

О.О. МАЦІЄВСЬКА, кандидат технічних наук
І.З. КАЧМАР
Національний університет "Львівська політехніка"

ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ ПОБУТОВИМИ ФІЛЬТРАМИ

Представлено результати порівняння ефективності знезалізнення питної води побутовими фільтрами марок "Наша вода" (Україна), BRITA (Німеччина) та "Аквафор" (Росія). Виявлено позитивні результати щодо зменшення концентрації загального заліза у воді. Проте для знезалізнення питної води слід застосовувати відомі методи на водопровідних очисних спорудах населених пунктів.

Ключові слова: питна вода, залізо загальне, побутові фільтри.

Представлены результаты сравнения эффективности обезжелезивания питьевой воды бытовыми фильтрами марок "Наша вода" (Украина), BRITA (Германия) и "Аквафор" (Россия). Выявлены положительные результаты по уменьшению концентрации общего железа в воде. Однако для обезжелезивания питьевой воды следует применять известные методы на водопроводных очистных сооружениях населенных пунктов.

Ключевые слова: питьевая вода, железо общее, бытовые фильтры.

The results of the comparison of drinking-water deferrization efficiency in the domestic filters of brands: "Nasha voda" (Ukraine), "Brita" (Germany) and "Akvafor" (Russia). The positive results in reducing the total iron in the water. However, the known methods should be applied for the deferrization of drinking water at the municipal water treatment plants.

Key words: drinking water, total iron, domestic filters.

Постановка проблеми

Нормальне функціонування людського організму значно залежить від стабільності його хімічного складу. Коливання вмісту (як надлишок, так і недостатність) хімічних елементів в організмі призводить до низки захворювань. Хімічні елементи надходять в організм людини переважно з рослинною й тваринною їжею та питною водою.

Роль води в житті людини є надзвичайно важливою. Вода – найважливіший компонент всіх клітин, основа міжклітинної рідини, плазми і лімфи; вона складає близько 65...70% від маси тіла людини. У клітинах вода є розчинником неорганічних і органічних сполук, учасником багатьох хімічних реакцій, що відбуваються у водних розчинах. Добова норма споживання води людиною – 2,5...3,0 дм³. Залежно від умов зовнішнього середовища ця норма

може змінюватися.

Значення концентрації загального заліза – одне з головних фізико-хімічних показників безпечності та якості водопровідної води.

Нормативне значення концентрації загального заліза у водопровідній воді – не більше 0,2 мг/дм³. З врахуванням конкретної ситуації, за погодженням з головним державним санітарним лікарем відповідної адміністративної території, цей показник може бути збільшений до 1,0 мг/дм³ [1].

Вода, що містить залізо в значних кількостях, має жовтувато-буре забарвлення, підвищену каламутність, залізистий присмак тощо. Вода з концентрацією заліза понад 0,3 мг/дм³ викликає утворення іржавих потьоків на сантехнічних приладах, здатна змінити колір тканин під час прання тощо.

За значних концентрацій цього елемента у воді виникає характерний металевий присмак, що негативно позначається на якості напоїв (чай, кава тощо). У деяких випадках може погіршуватися смак та якість їжі, приготовленої на воді з високим вмістом заліза.

Надлишковий вміст заліза у воді несприятливо впливає на шкіру, склад крові тощо. Тривале споживання води з підвищеним вмістом заліза призводить до захворювань печінки, викликає алергічні реакції тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз якості підземних вод на території Львівської області свідчить про підвищений вміст загального заліза у воді деяких водозаборів. За даними КП „Червоноградводоканал” вода водозаборів Червоноградського родовища підземних вод за вмістом заліза не відповідає вимогам [1]. Протягом вересня-жовтня 2010 р. вміст заліза у воді становив: Бендюзький водозабір – 0,32...0,60 мг/дм³; Правдинський водозабір – < 0,05...0,56 мг/дм³; Межирічанський водозабір – 0,24...0,40 мг/дм³. Іноді ця концентрація сягає значення понад 1 мг/дм³, що викликає скарги людей [2, 342–351].

Проте, навіть за відповідної якості води в джерелах та задовільної роботи водопровідних очисних споруд не виключене її вторинне забруднення у розподільних мережах водопостачання населених пунктів [3, 147–152].

Останнім часом населення України для додаткового очищення питної води використовує різноманітні побутові фільтри, зокрема картриджного типу (фільтри-гличики). На ринку України представлені фільтри для пом'якшення води картриджного типу різного виробництва. Всі вони характеризуються такими перевагами порівняно з іншими системами очищення води:

- не потребують під'єднання до водопроводу;
- компактність. Їх можна використовувати як в міській квартирі, так і на дачі;
- універсальність. Залежно від типу змінного картриджа водопровідну воду можна ефективно пом'якшувати, знезалізнювати, видаляти з неї органічні й хлоропохідні речовини, радіонукліди, діоксини тощо;
- простота в обслуговуванні та легкість заміни картриджа.

Серед населення України найбільше користуються попитом фільтри-гличики зі змінним картриджем **"Наша вода"** (Україна), **BRITA** (Німеччина),

"Аквафор" (Росія).

Виробники побутових фільтрів у паспортах до них зазначають ресурс фільтра та ступінь очищення води для деяких забруднювальних речовин, наприклад, хлорпохідних, фенолів, важких металів тощо. Проте часто виробники не повідомляють про ефективність вилучення зазначених забруднювальних речовин у часі.

Мета дослідження – порівняння ефективності знезалізнення питної води побутовими фільтрами-гличиками марок "Наша вода" (Україна), *BRITA* (Німеччина) та "Аквафор" (Росія).

Викладення основного матеріалу

На рис. 1 представлено зовнішній вигляд побутових фільтрів зі змінними картриджами марок "Наша вода" (Україна), *BRITA* (Німеччина) та "Аквафор" (Росія).



Рис. 1. Зовнішній вигляд фільтрів-гличиків зі змінними картриджами марок: а – "Наша вода" (Україна); б – *BRITA* (Німеччина); в – "Аквафор" (Росія)

За даними виробника, у фільтрах "**Наша вода**" використовується змінний картридж "ЕКОСОФТ КСП МІНІ". Технологія очищення води така:

- активоване вугілля з шкаралупи кокосового горіха з добавкою срібловмісного компонента видаляє хлор, хлорорганічні сполуки, а також запобігає розмноженню мікроорганізмів (рис. 2, а);
- йонообмінна смола зменшує мінералізацію, а отже й твердість води. На цій стадії з води також видаляються важкі й кольорові метали, радіонукліди (рис. 2, а);
- полімерний сорбційний матеріал видаляє органічні сполуки, алюміній і залишкове залізо;
- вискоєфективне активоване вугілля із спеціальною пористою структурою видаляє природні органічні сполуки, покращує смак, запах і колірність очищеної води;
- пористе поліпропіленове волокно видаляє механічні домішки.

Термін служби картриджа – не більше 3-х місяців незалежно від об'єму очищеної води. Ресурс змінного картриджа – до 400 дм³.

Картридж для фільтра-гличика **BRITA Maxtra** – останнє ноу-хау від **BRITA** (Німеччина). Система очищення води у картриджі **BRITA Maxtra** – 4-ступінчаста:

- інтенсивне попереднє фільтрування крізь дрібну сітку дає змогу затримати крупні механічні домішки;
- йонообмінна смола в H-формі пом'якшує воду, вилучає алюміній, важкі метали (зокрема мідь, свинець тощо) (рис. 2, б);
- активоване вугілля затримує сполуки хлору та інші органічні домішки, а імпregноване срібло додає фільтру бактерицидні властивості (рис. 2, б);
- інтенсивне завершальне фільтрування крізь спеціальну дрібну сітку для видалення крупних домішок.

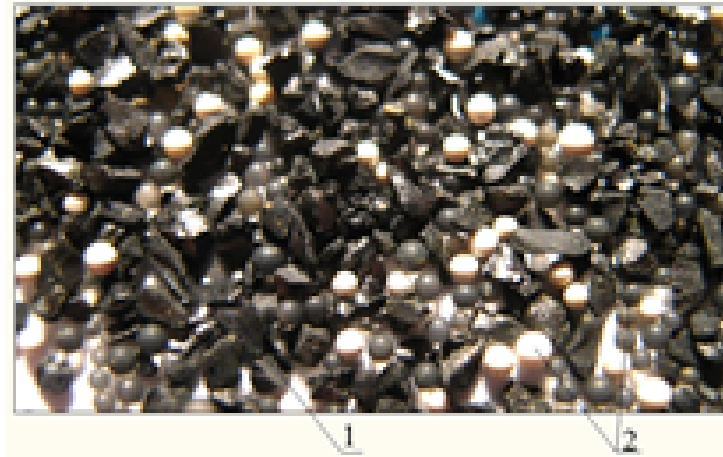
У картриджі передбачено контроль швидкості потоку. Ресурс змінного картриджа – до 250 дм³.

Змінний картридж до фільтра "**Аквафор**" складається з гранульованих і волокнистих сорбентів (кокосове активоване вугілля, йонообмінна смола та волокна Аквален) (рис. 2, в). Слід зазначити, що лише у фільтрах "Аквафор" використовуються унікальні волокна Аквален, спеціально розроблені для очищення питної води і запатентовані в Росії та США. Завдяки високим гідрофільним властивостям волокна Аквалену рівномірно розподіляють потік води в щільному сорбційному шарі картриджа, виключаючи "каналні" ефекти (протікання води в обхід сорбенту), забезпечуючи ефективне очищення води. Змінний картридж В100-5 надійно і безповоротно затримує органічні сполуки, важкі метали та інші шкідливі домішки, а також усуває надлишкову твердість води. Солі твердості видаляються шляхом йонного обміну в гранулах йонообмінної смоли. Катіони кальцію і магнію затримуються, а у воду надходять безпечні катіони натрію і гідрогену. Вміст йонообмінної смоли в картриджі підібрано так, щоб рН питної води істотно не змінювалося.

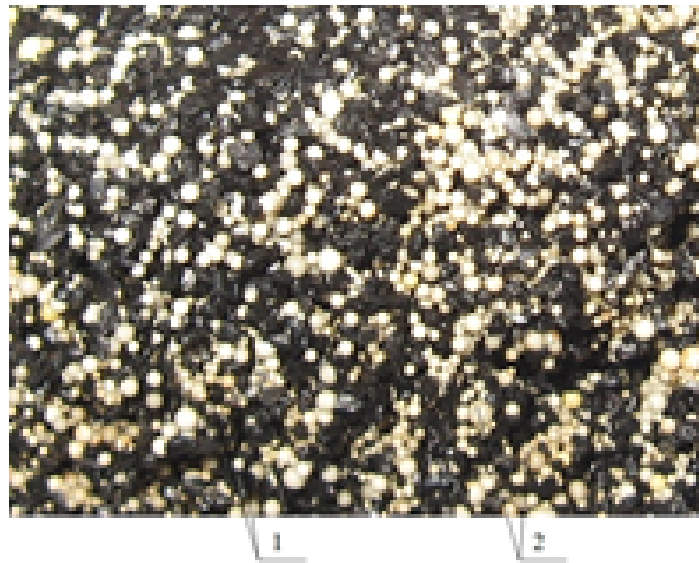
Для запобігання розвитку бактерій використовується модифікація волокна Аквален, що містить фіксоване в матриці сорбенту срібло. Термін служби картриджа – близько 2-х місяців використання сім'єю з трьох осіб. Ресурс змінного картриджа – 300 дм³.

Експериментальне дослідження роботи фільтрів-гличиків виконували для визначення залежності вмісту заліза у фільтраті від об'єму профільтрованого модельного розчину. Під час приготування модельного розчину використовували воду з водопроводу м. Львова, відібрану в районі вул. С. Бандери з вихідним вмістом заліза 0,02...0,3 мг/дм³. Концентрація заліза у модельному розчині становила 1 мг/дм³.

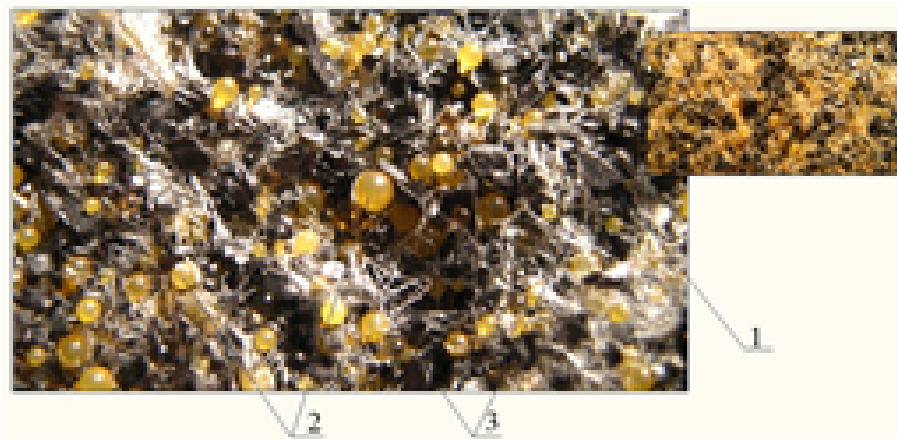
Під час проведення експерименту в приймальну лійку фільтра-гличика наливали 1 дм³ модельного розчину. Протікаючи крізь фільтрувальне завантаження картриджа, вода надходила в ємність для збору фільтрату. У фільтраті визначали концентрацію загального заліза за стандартизованою методикою [4].



а



б



в

Рис. 2. Фільтраційне завантаження картриджів для фільтрів "Наша вода" (а); BRITA (б); "Аквафор" (в): а – активоване вугілля; б – іонообмінна смола; в – волокна Аквален

З початку експерименту концентрація заліза у фільтраті зменшувалась і досягала нормативного значення 0,2 мг/дм³ після проходження 15, 15 та 2,5 дм³ фільтрату відповідно для фільтрів "Наша вода", *BRITA* та "Аквафор" (рис. 3).

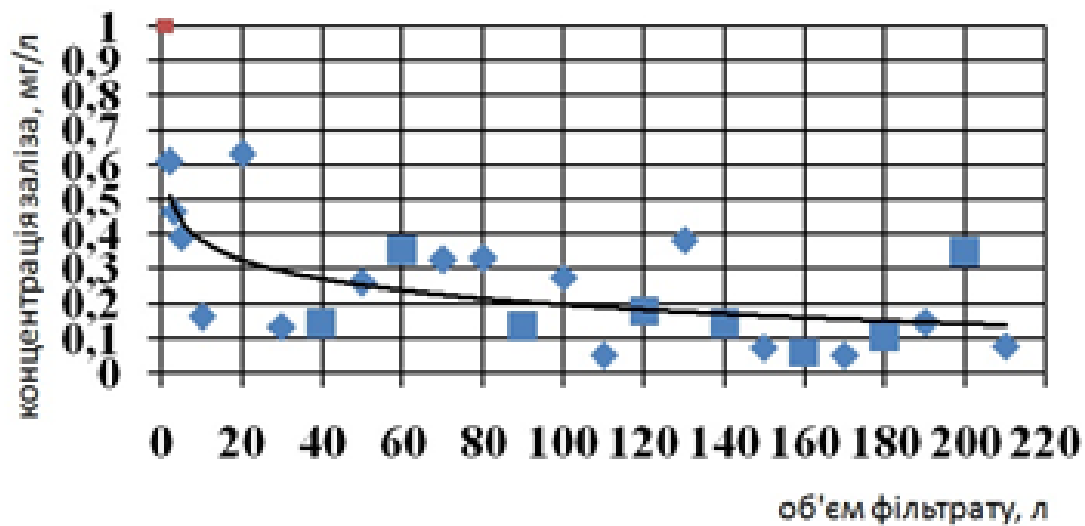
Об'єм фільтрату, який пройшов крізь фільтри "Наша вода", *BRITA* та "Аквафор" становив відповідно 210, 350 та 80 дм³. Незначна швидкість фільтрування води крізь фільтр "Аквафор" унеможливила проведення експерименту після фільтрування 80 дм³ модельного розчину. Роботу фільтрів досліджували в перервному режимі. Перед продовженням роботи фільтрів їх картриджі промивали, чим може пояснюватися коливання концентрації заліза (понад нормативне значення) у фільтраті протягом фільтроциклу.

Висновки

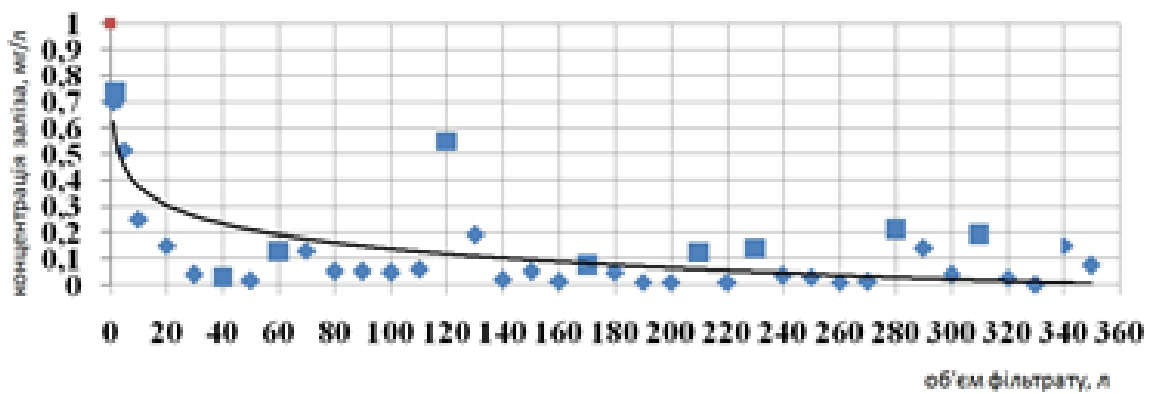
Досліджувані фільтри-геліки марок "Наша вода" (Україна), *BRITA* (Німеччина) та "Аквафор" (Росія) показали позитивні результати щодо зменшення вмісту загального заліза у воді. Проте, для знезалізнення питної води (зокрема водопровідної) варто застосовувати відомі методи знезалізнення на водопровідних очисних спорудах населених пунктів.

Список літератури

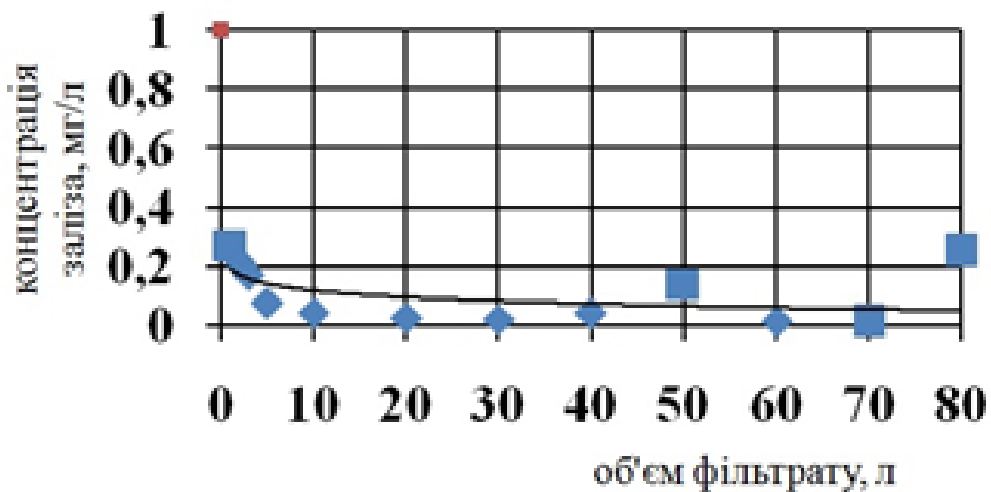
1. *ДСанПіН 2.2.4-171–10*. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12 травня 2010 р.
2. *Стратегія* використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання: у 2 т. / за ред. Е.А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є.О. Яковлева. Чернівці: Букрек, 2011. Т.2. 500 с.
3. *Мацієвська О.О.* Концентрація заліза загального у воді розподільної мережі централізованого водопостачання м. Львів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 25 / Головний редактор О.С. Волошкіна. К.: КНУБА, 2015. С. 147–152.
4. *ГОСТ 4011–72* Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа (Вода питна. Методи визначання масової концентрації загального заліза).



а



б



в

Рис. 3. Залежність вмісту заліза у фільтраті від об'єму профільтрованого модельного розчину крізь фільтр "Наша вода" (а), BRITA (б) та "Аквафор" (в)

Надійшло до редакції 19.11.2016