

УДК 628.31

АКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА: МЕТОД ОЧИСТКИ ВОДИ КОАГУЛЯЦІЄЮ

Третякова Л.Д.¹, д.т.н., проф.; Мітюк Л.О.¹, к.т.н., доц.; Оніщенко Ю.Є.¹

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Технології захисту навколишнього середовища – це вивчення процесів з метою мінімізації викидів та відходів, уникнення забруднень. Вони включають програми, що стосуються контролю води, повітря, ґрунту тощо [1].

Понад дві третини поверхні Землі вкрито водою. Це означає трохи більше 1 октильйона літрів (1 260 000 000 000 000 000 літрів) води, розподіленої в океанах, річках, озерах і струмках, але для споживання людиною доступно менше 0,3%. У міру розвитку комерціалізації та індустріалізації це число продовжує зменшуватися. Крім того, неефективна та застаріла практика, недостатня обізнаність та безліч інших обставин призвели до забруднення води [2].

Природні води зазвичай містять цілий набір забруднень різної природи. Це й механічні домішки, великі частинки та завислі речовини, солі важких металів, органічні молекули різних розмірів, бактерії, віруси, а в деяких випадках навіть радіонукліди. Наявність таких забруднень погіршує якість питної води, викликає збої в роботі запірної арматури та насосів, забиває фільтра, погіршує якість фільтрації та неприйнятна для більшості технологічних процесів [3].

Забруднення води виникає, коли водойми, такі як річки, озера, океани, підземні води та водоносні горизонти, забруднюються промисловими та сільськогосподарськими стоками. Це негативно впливає на всі форми життя, які прямо чи опосередковано залежать від цього джерела. Забруднення води в більшій мірі можна контролювати різними методами. Замість того, щоб скидати стічні води у водойми, краще очистити їх перед скиданням. Практика цього може зменшити початкову токсичність, а залишкові речовини можуть бути розщеплені та знешкоджені самою водоймою. Якщо була проведена вторинна очистка води, то її можна повторно використовувати в санітарних системах і сільськогосподарських полях.

Деякі хімічні методи, які допомагають контролювати забруднення води, – це осадження, процес іонного обміну, зворотній осмос і коагуляція. Як окрема особа, повторне використання, скорочення та переробка скрізь, де це можливо, допоможе значно подолати наслідки забруднення води [2].

Розглянемо метод очистки води коагуляцією. Коагуляція простими словами – це об'єднання дрібних частинок у більші. Коагуляція призводить до об'єднання найдрібніших зважених домішок і випадання їх у вигляді пластівцевого осаду. Реагенти, які застосовуються для коагуляції, називають коагулянтами. Для коагуляції зазвичай використовують солі алюмінію або заліза, такі як сульфат алюмінію та сульфат або хлориду заліза.

Головна особливість коагулянтів – їх частки мають позитивний заряд. Розчинені та зважені домішки заряджені негативно. Тому, в результаті взаємодії коагулянту і суспензій, вони злипаються і утворюють більші утворення. Іноді після коагулянту додають ще флокулянт. Флокулянт – це компонент на основі полімеру, який склеює коагульовані суспензії між собою. В результаті, видалені домішки збираються у великі пластівці (флокули), які легше відфільтрувати або зібрати

в осад. Чим більше і важче частка, тим швидше вона осідає або затримується на матеріалі, що фільтрує. Методом коагуляції з води ефективно видаляють: природні органічні речовини та органічні сполуки, включаючи розчинені та зважені частки, неорганічні речовини (наприклад, залізо).

Високий вміст органічних сполук може викликати неприємний смак, запах або пофарбувати воду у коричневий відтінок. Однак, незважаючи на те, що коагуляція видаляє частину зважених і кілька розчинених частинок, у воді можуть залишатися віруси і бактерії. Коагуляція та осадження знешкоджують від 27 до 84 відсотків вірусів та від 32 до 87 відсотків бактерій. Але зазвичай патогенні мікроорганізми можна вилучити з води тільки тому, що звідти видаляються розчинені частинки, до яких вони прикріплені [2].

Хоча коагуляція не може затримати всі мікроорганізми і віруси, вона є важливим попереднім елементом очищення, оскільки видаляє розчинені органічні домішки, які ускладнюють подальше знезараження. У цьому випадку після коагуляції потрібна менша кількість речовин, що містять хлор, необхідних для повного знезараження води.

Це дозволяє міським очисним спорудам здешевити процес, оскільки використовується менше компонентів, що містять хлор. При цьому якість води буде вищою, тому що знижується вміст тригалометанів, які утворюються як побічний продукт при реакції хлоровмісних сполук з органічними домішками.

У практиці водопідготовки відомі два види коагуляції – коагуляція в товщі зернистого завантаження фільтра (контактна коагуляція) та коагуляція, що відбувається в камерах пластів'я (коагуляція у вільному обсязі).

Механізм контактної коагуляції – порушення агрегативної стійкості колоїдних домішок води внаслідок усунення або зниження дуже малих значень заряду міцели. При додаванні до оброблюваної води коагулянту, наприклад, сульфату алюмінію, відбувається його гідроліз з утворенням тривалентного іону алюмінію. Іони алюмінію нейтралізують заряд колоїдних частинок домішок води і тим самим порушують їхню агрегативну стійкість. Позбавлені стійкості колоїдні частинки, проходячи з потоком води через фільтр (контактний освітлювач), адсорбуються на поверхні частинок зернистого завантаження фільтра під впливом сил міжмолекулярної взаємодії. Це призводить до освітлення та знебарвлення води.

Механізм коагуляції у вільному обсязі має інший характер. Так само як і при контактній коагуляції, введення в оброблювану воду сульфату алюмінію обумовлює нейтралізацію заряду природних колоїдів води та зниження їхньої агрегативної стійкості. Цей процес протікає дуже швидко та закінчується при встановленні рівноваги між катіонами коагулянту та міцелами природних колоїдів. Після цього починається утворення гідроксиду алюмінію як в результаті гідролізу, так і шляхом взаємодії коагулянту з присутніми у воді карбонатами та бікарбонатами (резервна лужність води). Вочевидь, що з вод різного складу потрібні різні дози коагулянту. Попередній розрахунок оптимальної дози виробляють з урахуванням лужності та кольоровості води, що обробляється. Однак складність фізико-хімічних процесів, що призводять до коагуляції, змушує уточнювати попередню дозу, розраховану дослідним шляхом.

Для прискорення коагуляції та інтенсифікації роботи очисних споруд застосовують так звані флокулянти – високомолекулярні синтетичні сполуки. Розрізняють флокулянти аніонного (поліакриламід, К-4, К-6, активована кремнієва кислота) та катіонного (наприклад, ВА-2) типу. Застосування флокулянтів аніонного типу вимагає попередньої обробки води коагулянтом, використання катіонних флокулянтів – попереднього введення коагулянту не передбачає. Флокулянти до-

звояють прискорити коагуляцію, збільшити швидкість руху води у відстійниках, зменшити час відстоювання шляхом збільшення швидкості осадження пластівців, підвищити швидкість фільтрування та тривалість фільтроциклу. Асортимент речовин із флокулюючими властивостями постійно розширюється. Для застосування в централізованому питному водопостачанні допускаються лише флокулянти, які пройшли гігієнічну апробацію та мають нормовані ГДК.

Коагуляція лише готує воду для подальшої обробки - освітлення та знебарвлення і в цьому сенсі не є самостійним процесом. У ряді випадків у схемі підготовки питної води коагуляцію не позначають. Для підвищення ефективності коагуляції при очищенні води від радіоактивних ізотопів, дози коагулянтів слід збільшувати порівняно із звичайно застосовуваними для освітлення води. Додавання до води певної кількості відповідного нерадіоактивного ізотопу також збільшує глибину очищення.

Щоб скоротити кількість шкідливих речовин у чистій воді, слід дотримуватися правил та інструкцій і не перевищувати дозування знезаражувальних компонентів, оскільки в процесі реакції утворюються додаткові домішки та побічні продукти. Їхній склад залежить від використовуваного реактиву. Більшість міських очисних станцій використовують як коагулянт сірчаноокислий алюміній. Зазвичай, дозування розраховується таким чином, щоб усі домішки витягувалися з осадом. Тим не менш, допускається, що очищена вода, до якої додавалися коагулянти на основі алюмінію, може містити деяку кількість алюмінію.

Отже, підбиваючи підсумки по даній темі, можна сказати, що існуючі методи очистки води достатньо ефективні, але, звичайно, потрібно їх вдосконалювати. Для цього потрібно говорити про екологічні проблеми, шукати фінансування для досліджень та розробки нових, більш ефективних методів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кульський Л.А. Основи хімії та технології води. Київ: Наукова думка, 1991. 568 с.
2. Хімічна технологія. Н.А. Мешкова-Клименко, І.В. Косогіна, Н.М.Толстопалова. Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Конспект лекцій. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». Київ, КПІ, 2019. 141 с.
3. Біохімія. П.І. Гвоздяк. Біохімія. Біотехнологія води. Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. Київ. Видавничий дім Києво-Могилянська академія, 2019. 228 с.