

Винахід стосується обробки води для вилучення розчинених в ній твердих частинок.

Відомо, що морська вода і солонувата вода містять в собі розчинені тверді частинки, які можуть бути вилучені з води, тобто вода може бути опріснена, наприклад, методом, відомим як метод зворотного осмосу [Карелин Ф. Н. Обессоливание воды обратным осмосом. М., Стройиздат, 1988]. При застосуванні такого методу вода нагнітається під тиском від дванадцяти до сімдесяти бар крізь опріснювальний патрон, в якому використовується як напівпроникна мембрана складний полімер [S. Sourirajan, Reverse Osmosis and Synthetic Membranes. National Research Council of Canada, 1977]. Робочий тиск повинен перевищувати природний осмотичний тиск живильної води. Значення тиску на рівні нижньої межі вказаного діапазону застосовуються при опріснюванні солонуватих вод, а більш високі значення тиску - для опріснення морських вод.

Найбільш широко вживаним для опріснення є тип патрону, що містить множину тонких порожнистих волокон зі складного полімеру, в проміжки між якими подається під тиском живильна вода [Патент США №5554283, публ. 10.09.1996]. Волокна мають в поперечному перерізі приблизно такий же розмір, як і волос людини. Пермеат (опріснена вода) проникає крізь стінки волокон у внутрішні порожнини цих волокон. Порожнини, що також відомі як канали волокон, утворюють канали пермеату. В патроні такого типу канали концентрату (концентрованого розчину солей) знаходяться зовні волокон, а канали пермеату, як було вказано вище, складаються з каналів волокон.

Другим типом патрона, що широко застосовується, є патрон рулонного типу. В патроні такої форми плоскі листи зі складного полімеру намотуються у вигляді спіралі навколо центрального сердечника, що має форму порожнистої труби з множиною отворів в ній [Пат. США №5108604, публ. 28.04.1992]. Поміж кожною парою сусідніх листів полімеру знаходиться сітка. Сітки діють як розпірки, що утримують листи розділеними і формують попереміжні канали концентрату і канали пермеату. Сітки в каналах концентрату призначені також для створення турбулентності в потоці води. Стопа, наприклад, з 8 - 12 таких листів з розпірками між ними намотується разом навколо сердечника. Пермеат проходить по спіралі в напрямку сердечника.

На більш старих опріснювальних установках застосовуються головним чином патрони, що складаються з волокон. На пізніше збудованих опріснювальних установках застосовуються патрони зі спіральною намоткою.

Зараз загальна кількість апаратів зі спіральною намоткою, що знаходяться в експлуатації, менша, ніж кількість апаратів з волокнами. Однак ця кількісна різниця зникає через те, що на найсучасніших опріснювальних установках застосовуються патрони зі спіральною намоткою, й очікується також, що ця тенденція буде продовжуватись і в майбутньому.

Головною проблемою при опріснюванні є те, що напівпроникні мембрани забиваються. Забивання виникає з трьох причин. Головною причиною забивання є осаджування на тих поверхнях полімерних листів чи полімерних волокон, що межують з каналами концентрату, звичайної солі або інших твердих частинок, таких як магній та кальцій. Малорозчинні солі та інші тверді частинки осаджуються в міру того, як вода протікає крізь напівпроникну мембрану від каналів концентрату в канали пермеату. Цей потік води збільшує концентрацію розчинених твердих частинок до такої міри, що води, яка залишається, стає недостатньо для утримання у розчині всіх твердих частинок.

Іншою причиною забивання є органіка. Наприклад, морські водорості, бактерії та інші організми нарастають на напівпроникних мембранах. Третьою причиною забивання стають тверді частинки, коли фільтри грубої очистки, які звичайно встановлюються перед опріснювальними патронами для вилучення твердих частинок з живильної води, виходять із ладу.

Забивання посилюється завдяки тому факту, що полімер має негативний результуючий заряд, тоді як водорості та бактерії мають позитивний результуючий заряд. Таким чином, ці організми притягаються переважно до поверхонь мембрани, де вони осідають та утворюють колонії. Аналогічно цьому позитивно заряджені іони (катіони), що знаходяться в морській воді як результат дисоціації розчинених твердих частинок, також головним чином притягаються до мембрани.

Добре відомо, що швидкість забивання патрона збільшується не пропорційно збільшенню витрати пермеату. Так, при збільшенні витрати вдвічі швидкість забивання опріснювального патрона зростає більше, ніж удвічі. Забивання призводить до зменшення швидкості, з якою вода протікає крізь мембрану. Зрештою швидкість проникання зменшується настільки, що патрон потребує очищення хімічною обробкою. Патрон, що був надмірно забитий, навіть після очищення може не досягати тієї продуктивності, яку він мав до забивання.

Як було згадано вище, для зведення до мінімуму забивання звичайного опріснювального патрона, що містить полімерні листи, в канали концентрату встановлюють розпірки, які створюють турбулентність у потоці. Ці розпірки, збільшуючи перемішування води, що протікає в каналах концентрату, перешкоджають появі так званого шару поляризованого концентрату. Цей шар, в якому концентрація розчинених твердих частинок максимальна, примикає безпосередньо до мембрани. Шар поляризованого концентрату не тільки формує бар'єр протіканню води крізь мембрану, але й головним чином із цього шару розчинені тверді частинки осаджуються на мембрані, що призводить до її забивання. До того ж, існування цього шару високої концентрації твердих частинок викликає збільшення осмотичного тиску. Проте такі турбулізуючі розпірки забезпечують тільки часткове вирішення проблеми забивання.

Забивання є значною проблемою також і для опріснювальних патронів з волокнами, тому що у волокнистій масі існують дуже вузькі проміжки поміж волокнами. Хоча волокниста маса сама по собі діє як дуже ефективний фільтр і перехоплює та відділяє різні тверді частинки, що знаходяться в живильній воді, але ж ці частинки затримуються у волокнистій масі і призводять до зменшення витрати пермеату.

В своїй заявці РСТ - публікація №WO 97/21630 заявник пропонує конструкцію, що збуджує турбулентність в потоці живильної води, яка надходить до каналів концентрату, з метою гальмування утворення шарів поляризованого концентрату і затримки наступного забивання мембран.

Основною метою винаходу є підвищення продуктивності опріснювального патрона.

Іншою метою винаходу є зменшення швидкості забивання опріснювального патрона, внаслідок чого підвищена продуктивність забезпечується якнайдовше.

Винахід, що пропонується, забезпечує такий спосіб вилучення розчинених твердих частинок з води, який включає подачу живильної води каналами концентрату, утвореними мембранами зворотного осмосу, розміщення вздовж каналів концентрату принаймні двох котушок, які живляться електричним струмом змінної величини, і прикладання до мембран, до води, що протікає каналами концентрату, та до води, що проходить крізь мембрани, пульсуючого магнітного поля, генерованого котушками.

В кращому варіанті спосіб включає операцію подавання через три електромагнітні котушки трифазного змінного електричного струму і генерування таким чином пульсуючих магнітних полів, що перекриваються одне одним і не співпадають по фазі.

Згідно з іншою задачею винаходу, що пропонується, в установку для опріснення води методом зворотного осмосу, що містить довгастий патрон з каналами концентрату, утвореними мембранами зворотного осмосу, розміщений в довгастому корпусі, і засіб для подачі живильної води в канали концентрату так, що вода тече каналами концентрату, додатково включено також принаймні дві котушки, розміщені вздовж корпуса, та джерело живлення котушок електричним струмом змінної величини для генерування кожною котушкою пульсуючого магнітного поля. Котушки розміщені нарізно, але так, що генеровані ними магнітні поля перекриваються одне одним, а вода в каналах концентрату при роботі установки піддається дії пульсуючих магнітних полів котушок.

В кращому варіанті установка згідно з винаходом містить три котушки, розміщені вздовж корпуса, і джерело трифазного змінного електричного струму, кожна з трьох фаз якого приєднана до однієї з котушок, завдяки чому поля, що генеруються трьома котушками, різняться по фазі одне від одного.

Для подальшого підвищення ефективності установки вона може додатково мати між засобом подачі живильної води і патроном диск з множиною отворів, які розділяють живильну воду на струмені і направляють струмені води в торець опріснювального патрона, внаслідок чого у воді, що входить в канали концентрату, утворюються вихрові течії.

Для кращого розуміння винаходу і щоб показати, яким чином його може бути здійснено, в подальшому будуть робитися посилання, як приклади, на додавані креслення, на яких зображені:

на фігурі 1 - осьовий переріз установки для обробки води, яка містить опріснювальний патрон і три котушки;

на фігурі 2 - в збільшеному масштабі вхідний кінець установки для обробки води, причому фігура 2 зображена частково в перерізі;

на фігурі 3 - вихідний кінець установки для обробки води, причому фігура 3 зображена в більшому масштабі, ніж фігура 2, і також частково в перерізі;

на фігурі 4 - вид з торця опріснювального патрона;

на фігурі 5 - детальне зображення частини корпуса установки для обробки води, зображеної на фігурах 1 - 3;

на фігурі 6 - схематичне зображення в дуже збільшеному масштабі частини опріснювального патрона;

на фігурі 7 - сфера взаємодії магнітних полів, що генеруються котушками;

на фігурі 8 - схематичне зображення, яке ілюструє подальший варіант опріснювального патрона і три котушки;

на фігурі 9 - переріз по лінії IX-IX фігури 8;

на фігурі 10 - схематичне зображення частини обшивки в розгорнутому вигляді;

на фігурі 11 - схематичне зображення частини ще одного варіанту обшивки.

Установка для обробки води, яка зображена на фігурі 1, має загальне означення 10 і містить горизонтально довгастий циліндричний корпус 12. Корпус 12 виготовлено з неметалевого матеріалу переважно шляхом намотки скловолокон на обертову оправку. Водночас на оправку нанесена швидкоотверднуча смола, завдяки чому створено армований порожнистими скловолокнами циліндричний корпус з гладкою внутрішньою поверхнею. Смола може бути нанесена шляхом занурювання оправки з частково виготовленим корпусом у смоляну ванну з наступним усуненням надлишків смоли за допомогою ракеля. Такий корпус є здатний легко витримувати внутрішній тиск більше 70 бар.

Насос 14 і електромотор 16, які прикріплені до вхідного кінця корпуса 12, закачують живильну воду в корпус 12 під тиском, як правило, приблизно п'ятдесят - шістдесят бар. Мотор 16 переважно є трифазний мотор змінного струму, а насос - переважно гідросекційний насос D10 виробництва фірми Уоррен Інжиніринг (Warren Engineering), м. Міннеаполіс, Міннесота, Сполучені Штати Америки.

Насос 14 і мотор 16 прикріплено до корпуса 12 за допомогою торцевого кільця 18 (фіг.2) та монтажної плити 20. Торцеве кільце 18 кріпиться до корпуса 12 наступним чином: спочатку виготовляється внутрішня циліндрична частина 12.1 корпуса 12, потім кільце 18 одягається на частково виготовлений корпус, і далі виготовляється зовнішня частина 12.2 корпуса з кільцем 18, встановленим між внутрішньою і зовнішньою частинами 12.1 та 12.2 корпуса 12. Зрозуміло, що за винятком кінцевої зони, де між цими частинами закладено кільце 18, частини 12.1 та 12.2 формують єдиний цільний корпус без розділу між ними. Кільце 18 має ряд розміщених по колу зовнішніх ребер 22, що призначені для з'єднання кільця 18 з корпусом 12.

Кільце 18 містить ряд глухих нарізних болтових отворів 24, відкритих з торця кільця 18. Плита 20 містить наскрізні отвори 26, збіжні з нарізними болтовими отворами 24. Болти 28 проходять крізь отвори 26

і вкручуються в отвори 24 для закріплення монтажної плити 20 до торцевого кільця 18.

Насос 14 і мотор 16 прикріплені один до одного болтами 30, що проходять через фланці 32 і 34 насоса 14 та мотора 16, відповідно.

Болти 36, що проходять через фланець 38 насоса 14 в нарізні болтові отвори 40 плити 20, кріплять плиту 20 і насос 14 одну до одного. Напірний отвір насоса 14 збігається з каналом 42, що проходить через плиту 20, а всмоктувальний отвір насоса 14 збігається з вхідним каналом 44, який проходить радіально усередину від входу 46 плити 20 і потім аксіально збігається з всмоктувальним отвором насоса 14.

Плита 20 на стороні, протилежній насосу 14, має циліндричну стінку 48 з внутрішньою різью 50 по периферії. Турбулізуючий диск 52 зі зовнішньою різью, який містить множину наскрізних отворів 54, вкручено в циліндричний простір, обмежений стінкою 48. Між плитою 20 і диском 52 утворена порожнина 56, з якою сполучається канал 42.

Наскрізні отвори 54 диска 52 можуть розміщуватись у будь-якому порядку. Наприклад, отвори можуть бути розміщені по колу. Навпаки, отвори можуть бути розміщені вздовж декількох радіальних ліній, що розходяться від центра диска 52, або ж можуть бути розміщені по спіралі, що має своїм центром центр диска 52.

Тороїдальне кільце 58 оточує стінку 48 і ущільнює проміжок між плитою 20 та внутрішньою поверхнею корпусу 12. На другому кінці корпусу 12(фіг.3) є кінцева плита 60. Кінцева плита 60 утримується в корпусі 12 двома взаємодіючими кільцями 62 та 64. Кільце 62 розміщується на оправці перед початком виготовлення корпусу 12. Таким чином, воно закладається в стінку корпусу, внаслідок чого формується зовнішнє ребро 66, що оточує корпус 12. Після того, як буде зібрано опріснювальний патрон, що більш докладно описаний нижче, кільце 64 обтискають в діаметрі і потім вставляють його в корпус таким чином, щоб воно знаходилося у взаємодії з кільцем 62, запобігаючи виштовхуванню плити 60 із корпусу 12 під впливом внутрішнього тиску в корпусі.

Осьовий отвір 68 в плиті 60 утворює вихід для опрісненої води(пермеату), а отвір 70, зміщений в бік від отвору 68, утворює вихід для розсолу. В канавку 72 плити 60 вставлене манжетне ущільнення(не показано). В додаткову канавку, що оточує плиту 60 безпосередньо поруч з канавкою 72, вставлене тороїдальне кільце 74. Манжетне ущільнення і тороїдальне кільце запобігають витоку між корпусом 12 і плитою 60.

Опріснювальний патрон 76 циліндричної форми вставляють в корпус 12 перед тим, як кінцева плита 60 закріплюється на своєму місці кільцями 62 і 64.

Патрон 76, який містить множину полімерних листів і розпірок, намотаних, як вказано вище, далі буде описано більш докладніше. Листи і розпірки намотані спірально навколо труби 78. На вихідному кінці опріснювальної установки труба 78 виступає з намотаних листів і входить в отвір 68. Тип патрона 76, який підходить для застосування у винаході, що пропонується, є той, що виготовляється і поставляється фірмою Filmtech Corporation, яка цілком належить як дочірня фірма компанії Dow Chemical Company. Цей виріб має означення FT 30. Патент США №4277344 містить докладний опис принципу зворотного осмосу. Опріснювальний патрон 76 в основному має циліндричну форму і щільно прилягає до корпусу 12. Манжетні ущільнення(не показані) встановлено в канавки 80(фігури 2 та 3), що оточують торцеві кришки 82(фіг.4) патрона 76, опираються на внутрішню поверхню корпусу 12, запобігаючи витоку води між корпусом 12 і патроном 76.

Намотані листи і розпірки 84(фіг.4) знаходяться всередині тонкої обшивки 86, наприклад, зі скловолокна. Обшивка 86 з'єднує торцеві кришки 82 між собою. Обшивка 86 не має достатньої міцності, щоб витримати тиск, який утворюється всередині неї, і не розірватися. Тому вона щільно прилягає до корпусу 12 і утримується ним. Манжетні ущільнення в канавках 80 запобігають течії води між обшивкою 86 і корпусом 12.

Кожна з торцевих кришок 82 має форму зірки(фіг.4), що складається з внутрішнього кільця 88 і зовнішнього кільця 90, з'єднаних спицями 92. Труба 78 проходить через внутрішнє кільце 88 вихідного кінця патрона 76, а канавки 80 знаходяться на зовнішній поверхні кільця 90.

Три котушки 94, 96 та 98 намотуються на корпус під час його виготовлення. Точніше, спочатку виготовляється відносно тонка внутрішня частина 12.3(фіг.5) корпусу 12, а потім котушки 94, 96 і 98 намотуються на внутрішню частину 12.3. Після цього виготовляється решта корпусу 12, так що котушки 94, 96 і 98 опиняються вбудованими в корпус, причому між ними і патроном знаходиться лише тонка внутрішня частина 12.3 корпусу, а більш товста зовнішня частина 12.4 корпусу залишається зовні. Котушки можуть бути виготовлені з високопровідного вуглецевого волокна або з мідного дроту. Волокна або дріт мають покриття, так що вони електрично ізолювані.

Для захисту котушок 94, 96 і 98 на виготовлену внутрішню частину 12.3 корпусу 12 перед намоткою котушок(фіг.5) наносять шар 100 м'якого гелю(фіг.5). Другий шар 102 гелю потім наносять на намотані котушки. Шари 100 і 102 застигають, але не стають цупкими. Гелеві шари захищають котушки 94, 96 і 98 від попадання води, що може просочитись крізь тріщини в тих частинах 12.3 корпусу 12, які знаходяться між котушками 94, 96 і 98 та внутрішністю корпусу. Внутрішній шар 100 гелю компенсує зміну розмірів, яка виникає в корпусі 12 внаслідок зміни тиску, запобігаючи таким чином появі радіальних напружень в котушках 94, 96 і 98.

Після того, як котушки намотані, проводи живлення відводять від них уздовж зовнішньої поверхні частини 12.3 корпусу до спільного з'єднання, котре може бути клемною коробкою 104(фіг.1 і 2), розміщеною поруч зі вхідним кінцем опріснювальної установки. Проводи живлення, звичайно, замуруються в корпус 12 під час виготовлення зовнішньої частини 12.4 корпусу. На фігурах 1 та 3, тільки з метою ілюстрації, проводи живлення(означені 106) і додаткові проводи(означені 108), які з'єднують

катушки 94, 96 та 98 з регулятором 110 змінного струму регульованої частоти, показані як такі, що входять і виходять з корпусу 12 в зонах розміщення катушок. На фігурі 3 катушка 94 схематично зображена як намотана на зовнішній поверхні корпусу 12.

Котушка з катушок 94, 96 і 98 підключена своїми проводами 106 живлення до однієї з фаз джерела 112 трифазного змінного струму (фіг.1). При необхідності може бути застосовано екранування, наприклад, у вигляді обплетення, щоб запобігти впливу магнітних полів, які проявляються зовні корпусу 12.

Регулятор 110 підключено до мотора 16. Бажаним типом регулятора є регулятор 1336-плюс виробництва фірми Allen Brady (частина групи Rockwell Group), 1201 South Second Street, Milwaukee 53204, Сполучені Штати Америки.

Датчик 114 тиску (фіг. 1 і 2) встановлено в плиту 20 через канал 116, який сполучається з каналом 42, що в свою чергу сполучається з напірним отвором насоса 14. Датчик 114 тиску, з'єднаний шнуром 118 (фіг.1) з регулятором 110 змінного струму регульованої частоти, передає останньому керуючий сигнал. Керуючий сигнал використовується для керування вихідною частотою регулятора мотора і отже швидкістю мотора, для того щоб підтримувати постійний тиск в напірному отворі насоса 14. Хоча в корпусі 12 показано лише один патрон 76, в ньому може бути два або більше патронів, розміщених торець-в-торець. В такому разі вода проходитиме по черзі через кожний патрон. Кожний патрон може мати по три катушки, з'єднані як вище описано. Однак, як це показано на фігурі 1 пунктирними лініями, може бути розміщено два патрони 76.1 і 76.2 так, щоб центральна катушка 96 була мостом через два патрони.

Конструкція патрона 76 частково проілюстрована в дуже збільшеному масштабі на фігурі 6. На фігурі 6 позиціями від 120.1 до 120.5 означені плівки зі складного полімеру. Між плівками 120.2 і 120.3 знаходиться перший канал 122 концентрату, а між плівками 120.4 і 120.5 знаходиться подальший канал 124 концентрату. В кожному з каналів 122, 124 є сітка 126. Сітка 126 діє як турбулізатор. Сітка 126 може бути виготовлена, наприклад, з пластмасових ниток зі зварними з'єднаннями в місцях перетинання повздовжніх ниток з поперечними нитками. Сітка 126 має додаткову функцію не допускати закупорювання каналів 122, 124 до такої міри, коли протікання води через них стає неможливим.

Між плівками 120.1 і 120.2 утворюється канал 128 пермеату. Так само поміж плівками 120.3 і 120.4 створено канал 130 пермеату. В каналах 128 і 130 містяться решітки 132. Решітки 132 призначені не для турбулізації пермеату в каналах 128, 130, а лише для запобігання закупорюванню каналів під впливом тиску до такої міри, коли вода не зможе протікати через них. Зрозуміло, що в патроні міститься множина плівок, множина каналів концентрату і множина каналів пермеату. Тобто є ще плівки, канали і розпірки з кожного боку фрагмента патрона, показаного на фіг.6.

На вхідному кінці патрона 76 канали 128, 130 закриті, а канали 122, 124 відкриті. Тому живильна вода входить в канали 122, 124, але не в канали 128, 130. В зоні центральної труби 78 канали 122, 124 концентрату закриті, а канали 128, 130 пермеату відкриті, так що в трубу 78 може текти лише опріснена вода, але не розсіл.

Робота установки для обробки води, що описана досі, складна і ще не до кінця зрозуміла заявником. Наступні пояснення базуються на тому, що було з'ясовано дотепер в експериментальних роботах. Подальші експерименти можуть виявити, що тут мають місце інші фактори і механізми, про які заявники досі ще не знають.

При виготовленні патрона з рулонною намоткою бажано витримувати постійний натяг плівок і розпірок при їх намотуванні на центральну трубу 78. Це легше досягається на початковій стадії операції намотування. В міру того, як патрон збільшується в діаметрі, він стає "губчастим" на дотик, і тоді трудніше підтримувати належний натяг плівок і розпірок. Це призводить до більш тугого укладання обмотки поблизу центральної труби 78, ніж поблизу зовнішньої обшивки 86. В звичайній опріснювальній системі вода втікає в простір 134 (фіг.2), суміжний з вхідним кінцем опріснювального патрона, не проходячи крізь диск 52. В патроні немає значного перепаду тиску в радіальному напрямку. Точніше кажучи, тиск поблизу центра патрона і тиск поблизу периферії патрона приблизно однаковий. Отже більша кількість води направляється на вхід до більш відкритих радіально зовнішніх частин каналів концентрату, ніж до радіально внутрішніх частин каналів концентрату, де плівки і розпірки намотані більш туго.

Диск 52 направляє множину струменів води напроти торця патрона 76 і розподіляє потік води по всьому відкритому кінцю патрона 76. Цим забезпечується більш повне використання радіально внутрішніх частин патрона 76. Спиці 92 виготовляються виробником патрона якомога більш тонкими, щоб не перешкоджати течії води. Вони закривають дуже малу частину торцевої поверхні намотки плівок і розпірок і не спричиняють помітного впливу на тиск води. Інакше кажучи, вони не викликають будь-якого перепаду тиску між входом в простір 134 і входами в канали концентрату.

Морська вода і, в меншій мірі, солонувата вода, містять в собі розчинені гази, а також карбонати. Перепад тиску при проходженні води через диск 52 становить близько двох бар, і вважається, що це є причиною виділення у вигляді бульбашок деякої частини присутніх у живильній воді кисню та діоксиду вуглецю. Завдяки тому, що бульбашки все ще знаходяться під значним тиском, вони мають дуже малий розмір. Також вважається, що вони спричиняють ефект роз'єднання в шарах поляризованого концентрату, уповільнюючи їх утворення і тим самим поліпшуючи роботу патрона.

Спостереження за розсолом, що утворюється в опріснювальній установці і збирається в бак, виявили, що розсіл є аерованим. В одному з експериментів розсіл і опріснену воду зливали разом у великий бак - сховище, де вони змішувались одне з одним. Цей бак був також джерелом живильної води. Це робилось для того, щоб випробувати опріснювальну установку деякий час без надмірної витрати морської води. Було помічено, що коли розсіл виходив із випускної труби в бак, він був аерованим. Замість того, щоб просто занурюватися в менш щільну морську воду, розсіл підіймався на поверхню на деякій відстані від

виходу з випускної труби. При дослідженні бульбашок було встановлено, що вони є не що інше, як суміш диоксиду вуглецю та кисню.

Струмені води, що виходять з отворів 54 в диску і ударяють в торець патрона з намоткою, затікають в канали концентрату. В струменях води можна помітити вихрові течії, перпендикулярні загальному напрямку потоку води в каналах концентрату. Вони додатково сприяють запобіганню створення шарів поляризованого концентрату на вхідних кінцях каналів концентрату. Звичайно, вихрові течії слабшають зі збільшенням відстані від вхідних кінців каналів концентрату, тому їх вплив на шари поляризованого концентрату поступово зменшується.

Вплив вище вказаних магнітних полів полягає в тому, що вони підтримують вихрові течії, попередньо збуджені в струменях води, вздовж каналів концентрату. Сприятливий "очищувальний" ефект завдяки цьому стає помітним уздовж усього патрона, а не тільки в зоні, що розповсюджується на відносно коротку відстань від вхідних кінців каналів концентрату.

Як було вказано вище, більшість забруднень мають позитивний результуючий заряд, в той час як складний полімер, що використовується як напівпроникна мембрана, має негативний результуючий заряд. Отже між забрудненням і складним полімером існують слабкі притягальні сили. Вважається, що вихрові течії, підтримувані магнітним полем, є достатніми, щоб перебороти ці слабкі сили і стримувати відкладання забруднень на полімері.

З'ясувалось, що котушки краще намотувати таким чином, щоб їх магнітні поля частково накладались одне на одне. В цьому відношенні робиться посилання на фіг.7, на якій показані дві котушки (означені 96 і 98), що розміщені достатньо близько одна до одної, так що їхні поля  $F_1$  та  $F_2$  взаємоперекриваються. Таким чином, хоча вздовж корпусу 12 магнітна індукція змінюється від максимального значення в зоні кожної котушки до мінімального значення посередині між котушками, магнітне поле має місце всюди. Наприклад, було з'ясовано, що можливо створити магнітне поле з максимальною індукцією приблизно дві тисячі гаусів в безпосередній близькості до кожної котушки. Посередині між котушками індукція магнітного поля падала приблизно до тисяча шестисот гаусів. Поля, звичайно, не співпадають по фазі.

На фігурі 7 показані котушки, що намотані з навскісним розташуванням витків по відношенню до осі патрона 76, і, крім того, вони показані намотаними як частина опріснювального патрона 76, а не як частина корпусу 12. В цьому випадку котушки можуть бути намотані на патрон з розміщенням витків як радіально всередині так і радіально зовні обшивки 86.

Заявники з'ясували, що найбільш вигідно забезпечити установку для обробки води джерелом живлення трифазного змінного струму з частотою 50герц і напругою в 380вольт. Такий трифазний струм є загальнорозповсюдженим, і мотор 16 та регулятор 110 призначені для живлення від джерела такого роду. Заявники встановили, що з'єднуючи кожну з трьох фаз такого джерела живлення з однією з трьох котушок 94, 96 і 98, можна отримувати описані вище ефекти і, окрім того, котушки в такому випадку діють як дроселі для мотора 16. Це згладжує піки, які неминуче виникають при застосуванні мотора змінного струму і самі по собі призводять до втрати потужності мотора. Сила струму, необхідна для роботи мотора 16, коли котушки від'єднані від електричного кола, як правило, на два ампера більша ніж та, що потрібна при приєднаних котушках.

У звичайній опріснювальній установці перепад тиску вздовж патрона 76 становить приблизно три бара. Так, коли опрісненню підлягає морська вода з вхідним тиском в 60бар, було встановлено, що тиск в отворі 70 дорівнює приблизно 57барам. Коли ж котушки 94, 96 і 98 з'єднані з електричним колом, перепад тиску вздовж патрона відсутній. Насправді, тиск на вихідних кінці може навіть трохи перевищувати тиск на вході. Заявник поки що не сформулював повного пояснення цих спостережуваних явищ або того факту, що течія продовжується, навіть якщо утворюється "протитиск". Можливе пояснення полягає в тому, що має місце збільшення ентропії як наслідок введення енергії від котушок. Іншою можливою причиною є те, що висококонцентрований розсіл поводить як сердечник соленоїда і виштовхується в напрямку вихідних кінців каналів концентрату прикладеними до нього електромагнітними силами.

Експерименти, проведені заявником, показали, що коли струм живлення котушок змінюється циклічно, внаслідок чого з'являються пульсуючі магнітні поля, то ні амплітуда, ні частота струму не є критичними. Експерименти зі зміною частоти в межах від 5герц до 7000герц показали, що в присутності пульсуючого магнітного поля можуть бути отримані більш високі швидкості проникання, а забивання значно зменшується.

Зрозуміло, що коли частота або тип струму для живлення котушки не є сумісними з регулятором 110 і мотором 16, живлення мотора і живлення котушок повинно здійснюватися від окремих джерел. Постійний струм змінної напруги також викликає значне покращення як відносно витрати опрісненої води, так і відносно зменшення забивання. Напруга і сила струму можуть змінюватися по синусоїдальному закону, або ж можливо застосування джерела струму з формою прямокутних імпульсів.

На фігурах 8 і 9 схематично показано другий вид опріснювального патрона, означеного 136. Патрон 136 містить зовнішній корпус 138, який має вихід 140 для опрісненої води, і камеру 142, в яку зливається розсіл. Між виходом 140 і основним простором 144, обмеженим корпусом 138, знаходиться перегородка 146. В перегородку 146 закладені кінці множини порожнистих волокон 148 зі складного полімерного матеріалу, придатного для застосування як мембрана зворотного осмосу. Вихід 140 з'єднано з камерою 150, сполученою з внутрішніми каналами волокон, кінці яких виступають із перегородки 146. Кожне волокно тягнеться від перегородки 146 уздовж корпусу майже на всю його довжину, згинається в коліні 152 і повертається назад до перегородки 146.

Труба 154 проходить через перегородку 146 і через торцеву стінку 156, яка обмежує камеру 150. Труба 154 має заглушку 158 на своєму кінці праворуч (якщо дивитись на фіг.8) і має множину отворів в своїй

стіни. Вода з розчиненими в ній твердими частинками подається в трубу 154 і тече з труби 154 в міжволоконні проміжки, які утворюють канали концентрату. Ці канали сполучені з камерою 142, так що розсіл витікає з цих каналів в камеру 142, а потім з установки через вихід 160 розсолю.

Описана досі з посиленнями на фігури 8 і 9 конструкція є загальновідомою, що широко використовується в опріснювальній галузі.

Три котушки 162, 164 і 166 показані намотаними навколо опріснювального патрона, що складається з маси порожнистих волокон 148. Ці котушки є еквівалентними котушкам, що показані на фігурі 1. Вони збуджуються таким же чином, щоб спричинити появу вихрових течій в каналах концентрату, що утворені поміж волокнами. Ефект від цього такий же самий, що і описаний вище по відношенню до каналів 122, 124.

Зображена на фігурі 10 конструкція утворена прямокутним листом 168 з матеріалу, який може бути згорнутий у форму циліндричної обшивки. Застібки 170 будь-якого придатного типу, наприклад, кнопки або "липучки", передбачені вздовж обох повздовжніх країв листа, так щоб після згортання його у форму обшивки її можна було закріпити в цій формі. Придатним є лист з синтетичної пластмаси. Пластичний матеріал може бути пружно гнучким, але з достатньою жорсткістю, так щоб при згортанні він намагався розгорнутися і тим самим підтримував би циліндричну форму. і навпаки, він може бути в формі ковдри, яка не є самопідтримною.

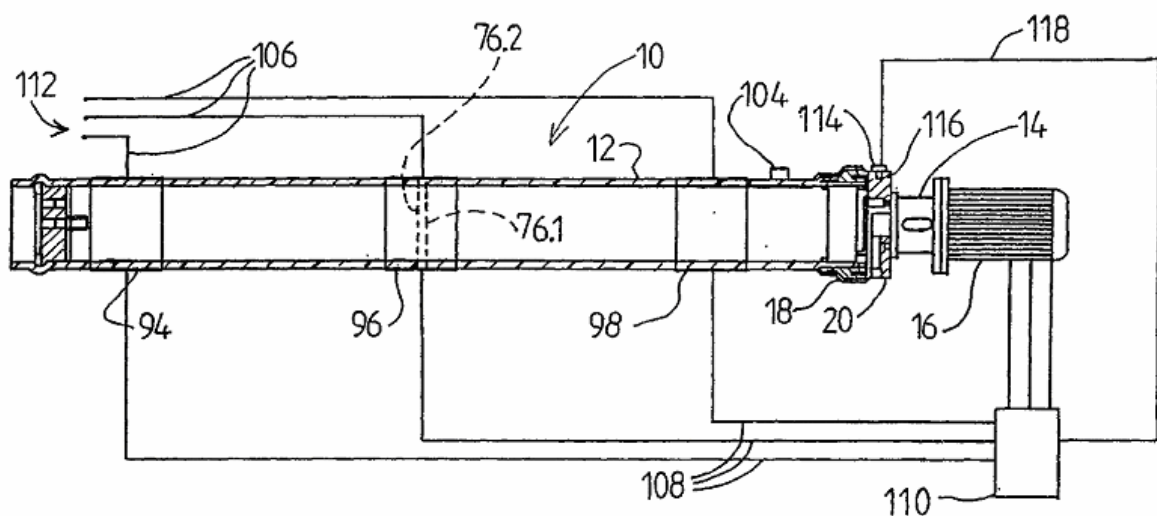
Ряд відрізків проводів 172 приклеюються або закріплюються іншим чином до того боку листа, котрий стає внутрішньою поверхнею, коли лист 168 згинається в формі обшивки. З'єднувачі 174 передбачені на кожному кінці кожного відрізка проводів 172. Коли лист 168 згинається у формі обшивки, з'єднувачі 174 вздовж одного краю листа приєднуються до з'єднувачів вздовж другого краю листа, внаслідок чого відрізки проводів з'єднуються один з одним і утворюють котушку.

Обшивка може бути намотана навкруг існуючого опріснювача чи то опріснювального патрона як модифікаційна конструкція.

При підключенні котушки, утвореної з відрізків проводів, до джерела пульсуючого струму можна прикласти магнітне поле до каналів концентрату, внаслідок чого отримати описані вище ефекти. Зрозуміло, що може бути передбачено декілька котушок.

Застосування накладного плоского листа, який можна обмотати навколо існуючого опріснювача для формування обшивки є ефективним, бо це дає можливість використовувати котушку майже незалежно від того, з якими трубопроводами він з'єднаний, що було б непросто при застосуванні кожуха з котушками. Проте, якщо опріснювач сконструйований таким чином, що в ньому немає перешкод натягуванню кожуха з котушками на опріснювач, то таку конструкцію теж можливо використовувати, щоб забезпечити вище описані переваги.

Хоча краще, щоб кожна котушка була коаксіальною з патроном, можливо, щоб котушки розміщувались по-іншому. Наприклад, замість намотування котушок на оправку котушки можна попередньо виготовити і вмонтувати в стінку корпуса так, щоб кожна з них частково розміщувалась на периферії корпуса, а осі котушок були б направлені не по осі корпуса, а радіально. Коли таке розміщення застосовується для модифікаційного листа, то результатом є конструкція, яка зображена на фігурі 11. В такому виконанні лист, означений 168, має пару роздільних котушок 176, приклеєних до нього. Осі кожної з котушок 176 направлені під прямим кутом відносно площини листа 168. Коли лист згинається в формі труби, котушки 176 займають положення на протилежних боках патрона, а їхні осі, в основному, скеровані радіально. Кожен виток котушки 176 при згинанні листа 168 деформується так, що він відповідає циліндричній формі обшивки.



Фіг. 1

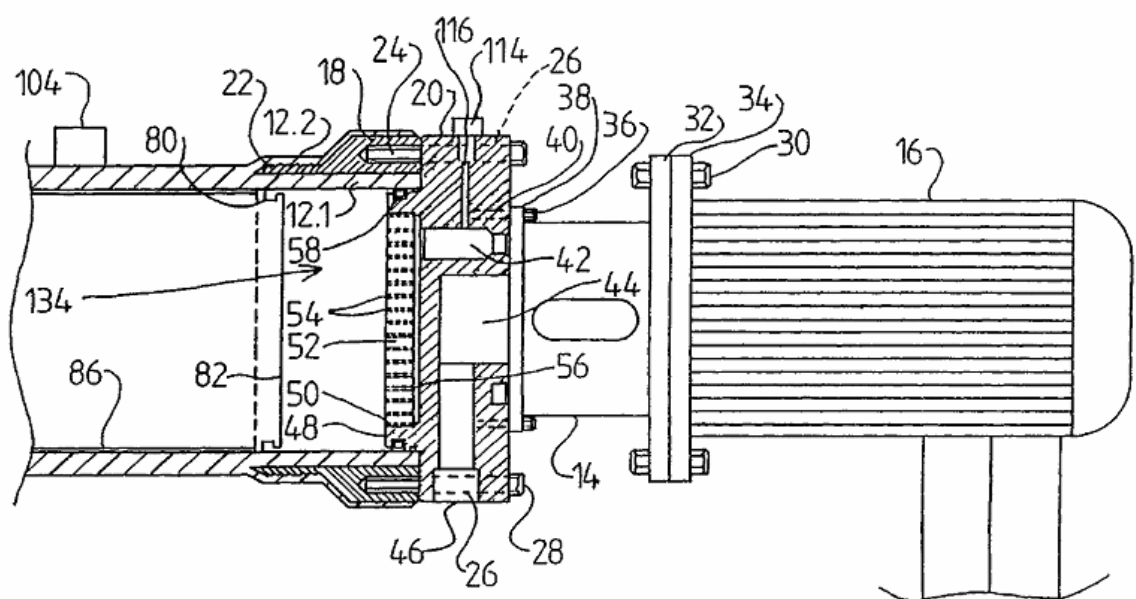


Fig. 2

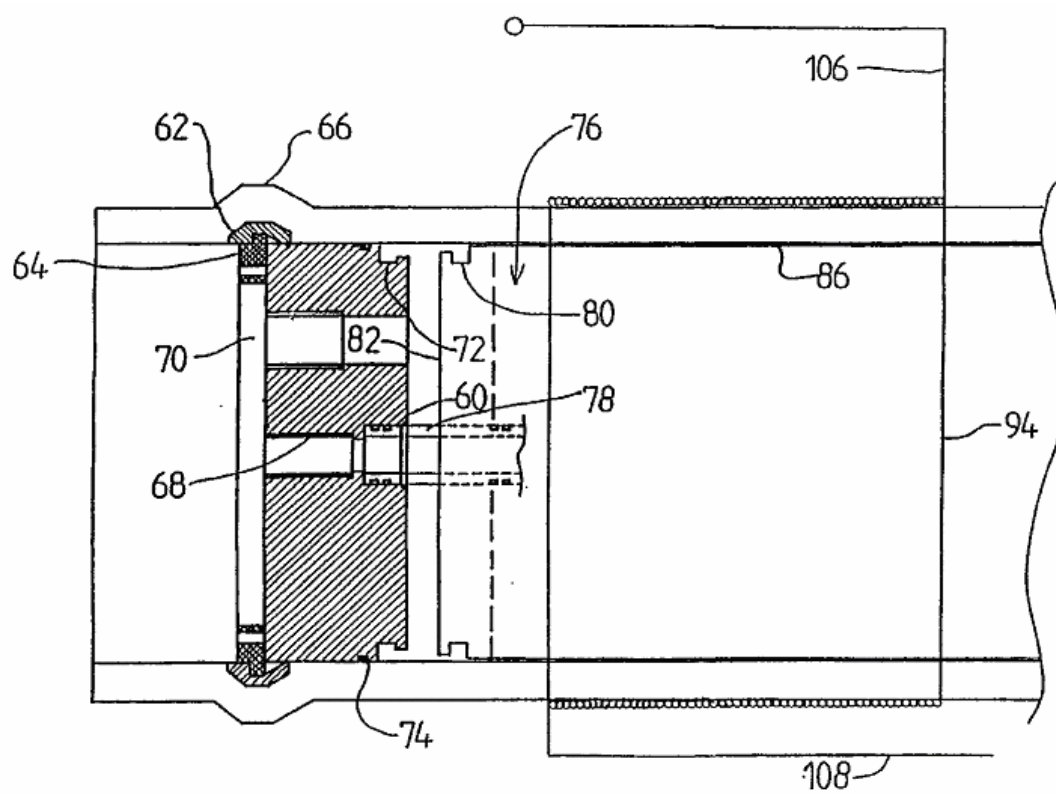


Fig. 3

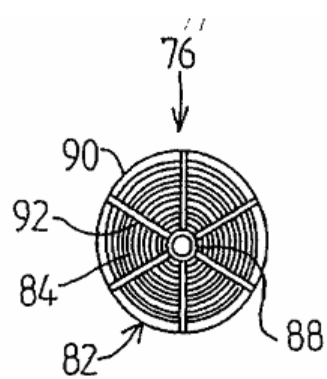


Fig. 4

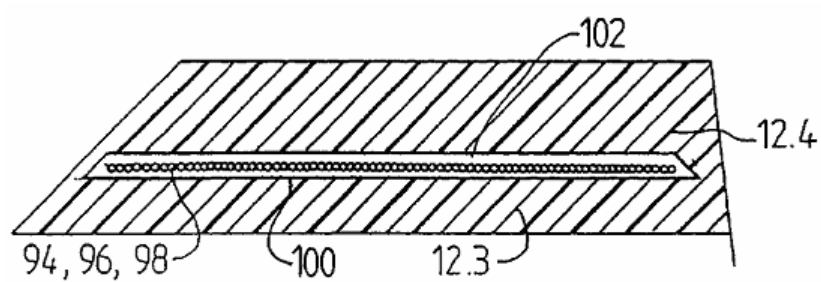


Fig. 5

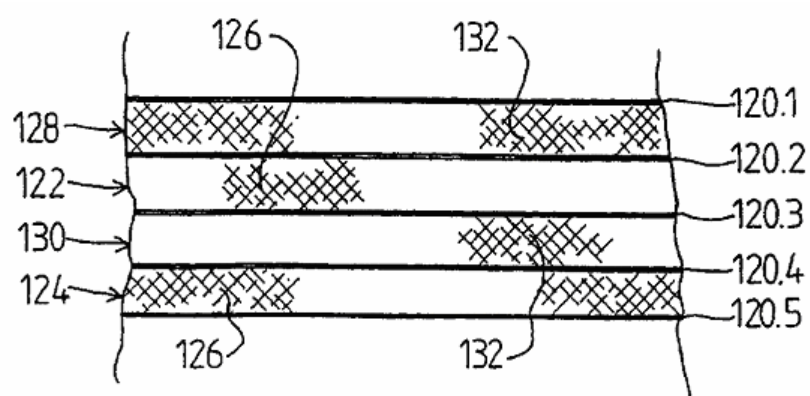


Fig. 6



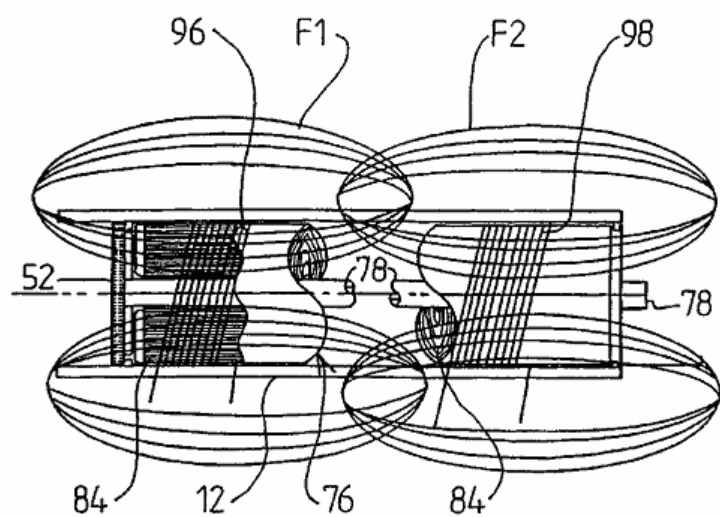


Fig. 7

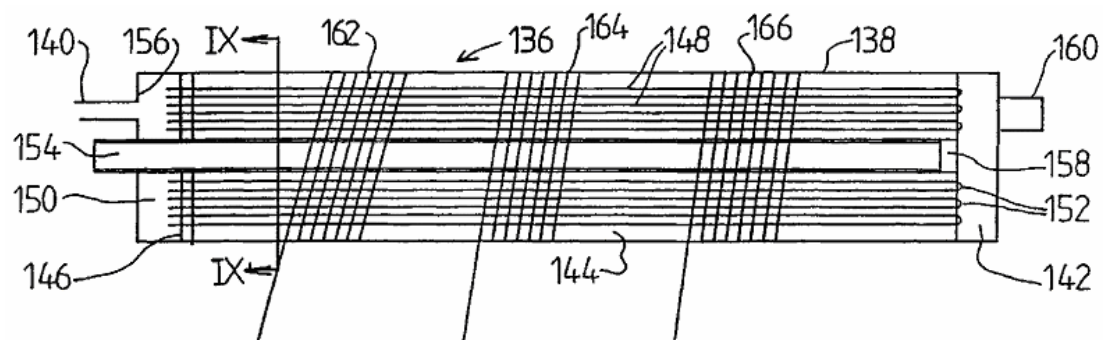


Fig. 8

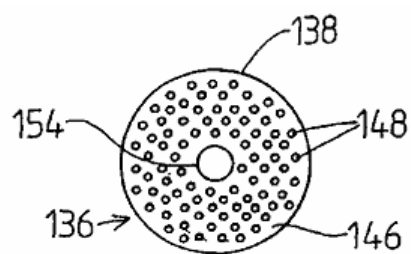


Fig. 9

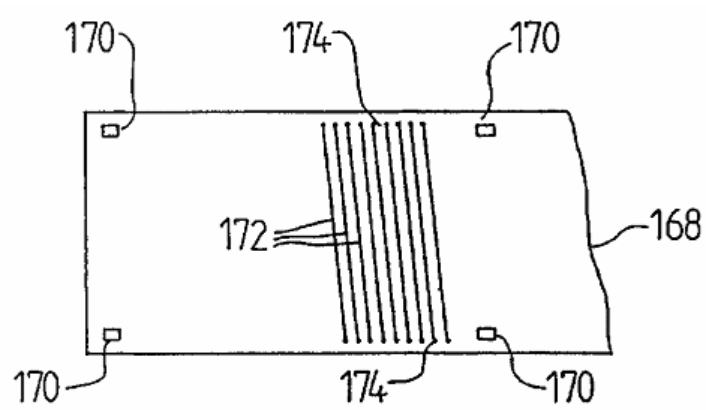


Fig. 10

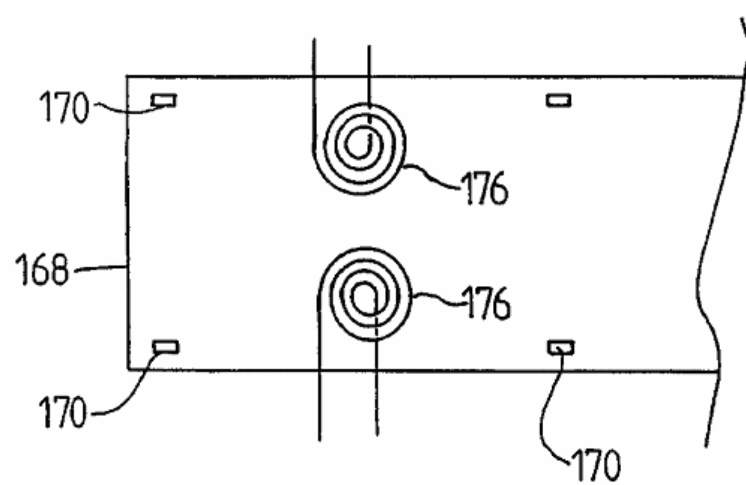


Fig. 11