

ISSUE №32
Part №4

International periodic scientific journal
ONLINE
www.moderntechno.de



Indexed in
INDEXCOPERNICUS
(ICV: 84.86)

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Issue №32
Part 4
April 2024

Published by:
Sergeieva&Co
Karlsruhe, Germany

ISSN 2567-5273
DOI 10.30890/2567-5273

Editor: Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*
Scientific Secretary: Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

Editorial board: More than 350 doctors of science. Full list on page:
https://www.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam

Expert Board of the journal: Full list on page:
https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam

The International Scientific Periodical Journal **"Modern engineering and innovative technologies"** has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.
Periodicity of publication: Quarterly
The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.
Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.
Each article in the journal includes general information in English.
The journal is registered in IndexCopernicus, GoogleScholar.

UDC 08
LBC 94

Published by:
Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Copyright
© Authors, scientific texts 2024

http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit32-00-013
DOI: 10.30890/2567-5273.2024-32-00-013

УДК 628.33(045)

METHODS OF REMOVING IMPURITIES FROM WATER TECHNOLOGICAL ORIGIN

МЕТОДИ ВИДАЛЕННЯ З ВОДИ ДОМІШОК ТЕХНОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Dushechkina N.Yu. / Душечкіна Н.Ю.
c.p.s., as.prof. / к.п.н., доц.
ORCID: 0000-0002-4203-7122
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University
Uman, Sadova, 2, 20300
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Умань, вул.Садова, 2, 20300

Анотація. *В статті розглядаються методи знезараження питної води, та нові технології безреагентного глибокого очищення високомутних вод. Визначено, що застосування на водопровідних станціях знезараження питної води традиційним методом подвійного хлорування є причиною появи в ній великого ряду галогеномісних сполук, що створюють небезпеку для здоров'я населення. Особливу увагу приділено розкриттю сорбційного методу очищення, який дозволяє досягти глибшого вилучення органічних речовин, ніж при використанні коагулянтів. У порівнянні з природними сорбентами значно вищу адсорбційну ємність, має гранульоване активне вугілля, яке в останні роки отримує все більш широке застосування технології очистки води.*

Ключові слова: *методи знезараження питної води, технології безреагентного очищення, водопровідні станції, сорбційні методи очищення, гранульоване активне вугілля.*

Вступ.

Поверхневі води, розташовані у ряді районів Півдня України характеризуються не тільки підвищеною каламутністю до 5 г/л і більше, а й наявністю в них забруднень техногенного походження. До забруднюючих речовин відносяться феноли, нафтопродукти, ПАР, біогенні елементи, отрутохімікати, солі різних металів.

Видалення вищевказаних розчинених речовин традиційними безреагентними методами очищення води (відстоюванням, фільтруванням) практично неможливе.

Істотне забруднення джерел водопостачання техногенними компонентами, з одного боку, та підвищення вимог до якості питної води, з іншого боку, вимагають підвищення ефективності та надійності методів очищення та знезараження води.

Крім того, застосовуване традиційно на водопровідних станціях у згаданих регіонах знезараження питної води методом подвійного хлорування є причиною появи в ній великого ряду галогеномісних сполук, що володіють високою канцерогенною активністю: хлороформу, чотирихлористого вуглецю, трихлоретилену та ін.

У зв'язку з цим, удосконалення існуючих та створення нових технологій безреагентного глибокого очищення високомутних вод, що реалізуються на компактних водоочисних установках заводського виготовлення,є важливим народногосподарським завданням, особливо актуальним для України.

Основний текст.

Створення та освоєння надійних економічних та екологічно ефективних технологічних процесів та споруд для підготовки води, що відповідають усім вимогам стандарту, є найважливішим завданням для вирішення соціальних проблем населення.

Під екологічно ефективними технологіями для очищення та знезараження питної води розуміються такі, які не приносять у процесі їх використання шкідливі відходи у навколишнє середовище і які здатні витягти з вододжерел шкідливі для здоров'я людей компоненти антропогенного походження без їх трансформації в інші канцерогени та шкідливого впливу роботи самих очисних споруд [7, с. 35].

До таких технологій належать фізичні та біологічні методи очистки поверхневих вод, що реалізуються шляхом: багатоступеневого безреагентного фільтрування з використанням крупнозернистих префільтрів (з горизонтальним та вертикальним напрямом фільтраційного потоку); безреагентного фільтрування через аеровані біореактори, біофільтри та біосорбери (іноді з озонуванням) спеціальних конструкцій.

Розробка та будівництво нових очисних споруд це дорогий і тривалий процес, у той же час як величезні кошти вже вкладені в існуюче обладнання. Тому більш ефективною реакцією на появу нових джерел токсичних викидів і типів техногенних забруднень є випереджальне створення локальних споруд, що забезпечують перший рівень знешкодження токсинів, стабільність роботи основних очисних комплексів і повернення води в обіг.

Проте, інтенсивність техногенного забруднення довкілля у світі випереджає темпи створення очисних споруд. Тому для захисту здоров'я населення крім ефективного очищення стічних вод все більше необхідно підвищення бар'єрних функцій водоочисних споруд.

Основними проблемами очищення від токсичних техногенних забруднень є:

- видалення мікроконцентрацій токсиканту на тлі великої кількості інших менш небезпечних домішок води;
- запізнення даних аналітичного контролю техногенних токсикантів по відношенню до технології обробки води;
- неповнота інформації про склад токсикантів, їх властивості та властивості продуктів їх деструкції.

Присутність техногенних токсинів, як суть проблеми забруднення природних вод, має свої особливості: природні води, як правило, не мають джерел токсичних забруднень, можливих до швидкої локалізації; якість води поверхневих водойм та підземних водоносних горизонтів у звичайних ситуаціях близька до нормативного; в екстраординарних ситуаціях (при аваріях на вододжерелі, в особливих та надзвичайних умовах експлуатації, у паводки) концентрація окремих видів забруднень зростає багаторазово; попередній розрахунок типу пікового забруднювача та рівень його концентрації не завжди можливий [4, с. 26].

Проведений аналіз літературних джерел показує, що видалення цих

речовин традиційними методами очищення води з використанням різних коагулянтів неефективне, тому що при цьому видаляються органічні речовини , що знаходяться у воді тільки у зваженому та колоїдному станах. Тому існуючі технологічні схеми очищення води повинні включати спеціальний вузол для очищення води від розчинених органомінеральних домішок [1, 2, 3]. Названий вузол може бути доповнений до основної технологічної схеми водообробки до та після традиційного очищення води залежно від якості оброблюваної води, складу та типів очисних споруд [5].

В останні роки широко розгорнулися роботи з використання фізико-хімічних методів обробки води [1, 2, 7]. Для цілей господарсько-питного водопостачання доводиться обробляти велику кількість води, тому в практиці водопостачання поки що отримали застосування тільки такі методи очищення, як окислення та сорбція, вартість яких досить велика [7].

У зв'язку зі зростаючим забрудненням поверхневих джерел, у світовій практиці, особливо в США, Канаді, Франції, Німеччині та Швейцарії [1, 2] застосовують озонування, як складову частину загального технологічного процесу очищення води. Це, в першу чергу, було пов'язано з необхідністю виключити первинне хлорування води для запобігання утворенню галогенорганічних сполук.

Озон ефективний для окислення органічних забруднювачів, таких як феноли, нафтопродукти, СПАР, пестициди тощо.

Як показує досвід зарубіжних країн, у проведенні досліджень при розробці технологічних схем очищення води для великих міст і районів, у зв'язку з сильним забрудненням поверхневих джерел, в даний час без застосування озону практично не вдається одержати воду питної якості. Однак для господарсько-питного водопостачання озонування для окислення не може розглядатися як універсальний і санітарно-надійний метод при очищенні води від різних забруднень. Недоліком озонування є необхідність дозування 1 окислювача у виключно точній відповідності з рівнем і видом забруднення води, що є дуже важким. Істотним недоліком окислювачів є і те, що вони не виймають забруднення з води, а лише перетворюють їх на інші сполуки. При очищенні можуть утворюватися сполуки, що погіршують органолептичні показники якості води і навіть є токсичними. Як продукти реакції залежно від доз озону і режимів обробки води можуть утворюватися альдегіди, кетони, арбонові кислоти та інші сполуки, мутагенні та токсикологічні властивості яких мало вивчені. Тому окислювальні методи можна застосовувати лише у випадках, коли взаємодія окислювачів із забрудненнями води призведе до утворення небажаних продуктів.

Останнім часом, у практиці водоочисної техніки, велика увага приділяється сорбційним методам очищення.

Адсорбційне очищення природних вод дозволяє досягти глибшого вилучення органічних речовин, ніж при використанні коагулянтів.

У технології очищення води для видалення з води фенолів, пестицидів та інших органічних забруднювачів передбачається сорбційний метод з використанням гранульованого активного вугілля.

Сорбенти здатні витягувати з води багато органічних речовин будь-якої концентрації, у тому числі і речовини, що перешкоджають біологічному очищенню. На відміну від окислювачів використання сорбентів з санітарної точки зору більш переважно, тому що при їх застосуванні забруднення не видозмінюються, а вилучаються з води.

У порівнянні з природними сорбентами значно вищою адсорбційною ємністю, по відношенню до більшості різних хімічних речовин, особливо органічних, має активне вугілля, яке в останні роки отримує все більш широке застосування технології очистки води. Його використовують, в основному, для дезодорації води та покращення її смакових якостей.

Про ефективність застосування активного вугілля свідчать результати багаторічних досліджень можливості використання фільтрів, завантажених активним вугіллям, для видалення органічних домішок з води [1, 6, 7]. Застосування активного вугілля для глибокого очищення води від органічних сполук може мати реальну перспективу лише при сумісності питомих витрат на адсорбційну водопідготовку за звичайною технологією. Ці витрати, у свою чергу, багато в чому залежать від питомої витрати активного вугілля (відносини маси активного вугілля в адсорбційних фільтрах до кількості води, очищеної до стандартних показників якості). Питома витрата адсорбенту визначається необхідною тривалістю робочого періоду фільтроциклу і необхідною частотою регенерації адсорбенту, що супроводжується більшими або меншими його втратами. При тому самому методі регенерації активного вугілля, тобто при рівних незворотних відносних втратах вугілля за цикл, річні витрати на регенерацію адсорбційного фільтра тим менші, чим менша питома витрата вугілля.

Економічна оцінка досвіду використання гранульованого активного вугілля на двох водопровідних станціях США показує, що заміна існуючих апаратів з глибиною шару 76 см на адсорбери з висотою завантаження 4,6 м, знижують вартість обробки води на 1/3. Втрати активного вугілля при регенерації становлять 11-23%, а вартість регенерації - 50% вартості адсорбційної очистки. Зазначається, що регенерація вугілля економічніше завантаження свіжого активного вугілля замість відпрацьованого.

Сорбційні вугільні фільтри добре видаляють із води гідрофобні речовини, до яких належать хлорорганічні та фосфорорганічні пестициди, крім того, активне вугілля може сорбувати деякі іони металів. Незважаючи на високу ефективність сорбції багатьох видів забруднень, вугільні фільтри все ж таки не у всіх випадках забезпечують необхідний ступінь очищення.

На основі проведених досліджень встановлено, що ступінь видалення всіх пестицидів при адсорбції активним вугіллям досягає 98,24-99,97%, причому зі збільшенням розчинності цих речовин у воді ступінь їх видалення зростає. Однак, серйозним недоліком цього методу очищення води є мала поглинаюча здатність вугілля, що викликає необхідність його частої заміни або регенерації [7].

Часто в технології очищення води для видалення з води органічних забруднювачів пропонується окислювально-сорбційний метод з використанням

озону та гранульованого активного вугілля [1, 4, 5]. За такого підходу збільшується міжрегенераційний період роботи активного вугілля. Крім того, хлорорганічні пестициди не руйнуються і озоном у дозах, які зазвичай застосовуються у практиці водопідготовки, а добре видаляються активним вугіллям. Тому застосування цих двох методів значною мірою розширює діапазон видалення з води органічних забруднювачів.

Встановлено, що при спільному застосуванні окислювачів і активного вугілля виникає новий ефект окислювально-сорбційної взаємодії вугілля, виконуючи роль каталізатора, збільшує швидкість і глибину окислення забруднень, а продукти окислення, що утворюються, легше сорбуються, ніж вихідні забруднення. Сумарний ефект окислювально-сорбційної взаємодії проявляється у значному збільшенні терміну служби гранульованого активного вугілля та зменшенні доз порошкоподібного вугілля, що має важливе практичне значення.

Ефективність застосування активного вугілля у процесах обробки води озоном показала, що поєднання озонування з використанням активного вугілля є одним з найбільш ефективних способів усунення сполук, що надають питній воді мутагенних властивостей [1, с.160].

Однак іноді застосування озону пов’язане з виникненням проблеми підвищення вмісту мікроорганізмів в очищеній воді. В результаті проведених досліджень [3] встановлено, що в початковий період роботи установки очищення води від органічних домішок відбувається головним чином за рахунок фізико-хімічних процесів (окислення та адсорбції), тоді як на пізніших стадіях істотно зростала роль біохімічних процесів, завдяки інтенсивному розвитку мікроорганізмів у фільтрах з активним вугіллям, особливо після озонування води. Це в першу чергу пов’язано з переходом в результаті обробки озоном біологічно важко окислюваних речовин в легкоокислювані. При озонуванні води перед фільтрами з активним вугіллям мікроорганізми заселяють 50% поверхні матеріалу, що фільтрує. Розвиток на поверхні активного вугілля мікроорганізмів сприяє їх регенерації.

За результатами аналізу зміни якості поверхневих вод та ефективності традиційних технологій водоочищення в умовах підвищеного антропогенного навантаження на вододжерела обґрунтовано доцільність удосконалення та створення більш економічних та ефективних технологій з використанням: біологічних методів очищення за допомогою природного біоценозу, екологічно чистого окислювачів та їх комбінації, нових конструкцій освітлювально-сорбційних фільтрів і фільтрів з гранульовано-волокнистим завантаженням [4].

На підставі виконаних експериментальних досліджень запропоновано озонування з УФ-опроміненням, озонування води спільно з обробкою її пероксидом водню, фільтрування через гранульовано-волокнисті інертні завантаження та глибоке очищення в освітлювально-сорбційному шарі.

Нестійкість озону у воді, утворення в процесі озонування біорозкладних органічних сполук, використання яких як живильний субстрат може призводити до вторинного зростання мікроорганізмів у водорозподільній мережі, ускладнюють його використання як знезаражуючий реагент.

Одним із методів видалення органічних речовин може бути іонний обмін [6]. Сутність процесів іонного обміну визначає сферу застосування іоногенних нерозчинних у воді матеріалів при підготовці води для господарсько-питних потреб: видалення з сирої води небажаних іонів шляхом їх заміни на іони, що не становлять небезпеки для здоров'я людини і покращують органолептичні властивості питної. Однак, висока вартість іонітів та складність їх регенерації позбавляє даний метод застосування як очищення.

Зазначені вище недоліки усуваються при заміні озонування електрохімічними способами водоочищення, застосування яких поряд з санітарно-гігієнічними показниками, що досягаються, забезпечує в тій чи іншій мірі знезараження рідини, так як електроліз водних розчинів супроводжується утворенням в об'ємі електроліту сильних дезінфектантів.

Висновки.

Отже, виконано аналіз стану та сфери застосування різних безреагентних методів очищення поверхневих вод та обґрунтовано методи інтенсифікації очищення високомутних вод від мінеральної суспензії та видалення з неї домішок техногенного походження. Для розробки екологічно ефективної технології очищення води в системі господарсько-питного водопостачання обґрунтовано застосування комбінованих методів, що використовують на першій стадії механічні та біологічні процеси, що здійснюються безпосередньо у водозабірному вузлі, а на другому - електрохімічні або фізико-хімічні з меншими дозами реагентів, що вносяться.

Залежно від якості оброблюваної води, складу та типів очисних споруд можуть бути різні технічні рішення використання цих методів.

Література:

1. M.M. Boirbigot, M.C. Hascoet, Yves Levi. Role of ozene and granubar activated carbon in the removal of mutagenic compounds. Environ Health Perspect 2019, №69. p. 159-163.

2. Harrington G.W., Di Giano F.A. Adsorption equilibria of latural organic matter after ozonation. American Water Works Association Journal. 2020.V.81. №6. p.303-318.

3. Sander R. Effect of pre - chlorination on activated carbon adsorption. J. Environ. Pathol., Texicol, i Oncol. 2019. 7, № 7/8. p. 339-350.

4. Драгінський В.Л., Алексєєва Л.П. Забезпечення якості питної води у світлі нових нормативних вимог. *Водопостачання та санітарна техніка*, 2019 № 9. С. 25-30.

5. Журба М.Г., Соколов Л.І., Говорова Ж.М. Водопостачання. Проектування систем та споруд. М: АСВ, 2019. 496 с.

6. Когановський А.М. Адсорбція та іонний обмін у процесах водопідготовки та очищення стічних вод. К.: Наукова думка, 2020. 240 с.

7. Найденко В.В. Оптимізація процесів очищення природних та стічних вод. М.: Будвидав, 2019, 152 с.

References.

1. M.M. Boirbigot, M.C. Hascoet, Yves Levi (2019).Role of ozene and granubar activated carbon in the removal of mutagenic compounds. Environ Health Perspect. №69. 159-163.
2. Harrington G.W., Di Giano F.A. (2020). Adsorption equilibria of latural organic matter after ozonation. American Water Works Association Journal. V.81. №6. 303-318.
3. Sander R. (2019). Effect of pre - chlorination on activated carbon adsorption. J. Environ. Pathol., Texicol, i Oncol. 7, № 7/8. 339-350.
4. Draginsky V.L., Alekseeva L.P. (2019). Ensuring the quality of drinking water in the light of new regulatory requirements. Water supply and sanitary engineering, №. 9. 25-30. [in Ukrainian].
5. Zhurba M.G, Sokolov L.I, Govorova Zh.M. (2019). Water supply. Design of systems and structures. K: DIA, 496 s. [in Ukrainian].
6. Koganovsky A.M. (2020). Adsorption and ion exchange in the processes of water treatment and wastewater treatment. K.: Scientific thought, 240 s. [in Ukrainian].
7. Naydenko V.V. (2019). Optimization of natural and wastewater treatment processes. K.: Budvydav, 152 s. [in Ukrainian].

Abstract. *The article deals with the methods of drinking water disinfection and new technologies of reagentless deep purification of high-altitude waters. It is determined that the use of the traditional method of double chlorination for drinking water disinfection at water supply stations causes the appearance of a large number of halogen-containing compounds that pose a danger to public health. Particular attention is paid to the disclosure of the sorption method of purification, which allows for a deeper extraction of organic substances than when using coagulants. Compared to natural sorbents, granular activated carbon has a much higher adsorption capacity, which has become increasingly widely used in water treatment technology in recent years.*

Keywords: *methods of drinking water disinfection, reagent-free treatment technologies, water supply stations, sorption methods of treatment, granular active carbon.*