

Винахід відноситься до способів очистки природних і стічних вод, а також інших рідких розчинів за допомогою іонообмінних фільтрів, а саме до способів регенерування іонообмінних смол (ІС), та може бути використаним в енергетиці, металургії, хімічній та інших галузях промисловості, де у технологічних процесах застосовують знесолену чи пом'якшену воду.

Відомий спосіб протипотокового регенерування відпрацьованих ІС, які включають обробку розчином та рихлення знизу - вгору і відмивку водою зверху - вниз (Пат. РФ №2058817, 1995, С02Р1/42).

Недоліком вказаного способу є низька ефективність процесу регенерування внаслідок великого розходу регенеруючих розчинів стічних вод, а також збільшений час процесу регенерування смоли.

Прототипом способу, що заявляється, є спосіб регенерування іонітів у фільтраційних процесах типу UPCORE, котрий здійснюється у фільтраційній установці, що містить іонообмінну смолу (іоніт) і хімічно інертний в умовах процесу, який здійснюється, матеріал (інерт) ("UPCORE System", Engineering Handbook, Trade Mark of the Dow Chemical Company, May 1995, AI page 5, 6, B2 page 21).

Спосіб полягає у тому, що по завершенні робочого циклу фільтрування, проводять операцію поршнеподібного підйому і затиснення шару іоніту висхідним потоком води, після чого подають регенеруючий розчин (регенерат) у напрямку знизу - вгору із розходом, який забезпечує збереження шару іоніту у затисненому стані, потім проводять витиснення залишків регенерату висхідним потоком води без розщільнення затисненого шару іоніту, після чого дозволяють шару смоли осісти під дією сили тяжіння і проводять промивання водою у напрямку, співпадаючому із напрямком потоку води, яка оброблюється, у робочому циклі. При цьому забезпечується ступінь затиснення шару іоніту в межах від 90 до 92%, для чого потрібно подавати потік води із лінійною швидкістю до 50м/год не менше 3-5хв, а для регенерування смоли подають регенерат на протязі до 1 години із лінійною швидкістю потоку до 20м/год для підтримування шару смоли у затисненому стані.

Основними недоліками прототипу є:

неможливість здійснення оптимального регенерування смоли через неповне затиснення шару (до 10% об'єму шару смоли у нижній частині апарату залишається у не затисненому стані);

значні розходи води на затиснення шару та його промивання, особливо у випадку концентрування завислів в оброблюваній воді.

Задачею, яку вирішують автори, була розробка способу регенерування іонообмінних смол у процесах типу UPCORE, який дозволяє більш ефективно виводити із системи домішки, в тому числі і сорбовані на гранулах ІС, а також скоротити час регенерування та знизити об'єми використаної демінералізованої води.

Було така думка, що процеси регенерування часток можуть бути різко підсилені, якщо частки піддавати послідовній дії підвищеного тиску та "розрідження" для створення мікропульсацій на поверхні зернин іоніту. Для вирішення поставленої задачі автори запропонували піддавати шар іоніту у процесі регенерування дії щонайменше двох послідовних імпульсів, режим котрих було підібрано таким чином, щоб шар іоніту спочатку затискувався, двома зустрічно направленими хвилями, а поверхня його зернин піддівалась дії підвищеного тиску, а потім після проходження хвилі підвищеного тиску сорбовані на зернах частки піддавались дії "післяхвильового розрідження". При цьому ступінь "післяхвильового розрідження" повинна бути підібрана таким чином, щоб при максимальній повній декантації забруднень виключалось рихлення (спушнування) шару. В наслідок взаємодії зустрічно направлених хвиль у зоні затиснутого іоніту утворюється так звана "стояча хвиля", котра стягує до його центру частки, розташовані на периферії шару і тим самим підвищує ступінь затиснення гранул іонітів. Як показали проведені експерименти, у результаті такої обробки шар іоніту здатний залишатися у затисненому стані до 5 хвилин без підбору потоку рідини.

В ході проведення експериментів було встановлено можливі та оптимальні параметри процесу і підтверджено істотне покращання результатів регенерування іонообмінних смол у співставленні із технологією UPCORE.

Зокрема, було встановлено, що поставлена задача вирішується при застосуванні способу, що заявляється, у тому випадку, якщо на стадії затиснення іонообмінної смоли здійснюють дію на шар іоніту, подаючи воду, принаймні двома імпульсами, причому амплітуда першого імпульсу складає не менше висоти зони вільного простору над шаром іоніту при завершенні робочого циклу, а амплітуда кожного наступного імпульсу не менше амплітуди відбитої хвилі, виникаючої при проходженні попереднього імпульсу, а час між імпульсами не більше часу, необхідного для проходження відбитої хвилі від попереднього імпульсу через шар іоніту.

Тривалість першого імпульсу у промислових установках складає від 0,1 до 60сек, а час між імпульсами - від 0,1 до 300сек. Амплітуда імпульсу встановлюється поєднанням тривалості імпульсу і величини надлишкового тиску. Як правило, тиск при створенні імпульсу складає не менше 0,01МПа. Верхня межа встановлюється конструкцією установки. Конкретний вибір параметрів здійснюється залежно від особливостей використаної установки, типу іоніту та в'язкості рідини, яку очищують.

Імпульси створюються, як правило, за рахунок виникнення гідравлічного тиску, хоча можливе їх формування за рахунок пневматичної, механічної або іншої, в тому числі комплексної дії.

Спосіб, що заявляється, може бути застосований практично на будь-яких типах іонообмінних смол при поміщенні у верхній шар інертного матеріалу, однак кращі результати досягаються при використанні у якості ІС таких смол марки DOWEX, як слабо кислотний катіоніт MAC-3, сильно кислотні катіоніти Marathon C, UPCORE Mono C-600, Monosphere 650 C, слабо основні аніоніти Marathon WBA, UPCORE Mono C-500, сильно основні аніоніти Marathon A, Marathon 11, Marathon A2, UPCORE Mono A-625 UPCORE Mono A-500, Monosphere 550 A та інші. Для досягнення оптимальних результатів рекомендується застосовувати як інертний матеріал DOWEX UPCORE IF-62.

Спосіб дії, який заявляється, може бути реалізований і на інших стадіях процесу. Зокрема, у ході проведення експериментів було встановлено, що при подачі у режимі, що заявляється, регенеруючого розчину сірчаної кислоти вдається знизити імовірність або виключити взагалі виникнення процесу загіпсовування катіонітів.

Завдяки використанню способу, що заявляється, вдається добитися того, що шар смоли ущільнюється практично на 100%, а споживання води на операцію по затисненню шару знижується не менше, ніж у 2 рази. Додатковими перевагами є те, що відпадає необхідність встановлення додаткового насоса більшої

потужності, який використовується для поршнеподібного підйому і затиснення смоли, а у випадку реконструкції прямоточної схеми у протипоточну виключається заміна трубопроводів та переобв'язка обладнання.

Процес регенерування здійснюють наступним чином. У фільтраційну установку для очистки води загрузають іонообмінну смолу та інертний матеріал.

Загальна схема процесу наведена на фіг.1-4, де на фіг.1 показаний робочий цикл фільтрування, на фіг.2 - стадія затиснення шару іоніту, подачі реагентів і їх витіснення, на фіг.3 - стадія осадження, на фіг.4 - стадія промивання системи. При цьому на кресленнях введені наступні позначення:

- 1 - верхній розподільувальний пристрій (ВРП);
- 2 - шар плаваючого інерту;
- 3 - вільний простір;
- 4 - шар іоніту;
- 5 - нижній розподільувальний пристрій (НРП).

В ході робочого циклу (фіг.1) вода, яка очищується, поступає у фільтр зверху, проходячи послідовно через ВРП 1, інерт 2, вільний простір 3, шар іоніту 4, НРП 5, а потім виводиться із фільтру. Після вичерпування обмінної ємності шару смоли (завершення робочого циклу) перестають подавати оброблювану рідину в іонообмінний фільтр у напрямку зверху - вниз і приступають до проведення процесу регенерування (фіг.2). При цьому шар іоніту є притиснутим до НРП 5, а зона вільного простору 3 знаходиться в апараті вище шару іоніту 4.

При проведенні процесу регенерування іоніту (фіг.2) у направленні знизу - вгору в імпульсному режимі подають потік води, котрий піднімає весь шар іоніту 4 без перемішування всередині шару, притискуючи його до інерту 2 або ВРП 1, одночасно забезпечуючи винесення із шару іоніту та із фільтра завислів, які накопичились за час робочого циклу.

Потім у напрямку знизу - вгору подають потік регенеруючого розчину, котрий, проходячи через шар іоніту 4, здійснює його хімічне регенерування, зберігаючи шар іоніту 4 у затиснутому стані. Подача регенеруючого розчину проводиться у неперервному або імпульсному режимі.

Після завершення регенерування проводять операцію витіснення залишків регенеруючого розчину із затиснутого шару іоніту, подаючи у напрямку знизу - вгору потік води. Потік води на витіснення також може подаватись у неперервному або імпульсному режимі.

На наступному етапі проводять операцію осадження (фіг.3), для чого відключають подачу технологічних потоків в іонообмінний апарат, і шар іоніту 4 під дією сили тяжіння ламінарно (рівномірно, без перемішування всередині шару) осідає на НРП 5. При цьому зона вільного простору 3 мігрує від НРП 5 до ВРП 1 або інерту 2.

Останньою операцією є промивання (фіг.4), яка проводиться у тому ж напрямку, що і обробка вихідної води у робочому циклі.

Для реалізації способу, що заявляється, переважно використовувати ІС марки DOWEX UPCORE, наприклад, сильнокислотний катіоніт Mono A-625, слабоосновний Mono WB-500 та інші. Це пов'язане з тим, що смоли цих марок мають однорідний гранулометричний склад та високі фізико-механічні характеристики, що покращує гідродинамічні параметри процесу регенерування смол. Кращі результати отримані при використанні DOWEX UPCORE IF-62 як інертного матеріалу.

Промислові випробування здійснювали на базі фільтраційної установки ємністю 0,5куб.м, куди було завантажено 0,45куб.м смоли типу DOWEX UPCORE Mono C 600, на основі стирол-дивінілбензолної матриці у натрієвій формі при загальній обмінній ємності смоли не менше 2,2г-екв/л та 0,02куб. м інертного матеріалу DOWEX UPCORE IF-62.

Після вичерпання обмінної ємності шару смоли (завершенні робочого циклу) переставали подавати оброблювану воду в іонообмінний фільтр у напрямку зверху - вниз і приступали до проведення процесу регенерування. Для цього частину очищеної води подавали під шар смоли у напрямку знизу - вгору на протязі у широкому діапазоні часу і тиску. Через фіксований час після того, коли переставали подавати перший імпульс, повали другий імпульс (змінюючи його параметри у різних серіях випробувань) і у ряду дослідів - третій імпульс. Ступінь затиснення шару контролювали візуально.

Потім переставали подавати воду і подавали регенеруючий розчин на основі хлористого натрію або сірчаної кислоти, відповідно до інструкції, що додається до смоли при її поставці.

Після завершення хімічного регенерування шару залишки регенеруючого розчину витискували потоком демінералізованої води, яка подавалась у напрямку знизу - вгору. Тоді переставали подавати воду, внаслідок чого відбувалось гравітаційне осадження шару смоли. Шар, що осів, промивали потоком оброблюваної води у напрямку зверху - вниз, здійснюючи одночасно його затиснення, після чого проводили черговий робочий цикл очистки води.

Отримані результати випробувань, які показують вплив параметрів процесу на ефективність водоочистки, наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Дія параметрів регенерування на ефективність очистки води та водних розчинів

Рідина	Параметр процесу							
	Кількість імп.	Тривалість 1 імп., сек	Час між 1 і 2 імп., сек	Тривалість 2 імп., сек	Час між 2 і 3 імп., сек	Тривалість 3 імп., сек	Ступінь затиснення шару	Питомий розхід води на затиснення шару, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>
Вода	2	60	4	од			99,9	6,0
Вода	2	30	од	5			99,9	3,0
Вода	2	9	10	2400			99,9	0,9

Вода	31	2	5	2	5	2	99,9	2,8
Вода	3	0,1	2	0,1	2	900	95,2	0,01
20% р-н цукру	2	60	300	1200			96,1	6,0

Досліди, проведені на типовій установці хімоводоочистки, при використанні технології UPCORE (із середньою продуктивністю 150куб.м. за голину і об'ємом фільтроциклу 12000куб.м), при заміні системи регенерування на ту, яка замовляється - модифіковану, показали можливість досягнення підвищеного фільтроциклу без зниження якості оброблюваної води. (Результати експериментів наведені у таблиці 2).

Таблиця 2

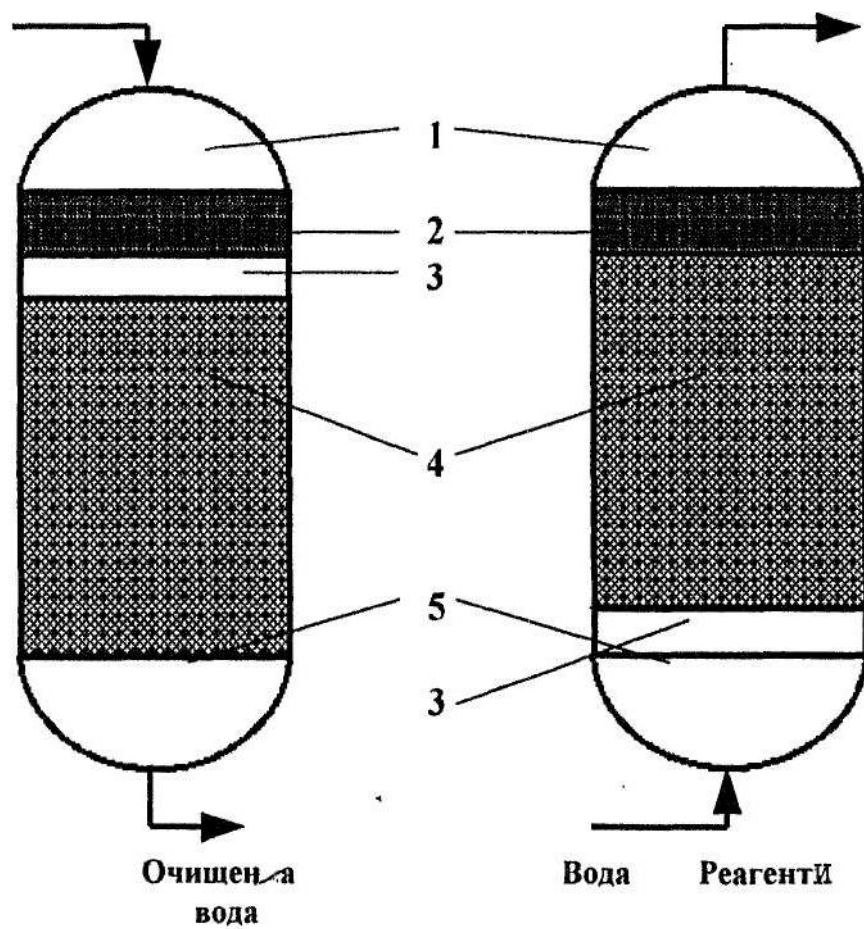
Ефективність очистки води у промислових умовах при застосуванні традиційної та технології, яка заявляється

Показник	Технологія UPCORE	Модифікована технологія UPCORE			
Час, необхідний для ущільнення шару (Т), сек	180	0,1	9	60	180
Ступінь затиснення шару, %	90,1	95,2	99,9	99,9	99,9
Питомий розхід води на затиснення шару, м (т.о. м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> )	4,5	0,01	0,9	6,0	18,0
Лінійна швидкість потоку реагентів для реактивації смоли і підтримування смоли у затисненому стані, м/год	12-15	1-7	1-7	1-7	1-7
Об'єм очищеної води до ступеня проскоку натрію 100мкг/л, куб.м	1000	1030	1080	1080	1080

Як впливає із наведених прикладів, використання способу, який заявляється, забезпечує можливість більш повного видалення забруднень із шару ІС та відповідно більш високу ефективність процесу його регенерування. Затрати часу на регенерування при цьому скорочуються в середньому на 5-7% залежно від природи іС, строку служби іоніту та характеру забруднень. Затрати води на власні потреби скорочуються на 10-12%.

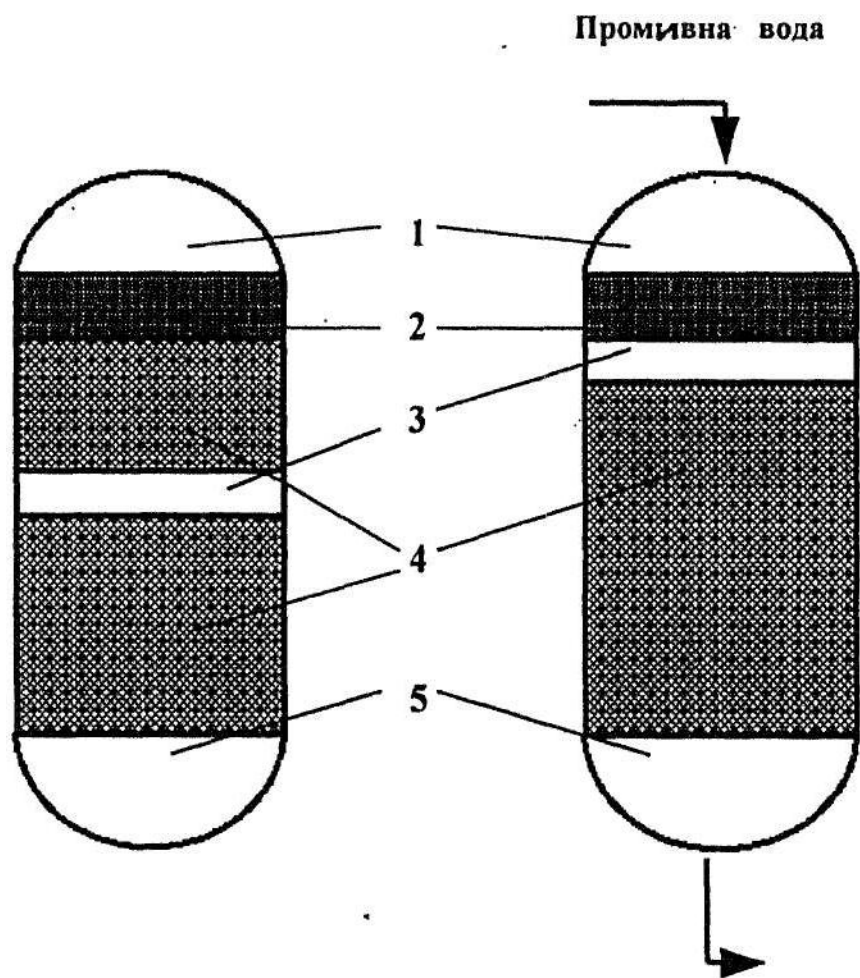
Обробляема вода

Элюат в стоки



ФІГ. 1

ФІГ. 2



Фіг. 3

Фіг. 4