

УДК 628.1:644.6(091)(477.64)

**К.Ю. Загороднюк**<sup>1</sup>,  
**С.Т. Омельчук**<sup>1</sup>,  
**Ю.В. Загороднюк**<sup>2</sup>,  
**П.М. Ванат**<sup>3</sup>,  
**М.І. Нікулін**<sup>4</sup>,  
**А.М. Гринзовський**<sup>1</sup>,  
**О.А. Чижик**<sup>5</sup>

## ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗАПОРІЗЬКОГО ПРИАЗОВ'Я: ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ, ЕТАПИ РОЗВИТКУ, ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ ТА ГІГІЄНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця<sup>1</sup>

Київ, 02000, Україна

Всеукраїнська громадська організація "Фонд розвитку водоочисних технологій"<sup>2</sup>

Київ, 04080, Україна

Верховна Рада України (народний депутат)<sup>3</sup>,

Запорізький обласний союз промисловців і підприємців «Потенціал» (Президент)

Запоріжжя, 69000, Україна

Комунальне підприємство "Облводоканал" Запорізької обласної ради<sup>4</sup>

Запоріжжя, 69000, Україна

Державний регіональний проектно-вишукувальний інститут "УкрПівденГіпроводгосп"<sup>5</sup>

Одеса, 65000, Україна

Bogomolets National Medical University<sup>1</sup>

Kyiv, 02000, Ukraine

Allukrainian public organization "Foundation of development of water treating technologies"<sup>2</sup>

Kyiv, 04080, Ukraine

Verhovna Rada of the Ukraine (people's deputy)<sup>3</sup>,

Zaporizhzhya regional union of manufacturers and entrepreneurs the "Potential" (President)

Zaporizhzhya, 69000, Ukraine

Municipal enterprise "Oblvodokanal" of Zaporizhzhya regional council<sup>4</sup>

Zaporizhzhya, 69000, Ukraine

State regional Water Engineering Institute "Ukryuzhhiprovodhoz"<sup>5</sup>

Odesa, 65000, Ukraine

e-mail: nmuwql@ukr.net

**Ключові слова:** якість води, джерела водопостачання, загальний солеміст, загальна жорсткість, хлороорганічні сполуки, корозійна агресивність, онкозахворюваність, стабілізаційна обробка, економічна ефективність

**Key words:** water quality; sources of water supply; general mineralization; total hardness; chlororganic compounds; corrosive aggressiveness; cancer morbidity; stabilizing treatment; economic efficiency

**Реферат.** Водоснабження Запорізького Приазов'я: історія виникнення, етапи розвитку, проблеми сучасності та гігієнічне обґрунтування шляхів їх рішення. Загороднюк К.Ю., Омельчук С.Т., Загороднюк Ю.В., Ванат П.М., Нікулін М.І., Гринзовський А.М., Чижик О.А. На сучасному етапі розвитку людство стоїть на порозі пандемії неінфекційних захворювань. Не являється виключенням і населення України, середі якого більше 2/3 загальної захворюваності припадає на неінфекційні захворювання серцево-судинної системи, рак, хронічні захворювання органів дихання, діабет. Спеціалісти в області охорони здоров'я та навколишнього середовища перше місце серед факторів, негативно впливаючих на рівень популяційного здоров'я в Україні, віддають воді, яка опередила в цьому відношенні атмосферний повітря та їдальні продукти. Ураховуючи те, що після анексії Криму Російською Федерацією в березні 2014 року неопределенності в воєнно-політичній ситуації на сході України Запорізьке Приазов'я стає рекреаційною зоною, до якої з кожним роком буде відвідувати все більше і більше українців, метою нашого дослідження стало вивчення історії виникнення, етапів розвитку та проблем сучасності водоснабження регіону, а також гігієнічне обґрунтування комплексних шляхів рішення проблем сучасності водоснабження Запорізького Приазов'я. В результаті проведених досліджень встановлено, що єдиним економічно прийнятним способом забезпечення населення Запорізького Приазов'я водою з нормативною жорсткістю та солесодержанням є подача Дніпровської води, здійснювана шляхом експлуатації Західного групового водопроводу. Для зменшення утворення в процесі водопідготовки побічних продуктів хлорування необхідно використовувати коагулянт залізо-содержачий хлористо-сульфатний «Аулы» марки А по ТУ У 24.1-33075701-002: 2011. Для утилізації промивних вод контактних

осветлителей водоочистные сооружения необходимо переоборудовать с использованием осветлителей-рециркуляторов с рециркуляцией осадка по «внутреннему контуру». Доказано, что коррозионная агрессивность - показатель качества воды, который определит дальнейшее развитие групповых водопроводов Украины. Вместе с этим установлено, что стабилизация и коррекция коррозионной агрессивности воды препаратом Sea-Quest позволяет подавать воду нормативного качества протяженными водопроводами конечным потребителям, а также значительно замедляет процессы ее старения, в том числе в РЧВ и трубопроводах.

**Abstract. Water supply of Zaporizhzhya Priazovye: nascent, stages of development, problems of nowadays and hygienic substantiation of ways of their solutions. Zagorodniuk K., Omelchuk S., Zagorodnyuk Yu., Vanat P., Nikulin M., Grinzovskyy A., Chyzyk O.** *At the modern stage of development humanity is on the verge of the pandemic of non-communicable diseases. It is not an exception for the population of the Ukraine, among which more than 2/3 of the total morbidity incidences is non-communicable diseases: diseases of cardiovascular system, cancer, chronic respiratory diseases, diabetes. To the mind of experts in the field of public health and environment protection, the first place among factors affecting the level of population's health in Ukraine is given to the water that is ahead of air and food products in this aspect. Taking into consideration the fact that after annexation of the Crimea by the Russian Federation in March of 2014 and uncertainty in the military-political situation on the East of the Ukraine, Zaporizhzhya Priazovye is becoming a recreational zone, and with each year it will be used by more and more Ukrainian citizens. The objective of our research was to investigate nascent, stages of development and nowadays problems of region's water supply as well as hygienic substantiation of complex ways of nowadays problem of Zaporizhzhya Priazovye water supply. As a result of conducted researches it was found that single economically feasible way of providing population of Zaporizhzhya Priazovye with water with normative total hardness and general mineralization is supply of the Dnipro water carried out by operation of Western group water conduit. To reduce the formation of chlorination by-products in the process of water purification it is necessary to use iron-containing chlorine-sulfate coagulant "Aula" of brand A according to the technical requirements TR U 24.1-33075701-002: 2011. For utilization of flush water of contact clarifiers, it is necessary to retool water purification facilities by clarifiers-recirculators with sediment recirculation in "inner contour". It was proved that corrosive aggressiveness is an indicator of water quality which will determine further development of the group water conduits of Ukraine. At the same time it was established that stabilization and correction of water corrosive aggressiveness with chemical Sea-Quest allows to supply normative quality water through extended water supply systems to the end consumers, to significantly slow down the process of senescence, particularly in pipelines and in tanks of clean water as well.*

Запорізьке Приазов'я є складовою частиною Запорізької області на північному узбережжі Азовського моря [2].

Першими поселенцями Запорізького Приазов'я були кочеві племена, переважно скотарі, які потім почали вести осідлий спосіб життя та перетворилися на хліборобів: сармати, кіммерійці, скіфи та інші тюркські народи [2].

За часів козацтва тут була Кальміуська паланка Запорізької Січі, а згодом базувалося Азовське козацьке військо [2].

Пізніше у долину річки Молочна розселяли німецьких колоністів і російських старовірів, духоборів і молокан [2].

У геологічному відношенні Приазов'я розташоване на схилі Українського кристалічного щита, що заглиблюється тут на 500–1000 метрів, та Причорноморської западини. Для регіону характерний рівнинний ландшафт, який представлений Приазовською низовиною, а також сучасною терасою Азовського моря та Бердянською косою [1].

Адміністративно сучасне Запорізьке Приазов'я включає Бердянський район (31,6 тис. осіб

населення) та місто Бердянськ (125,0 тис. осіб населення), Веселівський район (25,5 тис. осіб населення), Мелітопольський район (56,1 тис. осіб населення) та місто Мелітополь (160,7 тис. осіб населення), Приазовський район (32,9 тис. осіб населення), Приморський район (35,2 тис. осіб населення), Токмацький район (27,8 тис. осіб населення) та місто Токмак (36,3 тис. осіб населення), Чернігівський район (22,2 тис. осіб населення) та Якимівський район (38,0 тис. осіб населення) [2].

Запорізьке Приазов'я обділене природою водними ресурсами.

На крайньому північному заході Запорізької області протікає могутнє джерело води — р. Дніпро. У межах двох надзаплавних терас Дніпра забезпеченість водою всіх галузей народного господарства достатня. Але вже у декількох кілометрах від заплави Дніпра починається безводний степ і вся ця частина області — близько 90% її території, в тому числі і Запорізьке Приазов'я — дуже бідна водними ресурсами. Середня густина річкової мережі тут близько 0,12 км/км<sup>2</sup>,

тобто ще нижча, ніж у такому мало забезпеченому водою районі, як степовий Крим [3].

До групи річок Запорізького Приазов'я належать річки Великий та Малий Утлюк, Молочна, Берда, Обіточна, Лозоватка, Джебельня, Домузла, Корсак та інші — всього 40 річок. Всі вони течуть на південь з Приазовської височини та Донецького кряжу, як за густотою гідрографічної мережі, так і за водністю розподілені нерівномірно, мають звивисті русла, у зв'язку з чим їх течії дещо уповільнені. Живлення річок, в основному, сніго-дощове. Води річок та підземні води в цих регіонах мають високий загальний солеміст і жорсткість [3].

Відповідно до вимог ст. 79 Водного кодексу України річки Запорізького Приазов'я можна класифікувати таким чином: середні (площа водозбору 2000 км<sup>2</sup>) — Гайчур, Конка і Молочна, та малі (площа водозбору менше 2000 км<sup>2</sup>) — Малий Утлюк, Берда, Обіточна, Лозоватка, Джебельня, Домузла, Корсак [4].

Водопостачання поселенців з моменту їх появи на території сучасного Запорізького Приазов'я здійснювалося з малих річок краю, вода яких переважно характеризується високим загальним солемістом і жорсткістю, що змушувало місцеве населення до постійного пошуку нових альтернативних джерел водопостачання і привело до створення на території краю численних криниць-копанок. Однак, незважаючи на це, аж до середини XIX століття ситуація з водопостачанням не зазнала суттєвих змін і населені пункти всього Олександрівського повіту Катеринославської губернії (сучасна Запорізька область) забезпечувалися питною водою з відкритих водойм (річок, озер, ставків), а також шляхом підвозу води бочками гужовим транспортом з басейнів покинутих копалень і шахтних колодязів [5].

У 1886 році громадою м. Мелітополя була пробурена перша артезіанська свердловина. У 1883-1904 роках прокладений водопровід від р. Мокра Московка до центру м. Олександрівська (сучасне Запоріжжя), який перебував у приватній власності. У 1898 році проведені пошукові роботи та буріння артезіанських свердловин для водопостачання міста Бердянськ [5].

У зв'язку з відсутністю каналізації, забрудненням малих відкритих водойм колоністами, промисловцями, підприємцями, створюваними товариствами, почалося інтенсивне буріння артезіанських свердловин по області, будівництво водопровідних мереж і споруд, і вже до 1930

року в області функціонувало понад 280 артезіанських свердловин [5].

За 1930-1937 роки було виконано будівництво водопровідних споруд для м. Запоріжжя з р. Дніпро потужністю 45 тис.м<sup>3</sup> на добу. Однак розвиток каналізаційних систем значно відставав від водопостачання [5].

До 1940 року в області були лише окремі каналізаційні мережі від окремих будинків і промислових підприємств, стоки яких скидалися у відкриті водойми, балки, яри. Тільки в м. Запоріжжя були каналізовані кілька районів і побудовані примітивні споруди механічної очистки. Протяжність мереж становила всього 76 км. Повоєнні роки були періодом бурхливого розвитку промисловості та, відповідно, водопостачання області [5].

У 1945 році створено інститут «Харківбурвод», що займався пошуком запасів підземних вод та бурінням свердловин по Запорізькій області. До 1980 року в області було побудовано понад 2500 артезіанських свердловин і 16 тисяч шахтних колодязів [5].

У 1956-1963 роках заводом «Азовкабель» побудований комплекс споруд водопостачання для м. Бердянська з водосховища на р. Берда, потужністю 30 тис.м<sup>3</sup> на добу [5].

У 1957 році побудовано комплекс каналізаційних очисних споруд, потужністю 36 тис.м<sup>3</sup> на добу для м. Запоріжжя [5].

Для планомірного розвитку і вдосконалення централізованого водопостачання та водовідведення у великих містах області, в 1966 році створено Запорізьке обласне управління водопровідно-каналізаційного господарства. Спочатку до складу управління входили Запорізький, Бердянський, Мелітопольський міськводоканали [5].

За час існування «Облводоканалу» введено в експлуатацію такі об'єкти:

- комплекс Лівобережних водопровідних споруд ДВС-1 потужністю 140 тис. м<sup>3</sup> на добу в м. Запоріжжя;

- комплекс Правобережних водопровідних споруд потужністю 100 тис. м<sup>3</sup> на добу в м. Запоріжжя;

- два комплекси очисних споруд каналізації потужністю 310 тис. м<sup>3</sup> на добу в м. Запоріжжя;

- Луначарський водозабір з підземних джерел-артезіанських свердловин для водопостачання м. Бердянська;

- розширені до 71,8 тис. м<sup>3</sup> на добу очисні споруди водопроводу м. Бердянськ;

- Новопилипівський водозабір з підземних джерел для водопостачання м. Мелітополя;
- комплекс очисних споруд каналізації потужністю 45 тис. м<sup>3</sup> на добу в м. Бердянську;
- комплекс очисних споруд каналізації потужністю 63 тис. м<sup>3</sup> на добу в м. Мелітополі;
- Західний груповий водопровід, що водопостачає населені пункти Якимівського, Мелітопольського, Приазовського та Бердянського районів, смт. Кирилівка та Приазовське, а також міста Мелітополь, Бердянськ, Приморськ – всього 492 665 жителів у зимовий період та понад 2 млн жителів (за рахунок відпочиваючих) у літній період [5].

До 1980 року в області збудовано понад 2500 артезіанських свердловин і 16 тисяч шахтних колодязів [5].

У 1988 році обласне управління водопровідно-каналізаційного господарства реорганізовано в обласне виробниче об'єднання «Запоріжжяводоканал» (з 1999 року обласне комунальне підприємство «Запоріжжяводоканал»), яке почало займатися питаннями експлуатації та розвитку водопостачання та водовідведення в області (за винятком міст Запоріжжя, Мелітополь і Бердянськ). До складу підприємства входили 8 ділянок водопровідно-каналізаційного господарства, що розташовані в різних районах області, управління Західного групового водопроводу в смт. Якимівка та дирекція з будівництва об'єктів водопостачання [5].

У 2003 році підприємство було перейменовано в комунальне підприємство "Облводоканал" Запорізької обласної ради (КП "Облводоканал" ЗОР) і функціонує по сьогоднішній день.

Сьогодні структура підприємства складається з Головного управління з розгалуженою структурою функціональних підрозділів, а також цехових підрозділів підприємства, які розташовані по всій території Запорізької області [5].

Підприємство експлуатує 1 поверхневий і 63 підземні джерела водопостачання, 824,4 км водопровідних та 178,2 км каналізаційних мереж, 19 водопровідних та 12 каналізаційних насосних станцій [5].

Таким чином, у розвитку водопостачання Запорізького Приазов'я можна виділити такі етапи:

- водопостачання з місцевих поверхневих джерел (малих річок, озер, ставків) та привізною водою;

- водопостачання з копанок та артезіанських свердловин;

- водопостачання Західним груповим водогонном з річки Дніпро.

Водопостачання Західним груповим водогонном з річки Дніпро є найбільш економічно вигідним способом забезпечення населення Запорізького Приазов'я водою з нормативною жорсткістю та солемістом.

Разом з тим, існуючий сьогодні розбір води із магістрального водогону Західного групового водопроводу значно нижчий від проектної потужності, оскільки він проектувався з перспективою подальшого підключення прилеглих територій, яке так і не було здійснене, а на підключених за часів СРСР територіях використання води різко зменшилося через масове закриття після 1991 року промислових та сільськогосподарських підприємств.

Вищевказане призвело до того, що кількість води, яка подається по Західному груповому водопроводу (ЗГВ), значно менше проектної, а відтак тривалість її транспортування на 175 км без розриву струменя (найдовший такий водогін в Європі) становить 7-14 діб залежно від пори року.

Така тривалість транспортування змушує вводити в підготовлену воду перед її подачею у водогін Якимівка-Бердянськ підвищені дози хлору та дохлоровувати її по ходу водогону.

Застосування підвищених доз хлору чи дробне хлорування по довжині водогону значно збільшує ризики утворення побічних продуктів хлорування, яких на сьогоднішній день відомо понад 600 найменувань. Найбільш вивченими з них є родина тригалометанів [6].

Тригалометани є канцерогенами. Відомо також, що при їх довготривалому надходженні навіть у незначних кількостях (1-2 мкг/кг/добу) знижується репродуктивна здатність населення, виникають вроджені вади розвитку, зниження ваги плоду, невиношуваність [6].

Новоутворення є другою за значущістю причиною смертності в Україні.

За прогнозами ООН, якщо ситуація в Україні не зміниться, то чисельність її населення, яка станом на 1 березня 2015 року без урахування окупованих територій становила 42 млн 895,7 тис. осіб, вже через 10 років зменшиться до 36-38 млн осіб, а через 50 років – до 12 млн.

Результати наших попередніх досліджень довели, що існує певний зв'язок між ефективністю видалення з води поверхневих джерел

домішок, що негативно впливають на її якість, та корозійною агресивністю і стабільністю підготовленої води, а також між корозійною агресивністю і стабільністю питної води та інтенсивністю утворення хлорорганічних сполук на етапах підготовки води та при її транспортуванні в трубопроводах [10].

Також встановлено, що корозійна агресивність і стабільність є показниками, які впливають на погіршення якості питної води при її транспортуванні в трубопроводах систем централізованого господарсько-питного водопостачання за ЗМЧ, органолептичними показниками (кольоровістю, каламутністю, запахом, присмаком), вмістом заліза, цинку, перманганатною окиснюваністю [9].

З метою виправлення ситуації, що склалася, за нашими рекомендаціями на водогоні Якимівка-Бердянськ була тимчасово запроваджена стабілізаційна обробка води. Для стабілізації та зменшення рівня корозійної агресивності води використовували препарат Sea-Quest.

У результаті застосування препарату Sea-Quest у період з липня 2012 року по січень 2013 року вдалося зменшити витрати хлору з 4-8 мг/дм<sup>3</sup> до 1,5 мг/дм<sup>3</sup> та отримати при цьому на виході з водогону Якимівка-Бердянськ воду, якість якої повністю відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10. Корозійна агресивність води знизилася з 0,18-0,27 мм/рік до 0,018-0,036 мм/рік, що в 2-2,5 рази краще вимог СОУ ЖКГ 42.00-35077234.010:2008 [8] – (0,05 мм/рік) [9].

Для узагальнення отриманих результатів та гігієнічного обґрунтування шляхів комплексного вирішення всіх окреслених вище проблем нами в період з 04.08.2015 року по 06.08.2015 року було проведене обстеження існуючого стану водопровідних споруд експлуатаційного цеху водопостачання ЗГВ КП “Облводоканал” Запорізької обласної ради та відбір проб води (акти відбору проб ВВП –001.08.2015 – ВВП – 024.08.2015, ВВП – E01.08.2015).

Обстеження існуючого стану проводили за “Методологией анализа эффективности действующих очистных комплексов” (разработчики М.Г. Журба, Ж.М. Говорова, 2009 г.).

Дослідження складу та властивостей проб води тривали з 05.08. 2015 року по 27.08.2015 року. Проби піддавалися консервуванню, згідно з п. 3 міждержавного стандарту ГОСТ 31870-2012 р.

Експрес-дослідження (ex tempore) складу та властивостей проб води проводили фахівці Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця.

Визначення корозійної агресивності води відповідно до вимог СОУ ЖКГ 42.00-35077234.010:2008, встановлення складу та властивостей проб води проводилися в лабораторіях:

- Інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (свідоцтво про атестацію вимірювальної лабораторії інституту № ПТ-182/12 видане ДП “Укрметрестандарт” 17.05.2012 року);

- Хіміко-бактеріологічній лабораторії експлуатаційного цеху водопостачання Західного групового водогону (свідоцтво про атестацію лабораторії № 77 від 09.02.2015 р., видане метрологічною службою ТОВ “Рудмаг” Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України);

- «Центральній лабораторії якості води та ґрунтів» Інституту водних проблем і меліорації НААН України (свідоцтво про атестацію центральної лабораторії № 70А-36-13 від 18.06.2013 року);

- Хіміко-бактеріологічній лабораторії (водопостачання) комунального підприємства Нікопольське виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства Нікопольської міської ради (свідоцтво про атестацію лабораторії № ПЧ07-0/1212-2014 від 10.12.2014 р.).

Узагальнені дані складу та властивостей проб води за точками їх відбору наведені в таблиці 1.

На момент проведення обстеження продуктивність водоочисних споруд Західного групового водогону (ВОС ЗГВ) коливалася в межах 35-47 тисяч м<sup>3</sup> на добу. На Бердянськ водогоном Якимівка-Бердянськ (без розриву струменю) подавалося 30-35 тисяч м<sup>3</sup> на добу.

Промивка реконструйованих контактних освітлювачів з новим завантаженням здійснювалася кожні 24 години, а контактних освітлювачів, що не пройшли реконструкцію – раз у 24-48 годин. Промивка реконструйованих та не реконструйованих контактних освітлювачів здійснювалася розірвано в часі. Тривалість промивки кожного з блоків контактних освітлювачів тривала по 20-30 хвилин. При цьому добові витрати питної води на промивку контактних освітлювачів становили 2100-2400 м<sup>3</sup> при тарифі 3,13 грн. за м<sup>3</sup> води.

## Узагальнені дані складу та властивостей проб води за точками їх відбору

№ з/п	Показники якості води	Одиниці виміру	Вихідна вода	РЧВ ЗГВ	Мелітопольська площадка (камера переключення)	смт. Приазовское (камера переключення)	смт. Приморськ НС III підйому	м. Бердянськ (камера переключення)	ГДК відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Загальне мікробне число при t 37 °С – 24 год	КУО/см <sup>3</sup>	-	-	43	-	321	340	≤100 (≤50)
2	Загальні коліформи	КУО/100см <sup>3</sup>	-	-	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні	відсутність
3	Хлор залишковий вільний	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*	-	0,05	0,03	0,07	0,03	≤0,5
4	Хлор залишковий загальний	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*	-	0,43	0,19	0,14	0,12	≤1,2
5	Кольоровість	градуси	-	-	11,5	13,4	12,8	32,0	20,0 (35,0) <sup>1</sup>
6	Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	<0,58	1,0	1,3	1,6	≤0,58
7	pH	одиниці pH	-	-	7,45	7,45	7,22	7,06	6,5 – 8,5
8	Загальна жорсткість	моль/м <sup>3</sup>	-	-	3,3	3,3	3,3	3,2	≤7,0 (10,0) <sup>1</sup>
9	Загальна жорсткість	ppm*** СаСО <sub>3</sub>	-	-	182	176	161	159	≤350 (500) <sup>1</sup>
10	Амоній-іони (по азоту)	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,088	0,092	0,1	0,11	≤0,5
11	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,0033	0,0022	0,0044	0,0046	≤0,5 (0,1) <sup>2</sup>
12	Нітрати (по NO <sub>3</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	1,03	1,06	0,45	1,03	≤50
13	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	-	0,05	0,19	0,13	0,44	0,2
14	Залізо двохвалентне (Fe <sup>2+</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,01	н.ч.м.	0,05	0,08	не нормується
15	Алюміній залишковий	мг/дм <sup>3</sup>	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	≤0,20 (0,50) <sup>3</sup>
16	Перманганатна окиснюваність	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-	8,0	8,56	8,56	7,96	8,98	≤5,0
17	Загальна лужність	моль/м <sup>3</sup>	-	-	2,6	2,55	2,55	2,55	не визначається
18	Загальна лужність	ppm*** СаСО <sub>3</sub>	-	-	89	86	90	123	не визначається
19	Лужність за фенолфталеїном	ppm*** СаСО <sub>3</sub>	-	-	0	0	0	0	не визначається
20	Лужність за бромкреазолом метил-зелено-червоним	ppm*** СаСО <sub>3</sub>	-	-	89	86	90	123	не визначається
21	Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	283,5	283,5	280,5	279,0	≤1000 (1500) <sup>1</sup>
22	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	33,9	33,9	33,5	33,0	≤250,0
23	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	83,04	88,8	73,44	91,2	≤250 (500) <sup>1</sup>
24	Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,25	0,25	0,23	0,25	≤1,5

## ПРОФІЛАКТИЧНА МЕДИЦИНА

№ з/п	Показники якості води	Одиниці виміру	Вихідна вода	РЧВ ЗГВ	Мелітопольська площадка (камера переключення)	смт. Приазовское (камера переключення)	смт. Приморськ НС III підйому	м. Бердянськ (камера переключення)	ГДК відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10
25	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,14	0,096	0,14	0,098	не нормується
26	Поліфосфати(за PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*	3,5	2,35	0,28	3,0	0,86	≤3,5
27	Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,037	0,05	0,03	0,71	≤1,0
28	Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	0,038	0,043	<0,01	0,021	0,039	0,030	≤0,05 (0,5) <sup>1</sup>
29	Іони кремнію	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,0	-	3,0	3,0	3,0	≤10
30	Іони свинцю	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	≤0,010
31	Іони хрому загального	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	<0,001	-	<0,001	0,003	0,001	≤0,05
32	Іони цинку	мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,002	-	0,002	0,006	0,001	≤1,0
33	Іони молібдену	мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,002	-	0,002	0,002	0,003	≤0,07
34	Іони кадмію	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	≤0,001
35	Іони кобальту	мг/дм <sup>3</sup>	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	≤0,1
36	Іони нікелю	мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,004	-	0,013	0,004	0,004	≤0,02
37	Іони селену	мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,011	-	0,012	0,008	0,011	≤0,01
38	Іони талію	мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	0,0002	-	0,0003	<0,00005	0,0001	не нормується
39	Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>	<0,006	0,085	-	0,075	0,104	0,107	≤0,06
40	Чотирхлористий вуглець	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0006	<0,0006	-	<0,0006	<0,0006	<0,0006	≤0,002
41	Трихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0003	<0,0003	-	<0,0003	<0,0003	<0,0003	≤0,01
42	Бромдихлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	<0,008	0,019	-	0,016	0,022	0,023	сума тригалометанів ≤0,1
43	1,1,2 - трихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0004	<0,0004	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004	сума тригалометанів ≤0,1
44	Тетрахлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	≤0,01
45	Дибромхлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	<0,002	0,003	-	0,003	0,003	0,003	≤0,01
46	1,1-дихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	сума тригалометанів ≤0,1
47	1,2 - дихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	сума тригалометанів ≤0,1
48	1,1 - дихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0004	<0,0004	-	<0,0004	<0,0004	<0,0004	≤0,003
49	1,2-дихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	<0,0002	<0,0002	-	<0,0002	<0,0002	<0,0002	сума тригалометанів ≤0,1

№ з/п	Показники якості води	Одиниці виміру	Вихідна вода	РЧВ ЗГВ	Мелітопольська площадка (камера переключення)	сmt. Приазовское (камера переключення)	сmt. Приморськ НС Ш підйому	м. Бердянськ (камера переключення)	ГДК відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10
50	Бромформ	мг/дм <sup>3</sup>	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	сума тригалометанів ≤0,1
51	Провідність	мікро Сіменси	239	-	434	413	408	416	не нормується
52	TDS**	ppm***	474	-	214	206	205	206	не нормується
53	Корозійна агресивність	мм/рік	0,05	-	0,253	0,258	0,222	0,149	≤0,05

Примітки: <sup>1</sup> Норматив, зазначений у дужках, установлюється в окремих випадках за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території; <sup>2</sup> Норматив, зазначений у дужках, установлюється для обробленої питної води, крім обробленої методом хлорування з преамонізацією; <sup>3</sup> Норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній; \*н.ч.м. – нижче чутливості методу визначення; \*\*TDS – totaldissolvedsolids – загальний вміст розчинених твердих речовин; \*\*\*ppm – parts per million – частин на мільйон.

Склад та властивості промивних вод контактних освітлювачів очисних споруд експлуатаційного цеху водопостачання ЗГВ наведено в таблиці 2.

Встановлено, що коагулянт у процесі підготовки води застосовується лише в періоди паводку та цвітіння джерела водопостачання – ма-

гістрального каналу Р-9, що постачає воду на ВОС ЗГВ з Каховського водосховища.

З'ясовано, що при стійкому довготривалому вмісті заліза понад 1,0 мг/дм<sup>3</sup> у воді, що надходить водогоном Якимівка-Бердянськ на майданчик водоочисних споруд м. Бердянськ, проводять промивку водогону (зазвичай 1-2 рази на рік).

Таблиця 2

### Склад та властивості промивних вод контактних освітлювачів очисних споруд експлуатаційного цеху водопостачання Західного групового водогону

№ з/п	Показник	Одиниці вимірювання	Значення показника, М±m
1	Вільний хлор	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*
2	БСК <sub>5</sub>	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1,02980±0,001652
3	Зважені речовини	мг/дм <sup>3</sup>	8,82177±0,008238
4	ХСК	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	25,1273±0,00473
5	Азот амонійний	мг/дм <sup>3</sup>	0,1767±0,00153
6	Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	0,0743±0,00208
7	Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	0,8957±0,00116
8	Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*
9	Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	42,7010±0,00600
10	Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	93,9780±0,01825
11	Фосфати	мг/дм <sup>3</sup>	0,1727±0,00058
12	Мінералізація загальна	мг/дм <sup>3</sup>	321,454±0,3497
13	Залишковий алюміній	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*
14	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	0,0857±0,00058

Примітка. \*н.ч.м. – нижче чутливості методу визначення.



Встановлено, що в період з 05.06.2015 року по 12.06.2015 року тривала промивка водогону Якимівка-Бердянськ. На промивку було витрачено 200 – 250 тис. м<sup>3</sup> води. При тарифі 3,13 грн. за м<sup>3</sup> води, що діє нині для ЗГВ (оптовий тариф для крупних споживачів), вартість промивки водогону становить 626 – 1565 тис. грн. щорічно. У разі приведення тарифів комунального підприємства “Облводоканал” Запорізької обласної ради до вимог чинного законодавства (єдиний тариф для всіх груп споживачів), вартість промивки водогону збільшиться щонайменше в два рази і сягатиме 3 (трьох) млн. грн. на рік.

Проведені нами дослідження дозволили встановити таке:

1. Споруди ЗГВ експлуатуються не ефективно, оскільки: якість підготовленої за одноступеневою схемою води не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10; промивні води, що утворюються в кількості 5-7% від добової продуктивності очисних споруд ЗГВ, скидаються в річку Великий Утлюк без попередньої очистки; під час тривалого транспортування та стояння в РЧВ і трубопроводах якість питної води різко погіршується за показниками вмісту заліза (1,0 мг/дм<sup>3</sup> і більше), забарвленості (50 градусів і більше), каламутності (2,5 мг/дм<sup>3</sup> і більше), ЗМЧ (300 КУО/см<sup>3</sup> і більше), вмісту хлороформу (135 мкг/дм<sup>3</sup> і більше) і не відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

2. Проблемними забруднювачами підготовленої води, за якими її якість у повному обсязі не відповідає вимогам до питної, є перманганатна окиснюваність (8,0 мг/дм<sup>3</sup> і більше) та вміст хлорорганічних сполук – сумарно 2,1 ГДК (в основному за рахунок хлороформу - 107 мкг/дм<sup>3</sup> і більше та дибромхлорметану – 3 мкг/дм<sup>3</sup> і більше).

3. Підвищення ЗМЧ вимагає введення додаткових доз хлору, що можливо лише на площадці ВОС ЗГВ та насосній станції III підйому в м. Приморськ, а це, в свою чергу, призводить до перевищення його ГДК у воді споживачів, які підключені до водогону одразу після місць введення хлору.

Для вирішення низки виявлених проблем, які в принципі є системними для більшості водоочисних споруд України та протяжних групових водогонів, експлуатаційному цеху водопостачання Західного групового водогону

КП “Облводоканал” Запорізької обласної ради нами рекомендовано:

1. Домогтися однакової якості питної води по всій довжині водогону Якимівка-Бердянськ.

2. Забезпечити відповідність якості очищеної води вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

3. Організувати утилізацію промивних вод контактних освітлювачів без виведення води з технологічного процесу.

Імплементацию кожного з пунктів, на нашу думку, необхідно здійснювати у три етапи:

1. Підготовчий;
2. Промислово – дослідний;
3. Основний.

Заходи підготовчого етапу експлуатаційним цехом водопостачання Західного групового водогону КП “Облводоканал” Запорізької обласної ради спільно з фахівцями громадської організації «Фонд розвитку водоочисних технологій», інституту гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця і кафедри гігієни та екології Національного медичного університету імені О.О. Богомольця виконані на 80%, а саме:

1. Проведено еколого-гігієнічну оцінку Західного групового водогону КП “Облводоканал” Запорізької обласної ради.

2. Проведено лабораторні дослідження *in situ* коагулянту залізовмісного хлористо-сульфатного «Аули» за ТУ У 24.1-33075701-002:2011 (висновок санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-04/89660 від 07.09.2011 року) – таблиця 3.

3. Триває розробка Програми промислово-дослідного застосування коагулянту залізовмісного хлористо-сульфатного «Аули» та змін до технологічного регламенту експлуатації водоочисних споруд, що передбачають застосування стабілізаційної обробки води препаратом Sea-Quest.

Аналіз наведених у таблиці 3 даних засвідчує, що використання залізовмісного хлористо-сульфатного коагулянту «Аули» у дозі 0,1-0,15-0,2 см<sup>3</sup> готової продукції на 1 дм<sup>3</sup> води, яка проходить обробку, дозволяє зменшити вміст хлорорганічних сполук у підготовленій воді нижче за ГДК, встановлені для них ДСанПіН 2.2.4 – 171 -10, а промивка контактних освітлювачів є неефективною через економію води, що на неї витрачається.

**Узагальнені дані складу та властивостей питної води, отриманої з використанням залізовмісного хлористо-сульфатного коагулянту «Аули» марки А**

№ з/п	Показники якості води	Одиниці виміру	Вихідна вода	Питна вода,отримана з використанням залізовмісного хлористо-сульфатного коагулянту «Аули» марки А	ГДК відповідно до вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Кольоровість	градуси	-	5	20,0 (35,0) <sup>1</sup>
2	Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	-	< 0,58	≤ 0,58
3	рН	одиниці рН	-	6,55	6,5 – 8,5
4	Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,02	0,08	0,2
5	Алюміній залишковий	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,04	-	≤ 0,20 (0,50) <sup>2</sup>
6	Перманганатна окиснюваність	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-	3,5	≤ 5,0
7	Поліфосфати(за РО <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	н.ч.м.*	н.ч.м.*	≤ 3,5
8	Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	0,038	0,043	≤ 0,05 (0,5) <sup>1</sup>
9	Іони кремнію	мг/дм <sup>3</sup>	3,0	1,5	≤ 10
10	Іони свинцю	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,001	< 0,001	≤ 0,010
11	Іони хрому загального	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,001	< 0,001	≤ 0,05
12	Іони цинку	мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,006	≤ 1,0
13	Іони молібдену	мг/дм <sup>3</sup>	0,002	0,003	≤ 0,07
14	Іони кадмію	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0001	< 0,0001	≤ 0,001
15	Іони кобальту	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,001	0,001	≤ 0,1
16	Іони нікелю	мг/дм <sup>3</sup>	0,006	0,010	≤ 0,02
17	Іони селену	мг/дм <sup>3</sup>	0,007	0,012	≤ 0,01
18	Іони талію	мг/дм <sup>3</sup>	0,0002	< 0,00005	не нормується
19	Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,006	< 0,006	≤ 0,06
20	Чотирихлористий вуглець	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0006	< 0,0006	≤ 0,002
21	Трихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0003	< 0,0003	≤ 0,01
22	Бромдихлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,008	< 0,008	сума тригалометанів ≤ 0,1
23	1,1,2 - трихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0004	< 0,0004	сума тригалометанів ≤ 0,1
24	Тетрахлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0002	< 0,0002	≤ 0,01
25	Дибромхлорметан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,002	< 0,002	≤ 0,01
26	1,1-дихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0002	< 0,0002	сума тригалометанів ≤ 0,1
27	1,2 - дихлоретилен	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0002	< 0,0002	сума тригалометанів ≤ 0,1
28	1,1 - дихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0004	< 0,0004	≤ 0,003
29	1,2-дихлоретан	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,0002	< 0,0002	сума тригалометанів ≤ 0,1
30	Бромоформ	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,002	< 0,002	сума тригалометанів ≤ 0,1
31	Провідність	мікро Сіменси	239	237	не нормується
32	TDS**	ppm***	474	473	не нормується
33	Корозійна агресивність	мм/рік	0,050	0,531	≤ 0,05

Примітки: <sup>1</sup> Норматив, зазначений у дужках, установлюється в окремих випадках за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території; <sup>2</sup> Норматив, зазначений у дужках, установлюється для питної води, обробленої реагентами, що містять алюміній; \*н.ч.м. – нижче чутливості методу визначення; \*\* TDS – total dissolved solids – загальний вміст розчинених твердих речовин; \*\*\* ppm – parts per million – частин на мільйон.

## ВИСНОВКИ

1. Для зменшення утворення в процесі водопідготовки побічних продуктів хлорування необхідно використовувати коагулянт залізо-вмісний хлористо-сульфатний «Аули» марки А за ТУ У 24.1-33075701-002:2011.
2. Для утилізації промивних вод контактних освітлювачів водоочисні споруди необхідно переобладнати з використанням освітлювачів-рециркуляторів із рециркуляцією осаду по «внутрішньому контуру».

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волкова Т.П. Геолого-геохімічні критерії оцінки рідкіснометалевих родовищ у лужних комплексах Приазов'я (Український щит): дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: спец. 04.00.11 / Т.П. Волкова. – Київ, 2004. – 32 с.
2. Дані Інтернет-енциклопедії “Вікіпедія”. Режим доступу до сайту: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
3. Дані офіційного веб сайту Всеукраїнської експертної мережі. Режим доступу до сайту: <http://www.experts.in.ua/regions/detail.php?ID=4324>.
4. Дані офіційного веб сайту Запорізького обласного управління водних ресурсів. Режим доступу до сайту: <http://www.zovh.zp.ua/info/water.shtml>.
5. Дані офіційного веб сайту комунального підприємства “Облводоканал” Запорізької обласної ради. Режим доступу до сайту: <http://www.oblvoda.zp.ua/>.
6. Дані офіційного веб сайту International Agency for Research on Cancer (Міжнародної агенції по вивченню раку). Режим доступу до сайту: <http://www.iarc.fr/>.
7. ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання лю-

3. Корозійна агресивність – показник якості води, що визначить подальший розвиток групових водопроводів України.
4. Після стабілізаційної обробки препаратом Sea-Quest та корекції корозійної агресивності води значно сповільнюються процеси її старіння як в РЧВ, так і в трубопроводах.
5. Стабілізація та корекція корозійної агресивності води препаратом Sea-Quest дозволяє подавати воду нормативної якості протяжними водогонами кінцевим споживачам.

- диною” // Офіційний вісник України. – 2010. - № 51. - С. 99-129.
8. Системи централізованого господарсько-питного водопостачання та комунального тепlopостачання. Захист протикорозійний. Загальні вимоги та методи контролювання: СОУ ЖКГ 42.00-35077234.010:2008. / Чинний від 2008.16.04. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 14 с.
9. Hygiene of water and water supply: science, practice, enlightenment work and teaching activity in the Ukraine at the modern stage of its development / K. Zagorodniuk, V. Bardov, S. Omelchuk [et al.] // Materials of International scientific-practical congress of pedagogues, psychologists and medics “Driven to discover”. – Geneva, 2015. – P. 189-199.
10. Ukraine’s population water supply: nowadays realities and ecologically-hygienic assessment of possible ways of branch’s development / K. Zagorodniuk, V. Bardov, S. Omelchuk [et al.] // International scientific periodical journal “The unity of science”. – Vienna, Austria, 2015. – P. 193-202.

## REFERENCES

1. Volkova T.P. [Geological and geochemical evaluation criteria of rare metals deposits in alkaline complexes of Priazovye (Ukrainian shield)]. Dissertation work of geological sciences doctor: 04.00.11 National Academy of Sciences of the Ukraine; Institute of Environmental Geochemistry. Kyiv; 2004. Ukrainian.
2. [Data of Online Encyclopedia “Wikipedia”]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. Russian.
3. [Official web site data of Allukrainian expert network]. Available at: <http://www.zovh.zp.ua/info/water.shtml>. Ukrainian.
4. [Official web site data of Zaporizhzhya Regional water Resources Administration]. Available at: <http://www.zovh.zp.ua/info/water.shtml>. Ukrainian.
5. [Official web site data of municipal enterprise “Oblvodokanal” of Zaporizhzhya Regional Council]. Available at: <http://www.oblvoda.zp.ua/>. Ukrainian.
6. [Data of official web site of International Agency for Research on Cancer]. Available at: <http://www.iarc.fr/>.
7. [Hygienic requirements to drinking water intended for human consumption: State Sanitary Rules

- and Norms 2.2.4 – 171 – 10]. Kyiv. 2010;51:99-129. Ukrainian.
8. [Systems of centralized household-drinking water supply and municipal heating. Anticorrosion protection. General requirements and methods of control: SOU HME 42.00-35077234.010: 2008]. Kyiv. (National standard). 2008;14. Ukrainian.
9. Zagorodniuk K, Bardov V, Omelchuk S, Zagorodnyuk Yu, Pelo I. Hygiene of water and water supply: science, practice, enlightenment work and teaching activity in the Ukraine at the modern stage of its development. Materials of International scientific-practical congress of pedagogues, psychologists and medics “Driven to discover”, the 5 th of June, Geneva (Switzerland). 2015;189-99.
10. Zagorodniuk K, Bardov V, Omelchuk S, Zagorodnyuk Yu, Pelo I. Ukraine’s population water supply: nowadays realities and ecologically-hygienic assessment of possible ways of branch’s development. International scientific periodical journal “The unity of science”, Vienna, Austria. 2015;193-202.

Стаття надійшла до редакції  
28.09.2015