

Винахід відноситься до способів для комплексної обробки промислових, комунальних, медичних, дощових і інших стоків з метою поліпшення їх біологічних властивостей і може бути використаний для очищення води з підвищеним вмістом бактерій.

Відомий спосіб очищення води з метою отримання питної води, який включає операції попереднього очищення води від шкідливих і отруйливих речовин, охолодження води, отримання необхідної товщини льоду, відтавання і зливу конденсату [Деклараційний патент України №51330, МПК' C02F9/00. Опубл. 15.11.2002. Бюл. №11]. Недоліком описаного способу є його складність і низька ефективність, що не дозволяє проводити очищення в проточній воді.

Найбільш близьким до пропонованого способу є спосіб очищення водних розчинів електроерозійною коагуляцією, який включає операції пропускання водного розчину через шар металевих гранул, які розміщують в розрядній камері і діють на них електричними імпульсами до утворення коагулянту, руйнування гранул під дією іскрових розрядів [Шидровский А.К., Щерба А.А., Захарченко С.Н. Перспективы применения искроэрозионной коагуляции в системах водоподготовки тепловых сетей. Вода і водоочисні технології, №2 (6), 2003].

Недоліком описаного способу є його низька ефективність, яка стає тим менше, чим більше швидкість протікання рідини через шар металевих гранул. Це не дозволяє проводити очищення в проточній воді.

В основу запропонованого способу поставлена задача підвищення ефективності очищення водних розчинів.

Поставлена винаходом задача досягається тим, що у способі очищення забрудненої води електроерозійною коагуляцією, що включає операції пропускання водного розчину через шар металевих гранул, які розміщують в розрядній камері і діють на них електричними імпульсами до утворення коагулянту, руйнування гранул під дією іскрових розрядів, відстоювання водного розчину і фільтрації, згідно винаходу первинний водний розчин перед пропусканням через шар металевих гранул розділяють на дві фракції, створюють в першій фракції кисле середовище, в другій лужне, потім кожну фракцію пропускають через окрему розрядну камеру з шаром металевих гранул, після чого кислую фракцію направляють на повторний цикл очищення і змішують з первинним водним розчином, а лужну фракцію відстоюють. При цьому кисла фракція має рН не більше 5, а лужна фракція має рН не менше 9.

В запропонованому способі водний розчин розділяють на дві фракції, створюють в одній фракції кисле середовище, в іншій лужне. При цьому кисле середовище має рН не більше 5, а лужне середовище має рН не менше 9. При таких значеннях рН створюється висока концентрація іонів водню H^+ в кислому середовищі, що значно збільшує іонну силу розчину. В кислому і лужному середовищах реакції йдуть по-різному і мають різну спрямованість. При цьому активізуються процеси видалення важких металів, органічних сполук і знезараження води.

Кожну фракцію пропускають через окрему розрядну камеру з шаром металевих гранул, на які діють електричними імпульсами. Під час проходження імпульсів струму через ланцюжки, утворені металевими гранулами, між окремими гранулами і електродами виникають електричні розряди. При цьому за рахунок електричної ерозії здійснюється утворення коагулянту у водному розчині. У каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. При такій температурі здійснюється піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідрооксиди того металу, гранули якого завантажені в розрядну камеру. Ці оксиди і гідрооксиди є коагулянтами, які сорбують на собі іони важких металів, органічні сполуки і ін. Під дією електричних розрядів між металевими гранулами у водному розчині виникає кавітація, яка приводить до появи в рідині великої кількості кавітаційних пазирів, які при схлопуванні випромінюють в рідину електромагнітну енергію в оптичному діапазоні із спектром до ультрафіолетової області, що згубно впливає на бактерії. Одночасно виникають потужні ударні ультразвукові хвилі. Потужні ударні хвилі, що виникають при схлопуванні пазирів, руйнують сторонні включення у воді і згубно діють на бактерії.

Кислу фракцію направляють на повторний цикл і змішують з первинним водним розчином, а лужну фракцію відстоюють. При змішуванні первинного водного розчину з кислою фракцією здійснюється зменшення рН первинного водного розчину, і він набуває властивості кислого середовища і володіє вираженою антимікробною дією.

Спосіб здійснюють таким чином.

Забруднену воду, що підлягає очищенню, розділяють на дві фракції і подають в діафрагмовий електролізер. Між фракціями в електролізері знаходиться напівпроникна іонообмінна мембрана. Через водний розчин, розділений на фракції, від джерела струму пропускають постійний електричний струм. Оскільки на шляху електричного струму у водному розчині знаходиться напівпроникна іонообмінна мембрана, це призводить до того, що в першій фракції, де знаходиться анод, утворюється кисле середовище, а в другій фракції, де знаходиться катод, утворюється лужне середовище. В якості пристрою для отримання фракцій з кислим і лужним середовищем може бути використана традиційна електролітична комірка [як приклад: Скорчелетти В.В. Прикладная электрохимия. 3 изд., Л., 1974.]. При цьому встановлюють таку величину електричного струму, щоб кисле середовище фракції мало рН не більше 5, а лужне середовище фракції мало рН не менше 9. При таких значеннях рН створюється висока концентрація іонів водню H^+ в кислому середовищі і висока концентрація іонів гідроксила OH^- в лужному середовищі, що значно збільшує іонну силу розчину. В середовищах, розділених на фракції, реакції йдуть по-різному і мають різну спрямованість. В одній фракції здійснюється з'єднання іонів водню H^+ у водному розчині з виймаємими іонами, заряд яких по знаку протилежний заряду іонів водню. В іншій фракції здійснюється з'єднання іонів гідроксила OH^- у водному розчині з виймаємими іонами, заряд яких по знаку протилежний заряду гідроксила. Кисле середовище при рН не більше 5 володіє вираженою антимікробною дією, а в лужній фракції при рН не менше 9 активізуються процеси видалення важких металів і органічних сполук. Кожну фракцію пропускають через окрему розрядну камеру з шаром металевих гранул, на які діють електричними імпульсами.

В розрядних камерах, виготовлених з діелектричного матеріалу, між електродами рівномірним шаром розміщені металеві гранули (наприклад, сталеві). Електроди підключені до генератора імпульсів. В розрядні камери надходять фракції водного розчину з анодної і катодної зон електролітичної комірки. На електроди

подають електричні імпульси. При цьому, між гранулами і електродами виникають електричні розряди. За рахунок електричної ерозії здійснюється утворення коагулянту у водному розчині, який сорбує на собі іони важких металів і органічні сполуки.

Під дією електричних розрядів в рідкому середовищі розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які приводять до кавітації. При кавітації виникає велика кількість кавітаційних пузирів, які при схлопуванні виділяють енергію, що руйнує сторонні включення у воді. Кавітація супроводжується сонолюмінесценцією. При кавітації ультразвукова хвиля у фазі розрідження викликає велику напруженість в рідині, що приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ній пузиря, заповненого водяною парою і розчиненими у воді газами. Через півперіоду під дією стискаючого ефекту ультразвука і сил поверхневого натягнення цей пазир схлопується. В цей момент з пузиря виривається спалах сонолюмінесцентного випромінювання. Випромінює світло плазма, яка запалюється в центрі пузиря, що схлопується. Швидкість схлопування пузиря складає 1-1,5 км/сек. Надзвуковий рух породжує потужні ударні хвилі в рідині. Після того, як ударна хвиля досягає центру, вона відбивається і починає розповсюджуватися назовні. В результаті, через дану точку речовини ударна хвиля проходить двічі, при цьому здійснюється збільшення температури. Температура плазми при сонолюмінесценції складає десятки тисяч градусів. Спектр випромінювання при сонолюмінесценції суцільний і такий, що росте в ультрафіолетову область. При такій високій температурі здійснюється активний піроліз речовин, що знаходяться у воді, утворюються оксиди і гідрооксиди металу у всьому об'ємі рідини. Ударні хвилі і ультрафіолетове випромінювання приводять до загибелі бактерій, що знаходяться в рідині. Під дією ультразвукових хвиль здійснюється акустична коагуляція, суть якої полягає в тому, що при розповсюдженні в рідині ультразвукових хвиль виникають сили, які зближують зважені у воді частинки, що сприяє їх злипанню і, як наслідок, сприяє очищенню водних розчинів.

Водний розчин, що пройшов розрядні камери, піддають фільтрації. Кислу фракцію направляють на повторний цикл очищення і змішують з первинним водним розчином, а лужну фракцію відстоюють. При змішуванні первинного водного розчину з кислою фракцією здійснюється зменшення рН первинного водного розчину, і він набуває властивості кислого середовища. Оскільки кисле середовище володіє вираженою антимікробною дією, то пригнічуюча дія на бактерії здійснюється у всьому циклі очищення водного розчину. Крім того, з кислою фракцією в первинний водний розчин потрапляють адсорбенти, напрацьовані в розрядній камері. Питома поверхня адсорбентів, отриманих електроерозійним способом в розрядній камері дуже висока, тому вони проявляють високу сорбційну активність. Дослідження показують, що один грам адсорбенту здатний адсорбувати на своїй поверхні мільярди бактерій.

Первинний розчин, що змішаний з кислою фракцією і має кислу реакцію, потрапляючи в катодну зону електролітичної комірки, змінює свій стан і набуває властивості лужного середовища. Це приводить до зміни спрямованості реакцій в даній фракції. В ній створюється висока концентрація іонів гідроксила OH^- , що збільшує його іонну силу. У лужній фракції активізуються процеси видалення важких металів і органічних сполук. При цьому здійснюється глибоке очищення води.

Таким чином, збільшення іонної сили водного розчину шляхом розділення його на дві фракції, змішування кислої фракції з первинним водним розчином, дія свіжоутвореним коагулянтом на домішки, дія на водний розчин кавітації і ультрафіолетового випромінювання, що виникають при сонолюмінесценції, дозволяє ефективно видаляти приміси і проводити глибоке очищення і незараження води в проточному режимі.