



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81920 (13) C2
(51) МПК (2006)
B01J 20/30
B01D 15/04
C02F 1/42

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ПРОТИТОЧНОЇ СОРБЦІЇ ІОНІВ ІОНООБМІННИМ МАТЕРІАЛОМ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ - ІОНООБМІННИЙ РЕАКТОР БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

1

(21) а200503112

(22) 05.04.2005

(24) 25.02.2008

(72) КОСТИГІН ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA, СТОЛЯРЕНКО ГЕННАДІЙ СТЕПАНОВИЧ, UA, ІЛЛІЧОВ СТАНІСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ЦИМБАЛ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ФОМІНА НАТАЛІЯ МАКСИМІВНА, UA, ФРІДРІХ ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) SU 199836, 29.07.1967
SU 338491, 15.05.1972
SU 625761, 30.09.1978

Ионообменные методы очистки веществ / Учебное пособие под ред. Г.А. Чикина и О.Н. Мякого. - Воронеж, 1984. - С. 104-105
Ферапонтов Н.Б. и др. Ионообменная установка для непрерывного противотока раствора и сорбента // Ионный обмен и хроматография. Сб. научных трудов под ред. Самсонова - Ленинград, "Наука", 1984. - С. 152-155

(57) 1. Спосіб протиточної сорбції іонів іонообмінним сорбентом, що включає безперервний процес сорбції у двох рухомих шарах сорбенту та реалізує зворотний напрямок потоку розчину, який **відрізняється** тим, що технологічну рідину подають знизу у верхній

2

рухомий шар сорбенту, який направляють зверху вниз назустріч руху технологічної рідини, у нижній рухомий шар відпрацьованого сорбенту подають розчин, що регенерує сорбент; відрегенований сорбент за допомогою ерліфта подають на відмивання від механічних домішок та залишків регенеруючого розчину, чистий відрегенований сорбент після відмивання подають на верхній рухомий шар сорбенту; при цьому реалізують одночасно проведення двох процесів: сорбції іонів з технологічної рідини і регенерації сорбенту.

2. Пристрій для здійснення протиточної сорбції іонів іонообмінним сорбентом та його регенерації - іонообмінний реактор безперервної дії, в якому є резервуари з сорбентом, який **відрізняється** тим, що додатково містить лабіринтний канал; верхній робочий шар сорбенту; звужуючий пристрій - шлюз, який розділяє верхній та нижній шар сорбенту, нижній шар сорбенту, ерліфт для надходження відрегенованого сорбенту з нижнього шару у верхній шар; три системи коаксialьних труб та колекторів: перша призначена для постачання технологічної рідини, що очищається, у відповідний верхній розподільний колектор; друга призначена для постачання регенеруючого розчину у відповідний нижній розподільний колектор; третя коаксialьна труба призначена для постачання повітря.

Винахід відноситься до теплоенергетики, хімічної промисловості, комунального господарства, гірничорудної та харчової галузей промисловості, а саме до пристроїв, які служать для зміни та регулювання хімічних характеристик технологічних рідин.

Існує декілька способів і конструкцій за допомогою яких здійснюється процес безперервної протиточної сорбції іонів іонообмінним матеріалом. Наприклад, відома протиточна іонообмінна установка, яка служить для процесу сорбції іонів із рідини [1]. Пристрій виконано у вигляді трубчастої конструкції. Робота

пристрою складна і характеризується низьким ступенем надійності. Спосіб не реалізує процесів одночасної сорбції іонів з технологічної рідини і регенерації сорбенту.

Прототипом пропонованого способу і пристрою є спосіб безперервної протиточної сорбції через два шари сорбенту [2], який реалізує зворотний напрямок потоку розчину і використовує пристрій - іонітовий реактор конструкції "труба в трубі", що складається з двох вставлених коаксialьне одна в одну труб різного діаметру заповнених іонообмінним матеріалом. Початковий розчин подається зверху у внутрішній циліндр,

(13) C2

(11) 81920

(19) UA

проходить крізь шар іоніту і надходить у нижню частину зовнішнього циліндру, а потім проходить крізь другий шар іонітів знизу вгору.

Недоліком є те, що спосіб [2] не реалізує процесів одночасної сорбції іонів з технологічної рідини і регенерації сорбенту.

Метою винаходу є вдосконалення способу протиточної сорбції іонів іонообмінним матеріалом і розроблення пристрою для його здійснення, який включає одночасний процес очищення технологічної рідини і регенерації сорбенту в одному пристрої.

Спосіб протиточної сорбції іонів іонообмінним матеріалом з технологічної рідини, що включає безперервний процес сорбції у двох рухомих шарах сорбенту, який реалізує зворотний напрямок потоку розчину додатково оснащений наступними стадіями: технологічна рідина подається знизу у верхній рухомий шар сорбенту, який рухається зверху вниз назустріч руху технологічної рідини; у нижній рухомий шар відпрацьованого сорбенту подається розчин, що регенерує сорбент; відрегенований сорбент за допомогою ерліфту подається на відмивання від механічних домішок та залишків регенеруючого розчину; чистий відрегенований сорбент після відмивання подається на верхній рухомий шар сорбенту; при цьому реалізується одночасно проведення двох процесів: сорбції іонів з технологічної рідини і регенерація сорбенту.

Пристрій для здійснення протиточної сорбції іонів іонообмінним матеріалом та регенерації сорбенту - іонообмінний реактор безперервної дії, який має дві вставлених коаксіальне одна в одну труби різного діаметру, заповнених іонообмінним матеріалом, які додатково оснащено лабіринтним каналом; верхнім робочим шаром сорбенту; звужуючим пристроєм - шлюзом, який розділяє верхній і нижній шар сорбенту; нижнім шаром сорбенту, де відбувається його регенерація; ерліфтом, за допомогою якого відрегенований сорбент надходить з нижнього шару у верхній робочий шар; системою коаксіальних труб та колекторів, які служать для подавання робочої технологічної рідини, регенеруючого розчину та повітря.

Всі вказані ознаки є необхідними і достатніми для досягнення технічного результату: одночасної реалізації проведення двох процесів в одному апараті: сорбції іонів з технологічної рідини і регенерації іонообмінних сорбентів.

Іонообмінний реактор безперервної дії, який наведено на фіг., складається з корпусу 1, вузла відмивання 2, який забезпечено лабіринтним каналом 3, верхнього робочого шару сорбенту 4, звужуючого пристрою (шлюзу) 5, розподільного колектору технологічної рідини 6, розподільного колектору для регенеруючого розчину 7, трубопроводу для ерліфта 8, дренажних патрубків 9,10,11, вхідних патрубків 12, 13, дренажного стакану 14, сітки дренажного стакану 15, зливного патрубка 16, кільцевого зазору 17, зони регенерації сорбенту 18, вентиля спуску 19, опорних ніг 20, ерліфта 21.

Робота іонообмінного реактору безперервної дії полягає у наступному. Технологічна рідина, яку необхідно очистити, крізь вхідний патрубок 13 надходить у розподільний колектор 6, потім у верхній робочий шар сорбенту 4, де відбувається сорбція іонообмінним матеріалом визначених іонів з технологічної рідини. Робочий шар сорбенту 4 рухається назустріч руху технологічної рідини, бо з лабіринтного каналу 3 регенерований сорбент падає зверху на робочий шар 4. Відпрацьований сорбент крізь кільцевий отвір 17-звужуючого пристрою (шлюзу) 5 надходить в зону регенерації сорбенту 18. Очищена рідина крізь зливний патрубок 16 надходить за призначенням. Крізь вхідний патрубок 12 надходить регенеруючий розчин, який крізь розподільний колектор 7 надходить в зону регенерації сорбенту 18, де відбувається регенерація сорбенту. Відрегенований сорбент за допомогою ерліфту 21 надходить у дренажний стакан 14. Рідина з десорбованими іонами та механічними домішками зливається крізь дренажні патрубки 9,10,11. Сітка дренажного стакану 15 служить для розділення механічних домішок і розчину десорбованих іонів. Зневоднена маса сорбенту перевалюється через край дренажного стакану 14 і падає вниз в лабіринтний канал 3, бо рівень рідини у промивному вузлі нижче рівня рідини у верхній частині реактору. Це досягається за допомогою відповідного регулювання прохідних перетинів зливного патрубка 16 і дренажного патрубка 11. Очищена рідина з верхньої частини реактору лабіринтним каналом 3 рухається назустріч руху сорбенту, після того, як він пересипався через край дренажного стакану 14; цим самим відбувається очистка сорбенту від залишків регенеруючого розчину, десорбованих іонів і механічних домішок. В результаті чистий регенерований сорбент подається у верхню частину робочого шару сорбенту 4. Таким чином, відбувається процес одночасної протиточної сорбції іонів і регенерація сорбенту із супутнім вилученням механічних домішок, які можуть бути присутніми у початковій технологічній рідині.

Приклад конкретного застосування. Реактор безперервної дії завантажено смолою КУ-2-8. Об'єм завантаження 20дм^3 ; діаметр реактору 0,145м; висота 0,9м; рідина, що очищується - вода; іони, що вилучаються - кальцій, магній; загальні початкова жорсткість $J_{\text{с}}=3,5\text{мг-екв/дм}^3$. Витрати рідини склали $0,1\text{м}^3/\text{г}$; $0,000028\text{м}^3/\text{с}$ або $0,02\text{дм}^3/\text{с}$.

Повна статична ємність смоли-1,7мг-екв/г; насипна щільність 720кг/м^3 ; маса 20дм^3 дорівнює $20 \cdot 0,72=14,4\text{кг}$. Загальна ємність такої кількості смоли дорівнює $14,4 \cdot 1,7=24,48\text{г-екв}$. При жорсткості $3,5\text{ мг-екв/дм}^3$ було очищено $24480/3,5=6994\text{дм}^3$, або приблизно 7м^3 .

Для регенерації $14,4\text{ кг}$ смоли необхідно $24,48\text{г-екв NaCl}$, тобто $24,48 \cdot 58,44=1430,6\text{г}$, або приблизно $1,4\text{кг NaCl}$.

При пом'якшенні води із жорсткості $3,5\text{ мг-екв/дм}^3$ з витратами $0,028\text{ дм}^3/\text{с}$ було вилучено $0,028 \cdot 3,5=0,098\text{мг-екв/с}$ солей жорсткості. Таким чином, можливе дозування не менше $0,098\text{мг-}$

екв/с NaCl. Один дм^3 10%-вого розчину NaCl містить 100г NaCl або $100/5 \cdot 8,44 = 1,7\text{мг-екв}$, тобто $1,7 \cdot V = 0,098$. Звідкіля $V = 0,098/1,7 = 0,058\text{дм}^3/\text{с}$. Витрати регенеруючого розчину склали $0,058\text{дм}^3/\text{с}$.

Для покращання масообміну витрат регенеруючого розчину збільшено в 1,5 рази. Таким чином витрати 10%-вого розчину NaCl склали 87 мл/с, а загальні витрати NaCl дорівнюють $1,43 \cdot 1,5 = 2,1\text{кг}$.

Витрати 10%-вого розчину NaCl дорівнюють 21кг або 25дм^3 . Час безперервної регенерації сорбенту складає $24,48 \cdot 1000/0,098 = 69$ годин.

Техніко-економічна ефективність способу і пристрою, що пропонується, характеризуються безперервністю процесу фільтрації, спільний одночасний регенерації, постійністю рухомої сили процесу адсорбції, постійністю масообмінних процесів, відсутністю зупинок апарату на регенерацію, мінімізацією об'ємів промивних розчинів, що регенеруються. У зв'язку з реалізацією протиточного руху сорбенту та рідини, що очищується, дифузійні піки іонів, що сорбуються стають менш розмитими, в результаті чого у рівній ступені сорбуються іони, які добре сорбуються (Ca^{2+} , Mg^{2+}) та іони, що сорбуються гірше (Na^+ , K^+).

Шар сорбенту знаходиться у постійному русі, тому повністю ліквідується явище утворення каналів. В процесі очищення води вилучаються іони, а також проходить очищення технологічної рідини від механічних домішок. Постійне змішування часток іоніту у циркуляційному шарі виключає утворення застійних зон регенеруючого розчину біля кожної гранули. Таким чином, регенерація гранул проходить по повній поверхні, гранули рівномірно збільшують свій обсяг без зміни форми поверхневого шару. Тому виключено ще один недолік регенерації (у порівнянні з нерухомим шаром сорбенту): зменшення ступеня утворення тріщин, зниження відсотків розщеплення гранул. Зруйновані гранули у вигляді тонкодисперсних механічних часток постійно відмиваються і виносяться з реактору. При проведенні стадії катіонування з використанням реагента-кислоти, вільна вуглекислота, що утворюється видаляється повітрям ерліфта із зерен катіонату, тим самим у схемах отримання особливо чистої знесоленої води можливо ліквідувати з технологічної схеми стадію декарбонізації. Звуження дифузійних піків іонів, що сорбуються, веде до ліквідування проскоку крізь катіонітовий та іонітовий фільтри слідів іонів, котрі важко сорбуються, що дозволяє не використовувати складний в експлуатації заключний фільтр спільної дії, без погіршення якості води, що отримується.

Запропонований спосіб і пристрій збільшують строк служби сорбенту-іонообмінної смоли у 1,5-2 рази.

Вартість Іони смоли КУ-2-8 приймаємо рівним 5000грн. При використанні смоли на стадії водопідготовки великої ТЕС строк використання сорбенту складає 2-3 роки, об'єм смоли 50 т. При збільшенні строку використання до 3-4,5 років

лише від збільшення строку використання маємо економію до 25т смоли, тобто 125000гр. за 1,5 роки.

Література:

1. Н.Б. Ферапонтов, В.И. Горшков, Г.А. Медведев, Д.Н. Муравьев, Ю.А. Коваленко. Ионнообменная установка для непрерывного противотока раствора и сорбента.: в сб. "Ионный обмен и хроматография".- 1984.-С. 152 -155.
2. Г.А. Чикина, О.Н. Мякий. Ионообменные методы очистки веществ.: Воронеж. -Изд. Воронежск. университет.- 1984.- С. 104-105.

