сільського господарства, промисловості, а також спричинено відсутністю в селах належних систем очищення та каналізації. Тому проблема забезпечення населення якісною питною водою є **актуальною** і надзвичайно гострою.

**Метою** роботи було визначити хімічний склад питної води з джерел децентралізованого водопостачання – громадських колодязів та встановити її придатність до споживання.



Для проведення дослідження отримано зразок колодязної води об'ємом 2 дм<sup>3</sup>, відібраної в сільській місцевості, а саме в с. Іванковичі, Васильківського р-ну, Київської обл.

В отриманому зразку води визначали показники: каламутність, рН, сухий залишок, твердість, кальцій, магній, гідрокарбонати, лужність, залізо, марганець, цинк, срібло, мідь, сульфати, хлориди, калій, натрій, амоній, нітрати, нітроти, фториди, окиснюваність перманганатну, загальний органічний вуглець. З вищеперерахованих двадцяти трьох показників чотирнадцять знаходились в межах нормативних значень. В таблиці 1 наведено дев'ять показників, які не відповідали ДСТУ 7525:2017 [1].

Таблиця 1

**Порівняння вимірених значень показників води з нормативними значеннями**

| №  | Найменування показників                           | Результати вимірювань | Вимоги ДСТУ 7525:2014 | Нормативний документ на метод випробувань |
|----|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1. | Каламутність, мг/дм <sup>3</sup>                  | 0,5                   | ≤ 0,3                 | ГОСТ 3351                                 |
| 2. | Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>                 | 1604                  | ≤ 1000                | ГОСТ 18164                                |
| 3. | Твердість, мг-екв./дм <sup>3</sup>                | 13,6                  | ≤ 7,0                 | ГОСТ 4151                                 |
| 4. | Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>                       | 218,0                 | ≤ 130                 | [2]                                       |
| 5. | Лужність, мг-екв./дм <sup>3</sup>                 | 6,7                   | ≤ 6,5                 | [2]                                       |
| 6. | Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>                       | 160,0                 | ≤ 150                 | ГОСТ 4245                                 |
| 7. | Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>                       | 115,0                 | ≤ 5,0                 | ГОСТ 18826                                |
| 8. | Окисненість перманганатна, мГО/дм <sup>3</sup>    | 1,5                   | ≤ 0,75                | [3]                                       |
| 9. | Загальний органічний вуглець, мгС/дм <sup>3</sup> | 3,25                  | ≤ 1,5                 | ДСТУ EN 1484                              |

*Каламутність* – природна властивість води, обумовлена наявністю в ній завислих речовин органічного і мінерального походження (глини, мулу, органічних колоїдів, планктону тощо). Причиною каламутності води можуть бути як органічні, так і неорганічні зважені речовини, які потрапляють у воду в результаті розмиву твердих їх частин (глина, пісок). Збільшення рівня каламутності води викликано виділенням деяких карбонатів, гідроксидів, алюмінію, марганцю, високомолекулярних органічних гумусових сполук, появою фіто- і зоопланктону, окисленням сполук заліза, викидом неочищених промислових вод. В більшості випадків каламутність осідає на дні у вигляді осаду. Каламутність досліджуваного зразку 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, що не відповідає нормативним значенням ≤ 0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Мінералізація води характеризується двома аналітично обумовленими показниками: сухим залишком і твердістю. *Сухий залишок* – кількість розчинених речовин, передусім неорганічних солей, в 1 дм<sup>3</sup> води. Визначається термогравіметричним методом (випарювання проби води на водяній бані і висушування чашки при 105° С). У процесі обробки з проби видаляються леткі компоненти та речовини, що розкладаються з утворенням летких компонентів. В досліджуваному зразку значення сухого залишку знаходилося на рівні 1604 мг/дм<sup>3</sup>, що в 1,6 рази перевищувало нормативне – 1000 мг/дм<sup>3</sup> (опт. вміст – 200...500 мг/дм<sup>3</sup>).

*Твердість* води зумовлена наявністю розчинених солей кальцію та магнію. Розрізняють загальну і тимчасову твердість води. Загальна твердість складається з карбонатної (зумовлена наявністю гідрокарбонатів) і некарбонатної (зумовлена солями кальцію та магнію з аніонами сильних кислот – в основному хлоридами та сульфатами). Карбонатної твердості можна позбутися кип'ятінням, тому її ще називають тимчасовою, а некарбонатну – постійною. У залежності від величини загальної твердості розрізняють воду дуже м'яку (0...1,5 мг-екв./дм<sup>3</sup>), м'яку (1,5...3 мг-екв./дм<sup>3</sup>), середньої твердості (3...6 мг-екв./дм<sup>3</sup>), тверду (6...9 мг-екв./дм<sup>3</sup>), дуже тверду (більше 9 мг-екв./дм<sup>3</sup>). Оптимальний фізіологічний рівень

твердості – 3,0...3,5 мг-екв./дм<sup>3</sup>. Постійне вживання всередину води з підвищеною твердістю призводить до накопичення солей в організмі та до захворювань суглобів (артрити, поліартрити), до утворення каменів у нирках, жовчному і сечовому міхурах. Твердість вище 4,5 мг-екв./дм<sup>3</sup> призводить до інтенсивного накопичення осаду в системі водопостачання і на сантехніці. Для побутової техніки твердість води не повинна перевищувати 1,5-2,0 мг-екв./дм<sup>3</sup>. Твердість досліджуваного зразку води знаходилась на рівні 13,6 мг-екв./дм<sup>3</sup>, що вдвічі перевищує нормативні значення та відносить зразок до категорії дуже твердої води.

*Загальна лужність* зумовлена наявністю у воді гідроксильних іонів OH<sup>-</sup> та аніонів слабких кислот, головним чином вугільної кислоти (карбонатів, гідрокарбонатів). В досліджуваному зразку цей показник знаходився на рівні 6,7 мг-екв./дм<sup>3</sup>, що хоч й незначно, проте перевищував нормативні значення – 0,5...6,5 мг-екв./дм<sup>3</sup>.

Вміст *хлоридів* у природних водах коливається в широких межах і обумовлено вимиванням солевмісних порід або скиданням у водойми стічних вод. Наявність у воді хлоридів більше 350 мг/дм<sup>3</sup> надає їй солонуватий присмак і призводить до порушення травної системи у людей. Значення цього показника в досліджуваному зразку води теж виходило за межі норми і становило 160,0 мг/дм<sup>3</sup>, порівняно з нормативним ≤ 150,0 мг/дм<sup>3</sup>.

*Нітрати* – солі азотної кислоти, які в концентрації більше 20 мг/дм<sup>3</sup> чинять токсичну дію на організм. Нітрати у воду потрапляють внаслідок використання азотовмісних добрив або зі стоками підприємств. Вживання води з підвищеним вмістом нітратів може мати серйозні наслідки для здоров'я: захворювань крові, серцево-судинної системи, викликає метгемоглобінемію у дітей. За статистикою ВООЗ, в світі від отруєння нітратами в воді вмирає 3,5 млн. людей, більшість – маленькі діти (до 5 років). Значення цього показника в досліджуваному зразку води в 23 рази перевищувало нормативні і склало 115,0 мг/дм<sup>3</sup>.

*Перманганатна окисненість* – кількість кисню, що потрібна для хімічного окиснення перманганатом калію легкоокиснюваних органічних і неорганічних речовин (солей двовалентного заліза, сірководню, амонійних солей, нітритів тощо), які містяться у 1 дм<sup>3</sup> води. Цей показник є комплексним і не дає уявлення про хімічний склад забруднювачів, але дуже корисний для загального уявлення про насиченість води органічними сполуками, які негативно впливають на печінку, нирки, репродуктивну функцію, центральну нервову та імунну системи. При знезараженні такої води хлоруванням утворюються хлорвуглеводні, які значно шкідливіші для здоров'я (напр., хлорфенол). Значення цього показника в досліджуваному зразку води вдвічі перевищувало нормативні і склало 1,5 мгО/дм<sup>3</sup>.

*Загальний органічний вуглець* є одним з найважливіших сумарних параметрів, який характеризує органічну забрудненість води. В досліджуваному зразку його значення знаходилось на рівні 3,25 мгС/дм<sup>3</sup>, що в 2,2 рази перевищувало нормативні значення.

**Висновки:** За хімічними показниками вода не відповідає нормам ДСТУ 7525:2014 за каламутністю, перманганатною окислюваністю, сухим залишком, вмістом хлоридів, цинку, нітратів та загального органічного вуглецю. Спостерігається підвищений вміст солей твердості (кальцію) та лужності (гідрокарбонат-іони). Для питного споживання воду необхідно обов'язково очищати.

#### **Список використаних джерел:**

1. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 36 с.
2. Новиков Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина // М.: Медицина, 1990.

3. РД 52.24.28 "Методические указания по атомно-абсорбционному электротермическому определению тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn, Ag, Cu, Mn, Cr, Co, Ni) и бериллия в поверхностных и очищенных сточных водах".

## **СУЧАСНИЙ СТАН ВІТЧИЗНЯНОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Ірина Сагайдак, Наталія Авраменко, Олександра Шевчук**

*Університет державної фіскальної служби України*

Водопровідна система України доволі складний інженерний комплекс, продуктивність якого сягає  $2 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup>/рік [1]. Загальна протяжність вітчизняних водопровідних мереж становить понад 100 тис. км, з яких 36,296 тис. км (34,9 %) – ветхих та аварійних, тобто таких, які вимагають термінової реконструкції [2]. Найбільшими проблемами системи водопостачання в Україні є [2, 3]:

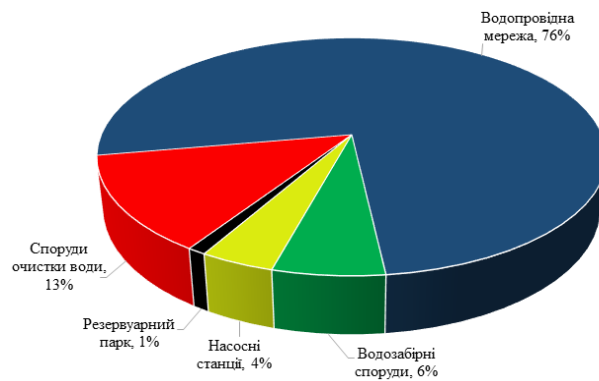
- незадовільний технічний стан систем водопостачання із-за відсутності протягом тривалого часу інвестицій, що негативно позначається на якості очищеної води і є причиною вторинного її забруднення (рис. 1);

- надзвичайно високі рівні втрат питної води при її транспортуванні, внаслідок технічно застарілих, аварійних систем транспортування води;

- стримування впровадження більш сучасних технологій через брак коштів у підприємств водопостачання та необхідністю невідворотного збільшення експлуатаційних витрат, а отже і собівартості надання послуг;

- застосування при тарифоутворенні на підприємствах водопостачання моделі «собівартість плюс», яка не стимулює розвиток галузі та підвищення енерго- та ресурсоефективності.

На підтримку галузі у 2011 р. була прийнята програма «Питна вода України» на 2011-2020 рр., відповідно якій було передбачено фінансування на суму біля 3 млрд. гривень за рахунок Державного бюджету. На жаль, за всі попередні роки було виділено лише 208 млн. грн. В Проекті Закону «Про Державний бюджет України на 2020 рік» передбачається підвищення економічної та енергетичної ефективності підприємств теплопостачання, водопостачання і водовідведення, реабілітацію їх інфраструктури та заміну і модернізацію обладнання на комунальних підприємствах, в тому числі в східних регіонах на підконтрольній Україні території за рахунок залучених фінансових ресурсів у 2020 р. А в рамках програми «Питна вода» виділення коштів не заплановано. Тоді як, за підрахунками експертів [4], сума коштів, яка потрібна для реконструкції підприємств водопостачання та водовідведення України становить близько 40 млрд. доларів



*Рис. 1. Знос основних виробничих фондів підприємств водопостачання*

Ситуація ускладнилася після того, як з 01.06.2019 р. повноцінно запрацювала нова модель ринку електроенергії, в результаті чого відбулось подорожчання електроенергії для підприємств на 25%. До того ж, нові правила передбачають, що усі підприємства мають надавати передплату за електроенергію. Водоканали не знаходяться у державній власності, а належать містам. Щоб не допустити припинення роботи водоканалів, міська влада датує підприємства з місцевих бюджетів. Але робити це постійно просто неможливо. Збиток галузі на кінець 2018 р. перевищив 6,5 млрд. грн. (близько 2% ВВП).

Таким чином, з огляду на вищесказане можна зробити висновок, що за роки незалежності державної підтримки галузі практично не відбулося. А це питання національної безпеки країни, адже галузь є життєвонеобхідною і тому особливого значення набуває необхідність підтримки її з боку держави.

#### **Список використаних джерел:**

1. Крилова І. Деякі економічні аспекти проблем водопостачання. Економіка, управління, фінанси: проблеми та перспективи розвитку: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 15 вересня 2018 р.). – К.: ГО «Київський економічний науковий центр», 2018. – С. 8-12.
2. Кравченко О.В., Каніболоцький В.Г., Панченко О.С. Аналіз та оцінка стану питного водопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mama-86.org>
3. Федулова С.О. Економіка підприємств водопостачання та водовідведення : навч. посіб. / С.О. Федулова; за ред. О.А. Піварова. Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2017. 300 с.
4. Корніловська Н. З проекту бюджету на 2019 рік виключили кошти на підтримку програми водопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrvodokanal.in.ua/>

## **ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ЯК НЕВІД'ЄМНА ЧАСТИНА СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ**

**Ольга Сафіна**

*Київський коледж міського господарства Таврійського Національного Університету  
імені В.І.Вернадського*

Україна завершує підготовчі роботи для початку реконструкції Бортницької станції аерації (БСА).

Проект, загальною вартістю 19,3 млрд грн реалізується спільно з японським Урядом за рахунок кредитних коштів від Японії та коштів державного бюджету України (V пусковий комплекс «Підготовчі роботи») [8].

Крім того, за рахунок наданої Урядом Японії міжнародної технічної допомоги обсягом 1,6 млрд йен наразі за проектом виконуються проектні роботи, а саме розробка стадії «робоча документація», завершення яких планується в середині 2017 року [6].

Після завершення підготовчих робіт (до грудня 2016 року), Україна почне готувати тендерну документацію щодо проекту, проведе тендер на визначення генпідрядної організації, яка виконуватиме роботи.

Реконструкція Бортницької станції аерації – важливий проект для України. Він позбавить Київ загрози екологічної катастрофи, яку несе сьогодні БСА через критично зношений стан. Важливо, що до цього проекту долучився саме Уряд Японії. Ця країна – одна з кращих у впровадженні екологічних проектів. Тому японський досвід дуже важливий для України, особливо у таких масштабних, життєво необхідних проектах. Уряд Японії надасть Україні не лише кредитні кошти, а й консультації, найновітніші технології та обладнання [7].

За результатами переговорів між Японським агентством міжнародного співробітництва «Джайка», Мінрегіоном, Мінфіном, Мінекономрозвитку та Київводоканалом 2 червня 2015 року було укладено Договір (у формі обміну нотами) між Урядом України та Урядом Японії про надання кредиту для реалізації проекту модернізації Бортницької станції очистки стічних вод, ратифікований Парламентом 2 вересня 2015 року.

Кредит на реалізацію проекту надається за програмою ODA за умовами STEP під пільгові 0,1% терміном на 40 років. Серед умов надання кредиту – вибір генпідрядної організації серед японських компаній, також не менше 30% вартості кредиту мають становити японські технології. Технології, закладені в проекті, є найсучаснішими, найбільш енергоефективними та впроваджуються в Японії лише з 2011 року.

Загальна вартість проекту складає 10,47 млрд. грн., з яких: 7,5 млрд. грн. (72%) – кредитні кошти Японської агенції міжнародної співпраці; 307 млн. грн. – державний бюджет; 2,7 млрд. грн. – інші джерела.

Бортницька станція аерації – єдині очисні споруди стічних вод Києва та прилеглих міст і селищ області. Проектна потужність станції – 1,8 млн м<sup>3</sup> стічних вод на добу. Наразі фактично надходять на очистку 700 тис. – 1 млн м<sup>3</sup> на добу.

Головна проблема станції полягає в тому, що наявна схема очистки стоків та переробки осадів була розроблена та запроектована ще у 50-60-х роках минулого століття, і з того часу жодних суттєвих змін в неї не вносилося [1].

Термін експлуатації основних споруд і облаштування становить 27-49 років (рис. 1.1) [10].

Блок № 1, який почав свою роботу в 1964 році, повністю зношений та знаходиться в критичному стані. Блок № 2, який був введений в експлуатацію в 1975 році, і Блок № 3 – у 1986 році, також вимагають термінової реконструкції. Крім того, запах від БСА є серйозною проблемою для жителів м. Києва. БСА займає територію 151 га у Дарницькому районі столиці. Це складний комплекс інженерних споруд, обладнання та комунікацій. Каналізаційні води потрапляють на станцію, проходять очистку і в очищеному вигляді повертаються у природне середовище. Осад, що накопичується після очистки стічних вод, транспортується (відкачується) на мулові поля для зберігання [4].

Середній рівень зносу обладнання і споруд складає ~80%.

Процент зносу обладнання за блоками:

1 блок – 90,7%

2 блок – 88,5%

3 блок – 59,4%



Рис. 1.1 Технічний стан обладнання

Існуючі мулові поля займають загальну площу понад 272 га. При проектуванні БСА об'єм осаду на мулових полях прогнозувався на рівні 3,5 млн. м<sup>3</sup>, але фактично вони переповнені втричі. На трьох мулових полях накопичилося понад 10 млн. м<sup>3</sup> осаду і щодня його кількість зростає. Через їхню переповненість існує постійна загроза виливу осаду, затоплення прилеглих територій, забруднення водних ресурсів.

В результаті реалізації проекту реконструкції БСА, з'являться додаткові технологічні лінії, процес обробки стічних вод і осаду стане більш глибокий, а сама станція стане компактнішою (рис. 1.2). Проект складається з двох черг будівництва, в кожній з яких по 5 пускових комплексів.

- Підвищення якості очищення стоків за європейськими стандартами
- Ліквідація неприємних запахів - комфорт мешканців житлових масивів Харківський та Позняки
- Вирішення проблеми мулових полів – ліквідація загрози екологічної катастрофи в масштабах країни
- Компактність – скорочення площі основного виробництва з 150 га до 120 га
- Впровадження енергоефективних технологій - економія до 30% електроенергії, а також природного газу



Рис. 1.2 Проблеми, які вирішує реконструкція БСА

Проект дуже масштабний і він повинен залучити не тільки японське обладнання, а й японський досвід, так як досвід японських компаній з експлуатації технологій утилізації осаду стічних вод — є екологічно безпечним.

#### Список використаної джерел:

1. Аніщенко В.О. Основи екології / В.О. Аніщенко. - Київ: Кондор, 2009. - 148 с.
2. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигирей. – Київ: Знання, 2006. – 31-39 с.
3. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А. К. Запольський. – Київ: Вища школа, 2005. – 67-71 с.
4. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод / В. А. Ковальчук. – Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2003. – 62-72 с.

5. Корчемний М. О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. О. Корчемний, В. С. Федорейко, В. В. Щербань. – Тернопіль, 2001. – 98-104 с.
6. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація / В. С. Кравченко. – Київ: Кондор, 2003. – 28-38 с.
7. Левківський С. С. Рациональне використання і охорона водних ресурсів / С. С. Левківський, М. М. Падун. – Київ: Либідь, 2006. – 28-30 с.
8. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування / Т. А. Сафранов. – Львів: Новий Світ, 2003. – 24-28 с.
9. Скоробогатий Я. П. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив / Я. П. Скоробогатий, В. В. Ощиповський, В. О. Василечко. – Львів: Новий Світ-2000, 2008. – 22-32 с.
10. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай. – Київ: Знання, 2009. – 53-54 с.
11. Яцик А. В. Водне господарство в Україні / А. В. Яцик, В. М. Хорєв. – Київ: Генеза, 2000. – 45-47 с.

#### **Інтернет ресурси:**

1. Бортницька станція аерації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://m.vodokanal.kiev.ua/ua/gallery-bortnitska-stantsya-aerats>.
2. Вимоги до якості питної води та аналіз ресурсів питної води в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.novaecologia.org/voecos-1470-1.html>.
3. Вимоги з охорони праці та промислової безпеки при виконанні робіт з підвищеною небезпекою у водопровідно-каналізаційному господарстві [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uz.dsp.gov.ua/index.php/konsultatsii/187-vymohy-okhorony-pratsi-ta-promyslovoi-bezpeky-pry-vykonanni-robit-z-pidvyshchenoiu-nebezpekoiu-u-vodoprovidno-kanalizatsiinomu-hospodarstvi>.
4. Джерела забруднення води [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://pidruchniki.com/18800413/ekologiya/dzherela\\_zabrudnennya\\_vodi](http://pidruchniki.com/18800413/ekologiya/dzherela_zabrudnennya_vodi).
5. Інструкція для посади "Оператор на метантенках 4-го розряду" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.borovik.com/index\\_instruction.php?Gins=wtnd&lang\\_i=1](http://www.borovik.com/index_instruction.php?Gins=wtnd&lang_i=1).
6. Каналізація [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-109-kanalizacia/index.htm>.
7. Нормативні вимоги до якості води [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5194021/page/22/>.
8. Стан реалізації проекту реконструкції споруд очистки стічних каналізаційних вод Бортницької станції аерації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://vodokanal.kiev.ua/files/prezent\\_BSA\\_\\_2016.pdf](http://vodokanal.kiev.ua/files/prezent_BSA__2016.pdf).

### **ОЦІНКА СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ І СТІЧНИХ ВОД ЗА САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРИ ВПЛИВІ ЕКОЛОГІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ, ЯКІ РОЗМІЩЕНІ НА ТЕРИТОРІЯХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Ольга Тогачинська, Людмила Береза-Кіндзерська, Світлана Бажай-Жежерун**

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

**Вступ.** Одним із найбільш небезпечних забруднюючих речовин, які потрапляють в водні екосистеми є хімічні речовини, що здатні змінювати природну структуру води. Хімічні речовини можуть бути природного і синтетичного походження, які називають токсикантами, а їх процес токсифікацією. Забруднюючі речовини мають здатність проникати у водоносні горизонти і викликати забруднення підземних вод. Хімічне забруднення є стійким і може на



протязі тривалого часу поширюватися на великі відстані, потрапляючи при цьому у водоносні горизонти, в результаті чого таке забруднення води є дуже небезпечним.

**Мета та завдання.** Тому метою наших досліджень було науково обґрунтоване проведення екологічної оцінки складу поверхневих і стічних вод за токсикологічними показниками при впливі екологічно небезпечних об'єктів.

**Методи дослідження.** Об'єктом досліджень були водні об'єкти біля територій екологічно небезпечних об'єктів м. Трипілля, м. Білої Церкви, с. Підгірці Обухівського району, м. Бровари, м. Васильків. На даних територіях розміщені екологічно небезпечні об'єкти: Трипільська ТЕС ВАТ "Державна енергогенеруюча компанія "Центренерго", Полігон ТПВ №5 ПАТ «Київспецтранс» с. Підгірці Обухівського району, ПРАТ „Росава” м. Біла Церква, ПАТ "Броварський завод пластмас" м. Бровари, КП „Васильківська шкіряна фірма” з врахуванням їхніх санітарно-захисних зон. Проби води відбирали у трьох повторностях біля територій екологічно небезпечних об'єктів з врахування санітарно-захисної зони згідно вимог ГОСТу [2].

Для порівняльного аналізу об'єктом дослідження були також стічні води підприємств м. Києва. *Предмет дослідження* – склад стічних вод. Визначення хлоридів, сульфатів, фосфатів, азоту амонійного проводили в лабораторії департаменту екологічного нагляду ПРАТ АК "Київводоканалу". Вміст хлоридів, фосфатів, сульфатів, амонійного азоту у стічних водах і важких металів у поверхневих водах проводили згідно загально прийнятих методик [2, 3].

**Результати дослідження.** Згідно моніторингу поверхневих вод на вміст важких металів було зроблено висновок, що води біля екологічно-небезпечних об'єктів з врахуванням санітарно-захисної зони є досить бідні на мікроелементи, зокрема містять концентрації свинцю, цинку, які відповідають нормам стандарту. У всіх досліджуваних об'єктах не спостерігалось незначне перевищення вмісту цинку (від 0,54 до 0,8 мг/дм<sup>3</sup> при ГДК – 1 мг/дм<sup>3</sup>) та свинцю (від 0,01 до 0,015 мг/дм<sup>3</sup> при ГДК – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>), що свідчить про мінімальне потрапляння металів в ґрунтові води із територій екологічно небезпечних об'єктів (таблиця 1).

Таблиця 1.

**Середні значення концентрації важких металів у воді біля екологічно-небезпечних територій**

| Показники | Концентрація ВМ у воді, мг/л |                                          |                                       |                                          |                                           |
|-----------|------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
|           | Трипільській<br>ТЕС ВАТ      | Полігон ТПВ<br>№5 ПАТ<br>«Київспецтранс» | ПРАТ<br>„Росава”<br>м. Біла<br>Церква | ПАТ<br>„Броварський<br>завод<br>пластмас | КП<br>„Васильківська<br>шкіряна<br>фірма” |
| Pb        | 0,015                        | 0,014                                    | 0,01                                  | 0,011                                    | 0,015                                     |
| Zn        | 0,54                         | 0,68                                     | 0,8                                   | 0,7                                      | 0,74                                      |

Відповідно було визначено сумарний ефект впливу цих забруднюючих речовин на якість води, де було встановлено, що оцінка сумарного ефекту становить 0,95, тобто сумарна дія цих токсичних речовин у зазначених концентраціях є безпечною. Це пояснюється тим, що іони важких металів є потенційно рухливими, які можуть акумулюватися і мігрувати у ґрунтові води.

Тому характеризуючи якість води, отримані дані показують, що якість води за санітарно-гігієнічними показниками усіх досліджуваних об'єктів відповідає санітарно-токсикологічним нормативам і 1 рівню (допустимо забруднена)

В лабораторії державного екологічного нагляду ПРАТ АК "Київводоканалу" було проаналізовано склад стічних вод залежно від підприємств м. Києва за сатано-



токсикологічними показниками з метою подальшого встановлення прийнятого ризику суб'єктів господарювання на стан водного середовища.

Відповідно до цього було проведено моніторинговий контроль складу стічних вод, в результаті чого не були виявленні перевищення ГДК хлоридів, сульфатів, фосфатів, амонійного азоту, але кумулятивний ефект накопичення забруднювачів в стічних водах був виявлений (табл. 2).

Таблиця 2

**Середні концентрації хімічних речовин, мг/дм<sup>3</sup>**

| Об'єкти                                        | Показники складу стічних вод |                |         |          |
|------------------------------------------------|------------------------------|----------------|---------|----------|
|                                                | Фосфати                      | Азот амонійний | Хлориди | Сульфати |
| Склади                                         | 2,60                         | 14,50          | 21,3    | -        |
| Продуктовий супермаркет                        | 1,73                         | 2,54           | 70,9    | -        |
| Підприємство готельно-ресторанного призначення | 13,05                        | 45,07          | 138,3   | 72,0     |
| Автомийка                                      | 5,06                         | 11,28          | 37,2    | 96,3     |
| СТО                                            | 2,54                         | 7,85           | 31,9    | -        |

**Висновки.** Таким чином, результати дослідження показали, що рівень забруднення вод іонами важких металів відповідає допустимому санітарному стану [7]. Це пов'язано з тим, що солі важких металів можуть потрапляти з територій екологічно небезпечних об'єктів. Але якість води відповідає вимогам стандарту і є екологічно-безпечною для споживання жителями населених пунктів.

В результаті проведення комплексного екологічного оцінювання складу стічних вод було встановлено, що склад стічних вод від станції технічного обслуговування, автомийки є більш небезпечними, оскільки вони відповідають помірному рівню забруднення, де комплексний індекс забруднення складає на рівні 1,0 у.о. Це свідчить про те, забруднювачі стічних вод вище зазначених підприємств в подальшому можуть створювати кумулятивний ефект накопичення токсичних речовин в водних екосистемах.

**Список використаних джерел:**

1. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации свинца, цинка, серебра : ГОСТ 18293-72. – [Введен в действие в 1974–01–01]. – М. : Госстандарт СССР, 1974. – 16 с.
2. Вода питьевая. Отбор проб : ГОСТ Р 51593-2000. – [Введен в действие в 2001–04–21]. – М. : Госстандарт России, 2001. – 11 с.
3. ДСТУ ISO 10304-2:2003 Якість води. Визначення розчинених аніонів методом рідинного іонного хроматографування. Частина 2. Визначення броміду, хлориду, нітрату, нітриту, ортофосфату та сульфату в стічних водах.

## ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ОЧИСТКИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ФЕНОЛІВ У СТІЧНИХ ВОДАХ

Елла Часова, Оксана Демчишина

*ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

Проблема очистки стічних вод від розчинених у ній органічних сполук, зокрема, фенолів є однією з найбільш важливих і одночасно важка для розв'язання. Це пов'язано з багатьма причинами:

- 1) різноманітність хімічних систем за хімічним складом;
- 2) технологія повної очистки пов'язана з великими економічними витратами, що не завжди можливо для деяких підприємств.

Тому, для вирішення проблеми необхідно продовжити пошук нових і вдосконалювати вже відомі методи очистки та визначення фенолів.

Феноли та його похідні – це сполуки, які попадають у воду з стоками підприємств органічного синтезу або коксохімічних заводів і є екотоксикантами підвищеної небезпеки, тому що можуть виступати як вихідні речовини, з яких самовільно утворюються діоксини. Діоксини, як відомо, це група ароматичних сполук, які віднесені до найбільш токсичних стійких забруднювачів з мутагенними та канцерогенними властивостями.

Тому, очистка води від фенолу та його похідних – є важливе екологічне завдання.

Для адсорбції різних сполук використовують вже відомі адсорбенти, отримують модифіковані, а також абсолютно нові.

Кількість і різноманітність адсорбентів зростає, що пов'язано з пошуком найбільш ефективних адсорбентів у кожному конкретному випадку [1,2].

Найбільш розповсюдженими адсорбентами для очистки води є активоване вугілля (АВ). Адсорбційні властивості АВ дозволяють очистити воду від усіх форм фенолу, в тому числі і хлорвмісних.

Для порівняння нами були використані два види АВ. Це деревне активоване вугілля (БАВ) та кісточкове активоване вугілля (КАВ).

Проведені дослідження показали, що в даному випадку, більш ефективним є вугілля марки КАВ. Всі реактиви мали марку «х. ч» або «ч. д. а.». Рівень рН розчинів контролювали на рН-метр-мілівольтметр.

Адсорбція фенола проходить досить швидко вже при кімнатній температурі ( $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Час адсорбції варіювали від 10 хвилин до 3 годин.

В якості модельних сполук були використані феноли, які найбільш розповсюджені і мають приблизно однакові значення ГДК. Це фенол, нафтол, крезоли.

Було встановлено, що оптимальний час для завершення адсорбції 1 година. Наважку зразка АВ (0,3г) вводили в розчин фенола ( $50\text{cm}^3$ ) з концентрацією  $C = 2 \text{ мг/см}^3$  та перемішували протягом 1 години.

Потім розчин фенолу відфільтровували в мірну колбу ємністю  $100 \text{ cm}^3$  і визначали залишковий фенол за реакцією діазосполучення з діазотованою сульфаніловою кислотою (ДСК) фотоколориметрично на КФК-2 при рН 7,4 та  $t = 25^{\circ}\text{C}$  з світлофільтром №2 ( $\lambda = 364 \text{ nm}$ ) і товщиною кювети  $\ell = 10 \text{ mm}$ . В якості розчину порівняння використовували «холостий» розчин.

Реакція азо-сполучення може використовуватися для оцінки сумарного вмісту всіх найбільш розповсюджених видів фенолів [3].

Найчастіше для фотометричного визначення фенолів використовують 4-аміноантипирин (4-ААП). Але цей реагент більш селективний і реагує далеко не з усіма фенолами. А для сумарного визначення загальної кількості фенолів така селективність не тільки непотрібна, але й призводить до занижених результатів.

Безумовно, якщо потрібно визначити окремі види фенолів, то краще використовувати методи газо-рідинної або високоефективної рідинної хроматографії. Але ці методи потребують дорогого обладнання та не завжди можуть бути використані на виробництві.

А при визначенні загального вмісту однотипних аналітів висока селективність не тільки не потрібна, але може заважати.

Отже, проведені дослідження показали, що методи адсорбції дозволяють проводити очистку стічних вод від найбільш розповсюджених видів фенолів, які потрапляють у водне середовище зі стічними водами підприємств хімічної промисловості або коксохімічних заводів.

Вважаємо, що ці дослідження необхідно продовжувати, тому що проблема забруднення стічних вод фенолами є актуальною для Криворізького регіону де працює коксохімічний завод.

#### **Список використаних джерел:**

1. Тамаркина Ю.В., Кучеренко В.А. Получение углеродных нанопористых материалов. Тези доповідей XVII Української конференції з неорганічної хімії. Львів, 2008. С.56
2. Исаева Л.Н., Симонова В.В., Тамаркина Ю.В., Бован Д.В. Адсорбция фенола химически активированным бурым углем: праці Донецького національного технічного університету. Серія: Хімія і хімічна технологія. Вип. 12(144). 2009. С. 122-127
3. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. Москва: Химия, 1975. 359 с.

## **ПИТНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ В УКРАЇНІ: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ**

**Тетяна Чорна**

*Університет державної фіскальної служби України, м. Ірпінь, Україна*

**Наталія Гусятинська**

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

У вересні 2017 року Урядом України за сприяння ООН представлено Національну доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна», в якій визначено базові показники для досягнення, а також основні результати щодо адаптації 17 глобальних Цілей сталого розвитку з урахуванням специфіки національного розвитку. Однією з цілей визначено забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для населення держави. Сучасний стан питного водопостачання в Україні оцінюється як кризовий [9]. Відповідно, розроблення ефективних механізмів покращення ситуації у сфері питного водопостачання повинно базуватись на детальному аналізі основних причин, що призвели до катастрофічного стану галузі.

В першу чергу, слід зазначити, що для України характерними є досить високі показники водоспоживання як у промисловому виробництві, так і в комунальній сфері. Крім того, антропогенним навантаженням на природні водні об'єкти зумовлене суттєве погіршення якості води основних джерел централізованого водопостачання. Так, до річкового стоку і підземних водоносних горизонтів потрапляють понаднормативні обсяги

органічних сполук, нітратів, нафтопродуктів, патогенних мікроорганізмів тощо [3]. Погіршує стан поверхневих водних об'єктів також надходження стічних вод, які характеризуються підвищеним вмістом фосфатів [6].

Проблема забезпечення належної якості питної води посилюється впливом таких факторів як незадовільний технічний стан водопровідних мереж і споруд (середній показник зношення мереж в Україні становить 75%); несвоєчасне проведення їх капітальних, поточних та планово-профілактичних ремонтів; велика кількість аварій і затягування строків їх ліквідації; недостатній рівень фінансування; високі експлуатаційні витрати; низька культура споживачів. Наразі діяльність більшості підприємств водопостачання характеризується втратами води під час її доставки до споживача на рівні 30-50% [8]. Близько 20 % питної води після її підготовки витрачається на виробничі потреби, 15 % втрачається під час транспортування. Понад 50% таких втрат припадає на житлово-комунальну сферу. В деяких регіонах втрати води досягають 60%, що, в свою чергу, впливає на собівартість послуг централізованого питного водопостачання і тарифи для населення [1].

Крім того, «традиційні» технології очищення питної води є досить енергоємними, що зумовлено такими причинами як [2]: надлишкові потужності встановленого насосного обладнання; надлишкові обсяги підйому і перекачування (на всіх стадіях) води, яка потім втрачається у вигляді витоків із розподільчих мереж і внутрішніх систем будинків або з різних причин недообліковується; низькі коефіцієнти корисної дії зношеного та невідповідного до параметрів системи обладнання.

Незадовільна якість джерел водопостачання зумовлює потребу впровадження відповідних додаткових заходів (зміну технології водоочищення, використання нових реагентів і т.д.) з метою доведення води до вимог стандарту, що вимагає значних фінансових ресурсів. Наразі ж чи не єдиним джерелом доходів водоканалів є тарифи. За даними асоціації «Укрводекологія» [8], отриманих коштів вистачає виключно на першочергові цілі, зокрема виплату заробітної плати, покриття витрат на електроенергію та інших витрат, пов'язаних з повсякденним функціонуванням підприємств. Формування та реалізація цінової і тарифної політики на водопостачання та водовідведення входить до повноважень Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП).

В рамках програми «Питна вода України» у 2018 році з державного бюджету виділено кошти у сумі 200 млн. грн. для фінансування наступних заходів [7]: будівництво та реконструкція водозабірних споруд із застосуванням новітніх технологій та обладнання; будівництво та реконструкція водопровідних та каналізаційних очисних споруд із застосуванням новітніх технологій та обладнання; упровадження станцій (установок) доочищення питної води у системах централізованого водопостачання. На 2019 рік видатків за бюджетною програмою КПКВК 2751050 «Питна вода України» для фінансування заходів програми не передбачено [7].

Частково вирішити економічні питання водоканалів, не допустити повного зношення мереж та інфраструктурного колапсу, допомагають кошти міжнародних фінансових організацій. Проте наразі має місце ряд чинників, що стримують залучення міжнародних інвестицій в галузь, зокрема: відсутність повноцінної законодавчої бази, спрямованої на захист інтересів інвестора та підприємств водопостачання та водовідведення та забезпечення гарантій стабільності процесів залучення й повернення інвестицій [5]. Разом з тим, варто зазначити, що з набуттям чинності Закону України «Про внесення змін до деяких законів

України щодо заборони звернення стягнення та накладення арешту на кошти суб'єктів господарювання у сферах тепло-, водопостачання та водовідведення, отриманих від міжнародних фінансових організацій на реалізацію інвестиційних проектів (заходів) в Україні» створюються сприятливі умови для вирішення першочергових проблем у сфері житлово-комунального господарства і в тому числі, водопостачання, зменшенню фінансового навантаження на місцеві бюджети.

Важливим напрямком діяльності на державному рівні також є вирішення питання щодо удосконалення системи фіскального регулювання водокористування, з метою диференціювання інструментів фіскального впливу на різні категорії водокористувачів для стимулювання процесів ощадливого освоєння водно-ресурсного потенціалу. При цьому одним з пріоритетних завдань є впровадження позитивного європейського досвіду, який дозволить враховувати не лише басейнові умови водокористування, а й роль водного ресурсу у виробничому процесі та створенні готової продукції [4].

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що вирішення проблем питного водопостачання потребує комплексного підходу. В першу чергу, система забезпечення населення питною водою гарантованої якості повинна базуватися на впровадженні сучасних технологій водопідготовки, споруд, реагентів, матеріалів та обладнання, а також відновленні мережевих систем розподілу питної води. Крім того, важливим є створення сприятливого інвестиційного клімату в країні, удосконалення системи фіскального регулювання водокористування з метою забезпечення вирішення нагальних проблем у галузі водокористування, технічного переоснащення, модернізації житлово-комунальних підприємств та розвитку комунальної інфраструктури, стимулювання процесів ощадливого освоєння водно-ресурсного потенціалу.

#### **Список використаних джерел:**

1. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України. Аналітична записка URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1037> (дата звернення: 01.04.2019).
2. Гіпп Т.Р. Технічний стан систем централізованого водопостачання та водовідведення URL: <http://cleanwater.org.ua/tehnichnyj-stan-system-tsentralizovanoho-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya/> (дата звернення: 10.04.2019).
3. Гончарук В.В. Наука о воде. Киев: Наук. думка, 2010. 512 с.
4. Гусятинська Н.А., Чорна Т.М. Податкові механізми оптимізації водоемності галузей економіки. *Вода: проблеми та шляхи вирішення*. Збірник статей Науково-практичної конференції із міжнародною участю. 2017. С. 84-89.
5. Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/parlament-zrobiv-pershij-krok-do-zahistu-investskladovoyi-rahunkiv-pidpriyemstv-teplo-ta-vodopostachannya-gennadij-zubko> (дата звернення: 08.04.2019).
6. Крижановський Є. М., Каратаєва А. Г. Аналіз стану забруднення водою Вінницької області фосфатами. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ebmd/all-ebmd-2016/paper/viewFile/512/864> (дата звернення: 05.04.2019).
7. Мінрегіон: Бюджет-2019 не містить видатків на забезпечення якісною питною водою. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2601124-minregion-budzet2019-nemistit-vidatkiv-na-zabezpecenna-akysnou-pitnou-vodou.html> (дата звернення: 03.04.2019).
8. Рінгіс А., Топалов М. Формула води. Скільки коштує питна вода з крана. Економічна правда. 2019. 23 січня. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/01/23/644544/> (дата звернення: 02.04.2019).

9. Чорна Т.М. Екологічні та економічні аспекти питного водопостачання в Україні. *ЕТЕВК-2019: Міжнародний конгрес, 10-14 квітня 2019, Чорноморськ. Збірка доповідей.* 2019. С. 78-90.

## **К ВОПРОСУ О ЗАКРЕПЛЕНИИ ПРИНЦИПА РАЦИОНАЛЬНОГО (УСТОЙЧИВОГО) ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Ирина Шахрай**

*Белорусский государственный университет*

Принцип охраны, рационального (устойчивого) использования природных ресурсов и их воспроизводства закреплён в ст. 4 Закона Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-XII «Об охране окружающей среды» в редакции Закона от 17 июля 2002 г. № 126-З (с изменениями и дополнениями) и является ключевым для регулирования отношений природопользования. Применительно к водным отношениям аналогичный принцип предусмотрен ст. 3 Водного кодекса Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г.

Следует указать, что традиционным в правовой доктрине постсоветских государств является термин «рациональное» использование природных ресурсов, который рассматривается как принцип и как основа правового механизма природопользования. Согласно общепризнанным представлениям рациональность права природопользования трактуется с позиций достижения «необходимого экономического эффекта в осуществлении целей природопользования с одновременным соблюдением требований охраны как используемых природных объектов, так и окружающей ... среды в целом» [1, с. 14]. Несмотря на наличие в правовой литературе различных определений рационального природопользования, общим является указание на экологически обоснованный характер пользования, не допускающий необратимых изменений для окружающей среды [2, с. 29-31].

Под влиянием международно-правовых подходов широкое распространение в юридической науке, законодательстве и программных документах получили также термины «устойчивое развитие» и «устойчивое природопользование». Исходя из понимания устойчивого развития, сформулированного в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию, выделяется три основных элемента устойчивости: экономический, экологический и социальный [3, с. 19]. Механизм устойчивого природопользования рассматривается в свою очередь в качестве концептуальной основы правового регулирования отношений по использованию и охране природных ресурсов; при этом к недостаткам природоресурсного законодательства белорусские авторы относят отсутствие единого подхода к содержанию концепции устойчивого природопользования и содержанию правовых мер, позволяющих обеспечить эту концепцию [4, с. 144].

Несмотря на то, что в науке рациональное и устойчивое пользование не всегда отождествляются, очевидно, что Закон Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» употребляет эти термины как синонимы. Так, ещё при внесении в указанный Закон изменений и дополнений от 6 мая 2010 г. понятие «рациональное использование природных ресурсов» было дополнено словом «(устойчивый)» в соответствующем падеже; вслед за этим новый Водный кодекс Республики Беларусь от 30 апреля 2014 г. закрепил определение рационального (устойчивого) использования водных ресурсов как водопользования, при

котором проводится комплекс мероприятий, обеспечивающих сохранение водных ресурсов, снижение потерь воды, предотвращение загрязнения, засорения вод. Употребление белорусским законодателем двойного термина «рациональное (устойчивое) использование» природных ресурсов (и водных ресурсов в частности) можно рассматривать как шаг в направлении согласования указанных концепций (рационального природопользования и устойчивого развития), который однако не будет результативным при отсутствии в законодательстве четких критериев рациональности и устойчивости.

Следует отметить, что в закрепленном Водным кодексом определении рационального (устойчивого) использования водных ресурсов на первый план выходит длительный характер использования таких ресурсов без снижения их первоначальных качеств. Однако не менее важным является и иной аспект данного принципа – обеспечение учета экологических связей различных компонентов природной среды, предотвращения вредного воздействия на иные компоненты природной среды в процессе пользования [5, с. 424-426]. С учетом этого в эколого-правовой доктрине выделяется принцип комплексности права природопользования [1, с. 22-25]. При этом комплексность может рассматриваться как экономическое требование, предполагающее наиболее полное и всестороннее использование имеющихся запасов природных ресурсов – именно в таком значении данный термин употребляется в Водном кодексе Республики Беларусь, закрепляющем принцип комплексного использования водных ресурсов; с другой стороны, позволяет согласовать задачи экономически обоснованного извлечения ресурсов и учета экологических взаимосвязей различных компонентов природной среды. Полагаем, что комплексность является составляющей принципа рационального (устойчивого) природопользования; в целях отражения в законодательстве данного аспекта Водный кодекс Республики Беларусь закрепляет принципы улучшения экологического состояния (статуса) поверхностных водных объектов (их частей), предупреждения загрязнения, засорения вод, бассейнового управления водными ресурсами, нормирования в области охраны и использования вод и иные.

Учет экологических взаимосвязей может быть обеспечен также путем развития комплексного природопользования. Указанный институт реализован законодательством Республики Беларусь в недостаточной степени: предусматривается лишь выдача комплексных природоохранных разрешений (причем узкому кругу субъектов, осуществляющих деятельность, связанную с эксплуатацией объектов, оказывающих комплексное воздействие на окружающую среду – согласно Перечню, утвержденному Указом Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2011 г. № 528 «О комплексных природоохранных разрешениях»), которые дают право на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, специальное водопользование, хранение и захоронение отходов производства.

Реализация принципа рационального (устойчивого) водопользования обеспечивается также посредством регулирования разрешительного порядка водопользования, предоставления водных объектов преимущественно для совместного пользования различным субъектам (обособленное водопользование возможно лишь в прямо предусмотренных Водным кодексом случаях), закрепления прав и обязанностей водопользователей, оснований и порядка ограничения либо прекращения права водопользования в целях общественной пользы и безопасности, охраны окружающей среды, а также при совершении водопользователем правонарушений.

Таким образом, принцип рационального (устойчивого) использования природных (с том числе, водных) ресурсов получил достаточное развитие в белорусском законодательстве, однако механизм его реализации нуждается в дальнейшем развитии, в том числе, путем расширения перечня видов пользования, которые могут осуществляться на основании комплексных разрешений.

**Список использованных источников:**

1. Право природопользования в СССР / Отв. ред. И.А. Иконницкая. – М.: Наука, 1990. – 195 с.
2. Правовой механизм обеспечения рационального использования природных ресурсов : монография / Е.А. Галиновская, В.Б. Агафонов, С.А. Боголюбов [и др.] ; отв. ред. Е.А. Галиновская. – М. : Ин-т законодательства и сравнит. правоведения при Правительстве РФ : ИНФРА-М, 2019. – 312 с.
3. Балашенко, С.А. Экологическое право : учебник / С.А. Балашенко, Т.И. Макарова, В.Е. Лизгаро. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 383 с.
4. Шингель, Н.А. Правовые основы устойчивого природопользования / Н.А. Шингель // Информационно-правовая поддержка охраны окружающей среды и устойчивого развития: по материалам круглых столов / редкол.: С. А. Балашенко (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2014. — С. 143-144.
5. Шахрай, И.С. Правовое регулирование рационального (устойчивого) использования природных ресурсов / И.С. Шахрай // Право в современном белорусском обществе: сб. науч. тр. / редкол.: В.И. Семенов (гл. ред.) [и др.]; Национальный центр законодательства и правовых исследований Респ. Беларусь. – Минск: Право и экономика, 2012. – Вып. 7. – С. 424-430.

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ БЕЗПЕЧНОЮ ПИТНОЮ ВОДОЮ**

**Світлана Шульга**

*Національний університет харчових технологій*

На сьогоднішній день забезпеченість населення якісною питною водою є великою еколого-соціальною проблемою.

Незадовільний екологічний стан водних об'єктів – є однією з головних причин низької якості питної води і основним фактором ризику, який загрожує здоров'ю людини. Причиною цього є якісне та кількісне виснаження водних ресурсів внаслідок антропогенного впливу

Водні ресурси є найважливішим природним чинником, який відіграє значну роль у соціально-економічному прогресі в світі, оскільки водна складова є невід'ємною частиною соціальної, економічної, екологічної сфер суспільства [1].

В Україні проблема питної води є загальнонаціональною, а кількість і якість води є ще й економічною проблемою. У цілому проблема питного водопостачання має три складові: наявність питної води в населеному пункті, її доступність і якість.

Велику загрозу здоров'ю населення представляє тривале вживання для питних цілей ґрунтових вод. Питна вода є складовою економічного комплексу країни і її національної безпеки, основа життєдіяльності та соціально-екологічного благополуччя населення. Спектр її впливу в суспільстві дуже широкий і проявляється через економічну, екологічну та інші сфери суспільно-природних відносин. Останнім часом якість питної води стала великим фактором ризику в більшості населених пунктів України [2].



Погіршення якості питного водопостачання призводить до виникнення різного роду економічних збитків. До них відносяться збитки, які обумовлені постачанням неякісної питної води та погіршенням здоров'я нагеселення; збитки, що завдані навколишньому середовищу в результаті екстенсивного відбору води та її забруднення внаслідок промислових скидів, а також збитки в результаті втрат питної води при її транспортуванні. Основні збитки пов'язані саме з погіршенням здоров'я водоспоживачів. В основному збиток здоров'ю населення безпосередньо виражається у додатковій захворюваності і смертності, пов'язаних з впливом факторів навколишнього середовища [3].

Збитки від забруднення водних ресурсів враховують втрати у господарській діяльності, зокрема комунальному, сільському, рибному, лісовому господарствах, тоді як питома вага збитків від погіршення здоров'я населення внаслідок забруднення водних ресурсів досягає не менше 35% від загального збитку [4].

Вирішення проблеми екологічної кризи в сфері водних ресурсів на сьогодні можливе через інвестування. Інвестиції виступають найважливішим засобом забезпечення умов виходу з економічної кризи, структурних зрушень в економіці, технічного прогресу, підвищення якісних показників економічної діяльності на різних рівнях, покращення умов життєдіяльності, відновлення елементів господарської системи, відносин між ними, взаємовідносин із зовнішнім середовищем [2].

Отже, проблема забезпечення населення якісною питною водою в достатній кількості є комплексною. Забезпечення її вирішення повинно охоплювати ряд заходів організаційного, технічного, економічного та правового характеру. Всі ці заходи будуть забезпечувати відновлення та розвиток водопостачальних підприємств, що позитивно вплине на якість питної води, яка подається населенню [1].

#### **Список використаних джерел:**

1. О. М. Маценко, О. Ю. Чигрин, В. І. Тарановський, А. І. Долгодуш. Соціо-еколого-економічні проблеми водопостачання в Україні. Механізм регулювання економіки, 2011, № , с.264-271.
2. "Вода і здоров'я - 2001". Зб. наук. статей. // Одеськ. Держ. центр наук.техн. інформації. — Від. ред.: К.Д. Бабов, Б.М. Кац. — Одеса: ОЦН ТЕІ. — 2001. — 257 с.
3. Тархов П. В. Критерии государственного регулирования экономики : монография. / Сумы : Издательско-производственное предприятие «Мрия-1», 2005. — 268 с.
4. Лук'янихін В. О. Удосконалення нормативно-методичної бази економічної оцінки збитків, заподіяних забрудненням водних ресурсів України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук : спец. 08.08.03 «Економіка навколишнього середовища» / В. О. Лук'янихін, Суми, 1996, 20 с.

# ЗАСТОСУВАННЯ ЗАЛІЗО-АЛЮМІНІЄВИХ КОАГУЛЯНТІВ ТА ЇХ КОМПОЗИЦІЙНИХ СУМІШЕЙ В ОЧИЩЕННІ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Андрій Ясинецький, Олексій Кулішенко

*Інститут колоїдної хімії та хімії води*

Україна недостатньо забезпечена власними водними ресурсами. (75-80) % питної води в країні забирається з поверхневих джерел, 70% населення споживає воду з річок басейну Дніпра. Більшість поверхневих джерел України формально відноситься до 2-3 класів з відносно задовільною якістю води. Але в деякі періоди року вода в них погіршується до 4 класу (небажана якість). Для таких джерел пропонується вживати термін «питна вода негарантованої якості» та практикується надання тимчасових дозволів на використання.

Дотримання сучасних нормативних вимог до питної води може забезпечуватись впровадженням нових ефективних коагулянтів. Процеси коагуляції широко використовуються в технологіях підготовки води, що обумовлено їхньою ефективністю при видаленні специфічних домішок. Це особливо актуально для поверхневих вод басейну Дніпра з високим вмістом природних органічних сполук (ПОС). Проте, крім технологічної ефективності, одним з вирішальних факторів при виборі реагентів є їх вартість. Тому коагулянти часто використовують з дозами, меншими за оптимальні. Таке застосування призводить до утворення незгідролізованих токсичних сполук або мікропластівців, які не затримуються водоочисними спорудами (ВОС).

При розв'язуванні таких проблем необхідно враховувати, з одного боку, специфічність сполук поверхневих природних вод, з іншого боку – можливість одержання й раціонального використання нових типів коагулянтів, в тому числі з відходів промислового виробництва. Практично невичерпними є запаси відходів виробництва алюмінію з бокситів по методу Байера, що переважно містять сполуки заліза й алюмінію. В цій роботі показана принципова можливість застосування в очищенні дніпровської води замість «чистого» сульфату алюмінію його модифікації - залізовмісного композиційного коагулянту, отриманого з таких відходів («червоного шламу»). Окрім поліпшення процесу водоочищення цей реагент дозволить частково вирішити проблему утилізації подібних шламів. Актуальність цього питання підкреслюють останні катастрофічні події в м. Армянську (республіка Крим).

В результатах цієї роботи, показана можливість застосування в якості вихідної сировини для отримання залізовмісних коагулянтів «червоного шламу» (ЧШ), що утворюється на підприємствах алюмінієвої промисловості. Отримання глинозему за методом Байера включає вилугування оксиду алюмінію  $Al_2O_3$  з бокситових руд.

Основною причиною недостатньої забезпеченості населення питною водою, є її незадовільна якість. Існуює велика кількість коагулянтів на основі алюмінію та феруму, кожен з них широко використовується. Але вони мають свої недоліки, як показано в науково-технічних матеріалах в області водопідготовки. Тому для порівняння було обрано композиційний коагулянт. Всі методи мають свої переваги та недоліки, всі вимагають значних матеріальних витрат та енергетичних. Тому на сучасному етапі і було обрано композиційний коагулянт.

Так як він має дешевшу вартість за свої аналоги. Також його виробництво мінімізує кількість шламу у підприємств по виробництву алюмінію.

Композиційний коагулянт діє аналогічно іншим залізовміщуючим коагулянтам. При його додаванні відбувається бурхливе утворення пластівців, які швидко осаджуються. Відстояна вода стає прозорою та знебарвленою. Крім того, КК дозволяє значно знизити окиснюваність води, чого вкрай важко досягнути на існуючих водоочисних спорудах м. Києва. З іншого боку, навіть при коагулюванні в оптимальному діапазоні доз КК у відстояній воді критично зростає вміст заліза, яке незадовільно видаляється фільтруванням. При застосуванні сильних окиснювачів та частка заліза, що не вилучається фільтруванням, утворює сполуки, які збільшують каламутність і кольоровість води. Вихід з цієї ситуації вбачається у застосуванні КК, як добавки до традиційного алюмовміщуючого коагулянту. Частка КК, як компонента такої композиційної суміші, не має перевищувати (1/2-1/1) по відношенню  $Fe_2O_3/Al_2O_3$ . При цьому мають бути передбачені додаткові заходи для посилення надійності видалення залишкового заліза.

#### **Список використаних джерел:**

1. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007.
2. Прокопов В.О. Питна вода України: медико-екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти. – К.: Медицина, 2016. – 400 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – Затв. наказом Мін-ства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 р.
4. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014.
5. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука, 1977. – 356 с.
6. Руденко Г.Г., Гороновский И.Т. Удаление примесей из природных вод на водопроводных станциях. – К.: Будівельник, 1976. – 208 с.
7. List of approved products for use in public water supply in the United Kingdom / Department for Environment, Food and Rural Affairs. – Information Letter 07/2016. – <http://www.dwi.gov.uk/drinking-water-products/approved-products/soslistcurrent.pdf>. – 98 p.
8. Umar M., Roddick F., Fan L. Comparison of coagulant of aluminium and ferric-based coagulants as pretreatment for UVC/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> treatment of wastewater RO concentrate // Chem.Eng.J. – 2016. – 284. – p. 841-849.

**Наукове видання**

**ПЕРСПЕКТИВИ МАЙБУТНЬОГО  
ТА РЕАЛІЇ СЬОГОДЕННЯ  
В ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДОПІДГОТОВКИ**

*Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції*

*14 - 15 листопада 2019 р.*

Відповідальна за випуск

Н.А. Гусятинська

Підпис до друку 08.11.2019. Друк цифровий.

Обл.вид.арк. 18,4. Наклад 50 прим.

НУХТ.01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68