

ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД ДЛЯ ВИБОРУ СПОСОБУ ОБРОБЛЕННЯ ВОДИ, ПРИЗНАЧЕНОЇ ДЛЯ СПОЖИВАННЯ ЛЮДИНОЮ

© Походило Є.В., Гонсьор О.Й., 2006

Наведено порівняльну характеристику методів оброблення води, що використовуються для забезпечення належної якості питної води, здійснено аналіз нової еколого-гігієнічної класифікації якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання і на основі цього запропоновано розроблення методики для вибору способу очищення води, призначеної для споживання людиною.

In this article is pointed comparative description of methods of water treatment, which are used for providing of the proper quality of drinking water, the analysis of a new ecological and hygienic classification of quality of surface waters – sources of drinkable water-supply is done, and on the basis of it development of method is offered for the choice of drinking water treatment method.

Вступ. В умовах незадовільного екологічного стану поверхневих та підземних джерел питного водопостачання в Україні забезпечення населення якісною питною водою є однією з пріоритетних проблем. Вирішення цієї проблеми є необхідним для збереження здоров'я, покращання умов діяльності та підвищення рівня життя населення.

Питне водопостачання країни майже на 80 відсотків забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення. Потенційні запаси поверхневих вод України становлять близько 209,3 куб. кілометра в рік, з яких лише 25 відсотків формуються в межах держави. Водночас більшість басейнів річок можна зарахувати до забруднених та дуже забруднених.

Моніторинг якості води, що проводиться державною санітарно-епідеміологічною службою, свідчить про те, що незважаючи на значний спад промислового виробництва в останні роки та зменшення у зв'язку з цим скиду у водойми стічних вод, їх екологічний стан не покращився. Зокрема у водоймах першої категорії із досліджених проб води протягом останніх років не відповідало нормам за санітарно-хімічними показниками – 20,8%, за мікробіологічними – 20,1 %. У водоймах другої категорії кількість проб з відхиленнями становила відповідно 22,8 % та 20,0 %. Водойми першої категорії більше забруднені збудниками інфекційних захворювань, другої категорії – збудниками гельмінтозів [5].

Нормативна база (будівельні норми і правила, стандарти на питну воду і методики визначення якісних показників у сфері питної води та питного водопостачання) в Україні є застарілою, вимоги її не відповідають реальному екологічному стану водойм – джерел питного водопостачання.

Мета досліджень. Законом України від 3 березня 2005 року в Україні затверджено загальнодержавну програму “Питна вода України” на 2006 – 2020 рр. [1], яка спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою відповідно до Закону України “Про питну воду та питне водопостачання”.

Згідно з вищезгаданою Програмою необхідно вдосконалювати нормативну базу у сфері питного водопостачання та приводити її у відповідність стандартам Європейського Союзу та вдосконалювати наявну в Україні лабораторну базу.

Одним з основних напрямків виконання програми є нормативно-правове та науково-технічне забезпечення з урахуванням стандартів, технологій, засобів і методів, прийнятих у Європейському Союзі. Нормативно-правове забезпечення Програми містить:

- розроблення та затвердження нормативно-правових актів з питань регулювання відносин у сфері гарантованого забезпечення населення якісною та безпечною для здоров'я питною водою;
- розроблення екологічних нормативів якості води у джерелах питного водопостачання;
- розроблення та затвердження нормативно-правових актів з питань аналізу води, високочутливих методик і засобів контролю та оцінювання якості питної води;
- проведення гармонізації національних стандартів та інших нормативно-правових актів у сфері питної води та питного водопостачання до стандартів Європейського Союзу;
- створення ефективної системи сертифікації у сфері питної води та питного водопостачання, яка б забезпечувала державний контроль за виконанням вимог до якості питної води [1].

Якість питної води, що надходить до споживача, залежить від якості води у вододжерелі та від якості її очищення та оброблення. Основні нормативні документи у цій сфері є морально застарілими. Одними з основних завдань щодо реалізації Програми є гармонізація національних стандартів, нормативно-правових актів у сфері питної води та питного водопостачання до стандартів ЄС, розроблення, правове забезпечення та затвердження державних стандартів “Питна вода. Гігієнічні вимоги та контроль якості” та “Джерела централізованого питного водопостачання” (2006–2009 рр.), розроблення та затвердження нормативно-правових та методичних документів з питань аналізу води із застосуванням сучасних високочутливих та високоінформативних методів контролю, а також розроблення та затвердження екологічних нормативів якості води у джерелах питного водопостачання [1].

Аналіз досліджень та публікацій. Серед процесів забезпечення якості води, призначеної для споживання людиною, найважливішими з огляду профілактики епідемічних захворювань є знезараження. Знезараження питної води потрібно розглядати як комплексну проблему, успішне вирішення якої залежить від врахування всіх аспектів, що її становлять. Наявна практика знезараження питної води за останні 10–15 років показує негативне технічного прогресу, що проявляється в токсичній дії як самих знезаражувальних реагентів, так і побічних продуктів реакції (галогеновмісні сполуки – тригалометани, хлорпікрин тощо), що спричиняють канцерогенний, мутагенний та інші несприятливі ефекти. Ці обставини вимагають заміни чи вдосконалення існуючих способів знезараження питної води [4].

Розглянемо безпосередньо існуючі методи знезараження, класифікацію яких показано на рисунку. Об’єктивний аналіз дозволить оцінити їх переваги та недоліки.

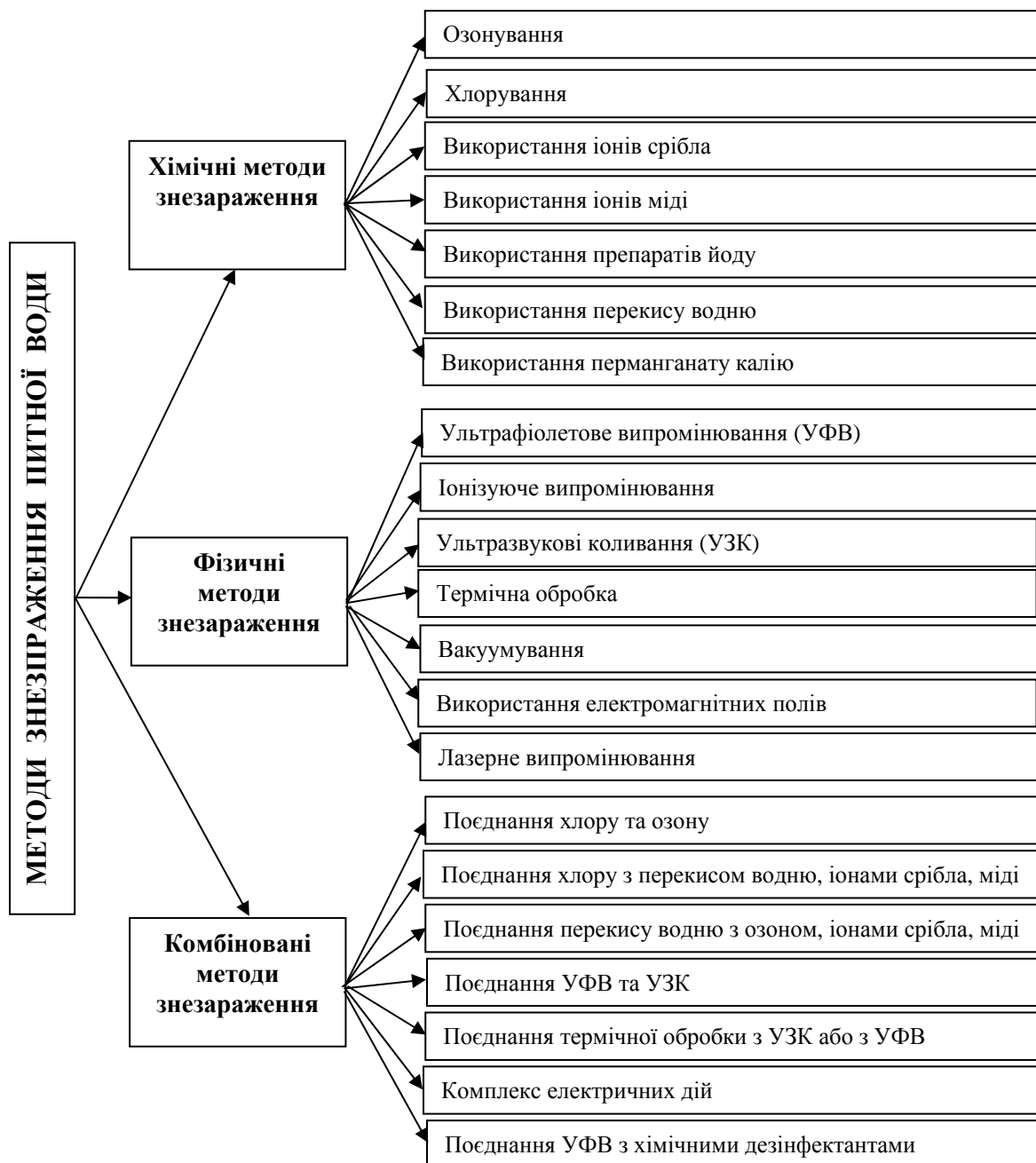
Варто зазначити, що вакуумування, використання електромагнітних полів та лазерного випромінювання є ще не достатньо дослідженими методами.

На основі опрацювання джерел [4, 5, 6, 7, 8] коротко проаналізуємо кожний з методів, характеристики яких зведемо в таблицю.

**Гігієнічна оцінка сучасних методів знезараження води,
призначеної для споживання людиною**

Метод знезараження	Від чого знезаражує	Позитивні аспекти	Негативні аспекти
1	2	3	4
Хімічні методи			
Хлорування	Вегетативні форми мікроорганізмів	Дешевизна та простота методу, можливість оперативного контролю за процесом знезараження, тривала післядія.	Є токсичним, утворює галогеновмісні сполуки. Діє тільки на вегетативні форми. Спороцидний ефект при концентрації 200-300 мг/дм ³ . Не діє на цисти найпростіших та гельмінти.
Озонування	Знищує вегетативні, спорові форми, бактерії, віруліцидний ефект, руйнує розчинені в воді органічні речовини.	Дія в 15-20 раз, а на спорові форми в 300-600 раз сильніша від хлору. Знищує патогенні найпростіші. Можл. оперативного контр.	На порядок дорожчий від хлорування, швидкий розпад, практично відсутня післядія, можлива реактивація бактерій. Ймовірне утворення вільних радикалів.

1	2	3	4
Перекис водню	Антибактеріальна дія.	Не утворюється побічних токсичних продуктів	
Срібло	Викор. для знезараження та консервації води. Бактерицидний, віруліцидний та антимікробний ефект.	Можливість автоматизації процесу і точного дозування. Є виражена післядія.	Дуже дорогий та дефіцитний реагент. Не діє на спори. Віруліцидна дія - при високих концентраціях 0,5-10 мг/дм ³ . Потрібен великий строк для бактерицидного ефекту.
Іони міді	Інактивуюча дія на бактерії та віруси		Інактивуюча дія при більш високих концентраціях ніж срібло. На ефективність впливає фізико-хімічний склад води.
Препарати йоду	Бактерицидний ефект при концентраціях 0,3-1,0 мг/дм ³ та експозиції 20-30 хв. Віруліцидний ефект	Діють швидше від хлору. Не погіршують органолептичних якостей води.	Віруліцидний ефект залежить від температури та рН води.
Перманганат калію		Не утворює речовин з неприємним запахом, не дає побічних ефектів.	Дороговизна, дефіцитність, низька дезінфікуюча дія. Існує небезпека передозування
Фізичні методи			
Ультрафіолетове випромінювання	Діє на негативні бактерії, віруси, спори, цисти, найпростіші. Ефективна доза 2,5-440 МДж/см ² залежно від виду мікроорганізмів.	Вода не денатурується. Запах і смак води не змінюються. Висока продуктивність, простота експлуатації. Експозиція (секунди), не залежний від рН та температури води. установки компактні, прац. у проточному режимі.	Залежить від мутності та кольоровості води, виду і кількості мікроорганізмів, дози опромінення. Відсутність оперативного контролю ефективності. Не має післядії.
Іонізуюче випромінювання	γ-випромінювання 25000-50000 Р - гинуть практично всі види мікроорганізмів, при дозі 100000 Р гинуть віруси.	Висока проникність γ-випромінювання. Не впливає на органолептику води. Не залежить від складу води. Відносна дешевизна.	Суворі вимоги до техніки безпеки, обмежена кількість таких джерел випромінювання, відсутність післядії, немає оперативного контролю ефекту.
1	2	3	4
Ультразвукові коливання	Діє на будь-які мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності.	Широкий спектр дії, не змінює органолептики води, не залежить від фіз.-хім. параметрів води, можливість автоматизації процесу.	Не до кінця досліджений. Відсутність післядії та оперативного контролю ефекту. Дороговизна. Складність конструювання великих установок.
Термічна обробка	Впливає на мікроорганізми, бактерії, віруси, спори.	Надійність, швидкість знезараження, не залеж. від фіз.-хім. показників води, простота контролю	Дороговизна, мала продуктивність, відсутність післядії.
Комбіновані методи			
Озонування з ультрафіолетовим випромінюванням	Діє на негативні бактерії, віруси, спори, цисти, найпростіші.	Скорочення часу дезінфекції, зменшення доз дезінфектантів.	Необхідне чітке співвідношення доз дезінфектантів.
Використання імпульсних електричних розрядів	Бактерицидний, віруліцидний та спороцидний ефект.	Мала експозиція (секунда), не залеж. від концентрації мікроорганізмів та їх виду, не залежить від присутності органічних та неорганічних домішок	Висока енергоємність, складність апаратури, недостатня вивченість, недосконалість методу оперативного контролю за ефективністю знезараження.



Класифікація методів знезараження питної води

Виклад основного матеріалу дослідження. В наведеній вище таблиці вказано, на які забруднюючі та заражаючі речовини кожен із способів знезараження діє найефективніше. З огляду на ці дані можна розробити такі висновки. Якщо у воді виявлено:

- лише бактерії, то як дезінфектант доцільно використовувати перекис водню;
- бактерії та віруси – потрібно використовувати препарати йоду чи срібла;
- вегетативні, спорові форми, бактерії, віруси, цисти, найпростіші – дезінфекцію потрібно проводити за допомогою ультрафіолетового випромінювання, ультразвукових коливань або іонізуючого випромінювання (з наступною обробкою іонами міді);
- окрім вегетативних, спорових форм, бактерій, вірусів у воді присутні ще й розчинені органічні речовини, потрібно використовувати озонування чи озон/ультрафіолетове випромінювання з подальшою обробкою іонами срібла чи препаратами хлору (низькі дози).

Саме такий підхід забезпечить досягнення належної якості та безпеки води, призначеної для споживання людиною.

Як відомо, якість питної води, навіть за умов її спеціального оброблення, значною мірою визначається її початковою якістю у вододжерелі.

Гарантоване постачання населенню України питної води, що є безпечною для здоров'я та належної якості, забезпечують два основоположні законодавчі документи: Водний кодекс України [9] та закон України "Про питну воду та питне водопостачання" [10]. Одним із завдань, що спрямовані на досягнення вищезазначеної мети, є об'єктивне оцінювання екологічного стану і якості поверхневих та підземних вод – джерел централізованого питного водопостачання, на основі екологічних та гігієнічних показників та критеріїв, що відповідають вимогам стандартів, способів, методів та технологій, прийнятих в ЄС.

Класифікація якості поверхневих та підземних вод – джерел питного водопостачання – є морально та змістовно застарілою. Вимоги стандарту [3] не відповідають сучасному екологічному стану навколишнього середовища та не враховують значного техногенного навантаження на водойми, що є джерелами питного водопостачання. Тому необхідно розробити національний державний стандарт на джерела питного водопостачання, гармонізований з вимогами нормативних документів ЄС.

Основою нормативних документів з оцінювання якості води у вододжерелах є впорядкована система показників та критеріїв складу та властивостей води, тобто класифікація якості вод. Показниками якості є компоненти і властивості фізичної, хімічної та біологічної природи, що виділяються серед інших компонентів і властивостей, притаманним тільки їм ознакам та особливостям, та мають загальноприйнятну наукову назву та розмірність. Критерії якості вод – це кількісна характеристика складу та властивостей води у вигляді їх числових значень – показників. Класифікація повинна надати об'єктивну оцінку якості води в екосистемі водного об'єкта, а також висновок про придатність цієї води для централізованого питного водопостачання населення. Тому вона повинна відповідати екологічним, гігієнічним та технологічним вимогам і за своїм змістом може бути тільки еколого-гігієнічною, тобто впорядкованою системою екологічних та гігієнічних показників складу та властивостей води, оскільки вододжерела – це складові частини екосистеми.

Основоположна Директива ЄС з водної політики [11], відповідна Директива 2000/60/ЄС [12] та додаток 2 до Директиви 75/440/ЄЕС [13] містять класифікацію поверхневих вод за рівнями екологічного статусу: високий (high), добрий (good), посередній (moderate), бідний (poor) і поганий (bad), причому, словесні характеристики біологічних, гідроморфологічних та фізико-хімічних компонентів екологічної якості стосуються тільки перших трьох рівнів екологічного статусу.

У [13] наведена така диференціація: категорії якості питної води А1 вимагає простої фізичної обробки, наприклад швидке фільтрування і дезінфекція; категорія А2 – нормальна фізична та хімічна обробка та дезінфекція, наприклад коагуляція, флокуляція, фільтрування, хлорування; категорія А3 – інтенсивна фізична і хімічна обробка, наприклад коагуляція, флокуляція, декантація, фільтрування, адсорбція ламінованим вуглецем, озонування і залишкове хлорування. На нашу думку, класифікацію якості поверхневих вод – джерел централізованого водопостачання потрібно робити на основі детального аналізу складу та властивостей відібраних із них проб.

Еколого-гігієнічна класифікація якості поверхневих вод – джерел питного водопостачання [8] – розроблена за аналогією з класифікацією якості поверхневих вод, призначених для питного водопостачання, яка прийнята в ЄС. У ній виділено шість категорій якості (1 – 6), що містять чотири класи якості (I – IV) поверхневих вод.

Води класу I, категорії 1 ("дуже чисті") відповідають бажаним, але дуже нечисленним джерелам питного водопостачання, які ще збереглися в гірських місцевостях Українських Карпат та Криму.

Води класу IV, категорії 6 ("брудні" та "дуже брудні") відповідають численним ділянкам водних об'єктів, особливо в індустріально розвинутих регіонах країни. Насправді придатними для використання в системах централізованого питного водопостачання є поверхневі води класу II ("чисті") з двома категоріями – 2 ("чисті") та 3 ("достатньо чисті") і класу III ("забруднені") з двома категоріями – 4 ("легко забруднені") та 5 ("забруднені").

Важливим завданням є також розроблення еколого-гігієнічної класифікації якості підземних вод – джерел централізованого питного водопостачання, гармонізовану з нормативним документом ЄС в цій сфері, оскільки гігієнічні та екологічні показники якості для підземних вод відрізняються від аналогічних показників для поверхневих вод. Підземні води менше піддаються зовнішнім забрудненням, але й нормативи якості та класифікації для них суворіші.

Висновки

1. Для збереження здоров'я людини, покращання умов її діяльності та підвищення рівня життя населення необхідно вирішувати проблеми, що пов'язані з незадовільною якістю питної води та станом джерел централізованого питного водопостачання в Україні.

2. Важливим аспектом у вирішенні проблеми забезпечення якості питної води є розробка нормативно-технічної документації, гармонізованої з аналогічними нормативними документами Європейського Союзу, яка б сприяла підвищенню якості води у джерелах централізованого господарсько-питного водопостачання.

3. Класифікація якості джерел питного водопостачання, що діє на теперішній час [3], є змістовно та морально застарілою та не відповідає сучасному стану екосистеми. Тому важливим завданням є розроблення нової еколого-гігієнічної класифікації якості поверхневих та підземних вод – джерел питного водопостачання, вимоги якої були б гармонізовані з вимогами аналогічних нормативних документів, що діють в ЄС.

4. Впровадження нормативно-методичних документів щодо вибору способу очищення було б ефективним інструментом для забезпечення якості та безпеки питної води. Вибір способу очищення води потрібно здійснювати із врахуванням її складу та властивостей та з огляду на присуджений даному вододжерелу клас якості (за еколого-гігієнічною класифікацією якості джерел питного водопостачання).

1. Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки, затверджено Законом України від 03.03.2005 р., №2455-IV. 2. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль качества». 3. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические требования и правила выбора». 4. Авчинников А.В. Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2001, - №2. – С. 11 – 17. 5. Центральна санітарно-епідеміологічна станція МОЗ України «Про стан джерел водопостачання та якість питної води в Україні», Київ – 2002. 6. Гончарук В.В. и др. Обеззараживание природных вод озонированием совместно с УФ-облучением // Химия и технология воды, 2005, т. 27, № 3. С 266 – 282. 7. Маляренко В.В., Гончарук В.В. Свободные радикалы, образующиеся при озонировании воды // Химия и технология воды, 2002, т. 24, № 3. С. 3 – 16. 8. Гончарук В.В. и др. Разработка эколого-гигиенической классификации качества поверхностных вод Украины – источников централизованного питьевого водоснабжения // Химия и технология воды, 2003, т. 25, № 2. – С. 106 – 128. 9. Водний кодекс України. – Київ, 1995. – 06.06.05. 10. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.02 № 2918-III. 11. Framework Directive EC Water Policy. 12. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official J. of the European Communities, L 327/1, 22.12.2000/EN. 13. Council Directive 75/440/EC of 16 June 1975 concerning the quality of surface water intended for the abstraction of drinking water in the Member States // European Community Environmental Legislation (1967 - 1987)/Vol. 4. Water. - document No XI-987/87 Commission of European Communities Directorate-General for Environment, Consumer Protection and Nuclear Safety. – Brussels, 1988. – P. 70 – 75.