

УДК 628.16.081.3

В.В. Клименко, проф., д-р техн. наук, Н.В. Ковальчук, викл., В.І. Кравченко, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

E-mail: klymvas@ukr.net

Експериментальна оцінка ефективності регенерації картриджів побутових фільтрів доочистки питної ВОДИ

Наразі для додаткової очистки питної води розповсюджене застосування побутових фільтрів зі змінними картриджами. Картриджі мають обмежений термін експлуатації, що викликає потребу в їх відносно частій заміні, певною альтернативою якій може бути відновлення очищувальної спроможності шляхом регенерації.

В статті описано методику та результати експериментальної оцінки ефективності доочистки питної води побутовими фільтрами з регенованими картриджами. Технологічний ланцюг регенерації складається з послідовної обробки фільтрувальних матеріалів розчином лугу, розчином NaCl та промивки відстоюною водою (без розборки картриджів). Наведено результати аналізу домішок у водопровідній воді, обробленій регенованими картриджами побутових фільтрів та виконано їх порівняння з величиною наявних аналогічних домішок у воді, доочищеній новими картриджами.

Отримані результати свідчать про можливість застосування даного методу регенерації для відновлення роботи картриджів побутових фільтрів доочистки питної води.

питна вода, доочистка води, розчин лугу, розчин NaCl, побутові фільтри, картридж, регенерація

В.В. Клименко, проф., д-р техн. наук, Н.В. Ковальчук, викл., В.И.Кравченко, доц., канд. техн. наук

Центральноукраїнський національний технический университет, г.Кропивницкий, Украина

Экспериментальная оценка степени эффективности регенерации картриджей бытовых фильтров доочистки питьевой воды

На сегодняшний день для дополнительной очистки питьевой воды широко применяются бытовые фильтры со сменными картриджами. Картриджи имеют ограниченный срок эксплуатации, что вызывает потребность их относительно частой замены, определенной альтернативой которой может быть восстановление очистительной способности путем регенерации.

В статье описана методика и результаты экспериментальной оценки эффективности доочистки питьевой воды бытовыми фильтрами с регенерированными картриджами. Технологическая цепь регенерации состоит из последовательной обработки фильтруемых материалов раствором щелочи, раствором NaCl и промывки отстоянной водой (без разборки картриджей). Приведены результаты анализа примесей в водопроводной воде, обработанной регенерируемыми картриджами бытовых фильтров и выполнено их сравнение с количеством имеющихся аналогичных примесей в воде, доочищенной новыми картриджами.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения данного метода регенерации для восстановления работы картриджей бытовых фильтров доочистки питьевой воды.

питьевая вода, доочистка воды, раствор щелочи, раствор NaCl, бытовые фильтры, картридж, регенерация

Постановка проблеми. Наразі для додаткової очистки питної води масово застосовуються побутові фільтри. Вони мають обмежений термін експлуатації і потребують відносно частій заміни, певною альтернативою якій може бути відновлення очищувальної спроможності фільтрів.

Більшість фільтруючих елементів таких фільтрів містять активоване вугілля, яке може займати весь об'єм фільтра, або бути однією із складових фільтруючого завантаження. Таке поширене застосування активованого вугілля пояснюється його відносно низькою ціною та високою адсорбційною здатністю до видалення домішок з води [1]. Окрім того, цей сорбент безпечний для людського здоров'я; легко кришиться на дрібні фракції, має велику адсорбційну площу; добре очищує воду від різних сполук органічного походження, тривалентного заліза, глинистих суспензій, водоростей, активного хлору, вірусів і бактерій; усуває неприємний запах і присмак [2].

Але після певного часу експлуатації фільтр з водоочисного приладу може перетворитись на джерело забруднень внаслідок акумулювання у процесі роботи шкідливих домішок та мікроорганізмів. Це обмежує термін безпечної експлуатації фільтра і вимагає або установки нового картриджа, або регенерації фільтруючого елемента, що може бути економічно більш вигідним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтовно якість роботи побутових водоочищувачів різних виробників та конструкцій, в тому числі ємнісних фільтрів, досліджували науковці Київського інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України [3]. Відмічається, що поряд з простотою, доступністю та ефективністю доочищення води такими фільтрами їх змінні картриджі мають досить короткий термін експлуатації, але питання регенерації картриджів не розглядалося.

В роботах [2, 4] приведені результати лабораторних досліджень, які підтверджують ефективність очистки водопровідної води при застосуванні фільтрів з активованим вугіллям.

Питання регенерації картриджів з фільтрувальним матеріалом в згаданих вище публікаціях не розглядалося

Для регенерації фільтрів з активованим вугіллям найбільш розповсюджені термічні методи, що відрізняються застосуванням різноманітних окислювачів для попередньої обробки та різними джерелами підвищення температури [5-7]. Але рекомендовані значення підтримання досить високих температур в процесі регенерації знаходяться за межами значень, допустимих при експлуатації побутових фільтрів, основними конструкційними матеріалами яких є пластмаси. Тому для регенерації фільтруючі матеріали попередньо потрібно буде виймати з картриджів, а це призведе до руйнування картриджів, оскільки в переважній більшості вони виконані у вигляді нерозбірних конструкцій.

Регенерація відпрацьованого активованого вугілля за допомогою хімічних реагентів є досить дорогавартісною [8].

Перспективною, на нашу думку, є технологія регенерації фільтрів з активованим вугіллям, за якою обробка недорогими хімічними реагентів поєднується з термічною обробкою при невисокій температурі в межах до 80 °С [9].

Постановка завдання дослідження є експериментальна перевірка технології відновлення функцій побутових фільтрів доочистки питної води та визначення якості води після доочищення у регенованих фільтрах.

Об'єктом дослідження є технологія регенерації картриджів побутових фільтрів доочистки питної води.

Предмет дослідження - картриджі побутових ємнісних фільтрів.

Виклад основного матеріалу. Попередній аналіз показує, що активоване вугілля є суттєвою, а в деяких випадках і єдиною, складовою фільтруючих матеріалів картриджів побутових фільтрів.

Тому при розробці технологічних і конструктивних рішень регенерації картриджів побутових фільтрів за основу нами було взято технологію, яку

запропонували і втілили на практиці для регенерації вугільних фільтрів підготовки води при виробництві напоїв в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України [10].

В нашому дослідженні використовувались картриджі “БАРЬЕР Железо”, “БАРЬЕР Жесткость” виробництва ЗАТ “МЕТТЭМ-Технологии”, Росія; та “Аквафор В100-5, посилений бактеріцидною добавкою” виробництва ТОВ “АКВАФОР-ВЕСТ”, м. Київ, які перебували в експлуатації протягом місяця у щоденному використанні в побутових умовах (рис.1). Під час експлуатації через кожний досліджуваний фільтр пропускалась вода з міського водопроводу м. Кропивницького загальним об’ємом 300-350 літрів.



а



б



в

- а - “БАРЬЕР Жесткость” виробництва ЗАТ “МЕТТЭМ-Технологии”, Росія;
 б - “БАРЬЕР Железо” виробництва ЗАТ “МЕТТЭМ-Технологии”, Росія;
 в - “Аквафор В100-5, посилений бактеріцидною добавкою” виробництва
 ТОВ “АКВАФОР-ВЕСТ”, м. Київ

Рисунок 1 – Загальний вигляд картриджів

Для перевірки складу фільтрувального матеріалу було розрізано три картриджа, які є ідентичними досліджуваним зразкам. Було виявлено, що в усіх трьох зразках фільтрувальне завантаження картриджів більш як на 50% складається з активованого вугілля (рис.2).



Рисунок 2 – Загальний вигляд фільтруючого матеріалу картриджів

Обробка і промивка фільтруючого матеріалу проводились без механічного втручання в конструкцію самого картриджа для запобігання порушення його цілісності. Крім того, при приготуванні та використанні регенеруючих розчинів була врахована максимально допустима температура експлуатації картриджів даних фільтрів.

Досліди з регенерації картриджів проводились наступним чином. Картридж розміщували в скляній ємності з 3% водним розчином кальцинованої соди (гідроксид натрію) і витримували три години. Весь час температура розчину 40°C підтримувалась за рахунок водяної бані з терморегулятором. Після цього годину витримували в 0,5% аналогічному розчині. Далі промивка відстояною водою відбувалась протягом однієї години. Витримка у відстояній воді через кожні п'ять хвилин супроводжувалась струшуванням. Наступним етапом була витримка протягом двох годин у 2% водному розчині NaCl. також при температурі розчину 40°C. Промивка картриджу чистою водою здійснювалась аналогічна першому етапу.

Проби для аналізів відбиралися після нового, відпрацьованого та регенерованого картриджа. Аналіз проб проводився в лабораторії обласного управління ОКВП ” Дніпро-Кіровоград ”. Результати аналізів представлені в таблицях 1-3.

Таблиця 1 – Показники питної води до і після обробки картриджем ” Аквафор В100-5 ” виробництва ТОВ “ АКВАФОР-ВЕСТ ”, м. Київ

Показники якості	Питна вода з водопроводу	Вода після картриджа		
		нового	відпрацьованого	регенерованого
Смак при 20°C, бали	2	0	1	0
Забарвленість, град.	20,46	14,61	15,2	14,71
Мутність, мг/л	2,31	1,45	2,02	1,5
Запах при 20°C, бали	0	0	0	0
Жорсткість загальна, ммоль/л	4,0	0,6	4,0	0,3
Загальне залізо, мг/л	0,36	0,22	0,24	0,2
Нітрати, мг/л	1,125	0,675	1,665	1,125
Нітриги, мг/л	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Аміак, мг/л	0,08	1,27	0,05	0,01
ЗМЧ, КУО/см ³	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹

Результати лабораторних досліджень (в табл. 1-3 не наведено) показали, що бактеріологічні показники якості не перевищують нормативних, як у водопровідній воді, так і після обробки у фільтрах. Можливо, це пояснюється тим, що дослідження проводились у зимовий період і температура довкілля та води не сприяла виникненню і розмноженню шкідливих мікроорганізмів. Показники по каламутності та кольоровості після обробки води регенованими картриджами покращились майже до показників після обробки новими картриджами. Найбільш відчутне покращення доочистки після регенерації по показнику загальної жорсткості.

Таблиця 2 – Показники питної води до і після обробки картриджем “ БАРЬЕР Железо ” виробництва ЗАТ “МЕТТЭМ-Технологии”, Росія

Показники якості	Питна вода з водопроводу	Вода після картриджа		
		нового	відпрацьованого	регенерованого
Смак при 20 ⁰ С, бали	2	0	1	0
Забарвленість, град.	19,31	13,46	20,48	15
Мутність, мг/л	1,05	0,87	0,93	0,93
Запах при 20 ⁰ С, бали	1	0	1	0
Жорсткість загальна, ммоль/л	3,8	1,7	3,8	1,5
Загальне залізо, мг/л	0,34	0,2	0,34	0,3
Нітрати, мг/л	2,025	0,675	2,025	2,025
Нітріти, мг/л	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Аміак, мг/л	0,18	0,52	0,18	0,18
ЗМЧ, КУО/см ³	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹

Звертає увагу, що після обробки питної води в усіх фільтрах з новими картриджами, заповненими комбінованими фільтруючими матеріалами, суттєво зростає концентрація аміаку, яка з часом експлуатації зменшується до величини концентрації у водопровідній воді.

Таблиця 3 – Показники питної води до і після обробки картриджем “ БАРЬЕР Жесткость ” виробництва ЗАТ “МЕТТЭМ-Технологии”, Росія

Показники якості	Питна вода з водопроводу	Вода після картриджа		
		нового	відпрацьованого	регенерованого
Смак при 20 ⁰ С, бали	1	0	1	0
Забарвленість, град.	18,72	14,61	18,41	14
Мутність, мг/л	1,1	0,7	1,45	0,81
Запах при 20 ⁰ С, бали	1	0	1	0
Жорсткість загальна, ммоль/л	3,7	0,6	3,5	0,5
Загальне залізо, мг/л	0,36	0,22	0,34	0,24
Нітрати, мг/л	1,57	1,57	1,57	1,57
Нітріти, мг/л	0,004	<0,003	0,007	0,003
Аміак, мг/л	0,24	0,5	0,24	0,2
ЗМЧ, КУО/см ³	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹	<1x10 ¹

Доцільно зіставити отримані результати з результатами обробки питної фільтром, картридж якого завантажений виключно активованим вугіллям. В таблиці 4 представлені показники питної води з водопроводу м.Черкаси до і після доочищення за допомогою ємнісного фільтра „Бар’єр-Норма” з картриджем, наповненим активованим вугіллям [2].

Таблиця 4 – Показники питної води до і після доочистки у фільтрі з картриджем, наповненим активованим вугіллям

Показники якості	Вихідна питна вода з водопроводу	Вода після обробки картриджем
Смак при 20 ⁰ С, бали	2	0
Забарвленість, градуси	25	1
Мутність, мг/л	0,1	0,001
Запах при 20 ⁰ С, бали	2	0
Іони заліза, мг/л	0,3	0,01
Нітрати, мг/л	2,5	0,1
Нітріти, мг/л	1,5	0,05
Аміак, мг/л	0,3	Відсутній
Окислюваність перманганатна, мг О ₂ /л	5,5	0,5

Співставлення даних таблиць 1-показує, що доочистка питної води за показниками зменшення концентрації іонів заліза та нітратів картриджем з активованим вугіллям більш ефективна, ніж картриджами з комбінованими фільтруючими матеріалами, що містять активоване вугілля.

Висновки. Отримані результати свідчать про можливість застосування дослідженого методу регенерації картриджів побутових фільтрів доочистки питної води. Доочистка питної води картриджем з активованим вугіллям за показниками зменшення концентрації іонів заліза та нітратів більш ефективна, ніж картриджами з комбінованими фільтруючими матеріалами, що містять активоване вугілля та іонообмінні смоли.

Після обробки питної води в досліджених фільтрах з новими картриджами, заповненими комбінованими фільтруючими матеріалами, суттєво зростає концентрація аміаку, яка з часом експлуатації зменшується до величини концентрації у водопровідній воді.

Для визначення оптимальних параметрів технологічних процесів та складів промивних розчинів, що застосовуються для регенерації картриджів побутових фільтрів доочистки питної води, потрібні додаткові дослідження.

Список літератури

1. Адсорбция органических веществ из воды [Текст] / А.М. Когановский, Н.А.Клименко, Т.М. Левченко, И.Г. Рода. – Л.: Химия, 1990. – 256 с.
2. Гончаренко, Т.П. Оцінка можливості доочистки питної води м. Черкаси за допомогою побутових фільтрів. [Текст] / Т.П. Гончаренко // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції“ І Всеукраїнський з’їзд екологів”. – Вінниця, 4–7 жовтня, 2006 . – С. 241.
3. Прокопов, В.О. Досвід використання в Україні побутових фільтрів для доочищення водопровідної питної води [Текст] / В.О. Прокопов, О.Б. Липовецька // Гігієна населених місць. – 2013. – №.62. – С. 68-80.

4. Тунакова, Ю. А. Оценка эффективности фильтров для доочистки питьевых вод в конечной точке потребления [Текст] / Ю.А. Тунакова, А.Р. Галимова, Ю.А. Шмакова // Вестник Казанского технологического университета scholar. – 2012. – № 19, том 15. – С.83-86.
5. А.с. СССР № SU 1264972 «Способ регенерации активированного угля» / Климов О.М., Михайлов В.К., Крейнин Л.Б.: Заявитель: Всесоюзный проектно-конструкторский и технологический институт вторичных ресурсов; заявка: №3715894, 30.12.1983, опубл.: 23.10.1986.
6. Пат. РФ 394760, СО1В31/08 /В01J20/Способ регенерации активированного угля / Хоанг К. Б., Темкин О.Н., Тимофеев В.С., Валитова Э.Р., Грешняева И.М., Черкасова О.А., Ворожцов Г.Н., Каляя О.Л., Кузнецова Н.А.; Патентообладатели: Федеральное государственное унитарное предприятие "Государственный научный центр "Научно-исследовательский институт органических полупродуктов и красителей" (ФГУП "ГНЦ "НИОПИК") (RU), Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова" (МИТХТ) (RU); заявка: 2009112022/15, 02.04.2009; опубл. 20.07.2010 Бюл. № 20.
7. Пат. РФ2499770 Фильтр для очистки воды на основе активированного угля и способ его регенерации/Автор(ы): Кармазинов Ф.В., Кинебас А.К., Трухин Ю.А., Мурашев С.В., Петров Е.Н.; патентообладатель: Государственное Унитарное Предприятие "Водоканал Санкт-Петербурга" (RU) - заявка: 2011139630/05, 30.09.2011; опубл.: 27.11.2013 Бюл. № 33.
8. Martin, R.J., Ng W. J. Chemical regeneration of exhausted activated carbon // Water Res. – 1987. – 21, N8. – P. 961 – 965.
9. Пат. України UA 105574 С2. Спосіб хімічної регенерації активованого вугілля/Здоровенко Г. М., Самсоні-Тодорова О. О., Мешкова-Клименко Н. А., Патюк Л.К.; власник: інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського національної академії наук України № а201213957 заявка: 07.12.2012; опубл. 26.05.2014, бюл. № 10/2014.
10. Восстановление адсорбционной емкости активного угля после длительной эксплуатации фильтров для доочистки водопроводной воды [Текст] / Н.А. Клименко, Е.А. Самсоні-Тодорова, Л.А. Савчина, Л.К. Патюк // Химия и технология воды. – 2013. – №4. – С. 286-297.

Vasyl Klymenko, Prof., DSc., Natalia Kovalchuk, Lect., Volodymyr Kravchenko, Assoc. Prof., Phd tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytsky, Ukraine

Experimental evaluation of the efficiency of regeneration of cartridges of household filters for post-treatment of drinking water

To date, for additional purification of drinking water, household filters with replaceable cartridges are widely used. Cartridges have a limited lifespan, which causes the need for their relatively frequent replacement, a certain alternative of which can be the restoration of purifying ability by regeneration.

The technique and results of the experimental evaluation of the efficiency of post-treatment of drinking water with household filters with regenerated cartridges are described in the article. The technological chain of regeneration consists of sequential processing of filter materials with a solution of alkali, NaCl solution and washing with standing water (without disassembly of cartridges). The results of the analysis of impurities in tap water treated with regenerated household filter cartridges are presented and compared with the amount of existing similar impurities in water, refined with new cartridges.

The obtained results testify to the possibility of using this regeneration method for restoring the work of cartridges of household filters for post-treatment of drinking water.

drinking water, additional water treatment, alkali solution, NaCl solution, household filters, cartridge, regeneration

Одержано 15.05.17