

стічних вод, забруднених сполуками хрому, кадмію та цинку // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – К. – 2000. – С. 11–12. 3. Гомеля Н.Д., Глушко О.В., Радовенчик В.М. Очистка гальваностоків від іонів кадмія іонобмінним методом // Екологія і ресурси. – 2007. – № 16. – С. 57–62.

УДК 628.162:66.097.7/8

М.Д. Гомеля, Т.О. Шаблій, О.В. Голтвяницька
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАГЕНТІВ ПІД ЧАС ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

© Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Голтвяницька О.В., 2010

Вивчено процеси пом'якшення води з використанням вапна, фосфату, фториду та гідроксоалюмінату натрію. Застосовуючи алюмінат натрію в композиції з вапном, досягнуто найвищу ефективність пом'якшення води у разі зниження залишкових концентрацій алюмінію в пом'якшеній воді.

It is studied processes of water demineralization with use of lime, phosphate, fluoride and sodium aluminium hydroxide. At sodium aluminate use in a composition with lime it is reached high performance of water demineralization at decrease in residual concentration of aluminium.

Постановка проблеми. Значною мірою раціональне використання води в промисловості та енергетиці залежить від ефективності підготовки води. Використання природної води без попереднього кондиціонування в системах охолодження призводить до передчасного виходу з ладу теплообмінників, конденсаторів, трубопроводів через накипоутворення та осадковідкладення. До того ж значна кількість води скидається в водойми під час продування системи, що призводить до їх теплового забруднення, крім того різко зростає забір природної води. У разі неефективного реагентного пом'якшення води, яка подається на іонобмінні установки пом'якшення та знесолення води, зростає навантаження на іонобмінні фільтри, різко підвищується витрата реагентів на регенерацію іонобмінних смол та значно зростають об'єми рідких відходів. Тому актуальним є завдання створення високоефективної технології реагентного пом'якшення води. Це завдання є доволі важливим, якщо врахувати, що сьогодні діючі технології дозволяють знижувати жорсткість пом'якшеної води до 1.5–2.0 мг-екв/дм³, а у разі пом'якшення високомінералізованої води лише до 3.5–4.0 мг-екв/дм³. Доцільність вдосконалення технології реагентного пом'якшення води полягає ще і в тому, що солі жорсткості в цьому разі виділяються у вигляді осадів, які є нетоксичними і легко утилізуються, тоді як під час іонобмінного знесолення або пом'якшення води утворюються значні об'єми кислих розчинів або розчинів хлориду натрію, які переробляти значно складніше.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Найбільш поширеними методами реагентного пом'якшення води є методи, які ґрунтуються на використанні луго, соди та вапна [1, 2]. В роботі [3] описано використання алюмінату натрію в процесах пом'якшення води. При цьому лужні відходи травлення алюмінію використовували для доведення рН води до заданих значень. Високу ефективність процесу в даному випадку можна було пояснити як переходом гідрокарбонатів в карбонати та гідролізом солей магнію, так і утворенням малорозчинних алюмінатів кальцію та магнію. У цій роботі було визначено ефективність пом'якшення води залежно від дози алюмінату натрію. Для порівняння було використано фторид та фосфат натрію, які також з іонами жорсткості утворюють нерозчинні сполуки.

Метою роботи було визначення ефективності пом'якшення води різними реагентами, оцінювання їх впливу на ефективність пом'якшення та освітлення води.

Як реагенти в такому разі використовували вапно, о-фосфат натрію, фторид натрію та гідроксоалюмінат натрію.

Експериментальна частина. Процеси пом'якшення води вивчали, використовуючи київську водопровідну воду: рН=7.34; жорсткість 5.0 мг-екв/дм³; лужність 4.5 мг-екв/дм³; хлориди 22 мг/дм³; сульфати 34 мг/дм³; залізо 0.5 мг/дм³; мінералізація 270 мг/дм³.

Під час проведення досліджень у проби води добавляли розраховану кількість реагенту при перемішуванні, визначали рН води. Суміш відстоювали протягом двох годин. Визначали залишкові каламутність (К), рН, жорсткість (Ж) води, концентрацію іонів алюмінію, фторидів або фосфатів. В окремих досліджах рН води доводили до заданого значення вапном, а потім воду обробляли як описано вище. На основі отриманих даних розраховували ступінь пом'якшення води (Z).

Концентрації іонів, каламутність, жорсткість води визначали за відомими методиками [4].

У результаті проведеної роботи з'ясувалось, що алюмінат натрію був малоефективним під час використання в дозах до 2.0 мг-екв/дм³. Очевидно це пов'язано з низькими значеннями рН (8.48-9.79) при даних дозах реагенту. Лише при рН 10.36 ступінь пом'якшення досяг 70 %, а у разі збільшення рН до 11.27 – 96 %.

Порівняно низьку ефективність алюмінату натрію при рН<10.0 можна пояснити тим, що за цих умов відбувався гідроліз алюмінату з утворенням гідроксиду алюмінію. Кількість луку, що утворювався під час гідролізу, була недостатньою для ефективного пом'якшення води, а кількість алюмінату, що здатний зв'язувати іони жорсткості, також знижувалась в результаті гідролізу. При дозі 4.0 мг-екв/дм³ алюмінату натрію (рН=11.27) очевидно відбувалось ефективне перетворення гідрокарбонатів кальцію в нерозчинні карбонати та гідроліз солей магнію з утворенням нерозчинного гідроксиду магнію. Крім того, концентрація алюмінату була достатньою для зв'язування решти іонів жорсткості в нерозчинні сполуки.

Значно менш ефективним реагентом для пом'якшення води був о-фосфат натрію. Лише у разі додавання 4.0 мг-екв/дм³ реагенту ступінь пом'якшення досяг 50 %. Очевидно, це пов'язано з низькими значеннями рН, що були досягнуті при використанні фосфату натрію, які не перевищували 8.88. У цьому разі не відбувалось істотного перетворення гідрокарбонатів у карбонати. Не відбувався і гідроліз солей магнію. Для цього процесу необхідно досягти рН≈11.0. Пом'якшення відбувалось лише за рахунок утворення малорозчинних фосфатів кальцію та магнію.

Використовуючи фторид натрію, рН води практично не змінювалось за підвищення дози з 0.5 до 4.0 мг-екв/дм³. Незначне пом'якшення води відбувалось за рахунок утворення малорозчинних фторидів кальцію та магнію. Ступінь пом'якшення не перевищував 24 %. Варто відзначити, що після пом'якшення води спостерігалось певне підвищення рН середовища, що пов'язано з частковим переходом гідрокарбонатів кальцію та магнію в гідрокарбонат натрію.

Загалом використані реагенти характеризувались невисокою ефективністю пом'якшення води (за винятком алюмінату натрію) та значним вторинним забрудненням води. У разі використання алюмінату залишкова концентрація алюмінію з підвищенням дози реагенту досягла 105 мг/дм³. Застосовуючи фосфат натрію, залишкова концентрація фосфатів досягла 123 мг/дм³, а у разі застосування фториду натрію концентрація фторидів досягла 54 мг/дм³. Якщо фосфати чи іони алюмінію можуть бути інгібіторами корозії металів у системах охолодження [5, 6], то наявність фторидів зовсім небажана. Варто відзначити, що у разі зниження рН води можливий гідроліз іонів алюмінію із підвищенням каламутності води за рахунок утворення гідроксиду алюмінію. Присутність о-фосфатів також небажана через можливість інтенсифікації відкладень на поверхнях теплообміну та інтенсифікацію процесів біообростання.

У разі застосування фториду та фосфату натрію каламутність води змінювалась мало, тому що не відбувалось значне пом'якшення води. Використовуючи алюмінат натрію, із збільшенням дози реагенту відбувалось підвищення каламутності води до 39 мг/дм³. Очевидно, це пов'язано із високою ефективністю пом'якшення води, із переходом основної маси солей жорсткості в нерозчинний стан. За рахунок часткового гідролізу алюмінату натрію відбувалось коагулювання нероз-

чинних домішок. Саме тому із зниженням рН, коли гідроліз відбувався ефективніше, каламутність відстояної води зменшувалась.

Враховуючи те, що іони алюмінію утворюють нерозчинні фосфати та фториди, доцільно було вивчити ефективність композицій алюмінату натрію з фосфатом або фторидом натрію у разі пом'якшення води. У такому разі можна було сподіватись поряд з пом'якшенням води досягти зниження залишкової концентрації іонів алюмінію.

Використання алюмінату натрію з фторидом натрію дозволило до певної міри знизити залишковий вміст алюмінію, проте ефективність пом'якшення води знизилась. Неефективним було використання алюмінату натрію і в композиції з фосфатом натрію.

Оскільки при використанні фосфату натрію мало зростав рН середовища під час застосування в дозах від 0.5 до 4.0 мг-екв/дм³, а у разі використання фториду натрію рН практично не змінювався при використанні в тих самих дозах, то було цікавим оцінити вплив цих реагентів при різних рН середовища. Тому ці реагенти додавали в воду в дозах від 0.1 до 1.0 мг-екв/дм³ при доведенні рН до 9.0; 9.5; 10.0; 10.5 за допомогою вапна.

Так, фторид натрію мало підвищував ефективність пом'якшення води вапном. При рН 9.0–10.0 підвищення ефективності пом'якшення досягає лише 4–8 %, а при рН 10.5–18 %. Так само малоефективним було використання о-фосфату натрію при рН 9.0–10.5. Додаючи луг до води, доведеної вапном до рН 10.0, було помічено підвищення ефективності пом'якшення води до 72 % при досягненні рН 10.55, а при рН=11.16 ступінь пом'якшення води досягав 86.0 % у разі зниження жорсткості води до 0.7 мг-екв/дм³. Тому використання фосфату та фториду натрію для пом'якшення води недоцільне. Ефективнішим є використання композицій вапна та луку.

Значно кращі результати отримано під час використання композиції вапна та алюмінату натрію.

Додаючи алюмінат натрію у воду, рН якої було доведено вапном до 9.0–10.5, в дозах від 0.1 до 1.0 мг-екв/дм³ було відзначено підвищення ефективності пом'якшення води на 40–50 % і було досягнуто ступеня пом'якшення на рівні 96.0 % при початковому рН води 10.5 та дозі алюмінату натрію 1.0 мг-екв/дм³. У такому разі було досягнуто зниження жорсткості води до 0.2 мг-екв/дм³. Таку воду можна використовувати в котлах низького тиску без додаткового пом'якшення. У разі знесолення такої води значно знижується навантаження на катіонні фільтри 1-го ступеня, регенерація яких зазвичай вимагає великої витрати кислоти.

Важливим є істотне зниження залишкового вмісту алюмінію під час пом'якшення води вапном та алюмінатом натрію. В окремих випадках іони алюмінію в пом'якшеній воді відсутні. Максимальний вміст алюмінію в обробленій воді не перевищує 6.5 мг/дм³. Це порівняно невисокі концентрації для технічної води. Крім того, у разі зниження рН води за рахунок абсорбції із повітря вуглекислоти концентрація іонів знижується до значень, менших 0.5 мг/дм³. Крім того, в невисоких концентраціях іони алюмінію в системах охолодження є інгібіторами корозії металів [5–6]. Використовуючи пом'якшену воду, в системах охолодження відпадає необхідність у скиданні води в водойми під час продування системи – у такому разі переходять до роботи в замкнутому режимі.

Висновки. Отже, в результаті досліджень визначено ефективності різних реагентів у разі пом'якшення води. Показано, що під час застосування фосфату та фториду натрію не відзначено істотного підвищення ефективності пом'якшення води у разі використання їх в дозах від 0.1–4.0 мг-екв/дм³ при рН води 9.0–10.5. Враховуючи отримані результати, видно, що під час застосування алюмінату натрію у разі пом'якшення води за методом вапнування, можливо знизити залишкову жорсткість води з 2.0–2.5 мг-екв/дм³ до 0.2–0.7 мг-екв/дм³. При цьому досягти значного підвищення ефективності пом'якшення води можливо без зміни обладнання та без істотних змін режиму роботи існуючих на підприємстві освітлювачів води.

1. Пилипенко А.Т., Вахнин И.Г., Максин В.И., Самченко З.А. Методы предотвращения накипобразования при опреснении соленых вод. // *Химия и технология воды*. – 1991. – Т. 13. – № 11. – С. 996–1013. 2. Гнусин Н.П., Тихонова И.А., Лукнаец И.Г. Соосаждение кальция и магния при щелочном умягчении пресных вод // *Химия и технология воды*. – 1989. – Т. 11. – № 5. – С. 421–424.

3. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Находько Ю. В. Пом'якшення води відпрацьованими лужними розчинами травлення алюмінію // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 1999. – № 4. – С. 43–46.
4. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды: В 2 т. / Л.А. Когановский, М.А. Шевченко. – К.: Наук. думка, 1980. – Т. 1. – 680 с.
5. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Тищенко Т.С. Зниження корозійної агресивності води при її пом'якшенні // *Наукові вісті НТУУ "КПІ"*. – 1999. – № 1. – С. 156–160.
6. Гомеля М.Д., Шаблій Т.О., Смола О.В. Вплив іонів кальцію, магнію та алюмінію на корозію сталі у воді // *Екотехнологии и ресурсосбережение*. – 2000. – № 2. – С. 18–21.

УДК 621.039.58+615.7

І.М. Гудков, В.О. Кашпаров

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
кафедра радіобіології та радіоекології і УкрНДІ сільськогосподарської радіології

ДО ЗМІНИ ПАРАДИГМИ В РАДІОЕКОЛОГІЇ: АНТРОПОЦЕНТРИЧНИЙ І (ЧИ) ЕКСЦЕНТРИЧНИЙ ПІДХОДИ У ПРОТИРАДІАЦІЙНОМУ ЗАХИСТІ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

© Гудков І.М., Кашпаров В.О., 2010

Розглянуто антропоцентричний і ексцентричний підходи щодо захисту і охорони живих об'єктів навколишнього середовища від дії іонізуючої радіації. Зроблено спробу довести, що зусилля радіоекологів, які розроблюють прийоми охорони природи від впливу іонізуючих випромінювань, і лікарів-радіобіологів, які займаються проблемами радіаційної безпеки людини, мають бути спрямовані на створення синтетичної концепції, котра водночас забезпечує як охорону життя людини, так і всієї біоти.

The anthropocentric and excentric approaches to protection of the environmental beings against the ionizing radiation are considered. The attempt is done to prove that efforts of the radioecologists aimed to develop the approaches to protect the environment against the ionizing irradiation, and efforts of the radiobiologists working for the radiation protection of man, must be combined in order to create the synthetic conception, which would ensure protection of both human and biota.

У першій половині минулого століття проблема захисту живих організмів від дії іонізуючої радіації переважно стосувалося лише порівняно вузького кола спеціалістів-дослідників, явища радіоактивності – фізиків, хіміків, біологів, геологів, а також лікарів-радіологів та їх пацієнтів. Хоча вже тоді спостерігалися випадки змін у складі фітоценозів на територіях з підвищеним рівнем природного техногенного радіаційного фону – як правило, місцях видобутку уранових руд [14].

Проте у другій половині століття внаслідок масових випробувань атомної зброї, аварій на підприємствах ядерного паливного циклу, збільшення масштабів видобутку урану у сотні і тисячі разів і, відповідно, захоронення радіоактивних відходів, широкого застосування іонізуючих випромінювань у медицині ситуація кардинально змінилася і постало питання про небезпеку опромінення іонізуючою радіацією усього людства і більше того – усього живого. Саме тоді була сформульована і майже до кінця століття панувала, до речі не тільки в радіаційній екології, а й в екології, загалом, як і в науках, пов'язаних з природоохоронними проблемами, так звана „антропоцентрична концепція” захисту біоти. Згідно з нею людина є головним живим об'єктом навколишнього природного середовища, який передусім потребує захисту від несприятливих чинників, і заходи, які забезпечують такий захист, захищають усі живі організми.