

УДК [556.114:574.63] (285.33)

*Третьяков О.В., канд. техн. наук, доц., УЦЗУ,
Пономаренко Р.В., ад'юнкт, УЦЗУ*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ПИТНОЮ ВОДОЮ ВИСОКОЇ ЯКОСТІ ПРИ ЇЇ ВИРОБНИЦТВІ З ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.О.)

Розроблено технологію виробництва питної води, при її виготовленні з поверхневого джерела, для забезпечення населення якісною питною водою умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру

Ключеві слова: питна вода, сухий залишок, іонний обмін, катіонування, аніонування, мобільні станції

Постановка проблеми. На сьогоднішній день, в Україні, існує постійний ризик захворювання населення, пов'язаний з вживанням питної води з вмістом домішок понад рівень установлений санітарно-гігієнічними нормативами [1]. Внаслідок споживання недоброякісної питної води щорічно реєструються спалахи вірусу гепатиту А (ВГА). Так у 2008 році було зареєстровано один спалах ВГА пов'язаний із вживанням недоброякісної питної води.

Карачунівське водосховище створене на злитті річок Інгулець, Бічна і Боковенька, які протікають по території Кіровоградської та Дніпропетровської областей, має об'єм понад 300 млн. м³. Виготовлення питної води з цього водосховища та її споживання відбувається в м. Кривий Ріг. Виходячи з високого вмісту, у воді водосховища, солей жорсткості, сульфат іонів та загального солемісту, а також неспроможності існуючої технології підготовки питної води досягти встановлених норм за цими показниками, рішенням Держспоживстандарту України, було надано дозвіл Карачунівському водопровідному комплексу на використання водопровідної води господарсько-питного призначення з відхиленням від вимог стандарту за цим показниками до кінця 2009 р. Тому вирішення питання щодо виробництва питної води необхідної якості на цьому комплексі є стратегічно важливим завданням, як для керівництва підприємства так і для регіональних органів ци-

вільного захисту, які призначені співвиконавцями Загальнодержавної програми «Питна вода України на 2006 – 2020 роки» [2]. Згідно наказу МНС №882/715, підрозділи МНС та МОЗ України у режимі діяльності в умовах надзвичайних ситуацій організовують санітарно протиепідемічне забезпечення постраждалих при надзвичайній ситуації, а МНС безпосередньо здійснює матеріально – технічне забезпечення мобільних госпіталів, які належать до сфери управління МНС. При виникненні надзвичайної ситуації техногенного характеру, пов'язаної з перевищенням концентрації небезпечних хімічних речовин понад ГДК в питній воді, першочерговим завданням підрозділів МНС є забезпечення населення, що перебуває в зоні ураження НС, якісною питною водою в якомога коротші строки і в необхідному об'ємі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Подібна ситуація погіршення якості води спостерігаються у Київському та Канівському водосховищах Дніпровського каскаду [3]. На цей момент в Україні більшість існуючих станцій підготовки питної води працюють за наступною технологією обробки води поверхневого джерела: – коагуляція, – відстоювання, - фільтрування, – обеззараження (частіше за все хлорування).

Як відомо, зниження вмісту у воді солей жорсткості, сульфат іонів та загального вмісту солей до рівня нормативних значень, може здійснюватися термічним, реагентним або іонообмінним способами [4].

Реагентні методи обробки води, частіше за все, забезпечує перехід іонів кальцію і магнію у вихідній воді в тверду фазу у вигляді важкорозчинних сполук CaCO_3 і Mg(OH)_2 , які в подальшому легко затримуються на механічних фільтрах. Для цього вихідну воду обробляють реагентами-осаджувачами, які містять у своєму складі карбонат- або гідроксил-іони. До таких реагентів, що використовуються у водопідготовці, відносяться Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaOH і Ca(OH)_2 [4].

Все більше практичне застосування для пом'якшення води та видалення з неї аніонів одержує іонообмінний метод [4], заснований на здатності іонообмінного матеріалу заміщувати у воді позитивні або негативні іони в обмін на еквівалентну кількість іонів гідрогену чи гідроксил іонів.

Видалення з води розчинених газів зокрема CO_2 є важливою складовою частиною технологічних процесів підготовки добавочної води живлення парових котлів та систем теплопостачання [5]. В

Забезпечення населення питною водою високої якості при її виробництві з поверхневого джерела в умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру

якості основного метода видалення розчинених газів з води використовують фізичну десорбцію. Для десорбції CO_2 здійснюється при контакті диспергированої води, що обробляється з атмосферним повітрям. Останні роки усе більше застосування набувають прямооточні щільні декарбонізатори струменевого типу (ДКС), призначені для видалення з води вільної вуглекислоти і розчиненого CO_2 . ДКС застосовуються як проміжна ступінь водопідготовки для видалення CO_2 після Н-катионування.

Постановка завдання та його вирішення. Розробка технології виробництва питної води при її виготовленні з поверхневого джерела, для забезпечення населення в умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру.

Для зниження вмісту солей жорсткості у воді водосховища були випробувані на стадії коагуляції різноманітні реагенти: карбонат натрію – Na_2CO_3 , гідрокарбонат натрію – NaHCO_3 , фосфат натрію – Na_3PO_4 , фторид натрію – NaF , сульфат заліза (II) – FeSO_4 та їх різноманітні композиції. Тільки застосування Na_2CO_3 разом зі штатним коагулянтном дозволяло знизити вміст солей жорсткості до нормативного рівня ($<7,0$ мг-екв/л). Проведені дослідження дозволили визначити, що при концентрації карбонату натрію більше 600 мг/л, досягається максимально стабільна ефективність виведення іонів кальцію у тверду фазу на рівні 45% (рис. 1), і загальний вміст солей жорсткості досягає нормативного рівню.

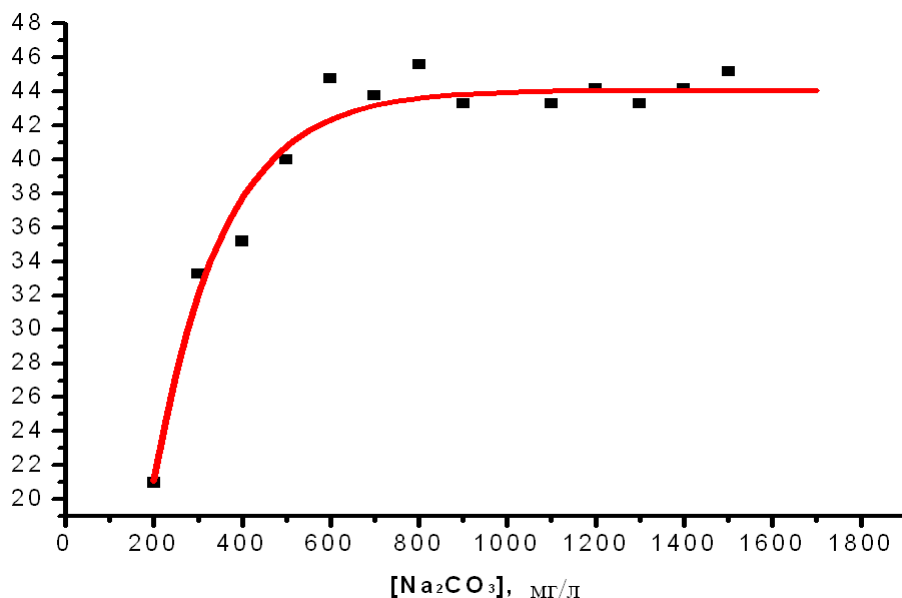


Рис. 1 – Ефективність виведення з вихідної води солей жорсткості в залежності від концентрації карбонату натрію

Для виведення сульфат іонів та зниження рівня сухого залишку до нормативного рівня було використано метод іонного обміну [6]. Найкращі результати було досягнуто при використанні сильно-кислотного катіоніту вітчизняного виробництва КУ-2-8 та сильно-основного аніоніту АВ-17-8 (табл. 1).

Найменші значення концентрацій речовин, що контролювалися, досягалися при реалізації наступної послідовності стадій обробки води: 1) коагуляція (Na_2CO_3); 2) катіонування (КУ-2-8); 3) декарбонізація; 4) аніонування (АВ-17-8). Але при цьому кінцеве значення рН води (рН=10,46) перебільшує допустиме для питної води значення (рН=6,5-8,5) [1]. Уникнути цього недоліку можливо за рахунок поєднання відповідних об'ємів води з різних стадій обробки у визначеному співвідношенні. Так, при змішуванні води після всіх стадій обробки з водою після катіонування та після коагуляції у об'ємному співвідношенні (2: 1 :2), можна отримати воду з показниками: рН = 7,94; жорсткість = 5,2 г-екв./дм³; сульфати = 382 г-екв./дм³; сухий залишок = 940 г-екв./дм³, що повністю відповідають нормативним вимогам до питної води [1].

При проведенні експериментальних досліджень було зафіксовано газоутворення на стадії аніонування після попереднього катіонування, що умовах виробництва не припустимо. Для уникнення газоутворення CO_2 до стадії аніонування проводили дегазацію води з використанням струменевого декарбонізатора (табл. 2).

Найменші значення концентрацій речовин, що контролювалися, досягалися при реалізації наступної послідовності стадій обробки води: 1) коагуляція (Na_2CO_3); 2) катіонування (КУ-2-8); 3) декарбонізація; 4) аніонування (суміш АВ-17-8 + АН-31). Кінцеве значення рН води (рН=6,58) відповідає допустимому для питної води значенню (рН=6,5-8,5) [1].

При застосуванні послідовної обробки води на сильно-кислотному катіоніті КУ-2-8 та сильно-основному аніоніті АВ-17-8, або суміші сильно-основного аніоніту АВ-17-8 з слабо-основним аніонітом АН-31 у співвідношенні 1 : 1, забезпечується отримання води високої якості з мінімальним вмістом іонних домішок.

Запропонована схема виробництва питної води, може бути взята за основу для створення пересувного комплексу виробництва питної води для забезпечення населення якісною питною водою в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, навіть в умовах його високого забруднення.

Таблиця 1 – Основні показники води обробленої методом іонного обміну з використанням катіоніту КУ-2-8 та аніоніту АВ-17-8

Стадії обробки	Вихідна вода				Вода після обробки				
	pH ₀	Ж _{к0} , ммоль/дм ³	[SO ₄ ²⁻] ₀ , мг/дм ³	Сухий за-лишок вих., мг/дм ³	pH _к	pH _а	Ж _к кін., ммоль/дм ³	[SO ₄ ²⁻] кін., мг/дм ³	Сухий за-лишок кін., мг/дм ³
1. Na ₂ CO ₃									
2. КУ-2-8	8,25	11,4	556	1246	2,03	10,46	0,45	27	312
3. АВ-17-8									
1. Na ₂ CO ₃									
2. АВ-17-8	8,25	11,4	556	1246	2,19	11,29	0,2	21	299
3. КУ-2-8									
Вода після коагуляції Al ₂ (SO ₄)									
Стадії обробки	pH ₀	Ж _{к0} , ммоль/дм ³	[SO ₄ ²⁻] ₀ , мг/дм ³	Сухий за-лишок вих., мг/дм ³	pH _к	pH _а	Ж _к кін., ммоль/дм ³	[SO ₄ ²⁻] кін., мг/дм ³	Сухий за-лишок кін., мг/дм ³
1. Na ₂ CO ₃									
2. КУ-2-8	8,25	11,4	556	1246	2,08	9,15	0,4	22	306
3. АВ-17-8									
1. Na ₂ CO ₃									
2. АВ-17-8	8,25	11,4	556	1246	10,01	2,11	0,15	79	357
3. КУ-2-8									

Таблиця 2 - Основні показники води обробленої методом іонного обміну з використанням катіонітів КУ-2-8, АН-17-8 та аніоніту АВ-17-8

Режим обробки	pH ₀	Ж ₀ , ММОЛЬ/Л	[SO ₄] ₀ , МГ/Л	Сух. за- ЛИШ. ВИХ, МГ/Л	pH _ф	Ж _ф , ММОЛЬ/Л	pH _к	pH _а	Ж _к , ММОЛЬ/Л	[SO ₄] _к , МГ/Л	Сух. за- ЛИШ. КІН, МГ/Л
1)700мг/л Na ₂ CO ₃ 2)КУ-2-8											
3)Декарбонизація 4)АВ-17-8 5)АН-31	7,97	11,9	601	1437	9,43	7,7	2,68	7,6	0,8	21	343
1)700мг/л Na ₂ CO ₃ 2)КУ-2-8											
3)Декарбонизація 4)АН-31	7,97	11,9	601	1437	9,39	7,6	2,15	6,58	0,4	19	472
1)700мг/л Na ₂ CO ₃ 2)КУ-2-8											
3)Декарбонизація 4)АВ-17-8+АН-31	7,97	11,9	601	1437	9,4	7,6	2,49	11,05	0,3	32	404

Забезпечення населення питною водою високої якості при її виробництві з поверхневого джерела в умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру

Висновки. Розроблено технологію виробництва питної води, при її виготовленні з поверхневого джерела, для забезпечення населення якісною питною водою умовах надзвичайної ситуації техногенного характеру.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГосСанПиН "Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения". № 383 от 23.12.96.
2. Закон України Про загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 рр. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, N 15, ст.243.
3. Линник П.Н. Причины ухудшения качества воды в Киевском и Каневском водохранилищах // Химия и технология воды, 2003, т. 25, № 3, с. 384–403.
4. Белан Ф.И. Водоподготовка. – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
5. Слепцов Г.В., Ибрагимов Р.Б. Экотехнологии умягчения воды // Збірка доповідей Міжнародного конгресу „ЕВТЕВК – 2007”, Україна, Крим, м. Ялта 22-26 травня 2007 р., с. 100 – 103.
6. Розробка технології виробництва питної води високої якості для Карачунівського водопровідного комплексу. // Звіт з НДР (заключний). УЦЗУ, керівник О.В. Третьяков. – Держ. реєстр. 0109U003067. – Харків. 2009. – 80 с.
7. Шарапов В.И., Сивухина М.А. Декарбонизаторы водоподготовительных установок систем теплоснабжения. – М.: Изд. АСВ, 2000. – 200 с.
nuczu.edu.ua