

**В.В. Гончарук, А.М. Байдачний, Д.Д. Кучерук, М.М. Балакіна**

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

## НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ Й УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ



Пропонується принципово нова концепція забезпечення населення України якісною питною водою. Концепція ґрунтується на системі автономних комплексів для очищення води в місцях безпосереднього її споживання. Розроблено автономні комплекси водопідготовки для колективного й індивідуального використання з біотестуванням і аналітичним контролем якості питної води. Вибір методів очищення водопровідної та інших вод до якості генетично безпечної здійснюється відповідно до її складу і базується на блочному принципі, що забезпечує можливість варіювання кількістю блоків залежно від складу вихідної води. Запропоновані технології й обладнання за собівартістю та комплексом проблем, які вирішуються, не мають аналогів у світі. Понад тисячу блочних установок «Вега» та знезаражуючих апаратів «Промінь» впроваджено в багатьох населених пунктах усіх регіонів України.

*Ключові слова:* водоочищення, питна вода, нова концепція, автономні комплекси, інноваційні проекти.

Особливістю постачання питної води в Україні є те, що воно на 70 % ґрунтується на використанні поверхневих вод і лише на 30 % — підземних, в той час як у країнах Європи цей показник досягає 90 %. Дуже низьким залишається рівень забезпеченості сільського населення гарантованим водопостачанням. Тільки 24,5 % сільських населених пунктів мають централізовані системи водопостачання.

Використання переважно поверхневих джерел для постачання питної води в Україні створює великі труднощі в забезпеченні якості питної води внаслідок специфічного хімічного складу води більшої частини водних басейнів України і в першу чергу басейну р. Дніпра. Причина полягає в тому, що вміст природних органічних речовин у воді дніпровського басейну перевищує цю величину в ріках Західної і Східної Європи приблизно на порядок і досягає 20–30 мг/дм<sup>3</sup>. Це обумовлює утворення

токсичних хлорорганічних вторинних продуктів знезаражування води хлором, виникнення і ріст біоплівки в розподільчих мережах, що врешті-решт призводить до значного погіршення якості питної води.

Моніторинг якості води поверхневих водойм свідчить про те, що незважаючи на значний спад промислового виробництва за останні роки та зменшення у зв'язку з цим скидання у водойми стічних вод, все ж таки спостерігається тенденція до погіршення екологічного стану поверхневих джерел питної води. За гідрохімічними і еколого-гігієнічними показниками вони належать головним чином до 3 класу якості, а частина водойм – взагалі до 4 класу та є неприйнятними для використання в питному водопостачанні.

Водночас технологія водопідготовки на діючих централізованих станціях водопостачання орієнтована головним чином на якість води 1 класу. Це обумовлює значні відхилення одержаної питної води від вимог нормативних документів. Із загальної кількості водопроводів

не відповідають санітарним нормам через відсутність зон санітарної охорони – 72,3 %, необхідного комплексу очисних споруд – 17,4 %, знезаражуючих установок – 18 %. Особливу занепокоєність викликає стан водопостачання сільського населення: з 7691 сільських водопроводів близько 660 (8,6 %) не відповідають санітарним нормам.

На якість питної води впливає не тільки незадовільний санітарно-технічний стан водопровідних споруд, їх технологічна недосконалість і зношеність, яка становить від 30 до 70 %, але й стан розподільчих водопровідних мереж, в яких відбувається інтенсивне вторинне забруднення питної води при нормованій достатньо високій концентрації активного хлору. Загальна довжина розподільчих мереж систем водопостачання в цілому по країні становить 140 216 км, з них потребує невідкладної заміни 36 461 км, або 26 %, що потребує великих капітальних витрат.

Кардинальне вирішення проблеми постачання води полягає в застосуванні принципово нових підходів до забезпечення населення України якісною питною водою. В Україні в середньому на 1 мешканця виробляється на водопровідних станціях 350 л води на добу, тоді як для питних цілей потрібно близько 3 л на добу. Таким чином, водопровідна вода використовується в основному для санітарно-гігієнічних та технічних потреб людей. З економічної точки зору недоцільно вкладати великі гроші в удосконалення технології одержання високоякісної питної води в обсязі, який не потрібен для задоволення питних потреб людини, що на 2 порядки менші.

Враховуючи вищенаведене, в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України (ІККХВ) під керівництвом академіка НАН України *В.В. Гончарука* було проведено комплекс фундаментальних досліджень, який дозволив визначити принципово нові шляхи забезпечення населення України високоякісною питною водою. Були створені принципово нові методи та розроблені процеси

глибокого вилучення з води токсичних органічних і неорганічних домішок. Запропоновано методи знезаражування води, аналітичного контролю складу води, принципово новий метод інтегральної оцінки якості води на основі біотестування. Основні фундаментальні дослідження співробітників ІККХВ викладені в [1–3].

На основі цих фундаментальних досліджень запропоновано принципово новий підхід до забезпечення населення України якісною питною водою, який базується на створенні автономних установок б'юветного типу для очищення води в місцях її споживання. Такі установки відносно невеликої продуктивності (1–5 м<sup>3</sup>/год), які розташовані в окремих мікрорайонах міста чи в сільських населених пунктах, виробляють воду тільки для пиття та приготування їжі, що значно зменшує бюджетні асигнування. Висока якість питної води в цих установках забезпечується не тільки через відсутність контакту із застарілими водопідвідними системами, але і завдяки використанню безхлорної технології знезаражування води. За цих умов водопровідну мережу доцільно залишити для попередньої підготовки води та для технічних і побутових цілей. Ця концепція була підтримана Кабінетом Міністрів і РНБО України та лягла в основу проекту нової редакції Закону України «Про питну воду і питне водопостачання України».

Для вирішення цієї задачі вчені ІККХВ розробили автономні установки різної продуктивності для колективного й індивідуального використання. Вибір необхідних методів для очищення води до вимог світового рівня здійснювався у відповідності до складу вихідної води. Установки базуються на гнучкому блочному принципі, який дозволяє варіювати кількість блоків залежно від складу вихідної води. Зазначені задачі вирішені декількома способами, на які отримані патенти України [4–8]. Ці способи ґрунтуються на використанні мембранних методів, які на сьогодні є одними з найперспективніших для отримання високоякісної

питної води у поєднанні з іншими методами водоочищення. Автономні установки розроблені на основі міжнародного досвіду та результатів багаторічних досліджень, проведених в ІКХХВ.

Значна увага приділялася також попередньому очищенню води, зокрема вилученню заліза глибокою аерацією за напірною схемою, адсорбції органічних речовин вітчизняними мінеральними адсорбентами й ультрафіолетовому знезараженню вихідної води з метою продовження строку експлуатації мембран. Загальний вигляд локальних установок, розроблених в ІКХХВ, наведено на рис. 1–3 (див. кольорову вклейку).

Запропоновані технології та обладнання за собівартістю та комплексом вирішуваних проблем не мають аналогів у світі. Для реалізації нової концепції забезпечення населення високоякісною питною водою вчені ІКХХВ розробили комплексні програми з впровадження вищеназваних автономних установок бюветного типу для одержання генетично безпечної води у Вінницькій, Херсонській, Сумській, Чернігівській і Житомирській областях та в Донецькому регіоні (компанія ДТЕК).

Якість води, очищеної автономними комплексами, підлягає контролю розробленими в ІКХХВ методами біотестування на організмовому та клітинному рівнях, що дає можливість об'єктивно і комплексно визначити її токсичність, оцінити вплив забруднень на організм людини та отримати інтегральну оцінку якості водного середовища.

Для визначення нормативних показників якості питної води в польових умовах кожен автономний комплекс може бути забезпечений розробленою в ІКХХВ портативною лабораторією «Аква-тест». При створенні цієї лабораторії були раціонально поєднані її невисока ціна з широкими функціональними можливостями; використані в ній методики аналізу забезпечують простоту, зручність, експресність та екологічну безпеку проведення аналізу на місці відбору проб.

Відомо, що більш захищеними від забруднення є підземні джерела водопостачання. На

підземні джерела водопостачання припадає біля 30 % видобутку води. Однак по території України вони розташовані вкрай нерівномірно. Більша частина підземних водних ресурсів (біля 60 %) припадає на Львівську, Київську, Полтавську, Рівненську, Сумську та Чернігівську області. Найменш забезпеченими є Житомирська, Івано-Франківська, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська та Чернівецька області.

По всій території України підземні води широко використовуються головним чином на технічні потреби. Але прісні підземні води — це золотий стратегічний запас держави і недопустимо використовувати їх для побутових та промислових потреб. Оскільки нова концепція передбачає значне зменшення відбору підземних вод, то її реалізація сприятиме не тільки забезпеченню населення високоякісною питною водою, а й поліпшенню стану підземних вод і збереженню стратегічного запасу прісних вод України.

Використання автономних установок бюветного типу згідно з новою концепцією дозволяє вирішити проблему забезпечення сільського населення високоякісною питною водою, в результаті знизити захворюваність людей. Біля 1200 сільських населених пунктів, де проживає близько 800 тис. жителів, через природні та технічні причини користуються привізною водою. Реалізація нової концепції дозволяє відмовитися від привізної води, оскільки бюветні установки забезпечують одержання високоякісної питної води з вихідної води довольного складу. Слід зазначити, що в м. Києві вперше в світовій практиці введено в дію близько 300 бюветів для постачання питної води жителям міста.

Розроблені в ІКХХВ технології дозволяють одержувати високоякісну питну воду з чотирьох принципово різних типів вихідної води:

✦ водопровідна вода централізованого водопостачання, яка, як правило, містить високотоксичні домішки сполук алюмінію, заліза і марганцю, хлорорганічні та мікробіологічні забруднення тощо (застосування цих

технологій для очищення водопровідної води дозволяє видалити не тільки вказані вище токсиканти, а й високотоксичні продукти життєдіяльності водоростей);

- ✦ прісні підземні води, що містять високі концентрації сполук заліза, марганцю, фторидів, нітратів, солей жорсткості, солей амонію, сірководню тощо;
- ✦ підземні води з підвищеним солевмістом (до 5–8 г/дм<sup>3</sup>);
- ✦ морські води.

Для кожного з вказаних видів вихідної води розроблено принципово нові технології та обладнання для їх очистки. На сьогодні створено установки типорозмірного ряду продуктивністю 20–200–500–1000–5000 дм<sup>3</sup> очищеної води на годину.

Запропонований на основі фундаментальних досліджень новий підхід щодо забезпечення населення України якісною питною водою був розвинений завдяки впровадженню понад 150 блочних установок «Вега» та знезаражуючих апаратів «Промінь» у 30 населених пунктах України (Львів, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Ужгород, Мукачеве, Павлоград та ін.). Наразі в м. Києві установки «Вега-150» та «Вега-500» встановлені більш ніж у 250 дошкільних і шкільних закладах, державних установах та в помешканнях громадян. За розробленою в ІКХХВ технологією у м. Мукачеве на водозаборі Росвигово збудована і введена в дію водопровідна станція потужністю 4400 м<sup>3</sup>/добу, а м. Бориспіль Київської обл. повністю переведено на бюветне водопостачання.

ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України проводить активну інноваційну діяльність, в результаті чого в останні роки були виконані такі роботи:

- ✦ випуск багатофункціональних блочних установок для одержання високоякісної питної води для населених пунктів, де питна вода не відповідає діючим стандартам (2004 р.);
- ✦ виготовлення автономних комплексів водопідготовки для сільських населених пунктів (2007 р.);

- ✦ розробка та виготовлення мембранних комплексів для концентрування та розділення солей при створенні безвідходних технологій знесолення мінералізованих вод (2009 р.);
- ✦ розробка технології очищення води від нітратів і нових методів контролю питних вод з використанням цитогенних підходів (2010 р.);
- ✦ дослідно-промислові випробування та впровадження новітніх мембранних і сорбційних технологій з використанням наноматеріалів та активованого вугілля з сировини Донецького басейну для одержання якісної питної води з природних вод (2011 р.);
- ✦ розробка та виготовлення вітчизняних керамічних мембран для водопідготовки та водоочищення (2013 р.).

За розробку і впровадження новітніх технологій та обладнання для отримання високоякісної питної води авторський колектив ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України у складі *В.В. Гончарука, О.М. Байдачного і Д.Д. Кучерука* був удостоєний у 2013 р. Премії Кабінету Міністрів України.

Розробка та впровадження нових підходів до забезпечення населення високоякісною питною водою повинні здійснюватися на основі застосування обґрунтованих нормативних вимог як до води джерел водопостачання, так і одержаної питної води. У зв'язку з цим на виконання Закону України «Про загальнодержавну програму «Питна вода України на 2006–2020 рр.» та на замовлення Держжитлокомунгоспу України фахівці ІКХХВ та Технічного комітету стандартизації «Якість питної води» (ТК-147) спільно зі спеціалістами ряду міністерств, відомств і науково-дослідних інститутів розробили Державний стандарт України 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». Запропонована сучасна еколого-гігієнічна класифікація якості води в поверхневих і підземних водних об'єктах, джерелах централізованого питного водопостачання включає 4 класи якості води (раніше їх було 3). Названа класи-

фікація дозволяє дати об'єктивну оцінку якості води в екосистемах водних об'єктів, а також зробити висновок про ступінь придатності цієї води для централізованого питного водопостачання.

За завданням Мінжитлокомунгоспу України ІКХХВ розробив Державний стандарт України «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» з приведенням його у відповідність до вимог Директив ЄС 98/83. Ця робота була завершена у 2008 р. і вперше в світовій практиці включила три нормативних документи щодо вимог до водопровідної води, води фасованої та доочищеної високоякісної питної води, які погоджені з усіма зацікавленими організаціями й отримали підтримку комісії РНБО України.

Створений на базі ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України технічний комітет ТК-147 «Якість питної води» Держспоживстандарту України проводить постійну роботу з вивчення й аналізу нормативних документів і розробки нових, що регламентують якість питної води та джерел водопостачання в Україні. Комітет співпрацює з міжнародним комітетом І80/ ТС 147 «Якість води» Міжнародної організації зі стандартизації (International Organization for standardization – ISO) у галузі розробки нормативної документації та стандартів.

В ІКХХВ створено і нині діє акредитований в УкрСЕПРО науково-технічний центр випробування води, який займається моніторингом водних об'єктів і питної води (у т.ч. бюветів м. Києва) та забезпечує виконання цілого комплексу робіт, що пов'язані з покращенням якості питної води: методичний і аналітичний супровід впровадження національних стандартів у сфері питної води та питного водопостачання, розробка ефективних методів аналітичного контролю якості води.

ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України призначено Розпорядженням Президії НАН

України від 13.03.2002 р. № 151 головною установою від НАН України з питань, які пов'язані з вирішенням науково-методичного й організаційно-технічного координування проблеми гарантованого забезпечення населення України якісною та безпечною для здоров'я людини питною водою. Координатором НАН України з наукових проблем забезпечення населення України якісною та безпечною для здоров'я людини питною водою призначено академіка-секретаря Відділення хімії НАН України, директора ІКХХВ ім. А.В. Думанського НАН України, академіка НАН України В.В. Гончарука.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарук В.В., Чернявская А.П., Жукинський В.М. и др. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. — Киев: Наук. думка, 2005. — 399 с.
2. Гончарук В.В. Наука о воде. — Киев: Наук. думка, 2010. — 511 с.
3. Гончарук В.В., Мамченко А.В., Клименко Н.Е. и др. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики, химии и биологии воды. — Киев: Наук. думка, 2011. — 407 с.
4. Патент України на винахід № 81375. Спосіб одержання питної води / Гончарук В.В., Кучерук Д.Д., Самсоні-Тодоров О.О., Остапенко В.Т., Кулішенко О.Ю. // Опубл. 10.10.2007, Бюл. № 16.
5. Патент України на винахід № 85792. Побутовий фільтр періодичної дії / Гончарук В.В., Шарафутдінов А.М., Мамченко О.В., Кучерук Д.Д., Швиденко В.З. // Опубл. 25.09.2008, Бюл. №18.
6. Патент України на винахід № 92105. Установа очищення води / Гончарук В.В., Кучерук Д.Д., Байдачний О.М., Дроздович С.В., Балакіна М.М., Швиденко В.З. // Опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
7. Патент України на винахід № 92706. Спосіб кондиціонування природних вод за фторидами / Гончарук В.В., Балакіна М.М., Кучерук Д.Д., Швиденко В.З., Антоненко І.О. // Опубл. 25.08.2010, Бюл. №16.
8. Патент України на винахід № 101872. Спосіб одержання питної води / Гончарук В.В., Синяєва М.Б., Бадеха В.П., Кучерук Д.Д. // Опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14.

*В.В. Гончарук, А.Н. Байдачний,  
Д.Д. Кучерук, М.Н. Балакина*

Институт коллоидной химии и химии воды  
им. А.В. Думанского НАН Украины, Киев

НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Предложена принципиально новая концепция обеспечения населения Украины качественной питьевой водой, основанная на системе автономных комплексов для очистки воды в местах непосредственного ее потребления. Разработаны автономные комплексы водоподготовки для коллективного и индивидуального использования с биотестированием и аналитическим контролем качества питьевой воды. Выбор методов очистки водопроводной и других вод до качества генетически безопасной осуществляется в соответствии с ее составом и основывается на блочном принципе, что обеспечивает возможность варьирования количеством блоков в зависимости от состава исходной воды. Предложенные технологии и оборудование по себестоимости и комплексу решаемых проблем не имеют аналогов в мире. Свыше тысячи блочных установок «Вега» и обеззараживающих аппаратов «Промінь» внедрено во многих населенных пунктах всех регионов Украины.

*Ключевые слова:* водоочистка, питьевая вода, новая концепция, автономные комплексы, инновационные проекты.

*V.V. Goncharuk, A.N. Baydachny,  
D.D. Kucheruk, M.N. Balakina*

A.V. Dumansky Institute of Colloid  
and Water Chemistry, NAS of Ukraine, Kyiv

LATEST TECHNOLOGIES  
AND EQUIPMENT TO OBTAIN HIGH  
QUALITY DRINKING WATER

A principally new concept of providing the Ukrainian population with quality drinking water have been proposed. It is based on a system of autonomous complexes for water purification in places of direct consumption. Water treatment autonomous complexes for collective and individual use with biotesting and analytical quality control of drinking water have been developed. The choice of the cleaning methods of tap and other waters up to the quality of genetic safe is performed in accordance with its composition and is based on a block concept that provides the possibility of varying the number of units depending on the composition of the source water. The proposed technology and equipment at cost and complex problems to be solved have no analogues in the world. Over thousand of modular installations «Vega» and disinfecting vehicles «Promin» are implemented in many settlement in all regions of Ukraine.

*Key words:* water purification, drinking water, new concept, autonomous complexes, innovation projects.

Стаття надійшла до редакції 12.11.14



*Рис. 1.* Автономна установка колективного користування продуктивністю 5 м<sup>3</sup>/год



*Рис. 2.* Автономна установка колективного користування продуктивністю 0,5 м<sup>3</sup>/год



**Рис. 3.** Побутова установка с УФ-знезараженням продуктивністю 20–30 дм<sup>3</sup>/год для доочищення водопровідної та солонуватої води