

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

"Допущено до захисту"
Зав. кафедрою екології, ОНС та ЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
« _____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої
освіти

на тему
Оцінка доцільності використання систем
очищення води в домашніх умовах

Виконала здобувачка вищої освіти
_____ 4 курсу, групи _____ ЕО-20
ОПП «_____ Екологія _____»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Зайцева А.Д.
« _____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи
доцент, канд. тех. наук
_____ Тетяна ТУНІК
« _____ » _____ 2024 р.

Рецензент: доцент, канд.с.-г.наук
_____ Микола КОВАЛЬОВ
« _____ » _____ 2024 р.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя
Рівень вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 10 Природничі науки
Спеціальність 101 - Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«___» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ
ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Зайцевій Анастасії Дмитрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **«Оцінка доцільності використання систем очищення води в домашніх умовах»**
2. Керівник роботи Тунік Т.М., доцент, к. т. н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 31.05.2024 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи.

Метою бакалаврської роботи є оцінка доцільності використання різних систем очищення води в домашніх умовах.

Завдання:

- дослідити основні види забруднювачів води,
- проаналізувати існуючі методи очищення води,
- оцінити ефективність різних систем очищення води, що використовуються в побуті,
- обрати найбільш ефективну систему очищення води для використання в домашніх умовах.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд інформаційних джерел за обраною темою	17.04.2024 р.	
2	Написання розділу 1.	25.04.2024 р.	
3	Пошук інформації та написання розділу 2.	30.04.2024 р.	
4	Проведення досліджень та написання розділу 3	06.05.2024 р.	
5	Оформлення вступу	17.05.2024 р.	
6	Формулювання висновків	20.05.2024 р.	
7	Оформлення пояснювальної записки	24.05.2024 р.	
8	Оформлення слайдів презентації та доповіді	29.05.2024 р.	

Дата видачі завдання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис керівника
_____ Тунік Т.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис здобувача
_____ Зайцева А.Д.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Оцінка доцільності використання систем очищення води в домашніх умовах»

Кваліфікаційна робота виконана на 44 сторінках, містить рисунків, таблиць, літературних джерел, додатків.

Об'єктом дослідження є системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах, предметом дослідження – їхня ефективність та доцільність використання.

Метою дослідження є оцінка доцільності використання різних систем очищення води в домашніх умовах.

У вступі розкривається актуальність теми, мета і задачі дослідження.

У першому розділі зроблено огляд літератури за темою дослідження.

У другому розділі наведено оцінку ефективності різних систем очищення води, що використовуються в побуті.

У третьому розділі здійснено дослідження та вибір найбільш ефективної системи очищення води для використання в домашніх умовах.

У висновках наведені результати кваліфікаційної роботи.

ПИТНА ВОДА, СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ

ЗМІСТ

Стор.

Вступ.....	
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ.....	
1.1. Види забруднювачів води.....	
1.2. Основні джерела забруднення питної води.....	
1.3. Методи очищення питної води в умовах станцій водопідготовки.....	
1.4. Системи очищення води в зарубіжних країнах.....	
1.5. Методи очищення питної води в Україні.....	
1.6. Приклади систем очищення води в Україні.....	
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ПОБУТОВИХ УМОВАХ.....	
2.1. Основні показники якості питної води в Україні.....	
2.2. Сучасні системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах.....	
РОЗДІЛ 3. Обґрунтування вибору трьохступеневої проточної системи Aquafilter для очищення води в домашніх умовах.....	
3.1. Обґрунтування додаткового очищення води.....	
3.2. Опис трьохступеневої проточної системи Aquafilter.....	
3.3. Дослідження якості води після очищення трьохступеневою системою Aquafilter.....	
3.4. Подальші дослідження та перспективи вдосконалення системи.....	
3.5. Практичні рекомендації для споживачів.....	
Висновки.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

ВСТУП

Забезпечення чистою водою населення є однією з найважливіших екологічних і соціальних проблем сучасності. Зростання урбанізації, промислового виробництва та інтенсивного сільського господарства призводить до постійного збільшення кількості забруднювачів у водних ресурсах. Ці фактори ставлять під загрозу здоров'я людей, що споживають неякісну воду, і зумовлюють необхідність впровадження ефективних технологій очищення води в домашніх умовах.

Чиста питна вода є базовою потребою людини, і її недоступність може мати серйозні наслідки для здоров'я. Забруднена вода може бути джерелом багатьох інфекційних захворювань, таких як діарея, холера, тиф та гепатит, а також містити хімічні речовини, що можуть викликати довготривалі захворювання, включаючи рак. Зважаючи на це, питання очищення води є надзвичайно актуальним і потребує детального вивчення та впровадження новітніх технологій.

Метою даної роботи є оцінка доцільності використання різних систем очищення води в домашніх умовах.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити низку завдань:

- дослідити основні види забруднювачів води,
- проаналізувати існуючі методи очищення води,
- оцінити ефективність різних систем очищення води, що використовуються в побуті,
- обрати найбільш ефективну систему очищення води для використання в домашніх умовах.

Об'єктом дослідження є системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах, предметом дослідження — їхня ефективність та доцільність використання.

Основними методами дослідження є аналіз наукової літератури, експериментальні дослідження якості води до та після її очищення, а також соціологічні опитування споживачів цих систем.

Практична значущість роботи полягає у розробці рекомендацій для споживачів щодо вибору та експлуатації систем очищення води, що сприятиме покращенню якості питної води в домашніх умовах.

Результати роботи доповідались на звітній конференції студентів ЦНТУ 17 травня 2024 року.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Очищення води є однією з найважливіших задач сучасного суспільства, враховуючи постійне зростання населення та індустріалізацію, що веде до збільшення забруднення водних ресурсів. Чиста вода є необхідною умовою для підтримання здоров'я людей, а також для збереження екологічного балансу.

1.1. Види забруднювачів води

Забруднення питної води є однією з найсерйозніших екологічних проблем, що впливають на здоров'я населення та екосистему в цілому. Розглянемо основні види забруднювачів, які можуть міститися у питній воді, їхнє походження та можливі впливи на здоров'я людини.

Основні види забруднювачів питної води класифікують наступним чином: хімічні, фізичні, біологічні, радіологічні забруднювачі.

Хімічні забруднювачі можуть бути двох видів: органічні та неорганічні [1, 3].

До органічних забруднювачів належать різноманітні пестициди, гербіциди, інсектициди, а також промислові хімікати, такі як феноли, нафтопродукти та синтетичні органічні сполуки.

Пестициди та гербіциди використовуються в сільському господарстві для боротьби зі шкідниками та бур'янами і можуть потрапляти у водні ресурси через змивання з полів.

Промислові органічні сполуки потрапляють у воду в результаті виробничих процесів та неправильної утилізації відходів.

Неорганічні забруднювачі включають важкі метали, такі як свинець, ртуть, кадмій, миш'як, а також нітрати та фосфати.

Важкі метали можуть потрапляти у воду з промислових викидів, гірничодобувної діяльності, а також через корозію старих водопровідних труб. Нітрати і фосфати здебільшого походять із сільськогосподарських добрив та побутових стоків. Високий рівень нітратів у воді може призводити до метгемоглобінемії у немовлят, відомої як «синдром синіх немовлят» [2].

Мікробіологічні забруднювачі включають бактерії, віруси, гриби та паразити, які можуть викликати різноманітні захворювання.

Найбільш поширені патогенні організми включають кишкову паличку (*E. coli*), сальмонелу, шигелу, вірус гепатиту А та ротавіруси.

Джерелами мікробіологічного забруднення є побутові та промислові стоки, тваринні відходи, а також неправильне зберігання та обробка харчових продуктів.

Радіологічні забруднювачі включають радіоактивні ізотопи, такі як уран, радій, радон та інші. Вони можуть потрапляти у водні ресурси внаслідок природних процесів, таких як вивітрювання гірських порід, а також антропогенних джерел, включаючи ядерні випробування, викиди з ядерних електростанцій та видобуток радіоактивних матеріалів.

Радіоактивне забруднення води може мати серйозні довгострокові наслідки для здоров'я, включаючи підвищений ризик розвитку раку.

Фізичні забруднювачі включають різноманітні тверді частинки та осади, які можуть потрапляти у воду в результаті ерозії ґрунтів, будівельних робіт, а також промислових викидів [5].

Хоча фізичні забруднювачі самі по собі не є токсичними, вони можуть погіршувати якість води, створюючи умови для розвитку патогенних мікроорганізмів, а також знижувати ефективність систем очищення води.

1.2. Основні джерела забруднення питної води

До основних джерел забруднення питної води відносяться: сільське господарство, промисловість, міські стоки, гірничодобувна діяльність.

Сільське господарство є одним з основних джерел забруднення води, оскільки використовує великі кількості пестицидів, гербіцидів та добрив, які можуть змиватися дощовими водами у річки, озера та підземні води. Також, тваринницькі ферми можуть сприяти забрудненню води органічними відходами та патогенними мікроорганізмами.

Промислові підприємства є джерелом численних хімічних забруднювачів, включаючи важкі метали, органічні сполуки та радіоактивні матеріали. Неправильна утилізація відходів та скиди без належного очищення можуть серйозно впливати на якість води.

Міські стоки включають побутові та комунальні відходи, які можуть містити широкий спектр забруднювачів, від мікробіологічних патогенів до хімічних речовин. Неправильне управління системами водовідведення може призводити до потрапляння цих забруднювачів у природні водні ресурси.

Гірничодобувна діяльність є значним джерелом забруднення води важкими металами та іншими неорганічними сполуками. Відходи гірничодобувної промисловості можуть містити високі концентрації токсичних речовин, які можуть потрапляти у воду через стоки та просочування.

Отже, забруднення питної води є комплексною проблемою, яка потребує всебічного підходу для забезпечення її якості та безпеки для населення [3].

Розуміння різних видів забруднювачів, їхнього походження та впливу на здоров'я є ключовим для розробки ефективних методів очищення води та запобігання забрудненню.

1.3. Методи очищення питної води в умовах станцій водопідготовки

Сучасні технології очищення води можуть бути класифіковані на фізичні, хімічні, біологічні та комбіновані методи.

Фізичні методи використовуються для видалення твердих часток та суспензій з води.

До основних фізичних методів належать:

- Фільтрація: процес, у якому вода проходить через фільтр, який утримує тверді частинки.

Фільтри можуть бути піщані, вугільні, тканинні або мембранні [6].

- седиментація: метод видалення великих часток з води шляхом їх осадження під дією гравітації.

- центрифугування: процес, при якому вода обертається в центрифугі, що дозволяє відокремити тверді частинки за рахунок відцентрової сили.

Хімічні методи використовуються для видалення розчинених у воді речовин. Основні методи включають:

- хлорування: додавання хлору або його сполук для дезінфекції води від біологічних забруднювачів.

- озонування: використання озону для окислення органічних та неорганічних речовин, а також для дезінфекції.

- коагуляція та флокуляція: процес додавання коагулянтів (наприклад, алюмінієвих або залізних солей) для утворення більших часток, які легко видаляються седиментацією або фільтрацією.

- іонний обмін: використання смол для видалення іонів важких металів або інших іонів з води [8].

Біологічні методи використовують живі організми для розкладання органічних забруднювачів. Основні методи включають:

- біофільтрацію: процес, у якому вода проходить через біореактор, заповнений біоматеріалом, на якому ростуть мікроорганізми, що розкладають органічні речовини;

- аеробні процеси: методи, що використовують кисень для підтримання життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, які розкладають органічні речовини;

- анаеробні процеси: методи, що використовують анаеробні мікроорганізми для розкладання органічних речовин в умовах відсутності кисню.

Комбіновані методи включають використання декількох технологій очищення води для досягнення максимального ефекту. Наприклад, система може включати фільтрацію, хімічне очищення та біологічні процеси для комплексного видалення всіх видів забруднювачів.

1.4. Системи очищення води в зарубіжних країнах

Використання сучасних систем очищення води варіюється в залежності від країни та її технологічного розвитку.

Використання передових технологій для підготовки води дозволяє ефективно видаляти забруднювачі і забезпечувати населення безпечною для вживання водою. Розглянемо деякі приклади ефективних систем очищення води в різних країнах світу [11, 13, 29].

У Німеччині система водопостачання є однією з найрозвиненіших у світі. Німецькі стандарти якості питної води дуже високі, і значна частина населення вживає воду без додаткового очищення вдома.

Технології очищення води в Німеччині:

- Коагуляція та флокуляція: для видалення дрібних частинок та органічних речовин у воді використовуються коагулянти, такі як сульфат алюмінію. Після коагуляції відбувається процес флокуляції, під час якого дрібні частинки об'єднуються у більші флокули, які потім осідають і видаляються.

- Фільтрація: після коагуляції та флокуляції вода проходить через піщані фільтри, які видаляють залишкові тверді частинки. Крім піщаних фільтрів, використовуються активовані вугільні фільтри для видалення органічних сполук і поліпшення смаку води.

- Озонування: озон використовується для окиснення органічних забруднювачів і знезараження води. Це один з найбільш ефективних методів знезараження, оскільки озон здатен знищувати більшість відомих мікроорганізмів.

- Ультрафіолетове знезараження: УФ-лампи використовуються для додаткового знезараження води після озонування. УФ світло ефективно знищує бактерії, віруси і деякі паразити.

Німеччина є одним з лідерів у галузі водоочищення. В цій країні широко застосовуються мембранні технології, такі як ультрафільтрація та зворотний осмос, для очищення питної води. Водопостачальні компанії також використовують технології озонування та ультрафіолетової дезінфекції.

Наприклад, у Берліні використовується система очищення води, яка включає механічну фільтрацію, коагуляцію, озонування та активне вугілля для забезпечення високої якості питної води.

Більшість німців не використовують додаткові фільтри вдома, оскільки вода з-під крана відповідає високим стандартам якості. Однак, деякі сім'ї встановлюють фільтри з активованим вугіллям або системи зворотного осмосу для додаткового поліпшення смаку води і видалення можливих залишкових забруднювачів.

Забруднення води на шляху до споживача є мінімальним завдяки регулярному обслуговуванню та модернізації водопровідних мереж. Вода, що надходить до домівок, зазвичай відповідає всім гігієнічним нормам, що дозволяє пити її з-під крана без ризику для здоров'я.

Франція також має розвинену систему водопостачання з високими стандартами якості питної води. Більшість французів споживають воду з-під крана без додаткового очищення.

Технології очищення води у Франції:

- Коагуляція та флокуляція, фільтрація,
- Озонування та хлорування: озон і хлор використовуються для знезараження води. Озон ефективно знищує мікроорганізми, тоді як хлор забезпечує тривалий дезінфекційний ефект.

Деякі французькі сім'ї використовують домашні фільтри для додаткового очищення води, хоча вода з-під крана зазвичай безпечна для вживання. Найчастіше використовуються фільтри з активованим вугіллям.

Регулярне обслуговування водопровідних мереж і використання якісних матеріалів мінімізує ризик забруднення води на шляху до споживача. Вода з-під крана зазвичай відповідає високим стандартам якості.

Італійська система водопостачання також відома своєю якістю. В багатьох регіонах Італії вода з-під крана безпечна для вживання.

Технології очищення води в Італії:

- Коагуляція та флокуляція;
- Фільтрація;
- Хлорування.

У США використовуються різноманітні технології для очищення води, включаючи хлорування, озонування та ультрафіолетову дезінфекцію. У багатьох містах використовуються мембранні технології для видалення мікроорганізмів та інших забруднювачів. Наприклад, у Лос-Анджелесі застосовується система очищення води, яка включає механічну фільтрацію, коагуляцію, озонування та фільтрацію через активоване вугілля [28].

Нідерланди мають високо розвинену систему водопостачання та водоочищення. Країна використовує технології біологічного очищення, мембранні технології та дезінфекцію ультрафіолетом. У містах, таких як Амстердам, застосовуються системи збору та очищення дощової води для повторного використання. Також Нідерланди активно розвивають технології збирання та очищення стічних вод з метою їх повторного використання.

Японія відома своїми передовими технологіями очищення води і високими стандартами якості. Більшість японців вживають воду з-під крана без додаткового очищення.

Японія активно використовує сучасні технології для очищення води, такі як мембранні біореактори та адсорбція на активованому вугіллі. Крім того, країна приділяє велику увагу дощовій воді та її збиранню для подальшого використання.

У Токіо широко застосовуються системи збору дощової води з подальшою фільтрацією та дезінфекцією, що дозволяє значно знизити споживання питної води.

Технології очищення води в Японії:

- Коагуляція та флокуляція;
- Фільтрація;
- Озонування та ультрафіолетове знезараження.

Більшість японців не використовують додаткові фільтри вдома, оскільки вода з-під крана відповідає високим стандартам якості.

Сінгапур має одну з найрозвиненіших систем водопостачання та водоочищення у світі. Країна використовує інноваційні технології, такі як зворотний осмос та дезінфекція ультрафіолетом, для перетворення стічних вод у питну воду.

Система "NEWater" є прикладом успішної реалізації технологій очищення та повторного використання води. Вона включає декілька етапів очищення: мікрофільтрацію, зворотний осмос та ультрафіолетову дезінфекцію.

Технології очищення води в Сінгапурі:

- Коагуляція та флокуляція;
- Фільтрація;
- Озонування та ультрафіолетове знезараження;
- Зворотний осмос: використовується для видалення розчинених солей і інших забруднювачів з води.

Південна Корея має розвинену систему водопостачання з високими стандартами якості питної води. Більшість населення споживає воду з-під крана без додаткового очищення.

Технології очищення води у Південній Кореї:

- Коагуляція та флокуляція;
- Фільтрація;
- Озонування та ультрафіолетове знезараження.

Отже, сучасні технології підготовки питної води в європейських та азіатських країнах демонструють високу ефективність у забезпеченні населення якісною та безпечною водою. Використання коагуляції, флокуляції, фільтрації, озонування, ультрафіолетового знезараження і зворотного осмосу дозволяє ефективно видаляти забруднювачі і забезпечувати високі стандарти якості води.

Додаткове очищення води в домашніх умовах не завжди є необхідним, але іноді використовується для поліпшення смаку води.

Забруднення води на шляху до споживача мінімізується завдяки регулярному обслуговуванню та модернізації водопровідних мереж, що дозволяє більшості жителів цих країн вживати воду з-під крана без ризику для здоров'я.

1.5. Методи очищення питної води в Україні

Україна, як і багато інших країн, стикається з проблемами забруднення водних ресурсів та необхідністю забезпечення населення якісною питною водою. Розглянемо основні методи очищення води, які використовуються в Україні [4].



Рис. 1. Методи знезараження води

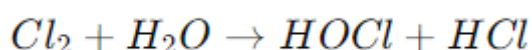
1.5.1. Хлорування

Хлорування є одним з найбільш поширених методів дезінфекції води в Україні. Додавання хлору або його сполук дозволяє ефективно знищувати патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, віруси та гриби. Проте цей метод має свої недоліки, зокрема утворення побічних продуктів, які можуть бути шкідливими для здоров'я.

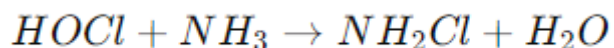
Хлорування води як метод дезінфекції було вперше застосовано на початку 20 століття. У 1908 році місто Джерсі-Сіті в США першим почало використовувати хлор для знезараження питної води в муніципальному водопостачанні. Після цього метод швидко поширився по всьому світу завдяки своїй ефективності та відносно низькій вартості. В Україні хлорування стало стандартним методом обробки води у 1920-х роках.

Хлорування води ґрунтується на використанні хлору або його сполук для знищення патогенних мікроорганізмів. Хлор є потужним окислювачем, який реагує з органічними та неорганічними речовинами у воді, включаючи мікроорганізми, руйнуючи їхні клітинні стінки та внутрішні структури. Основні хімічні реакції, що відбуваються під час хлорування, включають:

Реакція з водою: хлор розчиняється у воді, утворюючи гіпохлориту кислоту (HOCl) та хлоридну кислоту (HCl).



Реакція з аміаком: хлор також реагує з аміаком, утворюючи хлораміни, які мають менш виражений дезінфекційний ефект, але є більш стабільними у воді.



Процес хлорування води включає декілька етапів:

1. Попереднє очищення: вода проходить через механічні фільтри для видалення великих часток та суспензій.

2. Дозування хлору: хлор додається до води у вигляді газу, рідкого хлору, гіпохлориту натрію (рідкий хлор) або кальцію (хлорне вапно). Дозування регулюється залежно від якості вихідної води та необхідного рівня дезінфекції.

3. Контактний резервуар: вода з доданим хлором проходить через контактний резервуар, де хлор реагує з забруднювачами. Час контакту зазвичай становить від 20 хвилин до 1 години, залежно від концентрації хлору та якості води.

4. Контроль залишкового хлору: після хлорування проводиться контроль залишкового хлору у воді. Залишковий хлор повинен бути присутній у воді для забезпечення тривалої дезінфекції під час транспортування води до споживачів.

Хлорування води має кілька важливих переваг, які роблять цей метод популярним у всьому світі, включаючи Україну [18]:

1. Ефективність: хлор є потужним дезінфікуючим засобом, який ефективно знищує широкий спектр патогенних мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси та деякі найпростіші.

2. Відносно низька вартість: хлорування є відносно недорогим методом дезінфекції води, що робить його доступним для широкого використання, включаючи муніципальні системи водопостачання.

3. Тривалий ефект: хлор забезпечує тривалу дезінфекцію води, залишаючи залишковий хлор у воді, що запобігає повторному забрудненню під час транспортування та зберігання.

4. Простота у використанні: технологія хлорування є відносно простою і не потребує складного обладнання, що робить її доступною для різних систем водопостачання, включаючи сільські райони.

5. Гнучкість: хлор можна використовувати в різних формах (газ, рідина, порошок), що дозволяє адаптувати метод до конкретних умов та потреб.

Незважаючи на численні переваги, хлорування води має і ряд недоліків, які потрібно враховувати при виборі цього методу дезінфекції:

1. Утворення побічних продуктів: під час хлорування води можуть утворюватися побічні продукти, такі як тригалометани (ТГМ) та галогенові оцтові кислоти (ГОК), які можуть бути токсичними та канцерогенними. Це є однією з головних проблем хлорування, оскільки ці сполуки можуть мати негативний вплив на здоров'я людини.

2. Хлорний запах і смак: присутність залишкового хлору у воді може призводити до появи неприємного хлорного запаху та смаку, що може бути неприйнятним для споживачів.

3. Корозія обладнання: хлор є агресивним хімічним речовиною, яка може спричиняти корозію водопровідних труб, резервуарів та іншого обладнання, що потребує додаткових витрат на їх ремонт та заміну.

4. Реакція з органічними речовинами: хлор може реагувати з органічними речовинами у воді, утворюючи хлорорганічні сполуки, які можуть бути шкідливими для здоров'я.

5. Не ефективність проти деяких мікроорганізмів: хлор не завжди ефективний проти деяких найпростіших та спорових форм бактерій, таких як криптоспоридії та цисти лямблій, що може вимагати додаткових методів дезінфекції.

1.5.2. Інші способи очищення питної води в Україні

Очищення активованим вугіллям

Активоване вугілля широко використовується для видалення органічних забруднювачів та хімічних речовин з води. Воно ефективно адсорбує пестициди, гербіциди, хлорорганічні сполуки та інші органічні речовини, покращуючи смак і запах води.

Коагуляція та флокуляція

Ці методи передбачають додавання коагулянтів, таких як алюмінієві або залізні солі, для утворення більших часток з дрібних суспендованих частинок, які легше видалити шляхом седиментації або фільтрації. Це дозволяє ефективно видаляти мутність та кольоровість води [5].

Фільтрація

Фільтрація є основним методом механічного очищення води. В Україні використовуються різні типи фільтрів, такі як піщані, вугільні та мембранні фільтри. Мембранні технології, зокрема ультрафільтрація та зворотний осмос, набувають все більшого поширення для видалення мікроорганізмів, розчинених солей та інших забруднювачів.

Озонування

Озонування використовується як метод дезінфекції та окислення органічних і неорганічних забруднювачів. Озон є потужним окислювачем, не утворюючи шкідливих побічних продуктів, як хлор [1].

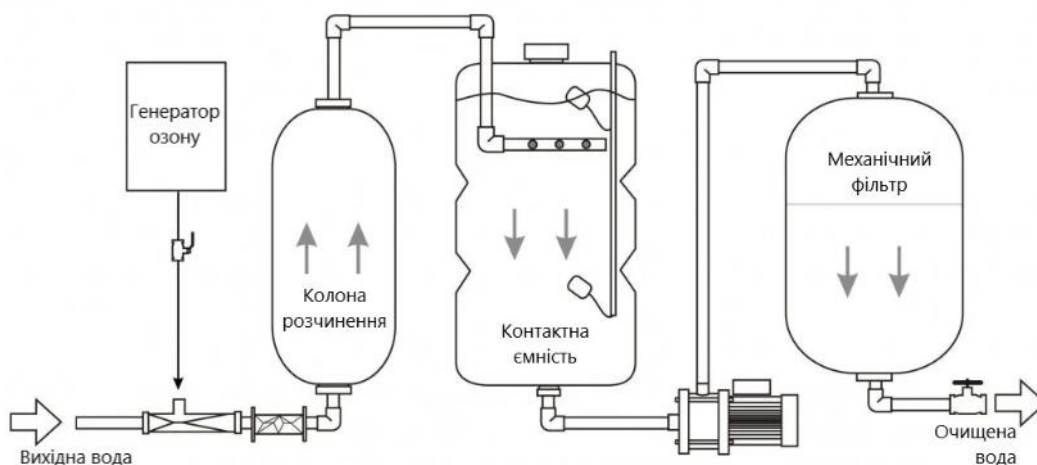


Рис.2. Схема озонування питної води

Озон використовується в місці водопідготовки у спеціальних установках, які називаються озонатори. Вони містять генератор озону, колону для розчинення та взаємодії з водою і механічний фільтр для видалення окиснених частинок.

Внаслідок взаємодії озону з водою утворюються органічні кислоти, кетони, альдегіди, які мають токсичну дію. Тому після озонування як правило необхідно використовувати фільтри з активованим вугіллям.

Озонування має ряд переваг і недоліків.

Переваги:

- висока ефективність проти практично всіх мікроорганізмів;
- відсутність тригалометанів, як продуктів взаємодії;
- видалення сторонніх смаків та запахів.

Недоліки:

- охонування потребує дороговартісного устаткування;
- підвищені вимоги до техніки безпеки та навчання персоналу;
- в процесі озонування можливе утворення вторинних продуктів, які є токсичними для людини.

Ультрафіолетова дезінфекція

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання використовується для дезінфекції води шляхом знищення ДНК мікроорганізмів, що робить їх нездатними до розмноження. Цей метод є екологічно безпечним і не утворює шкідливих побічних продуктів.

Біологічне очищення

В деяких регіонах України застосовуються методи біологічного очищення для видалення органічних речовин з води. Біологічні методи включають використання біофільтрів та анаеробних реакторів, в яких мікроорганізми розкладають органічні забруднювачі.

1.6. Приклади систем очищення води в Україні

У столиці України, Києві, використовується комбінована система очищення води, яка включає коагуляцію, фільтрацію через піщані та вугільні фільтри, озонування та хлорування. Вода з Дніпра та Десни проходить через кілька етапів очищення перед подачею в систему водопостачання міста.

У Львові також застосовується багатоступенева система очищення води. Вона включає механічну фільтрацію, коагуляцію, осадження, фільтрацію через піщані та вугільні фільтри, а також хлорування. Окрім того, у деяких районах використовуються установки для ультрафіолетової дезінфекції води.

У місті Дніпро вода проходить через механічну фільтрацію, коагуляцію, осадження та фільтрацію через піщані фільтри. Хлорування є основним

методом дезінфекції, але деякі установки також використовують озонування для поліпшення якості води.

Отже, використання різних методів очищення, таких як хлорування, фільтрація, озонування та ультрафіолетова дезінфекція, дозволяє ефективно видаляти різноманітні забруднювачі з води. Проте існує потреба в подальшому вдосконаленні та модернізації систем очищення води для забезпечення максимальної ефективності та екологічної безпеки.

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ПОБУТОВИХ УМОВАХ

Якість питної води є важливим показником здоров'я та благополуччя населення. В Україні, як і в багатьох інших країнах, існують суворі стандарти та нормативні документи, які регламентують вимоги до якості питної води. Ці нормативи встановлюють допустимі рівні різних забруднювачів та показники, що гарантують безпечність води для вживання. У цьому підрозділі ми розглянемо основні стандарти якості питної води в Україні, їхню законодавчу базу та специфічні вимоги до різних показників якості води.

2.1. Основні показники якості питної води в Україні

Основними нормативними документами, що регламентують якість питної води в Україні, є Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН) 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" та Державні будівельні норми (ДБН) В.2.5-64:2012 "Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування". Вони встановлюють гігієнічні та технічні вимоги до якості води, яка постачається населенню для питних потреб [14, 17, 18, 20].

Нормативні документи визначають декілька категорій показників якості води, які включають фізичні, хімічні, біологічні та радіологічні параметри. Кожна з цих категорій має свої специфічні вимоги, які повинні бути виконані для забезпечення безпеки води.

До фізичних показників якості питної води належать:

- Температура: нормативна температура питної води повинна бути в межах 10-25°C.
- Запах і смак: вода не повинна мати сторонніх запахів і смаків, які можуть свідчити про наявність забруднювачів.

- Кольоровість: вода повинна бути безбарвною або мати слабку кольоровість. Згідно з нормативами, допустима кольоровість води не повинна перевищувати 20 градусів за шкалою платиново-кобальтової шкали.

- Каламутність: вода повинна бути прозорою. Допустимий рівень каламутності не повинен перевищувати 1,5 мг/л.

Хімічні показники якості води включають концентрації різних хімічних елементів та сполук, які можуть бути присутні у воді. Основні хімічні показники включають:

- Рівень рН: оптимальний рівень рН питної води повинен бути в межах 6,5-8,5.

- Залізо: максимально допустима концентрація заліза у воді становить 0,2 мг/л.

- Марганець: концентрація марганцю не повинна перевищувати 0,05 мг/л.

- Нітрати та нітрити: допустима концентрація нітратів становить 50 мг/л, а нітритів – 0,1 мг/л.

- Сульфати: максимально допустима концентрація сульфатів у воді становить 250 мг/л.

- Хлориди: допустима концентрація хлоридів становить 250 мг/л.

Біологічні показники включають наявність у воді патогенних мікроорганізмів та інших живих організмів, які можуть спричинити захворювання. Основні біологічні показники включають:

- Кількість загальних коліформних бактерій: наявність загальних коліформних бактерій у 100 мл води не допускається.

- Ешерихія колі (E. coli): наявність E. coli у 100 мл води не допускається.

- Патогенні мікроорганізми: вода не повинна містити патогенних мікроорганізмів, таких як сальмонела, легіонела та інші.

Радіологічні показники визначають рівні радіоактивного забруднення води. Основні радіологічні показники включають:

- Загальна альфа-активність: допустимий рівень загальної альфа-активності не повинен перевищувати 0,1 Бк/л.

- Загальна бета-активність: допустимий рівень загальної бета-активності не повинен перевищувати 1,0 Бк/л.

Оцінка якості питної води проводиться на основі аналізу проб води, які відбираються з різних джерел водопостачання, таких як водозабори, водоочисні станції та кінцеві точки водорозподільної мережі. Проби води аналізуються на відповідність фізичним, хімічним, біологічним та радіологічним показникам, визначеним у нормативних документах [14, 17].

Українські стандарти якості питної води в значній мірі відповідають міжнародним стандартам, таким як рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та директиви Європейського Союзу щодо якості води, призначеної для споживання людиною. Це забезпечує високий рівень безпеки та здоров'я населення.

На практиці стандарти якості питної води застосовуються на різних етапах водопостачання, включаючи:

1. Водозабір: відбір води з природних джерел, таких як річки, озера, підземні водоносні горизонти, здійснюється з урахуванням гігієнічних вимог та з використанням технологій, що дозволяють мінімізувати забруднення води.

2. Водоочищення: на водоочисних станціях вода проходить через процеси коагуляції, флокуляції, фільтрації, озонування, хлорування та інші методи очищення, які дозволяють видалити забруднювачі та забезпечити відповідність води гігієнічним вимогам.

3. Водорозподільні мережі: після очищення вода транспортується до споживачів через водорозподільні мережі, які повинні бути належним чином обслуговувані та модернізовані для запобігання повторному забрудненню води.

2.2. Сучасні системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах

З огляду на можливі забруднення водопровідної води та зростаючу кількість забруднювачів у навколишньому середовищі, використання сучасних систем доочищення води стає необхідністю. Існує кілька основних типів систем очищення води, які можна використовувати в домашніх умовах [4].



Рис. 3. Порівняння ефективності різних систем фільтрації

2.2.1. Кип'ятіння води

Це, мабуть, найпростіший метод дезінфекції води в домашніх і в польових умовах. Під впливом високої температури структура ДНК більшості патогенних мікроорганізмів руйнується, і вони втрачають здатність розмножуватися. Кип'ятіння ефективно діє проти всіх мікроорганізмів, що утворюють спори.

Варто зазначити, що для повного знезараження воду потрібно не лише довести до кипіння, але й кип'ятити щонайменше п'ять хвилин.

Переваги методу:

- простота виконання;
- відсутність потреби в додатковому обладнанні;

- ефективність проти більшості патогенних мікроорганізмів;
- зниження рівня жорсткості та каламутності води.

Недоліки:

- значне збільшення енергоспоживання при обробці великих об'ємів води;
- тривалість процесу;
- можливість повторного забруднення води.

2.2.2. Системи зворотного осмосу

Система зворотного осмосу є однією з найбільш ефективних технологій для очищення води. Вона працює на основі принципу осмосу, де вода проходить через напівпроникну мембрану, яка дозволяє молекулам води проходити, але затримує забруднювачі, такі як солі, метали, бактерії та віруси.

Зворотний осмос застосовує тиск для того, щоб примусити воду проходити через мембрану у зворотному напрямку, таким чином очищуючи її від забруднень.



Рис.4. Схематичне зображення роботи системи зворотного осмосу

Переваги:

1. Висока ефективність: система зворотного осмосу здатна видаляти до 99% забруднювачів, включаючи важкі метали, пестициди, хімічні сполуки та мікроорганізми.

2. Поліпшення смаку та запаху води: очищена вода має кращий смак та запах, оскільки видаляються домішки, які можуть негативно впливати на органолептичні властивості води.

3. Зменшення вмісту солей: зворотний осмос ефективно знижує жорсткість води, видаляючи солі кальцію та магнію.

4. Безпека: система забезпечує високий рівень безпеки води, знижуючи ризик зараження патогенними мікроорганізмами.

Недоліки:

1. Високий рівень водовитрат: процес зворотного осмосу вимагає значної кількості води для промивання мембран, що може призвести до високих витрат води.

2. Складність обслуговування: система потребує регулярного обслуговування, включаючи заміну мембран та фільтрів.

3. Зниження мінерального складу води: зворотний осмос видаляє не тільки забруднювачі, але і корисні мінерали, що може призвести до дефіциту мінералів у питній воді.

2.2.3. Фільтри для води

Фільтри для води є одним з найпоширеніших методів очищення води в домашніх умовах. Вони працюють на основі механічного або хімічного фільтрування, видаляючи різні забруднювачі, такі як пісок, глина, хлор, важкі метали, бактерії та інші домішки. Існує кілька типів фільтрів для води, включаючи вугільні фільтри, механічні фільтри, ультрафільтри та іонно-обмінні фільтри [4, 3].

Переваги:

1. Доступність: фільтри для води доступні за ціною та легко встановлюються в домашніх умовах.

2. Ефективність: вугільні фільтри ефективно видаляють хлор, органічні забруднювачі та покращують смак і запах води.

3. Простота у використанні: фільтри не вимагають складного обслуговування та легко замінюються.

4. Збереження мінерального складу води: більшість фільтрів зберігає корисні мінерали у воді, що є перевагою для здоров'я.

Недоліки:

1. Обмежена ефективність: деякі фільтри не можуть видаляти всі типи забруднювачів, такі як віруси або важкі метали.

2. Необхідність регулярної заміни: фільтри потребують регулярної заміни картриджів для підтримання ефективності.

3. Можливість забруднення: неправильне використання або несвоєчасна заміна фільтрів може призвести до накопичення забруднень у фільтрах і погіршення якості води.



Рис. 5. Треступенева система очищення води зі змінними картриджами.

2.2.4. Ультрафіолетові системи дезінфекції

Ультрафіолетові (УФ) системи дезінфекції використовують ультрафіолетове випромінювання для знищення мікроорганізмів у воді. УФ-промені руйнують ДНК бактерій, вірусів та інших патогенів, запобігаючи їх

розмноженню та поширенню. УФ-системи не додають хімічних речовин у воду і не змінюють її смаку або запаху.

Переваги:

1. Ефективність: УФ-промені ефективно знищують більшість патогенних мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси та найпростіші.
2. Безпека: УФ-дезінфекція не додає хімічних речовин у воду, тому немає ризику утворення побічних продуктів.
3. Збереження мінерального складу: УФ-системи не змінюють мінеральний склад води, що є перевагою для здоров'я.
4. Простота у використанні: УФ-системи легко встановлюються та не потребують складного обслуговування.

Недоліки:

1. Необхідність попереднього фільтрування: УФ-дезінфекція ефективна тільки для чистої води, тому перед її застосуванням необхідно провести механічне або хімічне фільтрування.
2. Відсутність залишкового ефекту: УФ-промені не залишають залишкового дезінфікуючого ефекту, тому вода може знову забруднитися під час транспортування або зберігання.
3. Витрати на електроенергію: УФ-системи потребують електроенергії для роботи, що може збільшити витрати на їх використання.

2.2.5. Іонно-обмінні системи

Іонно-обмінні системи очищення води працюють на основі заміщення іонів забруднювачів на нешкідливі іони. Цей процес відбувається у спеціальних смолах, які містять обмінні іони. Найчастіше використовуються для зниження жорсткості води та видалення іонів важких металів [1].

Переваги:

1. Зниження жорсткості води: іонно-обмінні системи ефективно знижують жорсткість води, що дозволяє покращити її смак та запобігти утворенню накипу на обладнанні.

2. Видалення важких металів: ці системи ефективно видаляють іони важких металів, таких як свинець, мідь та ртуть, з води.

3. Збереження корисних мінералів: іонно-обмінні системи не змінюють мінеральний склад води, зберігаючи корисні мінерали.

4. Простота у використанні: системи легко встановлюються та не потребують складного обслуговування.

Недоліки:

1. Необхідність регенерації смоли: іонно-обмінні смоли потребують регулярної регенерації для відновлення їхньої здатності до іонного обміну.

2. Обмежена ефективність: системи не видаляють усі види забруднювачів, такі як бактерії, віруси та органічні речовини.

3. Витрати на регенерацію: процес регенерації потребує спеціальних хімічних речовин, що може збільшити витрати на обслуговування.

2.2.6. Озонування

Озонування є ефективним методом дезінфекції води, який використовує озон (O_3) для знищення мікроорганізмів. Озон є потужним окислювачем, який руйнує клітинні стінки бактерій, вірусів та інших патогенів. Озон також видаляє органічні забруднювачі та поліпшує смак і запах води.

Переваги

1. Висока ефективність: озонування ефективно знищує більшість патогенних мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси та найпростіші.

2. Поліпшення смаку та запаху: озон видаляє органічні речовини, що можуть негативно впливати на смак і запах води.

3. Відсутність залишкових продуктів: озон швидко розкладається на кисень, тому не залишає небезпечних залишкових продуктів у воді.

4. Окислення органічних забруднювачів: озон ефективно окислює органічні забруднювачі, що дозволяє знизити вміст токсичних речовин у воді.

Недоліки

1. Високі витрати на обладнання: системи озонування потребують спеціального обладнання, яке може бути дороговартісним.
2. Необхідність попереднього фільтрування: озонування ефективно тільки для чистої води, тому перед його застосуванням необхідно провести механічне або хімічне фільтрування.
3. Відсутність залишкового ефекту: озон швидко розкладається, тому не залишає залишкового дезінфікуючого ефекту у воді.
4. Безпека: озон є потужним окислювачем, тому необхідно дотримуватися заходів безпеки при роботі з озонаторами.

2.2.7. Ультрафільтрація

Ультрафільтрація є методом очищення води, який використовує мембрани з дуже дрібними порами для видалення забруднювачів. Мембрани ультрафільтрації здатні затримувати бактерії, віруси, органічні та неорганічні речовини, дозволяючи чистій воді проходити через них [15-17].

1. Висока ефективність: ультрафільтрація ефективно видаляє мікроорганізми та дрібні частки, забезпечуючи високу якість води.
2. Безпека: ультрафільтраційні мембрани не додають хімічних речовин у воду, тому немає ризику утворення побічних продуктів.
3. Збереження мінерального складу: ультрафільтрація не змінює мінеральний склад води, що є перевагою для здоров'я.
4. Простота у використанні: системи ультрафільтрації легко встановлюються та не потребують складного обслуговування.

Недоліки

1. Необхідність регулярного очищення мембран: мембрани ультрафільтрації потребують регулярного очищення для підтримання їхньої ефективності.

2. Обмежена ефективність для хімічних забруднювачів: ультрафільтрація не видаляє деякі хімічні забруднювачі, такі як важкі метали або пестициди.

3. Високі витрати на мембрани: мембрани ультрафільтрації можуть бути дорогими, що збільшує витрати на обслуговування системи.

Отже, сучасні системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах, надають широкий спектр методів для забезпечення безпеки та якості питної води. Кожна з систем має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати при виборі найбільш підходящої технології для конкретних умов.

Зворотний осмос, фільтри для води, ультрафіолетові системи дезінфекції, іонно-обмінні системи, озонування та ультрафільтрація є найбільш популярними та ефективними методами, які допомагають забезпечити здоров'я та добробут кожної родини. Вибір оптимальної системи очищення води залежить від конкретних потреб, якості вихідної води та фінансових можливостей.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТРЬОХСТУПЕНЕВОЇ ПРОТОЧНОЇ СИСТЕМИ AQUAFILTER ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ В ДОМАШНІХ УМОВАХ

Очищення води для побутових потреб є важливим аспектом забезпечення здоров'я та добробуту населення. Вода, яка виходить зі станції водопідготовки, зазвичай відповідає всім санітарно-гігієнічним нормам та стандартам.

Проте, на шляху до кінцевого споживача вона проходить через розгалужену систему водопостачання, що може призвести до її забруднення. Тому виникає необхідність додаткового очищення води безпосередньо в місці її споживання, що забезпечується сучасними проточними системами очищення, такими як трьохступенева система Aquafilter.

Незважаючи на високий рівень очищення води на водопідготовчих станціях, стан систем водопостачання у багатьох містах України та інших країн залишає бажати кращого.

Старі труби, корозія, відкладення осадів та прориви водопровідних мереж призводять до вторинного забруднення води. Це може включати фізичні, хімічні та біологічні забруднювачі, що робить воду потенційно небезпечною для здоров'я споживачів.

Основними забруднювачами, що можуть потрапити у воду з систем комунікацій, є:

1. Механічні домішки: частинки піску, іржі, глини, мулу, що потрапляють у воду через корозію труб та осади у водопровідній системі.
2. Органічні речовини: вода може містити залишки органічних сполук, що розкладаються, залишаючи неприємний запах та смак.
3. Хімічні забруднювачі: можливе проникнення важких металів (свинець, мідь, цинк), пестицидів та інших шкідливих хімічних сполук через корозію труб та вплив навколишнього середовища.

4. Біологічні забруднювачі: мікроорганізми, бактерії, віруси та інші патогени можуть проникати у воду через пошкоджені ділянки трубопроводу або недостатнє хлорування.

Дослідження показують, що вода, яка надходить до кінцевих споживачів, часто має погіршені характеристики порівняно з водою, яка виходить зі станції водопідготовки.

Це підтверджується різноманітними дослідженнями та аналізами якості води в різних містах. Часто виявляється перевищення допустимих концентрацій заліза, органічних речовин, а також мікробіологічних забруднень.

Таким чином, навіть вода, яка відповідає стандартам на виході зі станції, може стати небезпечною при споживанні через старіння та зношеність систем водопостачання.

3.1. Обґрунтування додаткового очищення води

Кожен із перелічених забруднювачів може негативно вплинути на здоров'я людини:

- Механічні домішки можуть викликати подразнення травного тракту та механічне пошкодження систем водопостачання.
- Органічні речовини можуть сприяти розвитку патогенних мікроорганізмів, викликаючи захворювання шлунково-кишкового тракту.
- Хімічні забруднювачі (важкі метали, пестициди) можуть мати довготривалий негативний вплив на організм, спричиняючи токсичні ефекти та хронічні захворювання.
- Біологічні забруднювачі можуть викликати гострі інфекційні захворювання, такі як гастроентерит, холера, дизентерія та інші.

У зв'язку з можливими забрудненнями, навіть після очищення на водопідготовчих станціях, виникає потреба в додатковому очищенні води безпосередньо перед її споживанням. Це дозволяє забезпечити максимальну якість та безпеку питної води.

3.2. Опис трьохступеневої проточної системи Aquafilter

Трьохступенева проточна система Aquafilter є ефективним і в той же час фінансово прийнятним рішенням для очищення води в домашніх умовах.

Вона складається з трьох основних етапів очищення, кожен з яких спрямований на видалення певного типу забруднювачів.

1. Перший ступінь очищення: механічний фільтр.

Цей етап призначений для видалення механічних домішок (піску, іржі, мулу, глини). Використовується картридж з поліпропіленовим волокном, який затримує частинки розміром до 5 мікрон. Це забезпечує попереднє очищення води та захист наступних етапів від забруднення.

2. Другий ступінь очищення: вугільний фільтр. Активоване вугілля в картриджі другого ступеня видаляє органічні речовини, хлор та його похідні, що забезпечує покращення смаку, запаху та кольору води. Вугілля також ефективно адсорбує певні хімічні забруднювачі.

3. Третій ступінь очищення: фільтр з іонообмінною смолою або додатковий вугільний фільтр. На цьому етапі видаляються залишки важких металів та інших хімічних забруднювачів, що залишилися після попередніх етапів. Іонообмінна смола замінює іони шкідливих металів на безпечні іони, наприклад, натрій або кальцій.

3.2.1. Вибір картриджів

Для ефективної роботи трьохступеневої системи Aquafilter важливо правильно вибрати та регулярно замінювати картриджі:

- Перший ступінь: картридж з поліпропіленового волокна, що затримує частинки до 5 мікрон. Рекомендується замінювати кожні 3-6 місяців в залежності від якості вхідної води.

- Другий ступінь: картридж з активованим вугіллям, який видаляє хлор, органічні речовини та покращує смак і запах води. Заміна картриджа рекомендується кожні 6-12 місяців.

- Третій ступінь: картридж з іонообмінною смолою або додатковий вугільний картридж. Заміна залежить від типу картриджа і якості води, зазвичай кожні 6-12 місяців.

3.2.2. Переваги та недоліки трьохступеневої системи Aquafilter

Переваги:

- ефективність очищення
- простота використання
- економічність.

Трьохступенева система Aquafilter забезпечує високий рівень очищення води від широкого спектру забруднювачів. Комбіноване використання механічного, вугільного та іонообмінного фільтрів дозволяє досягти оптимальних результатів, що робить воду безпечною та приємною для вживання.

Система Aquafilter легко встановлюється під раковину або в іншому зручному місці, що не займає багато простору. Обслуговування системи зводиться до регулярної заміни картриджів, що не потребує спеціальних навичок або інструментів.

Хоча встановлення системи потребує початкових інвестицій, подальша експлуатація є досить економічною. Вартість картриджів та їх заміна є доступною, що робить систему вигідною для тривалого використання.

Недоліки трьохступеневої системи Aquafilter:

- потреба в регулярному обслуговуванні
- обмеження у видаленні специфічних забруднювачів
- потреба в просторовому розміщенні.

Картриджі в системі потребують регулярної заміни, що може стати додатковими витратами для користувачів. Невчасна заміна картриджів може знизити ефективність очищення.

Хоча трьохступенева система ефективна проти більшості забруднювачів, вона може не повністю видаляти деякі специфічні речовини, такі як певні розчинені гази або мікроорганізми. У таких випадках може знадобитися додаткове очищення.

Система потребує певного простору для установки під раковину або в іншому місці, що може бути проблематичним у малогабаритних квартирах.

3.3. Дослідження якості води після очищення трьохступеневою системою Aquafilter

Для оцінки ефективності трьохступеневої системи Aquafilter було проведено експеримент, що включав порівняння якості води до і після очищення. Дослідження проводилося за такими показниками:

- Колір
- Смак
- Запах
- Рівень рН
- Жорсткість.

Дослідження проводили за допомогою трьохступеневої системи Aquafilter, що встановлена під мийкою.

Дослідження проводили в 3 етапи.

1. Спочатку визначали показники у воді з-під крану (вода надходить через водогін Дніпро-Кіровоград з р. Дніпро).

2. Досліджували воду, очищену за допомогою трьохступеневої системи Aquafilter з картриджами, що були в експлуатації протягом 4-х місяців.

3. Досліджували воду, очищену за допомогою трьохступеневої системи Aquafilter з новими картриджами.

Для оцінки вищезгаданих параметрів використовували такі методики: ДСТУ ISO 7887:2001 "Якість води. Дослідження і визначення кольору, ДСТУ 8784:2018 "Вода питна. Методи оцінювання смаку і запаху, ДСТУ ISO 10523:2008 "Якість води. Визначення водневого показника (рН), ДСТУ ISO

6059:2001 "Якість води. Визначення суми кальцію та магнію. Метод комплексонометричного титрування».

Послідовність обраних для встановлення картриджів:

1-й - картридж FCPS5 з поліпропіленового волокна 5 мк

2-й – картридж Aquafilter FCCBKDF зі спресованого активованого вугілля. Усередині картриджа розташовані вставки поліпропілену, які видаляють механічні домішки розміром до 5 мкм.

Між ними є спресоване активоване вугілля з кокосової шкаралупи із засипкою KDF. Дія цього завантаження спрямована на очищення води від широкого спектра забруднень. Активоване вугілля видаляє хлор, хлорорганічні сполуки, фенол, бензол і органічні забруднення, покращує смак і запах води. Матеріал KDF знижує концентрацію важких металів у воді (свинець, ртуть, кадмій) і заліза, видаляє сірководень і пестициди. Крім того, KDF запобігає розвитку бактерій і вірусів.

3-й – картридж з поліпропіленового волокна 1 мк.

Колір: до очищення вода мала злегка жовтуватий відтінок через присутність механічних домішок та органічних речовин.

Після очищення трьохступеневою системою Aquafilter з картриджами, що були в експлуатації 4 місяці вода стала більш прозорою, але зі слабким жовтуватим відтінком.

Після очищення трьохступеневою системою Aquafilter з новими картриджами вода стала прозорою, що свідчить про ефективне видалення механічних та органічних забруднювачів.

Смак: до очищення вода мала незначний присмак хлору та металів. Після очищення трьохступеневою системою Aquafilter з картриджами, що були в експлуатації 4 місяці, вода не мала присмаку хлору, але був присутній інший не дуже приємний присмак, що свідчить про вичерпання ресурсу картриджів.

Після очищення з новими картриджами смак води значно покращився, зникли неприємні присмаки, що свідчить про ефективне видалення хлору та його похідних, а також важких металів.

Запах: до очищення вода мала слабкий запах хлору та органічних речовин.

Після очищення трьохступеневою системою Aquafilter з картриджами, що були в експлуатації 4 місяці, вода не мала запаху хлору, але набула іншого стороннього запаху, що свідчить про вичерпання ресурсу картриджів.

Після очищення з новими картриджами запах повністю зник, що свідчить про ефективне видалення хлорорганічних сполук.

Рівень рН: до очищення рівень рН води становив 7.5, що є нормальним показником.

Після очищення рН залишився на рівні 7.5, що свідчить про те, що система не впливає на кислотно-лужний баланс води.

Жорсткість води до очищення становила 7 мг-екв/л, що є допустимим показником. Після очищення жорсткість не змінилась, так як ми не використовували картридж з іонообмінними смолами.

Отже, результати дослідження показали, що трьохступенева проточна система Aquafilter є ефективним рішенням для додаткового очищення води в домашніх умовах за умови вчасної заміни картриджів. Вона забезпечує високу якість очищення від механічних, органічних, хімічних та біологічних забруднювачів, що підтверджено результатами експерименту. Вода після очищення відповідає високим стандартам якості, що сприяє поліпшенню здоров'я та добробуту споживачів.

Незважаючи на деякі недоліки, такі як потреба в регулярній заміні картриджів, трьохступенева система Aquafilter залишається одним з найкращих рішень для очищення води в домашніх умовах.

3.4. Подальші дослідження та перспективи вдосконалення системи

Для подальшого підвищення ефективності трьохступеневої системи Aquafilter можуть бути впроваджені деякі вдосконалення:

- Розробка нових матеріалів для картриджив: використання нових фільтруючих матеріалів, які забезпечують більш високу ефективність видалення специфічних забруднювачів, таких як розчинені гази або мікроорганізми.

- Інтеграція додаткових етапів очищення: додавання четвертого етапу, який може включати ультрафільтрацію або ультрафіолетове опромінення для додаткового знезараження води.

- Покращення дизайну системи: оптимізація конструкції для зменшення просторових вимог та підвищення зручності обслуговування.

Технологічний прогрес у галузі водоочищення постійно триває. Нові технології, такі як нанофільтрація, електродіаліз та інші методи, можуть забезпечити ще вищий рівень очищення. Дослідження можливостей інтеграції цих технологій у домашні системи очищення води можуть стати перспективним напрямом для подальших розробок.

Інтелектуальні системи контролю та моніторингу якості води можуть забезпечити автоматичне визначення необхідності заміни картриджив, відстеження якості вхідної та вихідної води в режимі реального часу. Це дозволить підвищити ефективність роботи системи та забезпечити користувачам ще більшу безпеку та зручність.

3.5. Практичні рекомендації для споживачів

При виборі трьохступеневої системи очищення води Aquafilter слід враховувати такі аспекти:

- Оцінка якості вхідної води: проведення аналізу води, що надходить у квартиру для визначення основних забруднювачів та вибору відповідних картриджив.

- Професійна установка: звернення до кваліфікованих спеціалістів для правильної установки системи, що забезпечить її оптимальну роботу та буде запобігати можливим проблемам.

- Регулярне обслуговування: для забезпечення ефективної роботи системи необхідно дотримуватися рекомендацій виробника щодо регулярної заміни картриджів та проведення технічного обслуговування.

Це включає:

- Заміну картриджів кожні 3 місяці, виходячи з того, що вода проходить довгий шлях від станції водопідготовки до споживача забрудненими комунікаційними спорудами..

Регулярне проведення аналізів води після очищення дозволить контролювати ефективність роботи системи та своєчасно виявляти необхідність у заміні картриджів або проведенні додаткового обслуговування.

Результати наших досліджень підтверджують, що трьохступенева проточна система Aquafilter є надійним та ефективним рішенням для очищення води в домашніх умовах. Вона забезпечує високу якість питної води, видаляючи механічні, органічні, хімічні та біологічні забруднювачі.

ВИСНОВКИ

1. Основними видами забруднювачів питної води є: хімічні, фізичні, біологічні, радіологічні забруднювачі.

До основних джерел забруднення питної води відносяться: сільське господарство, промисловість, міські стоки, гірничодобувна діяльність.

Використання різних методів очищення, таких як хлорування, фільтрація, озонування та ультрафіолетова дезінфекція, дозволяє ефективно видаляти різноманітні забруднювачі з води. Проте існує потреба в подальшому вдосконаленні та модернізації систем очищення води для забезпечення максимальної ефективності та екологічної безпеки.

2. Сучасні системи очищення води, що використовуються в домашніх умовах, надають широкий спектр методів для забезпечення безпеки та якості питної води. Кожна з систем має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати при виборі найбільш підходящої технології для конкретних умов.

Зворотний осмос, фільтри для води, ультрафіолетові системи дезінфекції, іонно-обмінні системи, озонування та ультрафільтрація є найбільш популярними та ефективними методами, які допомагають забезпечити здоров'я та добробут кожної родини. Вибір оптимальної системи очищення води залежить від конкретних потреб, якості вихідної води та фінансових можливостей.

3. Результати наших досліджень підтверджують, що трьохступенева проточна система Aquafilter є надійним та ефективним рішенням для очищення води в домашніх умовах. Вона забезпечує високу якість питної води, видаляючи механічні, органічні, хімічні та біологічні забруднювачі.

Незважаючи на деякі недоліки, такі як потреба в регулярній заміні картриджів, система має значні переваги, серед яких висока ефективність очищення, простота використання та економічність. Подальші дослідження та вдосконалення системи можуть зробити її ще більш ефективною та зручною для споживачів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В. Я. Кобилянський, Безпека та якість питної води. Вода. Екологія. Суспільство: Тези доповідей та інформаційні матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції, Харків, 1–2 жовтня 2020 р. / За ред. К. Б. Сорокіної ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. С. 32.

2. Солодовник Т. В., Якименко І. К. ПРОБЛЕМИ ТА СПОСОБИ ДООЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В СИСТЕМАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2021. № 2. С. 63–81. URL: <https://doi.org/10.24025/2306-4412.2.2021.239703>

3. Якименко І.К., Солодовнік Т.В. Перспективи дослідження якості децентралізованих вод Черкаської області. Матеріали X Ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія та сучасні технології» м. Дніпро, 23–24 листопада 2021 р. С. 137–138.

4. Д. Нечипорук, Н.В. Тарасенко І.В. Лісовська, Очищення питної води в домашніх умовах, / Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. 2017. № 6. С. 139–143.

5. Твердохліб М. М. Інтенсифікація процесів очищення води від сполук заліза та марганцю: дис... канд. тех. наук : 21.06.01. Київ, 2019. 235 с.

6. М. М. Твердохліб, М. Д. Гомеля, “Сорбційно-каталітичне очищення води від сполук марганцю”, Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки», Т. 30 (69) № 3 част. 2, с. 42–46. 2019. doi: 10.32838/2663-5941/2019.3-2/08.

7. Переносний пристрій для очищення води, пат. 114353 Україна: МПК B01D 35/26 (2006.01) B01D 24/10 (2006.01) C02F 3/06 (2006.01), № 201507010, заявл. 14.07.2015, опубл. 25.05.2017, Бюл. № 10. 4 с.

8. Спосіб порційного очищення води з природних джерел за допомогою мобільного пристрою, пат. 98944 Україна, МПК: C02F 1/18 (2006.01), № 201413209, заявл. 09.12.2014, опубл. 12.05.2015, Бюл.№ 9. 6 с.

9. Спосіб очистки природних і стічних вод, пат. 118596 Україна, № 201702868, МПК: (2017.01) C02F 1/00 C02F 1/48 (2006.01), заявл. 27.03.2017, опубл. 10.08.2017, Бюл.№ 15. 5 с.

10. Засідко І. Б. Дослідження цеоліту для очищення природних і стічних вод комунальних підприємств. / І. Б. Засідко, М. С. Полутренко, О. М. Мандрик // Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(5). С. 63.

11. Axel R. Fischer, L. Sgolik, A. Kreller, Ch. Dornack Zinc(II) Adsorption by Low-Carbon Shungite: The Effect of pH, Water 2018, 10(4), ISSN: 2073-4441. DOI: 10.3390/w10040422

12. Pranoto¹, Tri Martini¹, Fitri Astuti¹ and Winda Maharditya, Test The Effectiveness and Characterization of Quartz Sand/Coconut Shell Charcoal Composite as Adsorbent of Manganese Heavy Metal , OP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 858, 4th International Conference on Advanced Material for Better Future 2019 (ICAMBF 2019) 7-8 October 2019, Surakarta, Indonesia, DOI 10.1088/1757-899X/858/1/012041

13. H. S.Majdia, M. Sh. Jaafarb, A. M. Abed, “Using KDF material to improve the performance of multi-layers filters in the reduction of chemical and biological pollutants in surface water treatment”, South African Journal of Chemical Engineering, 2019, vol. 28, p. 39-45. doi: 10.1016/j.sajce.2019.01.003

14. Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400 : станом на 22 берез. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>

15. Іваненко І. М., Донцова Т. А., Феденко Ю. М. Адсорбція, адсорбенти і каталізатори на їх основі : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 233 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29419>.

16. ДСанПіН 2.24-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної до споживання людиною. 2. [Електронний ресурс]. – Доступно з <http://www.kmu.gov.ua>.

17. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 р. № 465 Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами.

18. Наказ Міністерства з питань житловокомунального господарства України від 18.05.2007 р. №18 Про затвердження Інструкції із застосування гіпохлориту натрію для знезараження води в системах централізованого питного водопостачання та водовідведення.

19. А.К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. і. Гвоздяк, Т. В, Князькові. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. - К.: Лібра, 2000. - 552 с.

20. Загальнодержавна цільова соціальна програма «Питна вода України» на 2022-2026 роки. Верховна Рада України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/388-2021-%D1%80#Text>

21. Курніков Ю.О., Бердишев Г.Д., Орлюк М.І. та ін. Універсальний фільтрувальний пристрій для очищення водопровідної або річкової, або підземної води і одержання питної води підвищеної якості споживання "Природний". Опис до патенту на корисну модель. UA 44067 U. 10.09.2009. Бюл.№17.

22. Стрелко В.В., Бортун А.І., Картель М.Т. та ін. Фільтруючий матеріал для очистки питної води. Опис до патенту на винахід. UA 4581 C1. 28.12.94. Бюл. №7-І.

23. Швець Д.І., Опенько Н.М., Маметєєва Є.Г., Василенко В.Й. Сорбційно-фільтраційний матеріал для очищення води. Опис до деклараційного патенту на винахід. UA 41513 A. 17.09.2001. Бюл №8. 24. КП «Теплоенергетик» КМР, м. Кропивницький. Хіміко-бактеріологічна лабораторія контролю якості питної води. Протокол №72 вимірювання показників складу та властивостей питної води від 01.12.2021р. URL:

<https://teploenergetik.kr.ua/informatsiya-pro-yakist-pitnoi-vodi> (дата звернення: 17.09.2022)

25. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. – К.: 2016, №2. – 70 с.

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

27. Pal A, Gin KY, Lin AY, Reinhard M. Impacts of emerging organic contaminants on freshwater resources: review of recent occurrences, sources, fate and effects. *Sci Total Environ.* 2010; 408: 6062-6069. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.09.026.

28. Marttinen SK, Kettunen RH, Rintala JA. Occurrence and removal of organic pollutants in sewages and landfill leachates. *Sci Total Environ.* 2003; 301: 1-12. doi: 10.1016/s0048-9697(02)00302-9.

29. Khan NA, Ahmed S, Farooqi IH, Ali I, Vambol V, Changani F, et al. Occurrence, sources and conventional treatment techniques for various antibiotics present in hospital wastewaters: a critical review. *Trends Anal Chem.* 2020; 129: 115921. doi: 10.1016/j.trac.2020.115921