УДК 664
DOI https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.21

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ НАПРЯМІВ ВОДОПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВИСОКОЯКІСНОЇ ВОДИ ТА ЗРАЗКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

Резвих Н. І. *– кандидат технічних наук,*
доцент кафедри інженерії харчового виробництва
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-4727-512X

У статті проведено огляд теперішніх проблем, що виникають в технологіях водопідготовки питної води на централізованих спорудах очищення води.

Встановлено, що високоякісна питна вода для народонаселення має бути не шкідливою, але разом з тим для її очищення слід звести до мінімуму застосування хімічної обробки. Тому, особливу увагу, слід приділити дослідженню і удосконаленню більш безпечним біологічним методам, що сприятимуть зниженню виникнення побічних продуктів очищення води, що утворюються в процесі її очищення.

Розглянуто існуючі технологічні схеми з водопідготовки питної води, що застосовують для очищення в розвинених країнах, подано приклади сучасних технологічних схем водопідготовки. Здійснено аналіз технологічних схем очищення і описані переваги кожного із напрямів підготовки води.

Проаналізовано наукові роботи, присвячені дослідженню впливу різних технологічних прийомів для водопідготовки питної води високої якості.

Проаналізовано дослідження вчених, спрямовані на підготовку вивчення впливу методів очищення води на організм людини.

Отже, існуючі технології питного водопостачання повинні задовольняти потреби населення у якісній питній воді і намагатися знизити скупчення шкідливих для здоров'я і життя людини компонентів вихідної води, що виникають під час її оброблення. Необхідно зазначити, що технології водопідготовки високоякісної питної води розробляються враховуючи фактичні можливості виробників та якість води джерел.

Більш вживаним напрямом знезараження води у більшості технологічних схем є хлорування. Саме застосування води, що пройшла очищення процесом хлорування, для пиття людей може спричинити підвищений ризик канцерогенних захворювань і призвести до порушення продуктивних функцій. Сьогодні більшість сучасних технологій знезараження все частіше застосовують енергію ультрафіолетового випромінювання.

Отже, можна зробити висновок, про те, що вибір методу знезараження питної води залежить насамперед від якості самої природної води і технологій, що застосовують для її підготовки. Все це повинно забезпечити певний рівень біологічної стабільності води, враховуючи стан системи водорозподілу.

Тому доцільним є впровадження нових ефективних та ресурсозберігаючих технологій в сфері водопідготовки для зменшення навантаження на екологію та мінімізації кількості відходів водоочищення.

Ключові слова: *питна вода, водопідготовка, фільтрування, коагуляція, знезараження.*

Rezvykh N. I. Analysis of modern trends in water treatment of drinking high-quality water and samples of technological schemes

The article provides an overview of the current problems arising in water treatment technologies for drinking water at centralized water treatment facilities.

It has been established that high-quality drinking water for the public should be safe, but at the same time, the use of chemical treatment should be minimized for its purification. Therefore, special attention should be paid to the research and improvement of safer biological methods that will contribute to reducing the occurrence. of by-products of water purification, which are formed in the process of its purification.

Modern technological schemes for water treatment of drinking water, used for purification in developed countries, are considered, examples of modern technological schemes of water treatment are given. The analysis of technological schemes of purification was carried out and the advantages of each of the directions of water preparation were described.

Scientific works devoted to the study of the impact of various technological methods for the preparation of high-quality drinking water have been analyzed.

The research of scientists aimed at preparing the study of the impact of water purification methods on the human body has been analyzed.

Therefore, the existing technologies of drinking water supply should meet the needs of the population for quality drinking water and try to reduce the accumulation of components of source water that are harmful to human health and life, arising during its treatment. It should be noted that water treatment technologies for high-quality drinking water are developed taking into account the actual capabilities of producers and the quality of source water.

Chlorination is the more widely used method of water disinfection in most technological schemes, and the use of chlorinated water for drinking by people can cause an increased risk of carcinogenic diseases and impaired reproductive functions. Today, most modern disinfection technologies increasingly use ultraviolet radiation energy. So, it can be concluded that the choice of drinking water disinfection method depends on the quality of natural water and the technology of its preparation, which should ensure a certain level of biological stability of water, taking into account the state of the water distribution system.

Therefore, it is advisable to introduce new efficient and resource-saving technologies in the field of water treatment to reduce the burden on the environment and minimize the amount of water treatment waste.

Key words: *drinking water, water treatment, filtration, coagulation, disinfection.*

Вступ. Експертами ВОЗ було встановлено,що високоякісна питна вода для народонаселення має бути мікробіологічно безпечною, але разом з тим для її очищення слід звести до мінімуму застосування хімічної обробки. Тому, особливу увагу, слід приділити більш безпечним біологічним методам, що сприятимуть зниженню утворення побічних продуктів очищення води. В розвинених кранах світу на першому етапі очищення води від мікробних та органічних забруднювачів застосовують метод подачі води з поверхневих джерел у поверхневі піщані насипи та дамби. Використання даного методу попереднього очищення дозволяє одержати біологічно стабільну воду, зменшує використання Cl в подальшій очистці.

Постановка проблеми. Тому, на сьогоднішній день, існуючі технології питного водопостачання повинні задовольняти потреби населення у якісній питній воді і намагатися знизити скупчення шкідливих для здоров'я і життя людини компонентів вихідної води, що виникають під час її оброблення. Необхідно зазначити, що сучасні технології водопідготовки високоякісної питної води розробляються враховуючи фактичні можливості виробників та якість води джерел.

Крайнім етапом очищення питної води від зовнішніх забрудників та мікроорганізмів у водорозподільній системі є її знезараження. Тому, всі попередні процеси очищення води є підготовчими етапами до дієвого та надійного знезараження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробляючи сучасні технології водопідготовки вчені, намагаються зменшити застосування хімічних реагентів, залучити фізичні або біологічні методи очистки води, знизити кількість вторинних продуктів, що можуть з'явитися під час знезараження. Такий науковий погляд базується на використанні принципу багатоетапної технології водопідготовки з найбільшими безпечними можливостями водоочищення за рахунок усіляких фільтруючих пристроїв або перегородок. Прикладом такого наукового підходу є існуюча технологія отримання високоякісної питної води у високорозвиненій індустріальній крані – Нідерландах (див. рис. 1).

Згідно з даною технологічною схемою здійснюють сталий контроль за поверхневим джерелом, і в разі встановлення надходження з нього води низької якості, до води, що надходить з поверхневого джерела починають докачувати підземну воду зі свердловини. А в разі встановлення води незадовільної якості, у технологічній схему перестають використовувати водойму, а переходять на використання

лише води з підземного джерела. Дана схема визначає наступну систему водопідготовки води: коагуляцію з наступним розподіленням води за допомогою каналів у піщані ґрунти. Така інфільтрація може продовжуватися до 2-х місяців. Саме в цей час відбувається підвищення якості води: спостерігається руйнування нітратів, видалення мікрокількості органічних сполук та затримка фекальних бактерій та вірусів. За інфільтрацією наступним етапом очищення води є насичення киснем, фільтрування та озонування. Після дворазового озонування вода підлягає двоетапному адсорбційному очищенню, під час якого здійснюється глибинне виведення мікрокількостей органічних сполук за рахунок фізичної адсорбції та біологічного окиснення. Після адсорбційних фільтрів воду пропускають через повільні піщані фільтри, де остаточно затримуються залишки бактерій та слідові кількості органічних сполук. Подана технологічна схема є прикладом технології водопідготовки питної води високої якості без застосування Cl.

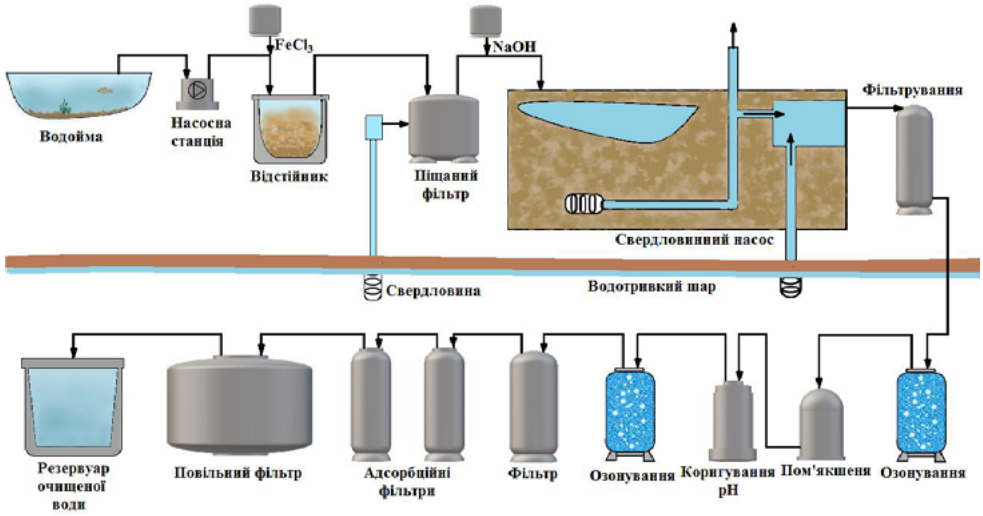

Рис. 1. Технологічна схема отримання високоякісної питної води у Нідерландах

Британські вчені запатентували технологію підготовки питної води високої якості з поверхневого джерела, що характеризується високим засміченням. Спрощену послідовну схему зображено на рис. 2. Вода, що надходить із забрудненої водойми здійснює перший етап очищення з використанням відстоювання та коагуляції.

Потім вода після резервуара накопичувача долає фільтр грубого очищення, далі вона проходить два етапи фільтрування через нагромадження різної крупності, попереду першого етапу до води дозують коагулянт та флокулянт, тобто проводитися контактна коагуляція Надалі заплановано декілька етапів сорбції на активованому вугіллі та обеззараження води за рахунок ультрафіолетового опромінення. Крайній етап завбачає глибинне доочищення на устаткуванні зворотного осмосу та кондиціювання води за мінеральними компонентами.

У Франції широко застосовують багатоетапні цілісні технології водопідготовки питної води високої якості. Головний етап водопідготовки води зумовлює попереднє озонування, надалі поступово вода проходить етап коагуляції. Наступні

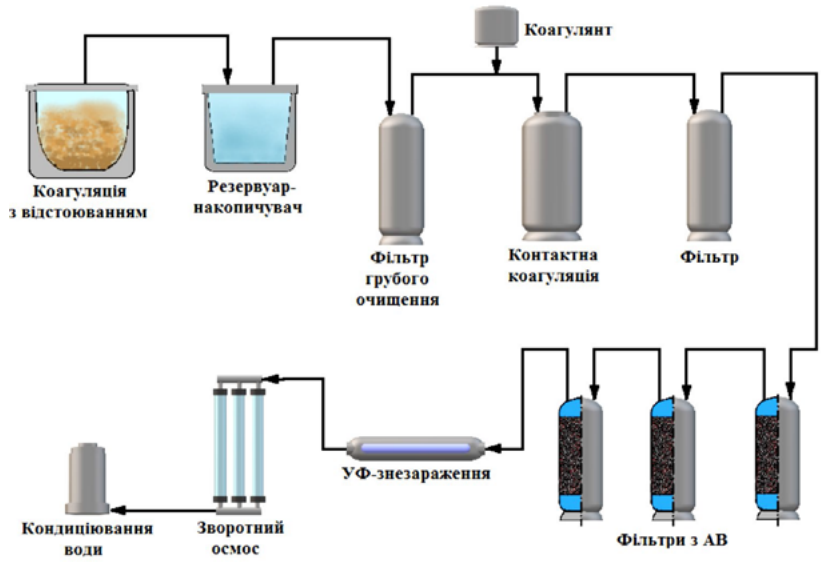

Рис. 2. Спрощена послідовна технологічна схема отримання високоякісної питної води у Британії

етапи базуються на застосування і контактної коагуляції з хлоридом заліза і проводиться на двох різних ступенях заповнення: спеціальне біологічно активне заповнення та кварцовий пісок.

Після просочення води крізь піщаний фільтру, її озонують та спрямовують на фільтр з АВ. Крайній етап очищення води – обеззараження проводять за рахунок процесу хлорування.

За загальними схемами водопідготовки питної високоякісної води спочатку воду піддають дії озону щоб зруйнувати гумінові сполуки, які непродуктивно виділяються біологічними методами, так як вже є крайніми продуктами розпаду природних органічних матеріалів. Потім вода може поступати на біофільтр або адсорбційний фільтр або ультрафіолетові мембрани для очистки від органічних сполук.

Плюс багатоетапних схем водопідготовки води високої якості, які наповнені додатково до традиційних прийомів очищення озонуванням, фільтруванням за допомогою активованого вугілля та застосовують методи прискорення процесів очистки, такі, як підвищення турбулентності під час внесення коагулянтів-флокулянтів та збільшення ефективності гідравлічного режиму на етапі освітлення, надають високу якість води порівняно з традиційними прийомами коагулювання та фільтрування.

В Японії вченими запатентовано спосіб очистки питної води за рахунок вживання поєднання озонової технології та застосування біологічно активних речовин, ще сприяло вирішенню проблеми видалення з води сильнопахнучих сполук, хлорорганічних речовин та амонійного азоту.

Дуже важливим і крайнім етапом в технологіях водопідготовки питної води високо якості залишається – знезараження.

Більш вживаним методом знезараження води у більшості технологічних схем є хлорування, саме застосування хлорованої води для пиття людей може спричинити підвищений ризик канцерогенних захворювань і порушення репродуктивних

функцій. Сьогодні більшість сучасних технологій знезараження все частіше застосовують енергію ультрафіолетового випромінювання.

Висновки. Підсумовуючи, можна сказати, що взагалі вибір методу знезараження питної води залежить від якості природної води і технології її підготовки, що повинна забезпечити певний рівень біологічної стабільності води, враховуючи стан системи водорозподілу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фізико-хімічні методи очищення води. Управління водними ресурсами / за редакцією І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. К. : «Ніка-Центр», 2015. 614 с.

2. Технологія води та водопідготовки харчових виробництв. Конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 181 «Харчові технології» / Укл.: Буяльська Н.П., Цибуля С.Д., Денисова Н.М. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 83 с.

3. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 1. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 101 с.

4. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Практикум. Частина 2. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / Н.М. Толстопалова, М.І. Літинська, Т.І. Обушенко; І.М. Астрелін, О.В. Сангінова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 181 с.

REFERENCES:

1. Astrelina I.M., Ratnaviry H. (2015) *Fizyko-khimichni metody ochyshchennya vody. Upravlinnya vodnymy resursamy [Physical and chemical methods of wate,r purification. Water resources management]*. K. : "Nika Center" [in Ukrainian].

2. Buyal′s′ka N.P., Tsybulya S.D., Denysova N.M. (2022) *Tekhnolohiya vody ta vodopidhotovky kharchovykh vyrobnytstv. Konspekt lektsiy dlya zdobuvachiv vyshchoyi osvity pershoho (bakalavrs'koho) rivnya spetsial'nosti 181 «Kharchovi tekhnolohiyi» [Technology of water and water treatment of food industries. Synopsis of lectures for students of higher education of the first (bachelor) level of specialty 181 "Food technologies"]*. Chernihiv : NU "Chernihiv Polytechnic"[in Ukrainian].

3. Tolstopalova N.M., Lityns′ka M.I., Obushenko T.I. (2019) Tekhnolohiya ta obladnannya oderzhannya pytnoyi ta tekhnichnoyi vody. Praktykum. Chastyna 1. [Technology and equipment for obtaining drinking and technical water. Practicum Part 1.] Kyiv : KPI im. Ihorya Sikors′koho – Kyiv : KPI named after Igor Sikorsky. Retrieved from https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43520 [in Ukrainian].

4. Tolstopalova N.M., Lityns′ka M.I., Obushenko T.I.; Astrelin I.M., Sanhinova O.V. (2020) Tekhnolohiya ta obladnannya oderzhannya pytnoyi ta tekhnichnoyi vody. Praktykum. Chastyna 2. [Technology and equipment for obtaining drinking and technical water. Practicum Part 2.] Kyiv : KPI im. Ihorya Sikors′koho. Kyiv : KPI named after Igor Sikorsky. Retrieved from https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43520 [in Ukrainian].